

## (5) 海外の洋上風力発電事業

## 1) 各事業の概要

洋上風力発電事業の先進地である欧州諸国等においては、それら事業実施に当たって環境影響評価が必須となっており、洋上風力発電開発に係る環境影響評価の事例が多い。

本項では規模が大きく、数多くの洋上ウィンドファーム開発が進むイギリス・ドイツ・デンマーク・オランダ・カナダ・アメリカ等における洋上ウィンドファームプロジェクトの概要を整理した。

表 3.2.5-1～表 3.2.5-8 には事例として取り上げた洋上ウィンドファームの事業概要を列記した。

表 3.2.5-1 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧

No	事業名称	国	基数	規模
①	Beatrice Demonstration	イギリス	5.0MW×2 基	10MW
②	Dudgeon OWF	イギリス	10MW (56 基) ~ 3MW (168 基)	560MW
③	Egmond aan Zee	オランダ	3.0MW×36 基	108MW
④	Horns Rev	デンマーク	2MW×80 基	160MW
⑤	Nysted	デンマーク	2.3MW×72 基	165.6MW
⑥	CAPE Wind	アメリカ	3.6MW×130 基	468MW
⑦	NaiKun	カナダ	3.6MW×110 基	396MW
⑧	London Array	イギリス	3.6MW×175 基	630MW
⑨	Barrow	イギリス	3MW×30 基	90MW
⑩	Alpha ventus	ドイツ	5.0MW×12 基	60MW
⑪	Kriegers flak II	スウェーデン	5MW×128 基	640MW
⑫	Anholt	デンマーク	3.5MW×111 基	400MW
⑬	Northwind	ベルギー	3MW×72 基	216MW

表 3.2.5-2 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (1)

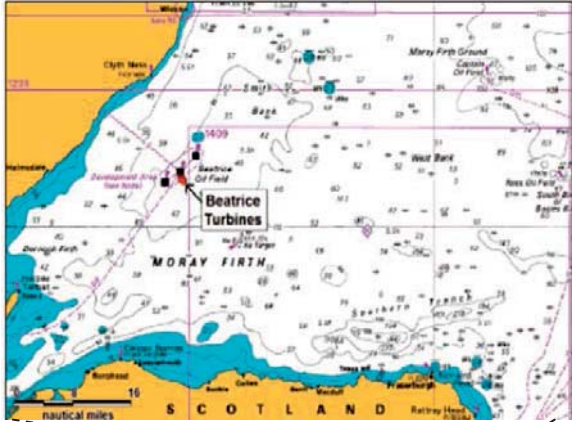

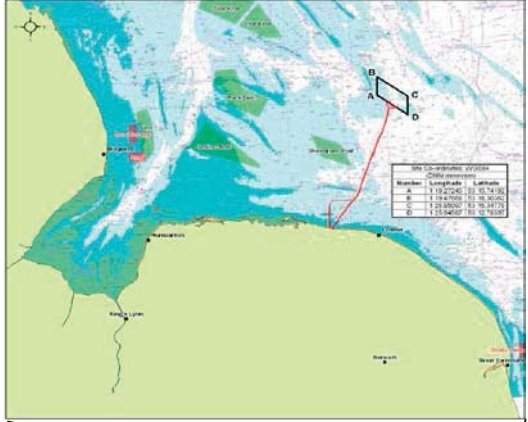

名称	Beatrice Demonstration	Dudgeon OWF
国	イギリス	イギリス
地域	スコットランド (Highland)	イングランド
事業者	Talisman Energy (UK) Limited、Scottish and Southern Energy (SSE)	Dudgeon Offshore Wind Ltd.
事業海域	離岸距離：23 km 面積：1k m <sup>2</sup> 水深：45m  	離岸距離：32 km 面積：35k m <sup>2</sup> 水深：18m～25m  
	出典：Beatrice Demonstration Environmental Statement, Talisman Energy	出典：Dudgeon Offshore Wind Farm Environmental Statement, Royal Haskoning, 2009
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：5M (Senvion)</li> <li>●出力：10MW</li> <li>●基数：5MW×2 基</li> <li>●ハブ高：107m</li> <li>●ローター直径：126m</li> <li>●基礎：ジャケット</li> <li>●洋上変電所：無し (陸上変電所)</li> <li>●海底ケーブル：2.9km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：6MW Siemens</li> <li>●出力：402MW</li> <li>●基数：6MW×67 基</li> <li>●ハブ高：110m</li> <li>●ローター直径：160m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：未定</li> <li>●海底ケーブル：184km</li> </ul>
設置工事方法	●44m の海底に打ち込んだ 4 本足の鋼のジャケットで支持されている。各足は 120t の重量で杭打ちされている。	●杭打ち方式
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2006 年 7 月～2007 年</li> <li>●稼働：2007 年 8 月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2015～2017 年</li> <li>●稼働：2017 年末</li> </ul>
公表時期	●2005 年申請書提出	●2009 年 6 月申請書提出

表 3.2.5-3 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (2)

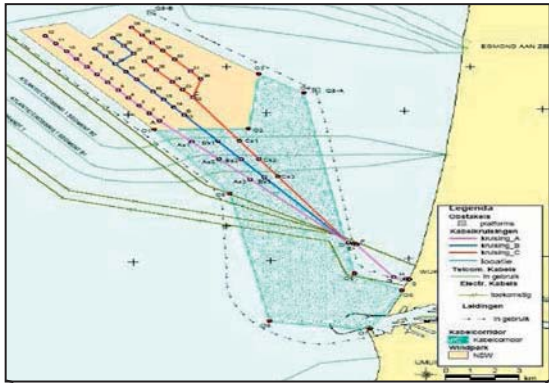

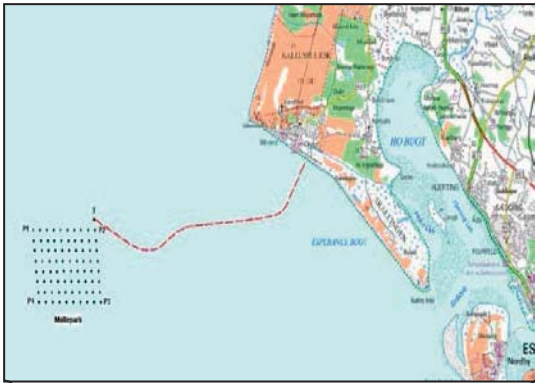

名称	Egmond aan Zee	Horns Rev 1
国	オランダ	デンマーク
地域	Noord-Holland	Blavandshuk
事業者	Nuon(Vattenfall AB), Shell Wind Energy Ltd	E DONG Energy 社
事業海域	<p>離岸距離：10～18 km 面積：24k m<sup>2</sup> 水深：15～18m</p>   <p>出典：The environmental monitoring program at the Offshore Wind farm Egmond aan Zee, Neeltje Muselaers et al.</p>	<p>離岸距離：15 km 面積：27.5k m<sup>2</sup> 水深：6.5m～13.5m</p>   <p>出典：Review Report2003, The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project:Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm Environmental Impact Assessment and monitoring, Elsam Engineering and ENERGI E2, 2004</p>
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Vestas 社 (ドイツ) 製 3.0MW 機</li> <li>●出力：108MW</li> <li>●基数：3MW×36 基</li> <li>●ハブ高：70m</li> <li>●ローター直径：90m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：無し</li> <li>●海底ケーブル：65.4km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Vestas 社 (ドイツ) 製 2.0MW 機</li> <li>●出力：160MW</li> <li>●基数：2.0MW×80 基</li> <li>●ハブ高：70m</li> <li>●ローター直径：80m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：1 基 (マルチパイル)</li> <li>●海底ケーブル：97km</li> </ul>
設置工事方法	●杭打ち方式 基礎のために海底に 250t のスチールが沈められた。	●杭打ち方式
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2006 年 4 月～2006 年 8 月</li> <li>●稼働：2007 年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2002 年 3 月～2002 年 8 月</li> <li>●稼働：2002 年 12 月</li> </ul>
公表時期	●2005 年 5 月認可	●1999 年 6 月申請書提出

表 3.2.5-4 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (3)

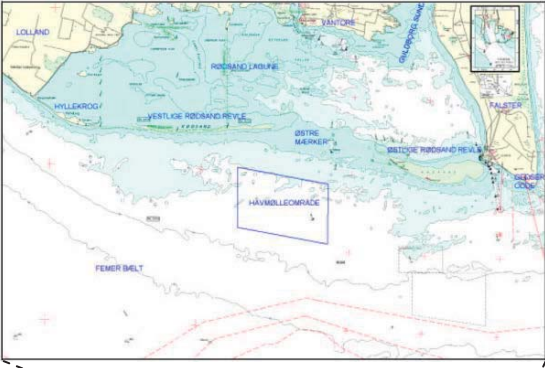

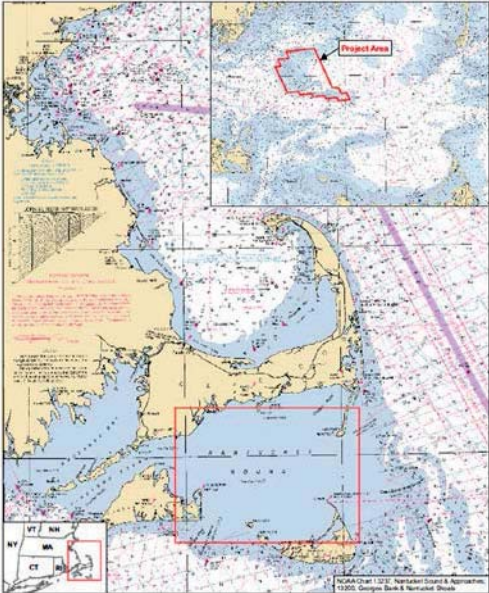
名称	Nysted	CAPE Wind
国	デンマーク	アメリカ
地域	Sydfalster	マサチューセッツ州 (ニューイングランド)
事業者	DONG Energy 社	Energy Management Inc.
事業海域	離岸距離：13 km 面積：26k m <sup>2</sup> 水深：6～9m  	離岸距離：7 km 面積：77k m <sup>2</sup> 水深：1m～18m 
	出典：Review Report2003, The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project:Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm Environmental Impact Assessment and monitoring, Elsam Engineering and ENERGI E2, 2004	出典：Cape Wind, Elsam Engineering and ENERGI E2, 2004
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Siemens 社 (ドイツ) 製 2.3MW 機</li> <li>●出力：165.6Mw</li> <li>●基数：2.35MW×72 基</li> <li>●ハブ高：69m</li> <li>●ローター直径：82m</li> <li>●基礎：重力式</li> <li>●洋上変電所：1 基 (重力式)</li> <li>●海底ケーブル：76.5km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Siemens (SWT3.6-107)</li> <li>●出力：468MW</li> <li>●基数：3.6MW×130 基</li> <li>●ハブ高：78.5m</li> <li>●ローター直径：107m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：1 基</li> <li>●海底ケーブル：80km</li> </ul>
設置工事方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●海底は 10m 以内の泥および砂は除去され砂礫層と入れ替えられた。基礎は+/-30cm および+/-1° の精度である。構造物は 0.3-9.5m 沈下している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●杭打ち方式</li> </ul>
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2002 年 1 月～2003 年 1 月</li> <li>●稼働：2003 年 12 月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2014 年～</li> <li>●稼働：未稼働</li> </ul>
公表時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2001 年申請書提出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2001 年申請書提出</li> </ul>

表 3.2.5-5 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (4)


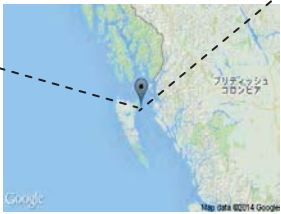
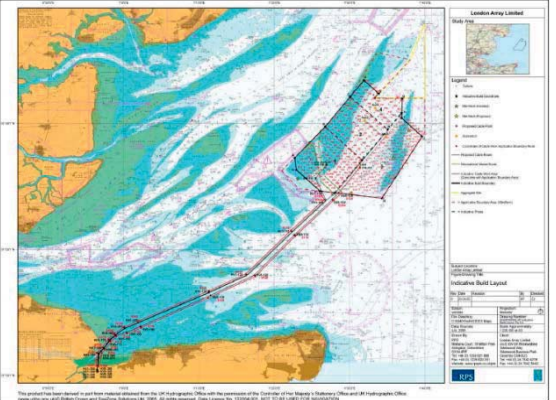

名称	NaiKun	London Array
国	カナダ	イギリス
地域	ブリティッシュ コロンビア	南東イングランド
事業者	ENMAX Corporation 社	DONG Energy 社、Masdar 社他
事業海域	離岸距離：9 km 面積：98k m <sup>2</sup> 水深：7～20m  	離岸距離：20 km 面積：100k m <sup>2</sup> 水深：0～23m  
	出典：Naikun Offshore Wind Energy Project, Executive Summary	出典：Environmental statement, London Array limited, 2005
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Siemens (SWT4.0-130)</li> <li>●出力：400Mw</li> <li>●基数：4MW×100 基</li> <li>●ハブ高：不明</li> <li>●ローター直径：130m</li> <li>●基礎：未定</li> <li>●洋上変電所：未定</li> <li>●海底ケーブル：209km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：Siemens 社 (ドイツ) 製 3.6MW 機</li> <li>●出力：630MW</li> <li>●基数：3.6MW×175 基</li> <li>●ハブ高：87m</li> <li>●ローター直径：120m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：2 基 (モノパイル)</li> <li>●海底ケーブル：450km</li> </ul>
設置工事方法	●未定	●杭打ち方式 モノパイル海底 40m まで打ち込まれている。
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：2003～2009 年</li> <li>●工事：未定</li> <li>●稼働：未定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2010 年 5 月～2013 年 3 月</li> <li>●稼働：2013 年</li> </ul>
公表時期	●2002 年 FS 調査開始	●2005 年 5 月申請書提出

表 3.2.5-6 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (5)

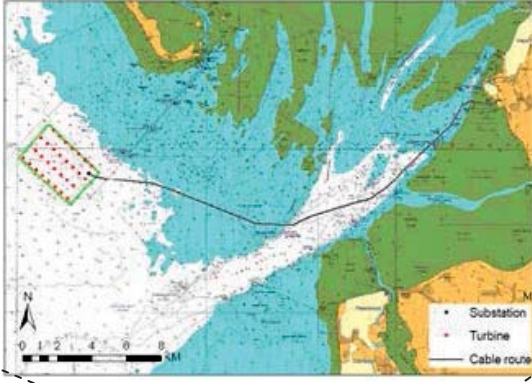



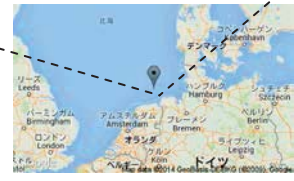
名称	Barrow	Alpha ventus
国	イギリス	ドイツ
地域	北西イングランド	ドイツ北西沖
事業者	Barrow Offshore Wind Ltd 社	E.ON Climate & Renewables GmbH 他
事業海域	離岸距離：23 km 面積：1k m <sup>2</sup> 水深：45m  	離岸距離：56 km 面積：4k m <sup>2</sup> 水深：28m～30m  出典：alpha ventus / EWE, E.ON, Vattenfall   出典：alpha ventus / EWE, E.ON, Vattenfall (Matthias Ibeler, 2009-2011)
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 風力発電機：Vestas 社 (ドイツ) 製 3.0MW 機</li> <li>● 出力：90MW</li> <li>● 基数：3MW×30 基</li> <li>● ハブ高：75m</li> <li>● ローター直径：90m</li> <li>● 基礎：モノパイル</li> <li>● 洋上変電所：1 基 (モノパイル)</li> <li>● 海底ケーブル：52km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 風力発電機：AreavaWind 社製 5MW 機 (M5000-116)</li> <li>● 出力：60MW</li> <li>● 基数：5MW×12 基</li> <li>● ハブ高：92m</li> <li>● ローター直径：116m</li> <li>● 基礎：トリポット及びジャケット</li> <li>● 洋上変電所：1 基 (ジャケット)</li> <li>● 海底ケーブル：76km</li> </ul>
設置工事方法	● 杭打ち方式	● 杭打ち方式 海底 25m-45m まで打ち込まれている。
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境影響評価：2003 年～</li> <li>● 工事：2005 年 3 月～2006 年 1 月</li> <li>● 稼働：2006 年 9 月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境影響評価：</li> <li>● 工事：2008 年 1 月～2009 年 11 月</li> <li>● 稼働：2010 年 4 月</li> </ul>
公表時期	● 2002 年 2 月申請書提出	● 1999 年 9 月申請書提出

表 3.2.5-7 欧州・欧米の洋上ウィンドファーム事業概要一覧 (6)



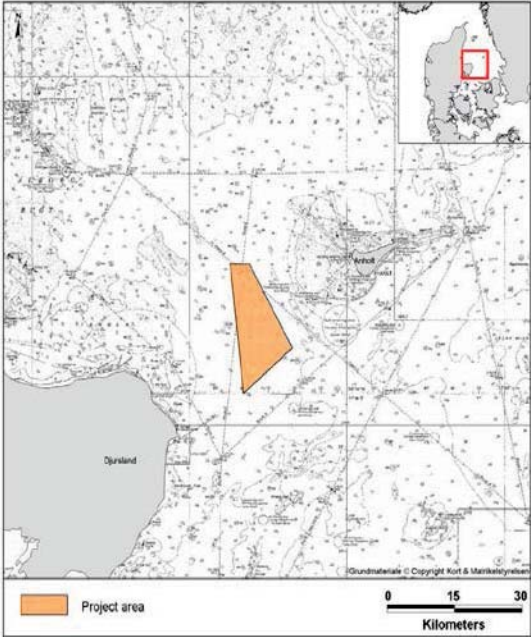
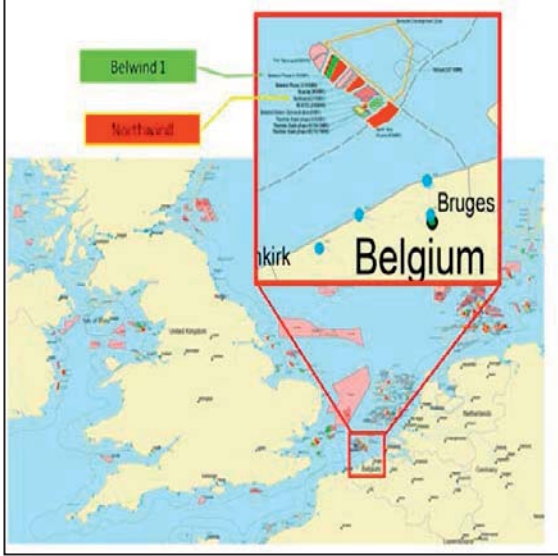
名称	Kriegers flak II	Anholt
国	スウェーデン	デンマーク
地域	Trelleborg Kommun	Djursland Anholt
事業者	VATTENFALL 社	DONG Energy
事業海域	離岸距離：32.7 km 面積：63k m <sup>2</sup> 水深：16～39m  	離岸距離：15 km 面積：145k m <sup>2</sup> 水深：14m～17m 
	出典：Wind Farm – Kriegers Flak ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, Sweden offshore wind ab	出典：Anholt Offshore Wind Farm, DHI, 2009
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：未定</li> <li>●出力：640MW</li> <li>●基数：5MW×128 基</li> <li>●ハブ高：不明</li> <li>●ローター直径：不明</li> <li>●基礎：未定</li> <li>●洋上変電所：不明</li> <li>●海底ケーブル：不明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：</li> <li>●出力：399.6MW</li> <li>●基数：3.6MW×111 基</li> <li>●ハブ高：81.6m</li> <li>●ローター直径：120m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：1 基 (ジャケット)</li> <li>●海底ケーブル：174.5km</li> </ul>
設置工事方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●未定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●杭打ち方式</li> <li>海底 18m-36m まで打ち込まれている。</li> </ul>
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：未定</li> <li>●稼働：未定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：2010 年公表</li> <li>●工事：2011 年 12 月～2013 年 5 月</li> <li>●稼働：2013 年 9 月</li> </ul>
公表時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2002 年 4 月調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年 11 月申請書提出</li> </ul>

表 3.2.5-8 欧州・欧米の洋上ウインドファーム事業概要一覧 (7)

名称	Northwind
国	ベルギー
地域	Eldepasco
事業者	Aspiravi Holding NV、Parkwind NV
事業海域	<p>離岸距離：37 km 面積：14k m<sup>2</sup> 水深：15～23m</p>  <p>出典：住友商事ニュースリリース, 2013 年 7 月 18 日</p>
発電所・付帯設備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>●風力発電機：V112-3.0MW (Vestas)</li> <li>●出力：216Mw</li> <li>●基数：3MW×72 基</li> <li>●ハブ高：71m</li> <li>●ローター直径：112m</li> <li>●基礎：モノパイル</li> <li>●洋上変電所：1 基 (モノパイル)</li> <li>●海底ケーブル：94km</li> </ul>
設置工事方法	●杭打ち方式
時期・期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>●環境影響評価：</li> <li>●工事：2013 年 4 月～2014 年 6 月</li> <li>●稼働：2014 年 6 月</li> </ul>
公表時期	●2006 年 5 月申請書提出



2) 調査の対範範囲と参考項目

海外の洋上ウィンドファームプロジェクトにおいて取り上げられている環境影響評価項目を表 3.2.5-9 に整理した。

環境影響評価項目としては水質・底質・流向・流速等の水環境、底生生物・魚介類・海産哺乳類・鳥類等の動物を取り上げている事例が多い。一方、大気環境、動物・植物プランクトン、卵・稚仔等の浮遊性の生物については取り上げている事例は少ない。

表 3.2.5-9 海外の洋上ウィンドファームプロジェクトの環境影響評価項目一覧

洋上風力発電所名・国名		Beatrice Demonstration	Dudgeon OWF	Egmond aan Zee	Horns Rev	Nysted	CAPE Wind	NaiKun	London Array	Barrow	Alpha ventus	Kriegers flak II	Anholt	North wind
		イギリス	イギリス	オランダ	デンマーク	デンマーク	アメリカ	カナダ	イギリス	イギリス	ドイツ	スウェーデン	デンマーク	ベルギー
大気環境	大気質	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●
	騒音・振動	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水環境	水質	●	●	●	—	●	—	—	●	●	—	●	●	●
	底質	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	●
その他環境	海底地形	●	—	—	—	—	●	●	—	—	●	—	●	—
	流向・流速	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—
	波浪	—	●	●	—	—	●	—	●	●	●	—	●	—
	水中騒音・振動	—	●	●	—	—	●	●	●	●	●	—	—	●
動物	動物プランクトン	●	—	—	—	—	●	●	—	—	—	—	—	—
	卵・稚仔	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—
	底生生物	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	魚介類	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●
	海産哺乳類	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	鳥類	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
植物	海草・海藻	—	—	—	●	●	●	●	●	—	—	●	—	—
	植物プランクトン	●	—	—	—	—	●	●	—	—	—	—	—	—
	藻場	—	—	—	—	—	●	●	—	—	—	—	—	—
人と自然の 触れ合いの場	景観	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●	●	●
	人と自然の触れ合いの場	—	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—

注) ●：考慮している項目、—：考慮されていない項目

## 3) 参考項目別の調査・予測・評価方法

海外の洋上ウインドファームプロジェクトの環境影響評価において、主に取り上げられている環境影響評価項目として、水質、底質・地形、波浪・流況、水中騒音、動物（底生生物、魚介類、海棲哺乳類、鳥類）、植物（海草・藻類）、景観を対象に調査・予測・評価手法について下記のとおり整理した。

## ① 水質

表 3.2.5-10 水質に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：懸濁物質(SS)、濁度等 ◎施設の存在による影響：溶存酸素濃度(DO)、栄養塩類等	
	調査時期	予測時期（工事時、存在時・稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎採水法及び水質分析による定量的手法	
予測	予測時期	工事時、存在時・稼働時	
	予測手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎水質予測モデル等による定量的手法	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎現地調査、予測結果と環境基準値等との比較・評価	

## 【概要】

水質に関しては14事例のうち9事例が評価対象として取り上げている。海底ケーブルの敷設、及びモノパイルのドリリング工事による濁りの影響が懸念されている。また、底質と関連付けて海底ケーブルの敷設工事による底泥中の有機物及び重金属の水質へ影響が懸念されている。

調査は、ケーブルルートに沿ってSS、濁度、溶存酸素(DO)、及び化学的酸素要求量(COD)の調査が実施されている。

予測は、他事例の調査結果を引用した定性的な予測や、シミュレーションを用いた詳細な濁度の予測を実施した事例が見られた。

評価は、“局所的でかつ短期間のものであり、全体としての影響は軽微”との評価が多く見られた。

## 【調査】

・項目の選定理由

<工事に伴う一時的な影響>

モノパイル方式による工事に伴う一時的な海域生物場の擾乱や破壊に伴う生息場への影響、工事に伴う懸濁物が水中の透過光を遮り水中の基礎生産量が減少すると考えられたため選定されている。

<施設の存在及び供用>

施設の存在に伴う洗掘や濁りの影響、生息環境の変化が、基礎生産量、有機態炭素量、溶存酸素な

どの水質環境に影響すると考えられたため選定されている。

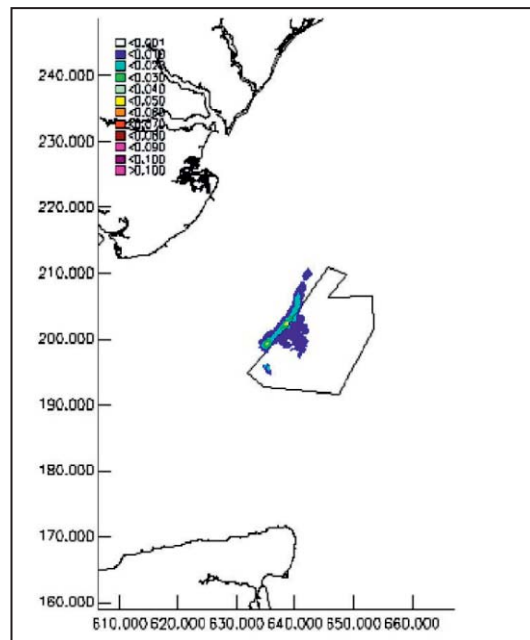
・実施されている調査手法の事例

実施されている手法は、光学濁度センサーを用いた計測、及び海水サンプリングによるSSの水質分析が採用されている。分析項目は、濁度、SS、COD、BOD、DO等である。

【予測】

・予測手法の事例

濁度の定量的な予測手法として、濁りの拡散数値シミュレーションモデルを利用している事例がある（図3.2.5-1参照）。



出典：Environmental statement, London Array limited, 2005

図 3.2.5-1 工事中の濁りの予測例（London Array）

Suspended sediment plume resulting from foundation spill under the monopile drilled option.  
Results from the base of the water column. Concentrations in kg/m<sup>3</sup>

また、その他の数値シミュレーションモデルとして、供用時に風車の海中基盤に付着した*Mytilus edulis*（ムラサキイガイ）等の、ろ過食物のフィルター効果を考慮しているモデルも利用されている。

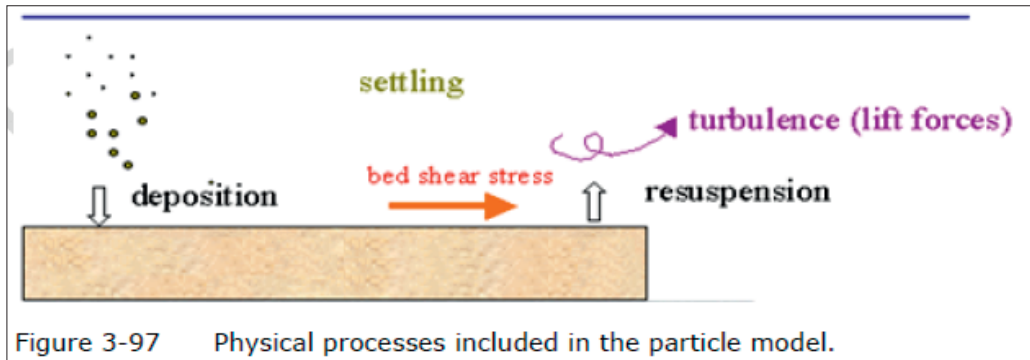
$$\text{filtration capacity} = \text{Abu} * 0.185 * (\text{L}; \text{cm})^2 * 24 / 1000$$

Abu : abundance (ind/m<sup>2</sup>)

L : the shell length in cm

0.185 : scaling factor

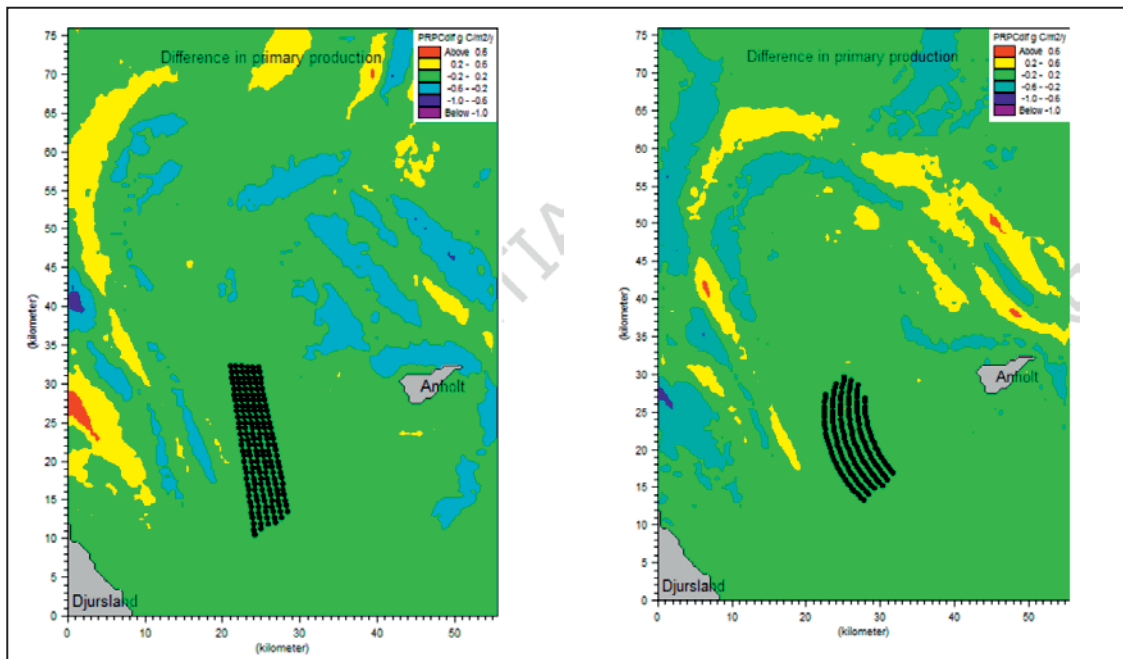
また、懸濁物の拡散はparticle model (PA)を採用している。その物理過程を図3.2.3.2に示す。



出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-2 物理過程のモデル例

また、風車基盤やタワー基盤がもたらす新たな生物の生息環境を予測するため、基礎生産量、有機態炭素の堆積・無機化、海底付近の溶存酸素を考慮している詳細なシミュレーションモデルが用いられている事例もある。その予測結果例を図 3.2.5-3 に示す。



出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-3 シナリオ 1 と 2 (風車配置毎) における供用前後の基礎生産量の相異  
Difference in modelled yearly net primary production between reference condition and scenario 1 and 2 of operating wind mill farms.

【評価】

評価の事例を以下に示す。風車の基礎工事や海底ケーブルの埋設工事に伴う水中懸濁物濃度の変化や海底堆積状況を考慮し、水中懸濁物濃度は魚類を対象とした閾値を下回り、透視度の基準値については一時的に上回ることが予測された。また、堆積量については風車周辺以外では 1mm 程度と予測された。以上の予測結果を踏まえ、これらの現象は局所的でかつ短期間のものであり、全体としての影響は軽微と評価されている。

また、風車基盤やタワー基盤がもたらす新たな生物の生息環境が基礎生産量、有機態炭素の堆積・無機化、海底付近の溶存酸素濃度に及ぼす影響については、予測の結果、濃度変化は長期化するが、その変化量はベースライン濃度（建設前の状態）と大きく変化することはなく、また、変化の範囲も広くないことから全体的な影響は軽微と評価されている。

なお、水質の評価基準として海水浴場の基準が利用されている事例がある。

海水浴場の基準：Directive 76/160/EEC

（大腸菌、連鎖球菌、サルモネラ菌、腸内ウイルス、pH、色度、油分、フェノール、透明度、DO）

## ② 底質・地形

表 3.2.5-11 底質・地形に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：底泥の再懸濁(重金属、粒度組成等) ◎施設の存在による影響：基礎周辺のスコアリング等	
	調査時期	予測時期（工事時、稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎グラブ採泥器を使用し、有機、無機成分等による定量的手法	
予測	予測時期	工事時、稼働時	
	予測手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎数値モデル等による懸濁物濃度と堆積量を推定する定量的手法	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎現地調査、予測結果と各種閾値濃度（魚類、透視度、堆積厚）との比較	

## 【概要】

底質に関しては、14 事例のうち 13 事例が評価対象として取り上げている。底質については、海底ケーブルのための海底掘削、モノパイル式風車の基礎工事のドリリングにおける海底の攪乱が懸念され調査されている。地形に関しては、風車の基礎の周りに起こる洗掘（スコアリング）による地形変化に対して調査が実施されている。

底質の調査方法は、グラブ採泥器により底泥の採取を行い、そのサンプルを分析にかける方法が主流である。分析項目は、主に重金属の含有量、及び底質の粒度組成などである。予測は、数値シミュレーションモデルを利用して堆積厚などを予測する事例が見られた。

地形変化の調査は、音響測深機を用いて深淺データを取得し、スコアリングの状況等が把握されている。

## 【調査】

・項目の選定理由

<工事に伴う一時的な影響>

海底ケーブル敷設での海底掘削に伴う底質の擾乱、再懸濁による影響が考えられるため選定されている。

<施設の存在及び供用>

施設の存在に伴う洗掘（スコアリング）の影響、特に、スコアリングの深さが風車の安定性に影響を及ぼすことから選定されている。

・実施されている調査手法の事例

○底質

ウィンドファーム内の境界内側および周辺、およびケーブルルートに測点を取り、グラブ採泥器を用いたサンプリングを行い分析に供している。

分析項目は以下のとおりである。

表 3.2.5-12 底質の分析項目

項目	内容
金属分析	Al、Ba、Cd、Cr、Cu、Fe、Hg、Ni、Sn、V、Zn (Barrow)
重金属	主にPb、Zn (ISQG: Interim Marine Sediment Guidelineが参照される) (North Hoyle)
放射線	ガンマ線 (Barrow)
粒度分析	粒径

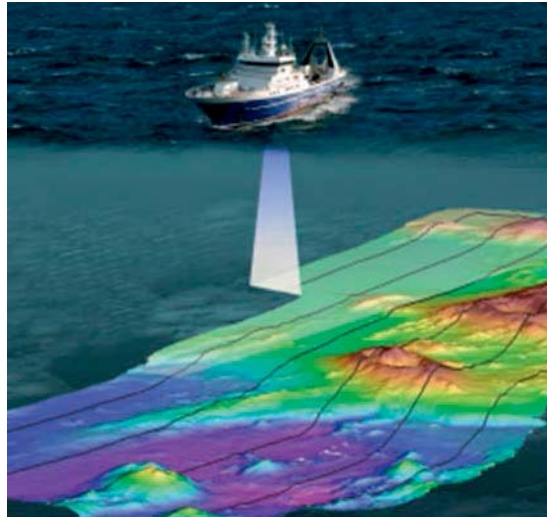


図 3.2.5-4 底質調査の状況

○地形変化 (スコアリング)

スコアリングについては、パイル基礎と海底地形、海洋環境要因 (例えば、波浪、潮位、流況など)、風車海域における底泥の移動などの相互関係を調査する必要があるとされている。

そのため、海洋環境条件の計測は各種の計測機器が風車本体や近傍の海底に設置された。また、スコアリングの確認 (海底地形の変化) にはシングルビーム音響測深機とマルチビーム音響測深機 (図 3.2.5-5) を採用している。

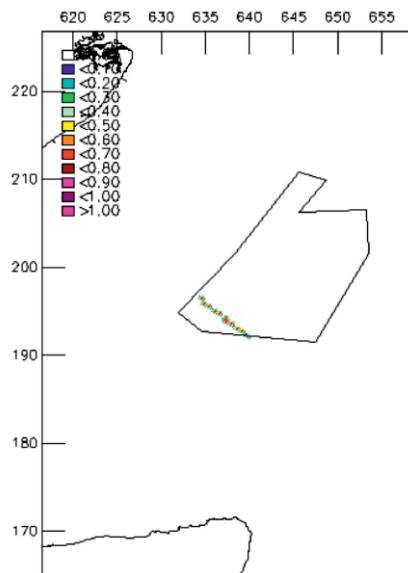


出典 : <http://www.niwa.co.nz/our-science/oceans/bathymetry/further-information>

図 3.2.5-5 マルチビーム音響測深機による計測模式図

【予測】

底質への影響については数値シミュレーションモデルにより堆積厚を計算している事例がある。工事中最悪ケースを想定し（11基の風車でモノバイルの工事を継続しているとき）、潮流データと組み合わせて堆積厚を計算している。予測結果は1mm以下でわずかであった（図3.2.5-6参照）。



出典 : Environmental statement, London Array limited, 2005

Change in bed thickness (mm) at the end of a spring neap tidal cycle following the foundation spill sediment releases.

図 3.2.5-6 工事中の堆積厚の予測例 (London Array)



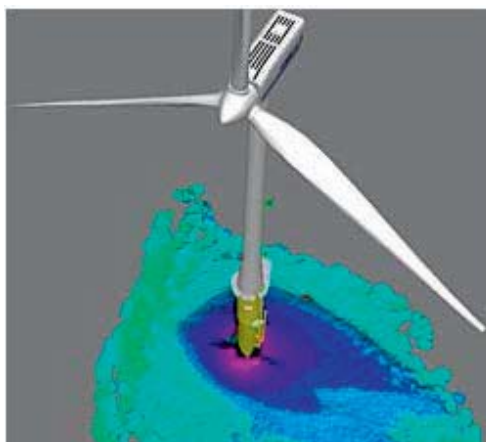
地形変化については、シングルビーム音響測深機とマルチビーム音響測深機による計測結果から予測されている。それは、スコアリングは最初の半年は30～40cm/月で進行するが、その後減少し2～5cm/月となる。始めの2カ月が極端に大きく、その後緩慢となる。スコアリングはジャケットの場所ごとに異なった状況を示し、洗掘された底泥は一定方向に堆積していた。また、基礎の形状が異なるとスコアリング状況も異なったパターンを示すことなどが明らかとなった。なお、当該調査結果から、スコアリング調査にはマルチビーム音響測深機が有効であることが示唆された。

近年では、風車のタワーにスキャンソナーを設置してリアルタイムにスコアリングを監視するシステムも開発されている(2軸スキャンソナーシステム)。複数のソナーヘッドを動作させ、広い領域をカバーできる。出力は、3Dプロファイル点のデジタルデータで表示できる。その監視データを分析し、必要に応じて保全対策を取ることができる。



出典：Kongsberg Maritime Kongsberg Maritime Ltd (<http://www.km.kongsberg.com/renewables>)

図 3.2.5-7 2軸スキャンソナーシステムの概要



出典：Kongsberg Maritime Kongsberg Maritime Ltd (<http://www.km.kongsberg.com/renewables>)

図 3.2.5-8 スコアリングの監視結果例

③ 波浪・流況

表 3.2.5-13 波浪・流況に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎施設の存在による影響：風車存在に伴う波浪・流況の変化	
	調査時期	予測時期（存在・稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎ADCP による水深別の流況調査、ブイ式は波浪計による波高・波向き定量的手法	
予測	予測時期	存在・稼働時	
	予測手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎数値モデル等による定量的な手法	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎設置前後の予測結果の比較	

【概要】

波浪に関しては14事例のうち8事例、流況に関しては、14事例のうち12事例が評価対象として取り上げている。波浪についてはウィンドファームの設計や施工時の海象情報として計測されている。また、ウィンドファームの存在による波の変化から海底泥の移動を引き起こす可能性があるため調査を実施している。

流況に関しては、ウィンドファームの存在が流況の変化を引き起こし海洋環境に影響を及ぼすことが考えられるため調査が実施されている。

調査方法は、他の海域の類似の調査結果を引用しながら評価している事例や、シミュレーションモデルを利用しながら定量的に影響を評価している。

【調査】

・項目の選定理由

○波浪

波浪の変化はウィンドファームの建設や海底ケーブルの敷設のエンジニアリング情報になる。また、海底泥の移動を引き起こす可能性があることから、これに伴い風車サイトの海底地形の変化や周辺の海岸浸食に影響を及ぼす可能性があるため選定されている。

○流況

流況については、ウィンドファームの存在が抵抗となり流況が変化し、海域環境に影響を及ぼすことが想定されるため選定されている。

・実施されている調査手法の事例

○波浪

波浪調査は、同様な環境の他の類似例をもとに影響を評価している。また、シミュレーションモデルを使った調査事例がある。現地調査ではブイ式波浪計などが利用されている(図3.2.5-9、10参照)。

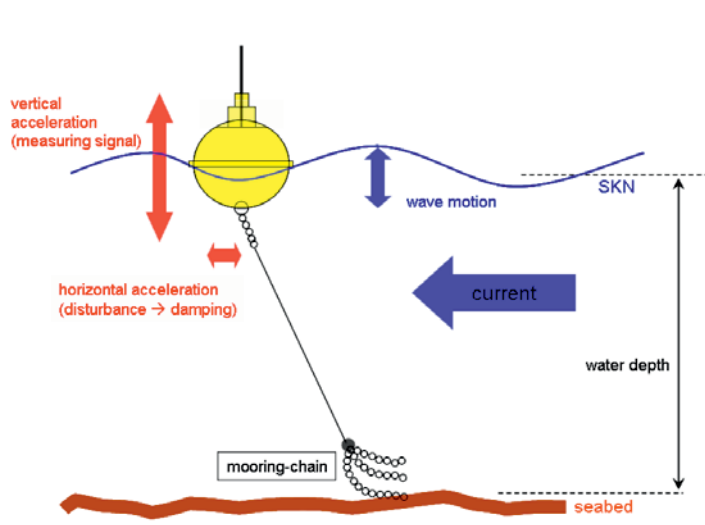


Figure 5-2: Functional principles of the measuring buoy

出典：DATAWELL 社 HP

図 3.2.5-9 ブイ式波浪計の設置状況

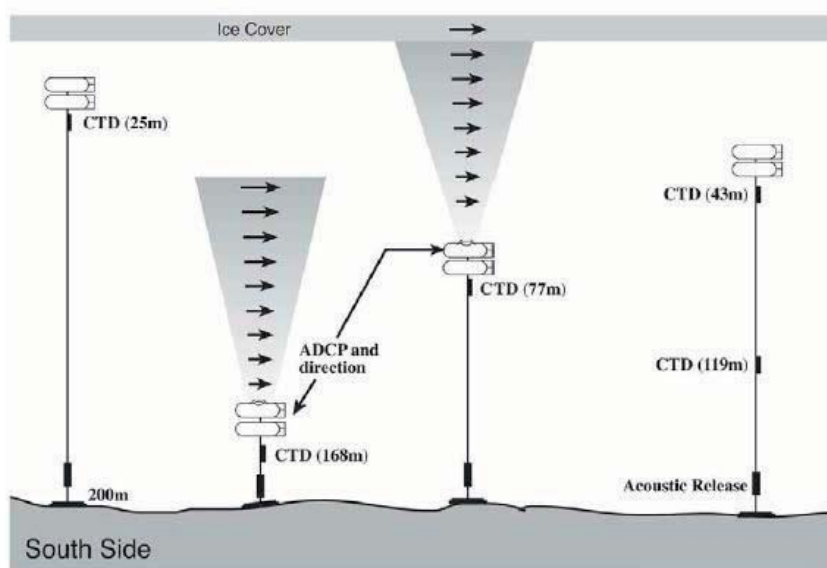


出典：DATAWELL 社 HP

図 3.2.5-10 ブイ式波浪計

○流況

流況調査には ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) 流速計や海洋構造を確認するため CTD (Conductivity Temperatures Depth) 計測機を併用している例がある。



出典：Moored current Meter and CTD Observations from Barrow Strait,2000-2001, Bedford Institute of Oceanography

図 3.2.5-11 流況調査事例

【予測・評価】

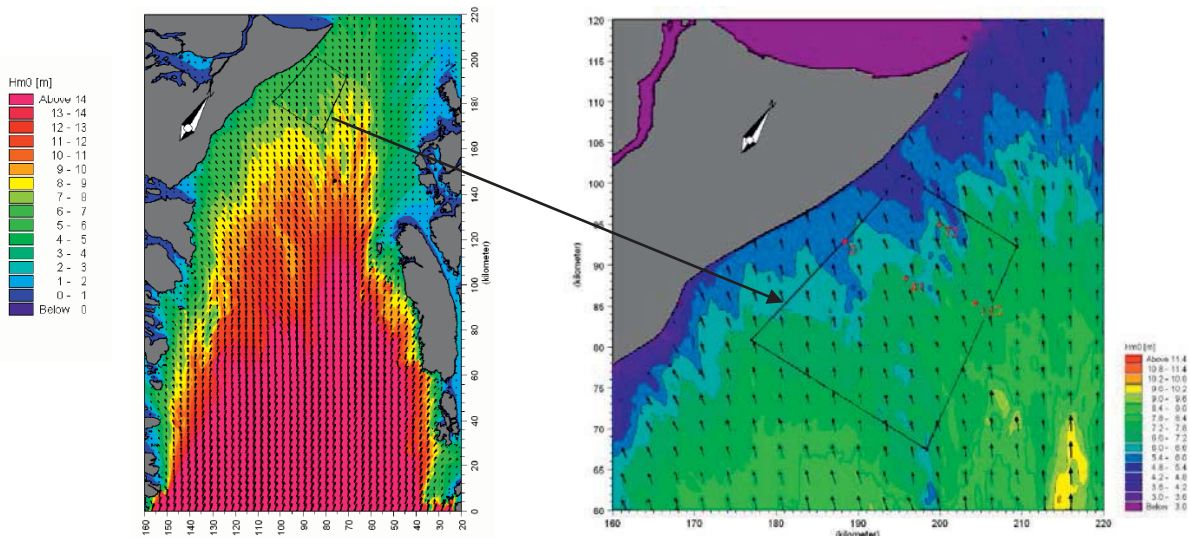
○波浪

波浪の予測ではデンマーク流体研究所 (Danish Hydraulic Institute) が開発したMIKE21NSW wave modelを採用している事例がある。このモデルは波の屈折、水深の変化に伴う浅瀬効果、波と流れの相互作用、海底摩擦や砕波に伴う局所的な風速の増大と減衰を考慮している。

流況の予測はデンマーク流体研究所 (Danish Hydraulic Institute) が開発した二次元水深統合モデルMIKE21 HDが採用されている事例がある。ただし、ここでの流況予測はウィンドファーム立地後の流況変化の予測ではなく、波浪に及ぼす流況の変化を把握するために実施されている。

再現期間50年の波高と波向き計算結果例を図3.2.5-12に示す。ウィンドファーム内では風速の若干の減衰に伴って波高は減少し、この効果は風車サイトからの距離が大きくなると減衰し、遠方では周辺海域の波高に戻る。変電施設周辺では局所的に波高の変化が大きくなるが、この範囲はウィンドファーム全体の影響域内に収まる。

一方、流況 (潮流) が波高に及ぼす影響については、ウィンドファーム海域周辺海域の潮流は小さく流況が波高に及ぼす影響は殆どないと評価されている。



出典：NaiKun Wind Development Inc., Technical volume 3 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine physical environment, April 2009

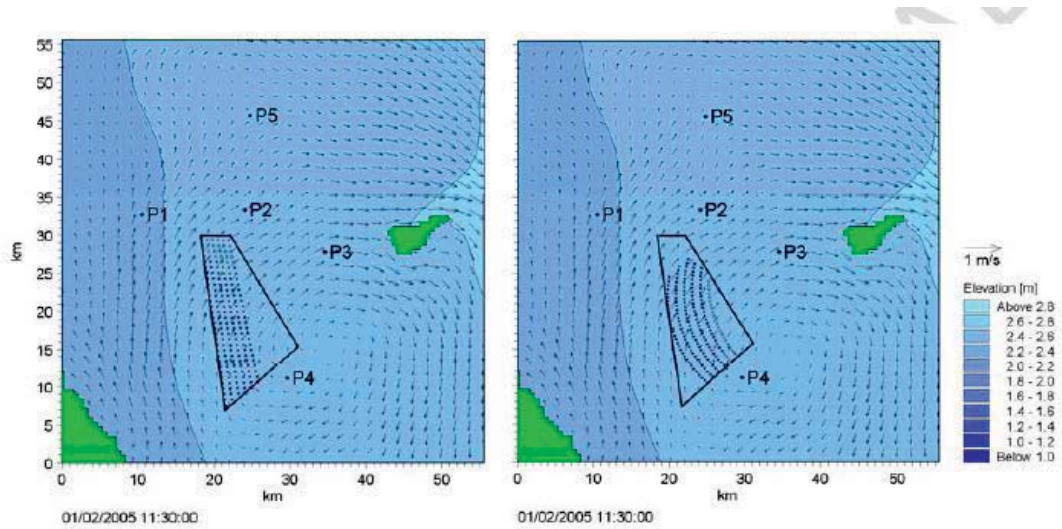
図3.2.5-12 波浪予測結果 (50年再現期待値)、右：拡大図  
Wave Heights 1 in 50 years Waves Attenuated in Shallow Water  
Significant Wave Height and Mean Direction, 1 in 50 year Storm from 165°

○流況

平年状態と荒天状態を対象にシミュレーションモデルで予測を実施している。平年状態の予測は三次元 BANSAI モデル、荒天状態の予測は二次元 MIKE21 FM HD モデルを適用している。

また、London Array の流れの計算では Delft3D-HD FLOW モデルを適用し、洋上風車の着床形式の違い (重力方式、モノパイル方式) による流れの変化を計算している。

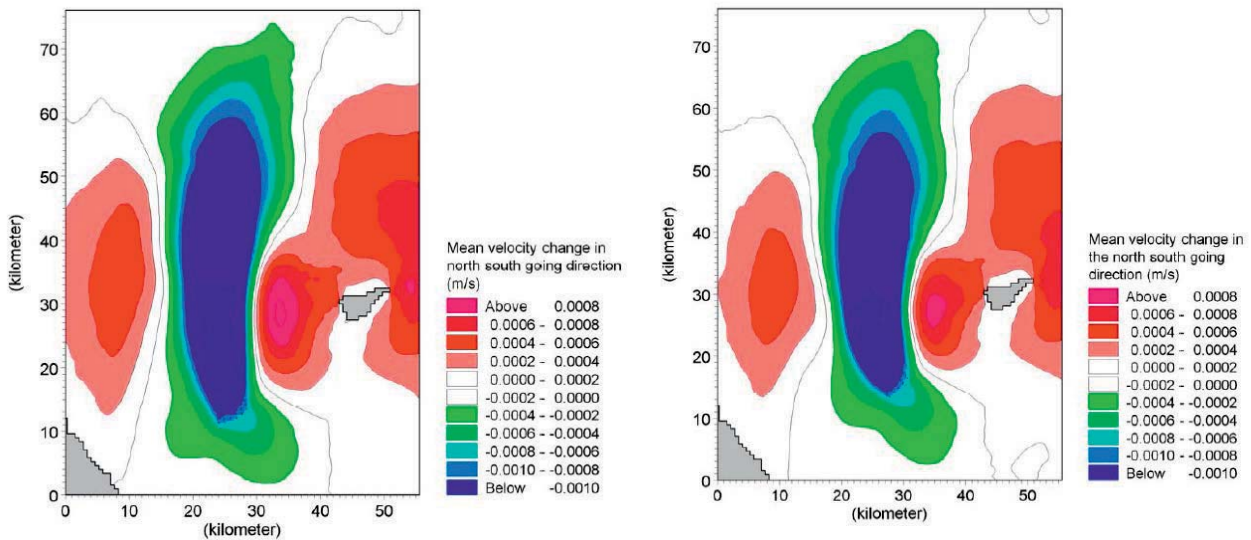
シミュレーションの結果、荒天状態の時には流速変化の影響は大きく、流速が2%以上減衰する範囲はウインドファームサイトから5km以内の範囲であった。平年状態においては表層における流速変化は0.0008m/sのオーダーで、殆ど影響がなかった。シナリオ（配置）間での流況変化では、シナリオ2の方が若干大きくなっていった（図3.2.5-14）。



出典：Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図3.2.5-13 シナリオ（配置）毎の流況予測結果

Modelled current speeds in the Baseline situation (local model, grid size approximately 600 m)



(シナリオ1配置)

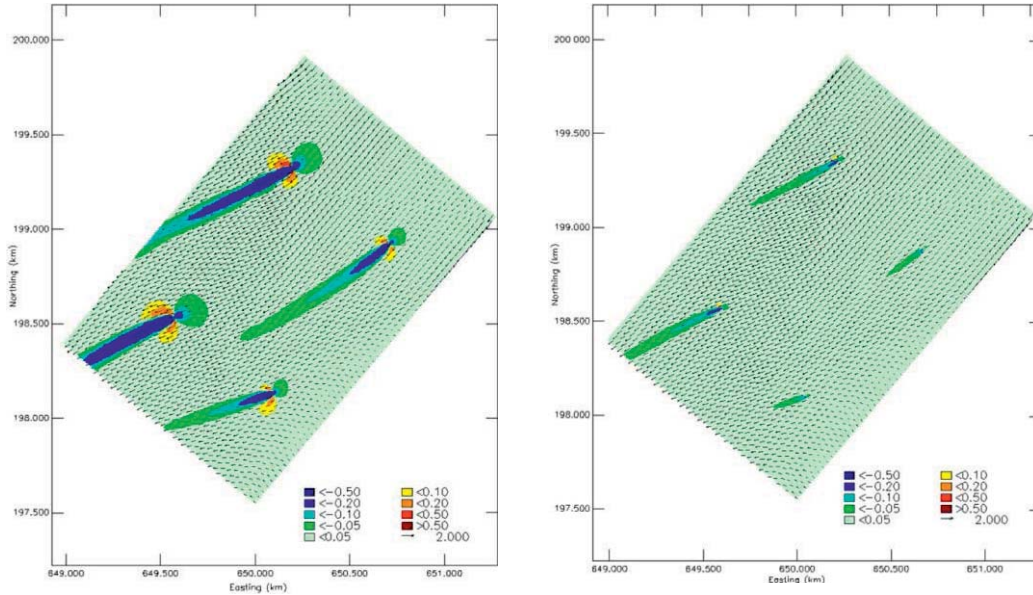
(シナリオ2配置)

出典：Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図3.2.5-14 南北流の流況の変化状況

Annual mean surface velocity changes in the north-south going velocity component 2005. Model results from the local 3D model (grid spacing approximately 600 m). Green-blue colours indicate a velocity reduction and red colours indicate an increase in current velocity.

また、風車周辺の流れの変化も予測されており、以下の事例（London Array）では風車の下流側で流れの減少域が見られるが、その大きさは僅かで限定的であるので影響はないと評価されている。



出典：Environmental statement, London Array limited, 2005

図3.2.5-15 風車周辺の流れの変化の予測（左：重力式、右：モノパイル）

（左図） Near-field changes in flow regime at time of peak flood (spring tide).

Location= 'east' sub-area; Foundations = GBS; Depth averaged flows.

（右図） Near-field changes in flow regime at time of peak flood (spring tide).

Location = 'east' sub-area; Foundations = monopile.

## ④ 海底振動・水中騒音

表 3.2.5-14 海底振動・水中騒音に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事による周辺生物環境への影響 ◎施設の稼働による影響：稼働時による周辺生物環境への影響等	
	調査時期	予測時期（工事時、稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎水中サウンドレコーダー、ハイドロフォンによる計測 ◎OBS（Ocean Bottom Seismometer）による海底振動を計測	
予測	予測時期	工事時、稼働時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎伝播予測モデルによる定量的手法	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎距離別の水中騒音圧レベルにネズミイルカの聴覚閾値を対応させ影響の有無を評価	

## 【概要】

海底振動・水中騒音に関しては 14 事例のうち 9 事例が評価対象として取り上げている。工事及び稼働時の魚類、海鳥、海産ほ乳類等の生息環境への影響を考慮して選定している。

調査方法は、水中騒音は水中ハイドロフォン、海底振動は海底地震計を用いている。

水中騒音の予測は、定性的な予測の他に水中騒音 3 次元伝搬予測モデルによる定量的な予測も行われている。水中騒音で最も高い騒音レベルは、支持杭のハンマーパイルドライブのインパクトであると予測されている。また、工事船の最も大きな高い騒音レベルは、洋上風車工事船の位置制御（ポジショニング）と変電所の導入時であると予測された。

【調査】

・項目の選定理由

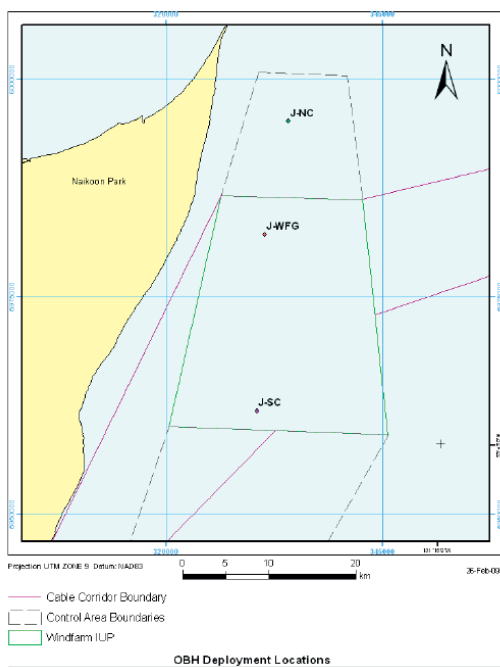
魚類、海鳥、海産ほ乳類ならびに魚介類の生息環境への影響を評価するために選定されている。

・実施されている調査手法の事例

< 現地調査 >

水中騒音についてはOBH(Ocean Bottom Hydrophone)により計測 (図3.2.5-16の右図)。計測は風車対象海域1地点、対照海域2地点にて実施 (図3.2.5-16の左図)。

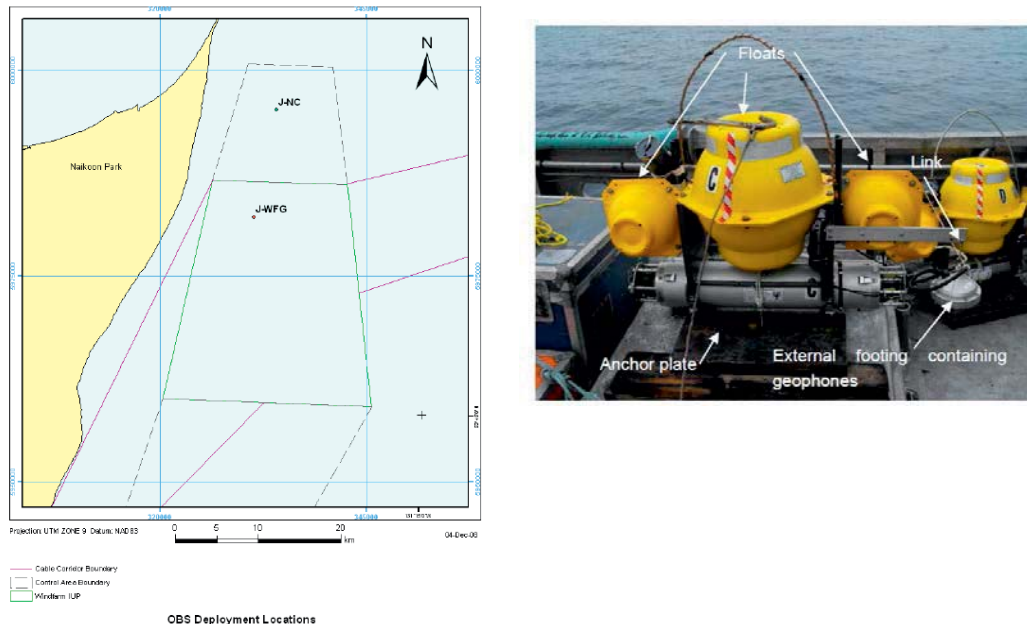
海底振動についてはOBS(Ocean Bottom Seismometer)により計測(図3.2.5-17の右図)。風車対象海域1地点、対照海域1地点にて実施 (図3.2.5-17左図)。



出典：NaiKun wind development Inc. Technical volume 4 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project noise and vibration, March 2009

図 3.2.5-16 OBH の調査事例 (左：計測地点、右：設置状況)



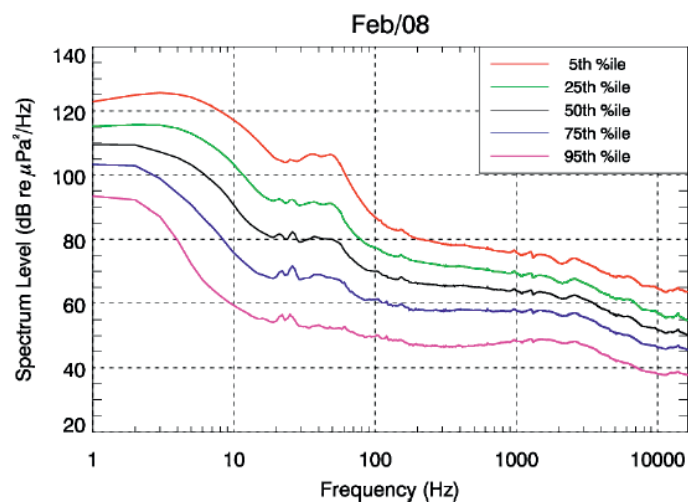


出典：NaiKun wind development Inc. Technical volume 4 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project noise and vibration, March 2009

図 3.2.5-17 OBS の調査事例 (左：計測地点、右：計測装置)

<現地調査結果：水中騒音>

水中騒音の計測結果の一例を図 3.2.5-18 に示す。計測結果から、船舶音や海産哺乳類の確認を行った。その結果、船舶音は対照区とウィンドファーム計画海域ともに少なかった。海産哺乳類としてはシャチ (Killer Whale) の鳴き声が 4 月と 6 月の始めに確認された。また、両地点の水中騒音は海象状態に依存していることが分かった。



出典：NaiKun wind development Inc. Technical volume 4 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project noise and vibration, March 2009

図 3.2.5-18 2 月における水中騒音計測結果の例

(時間率騒音レベル：騒音レベルがあるレベル以上の時間を占める[%])

Percentile ambient noise spectral levels for the WFG site in February, 2008

<現地調査結果：海底振動>

海底振動の計測結果の一例を図 3.2.5-19 に示す。OBS による計測結果によれば、対照地点の振動伝播速度 (ground velocities) はウインドファーム計画サイトよりも大きな値を示した。また、計画地点と対照地点の両地点で、海底の水平振動速度は鉛直振動速度を上回っていた。少ない既往知見 (陸上風車) に基づけば、洋上風車は非常に低い周波数の海底振動を惹起することが想定された。

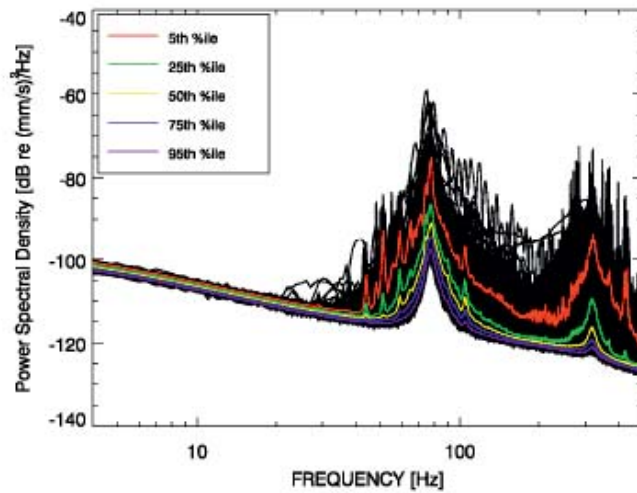


Figure 11-7 Horizontal seafloor velocity power spectral density levels recorded at J-WFG on May 30, 2008.

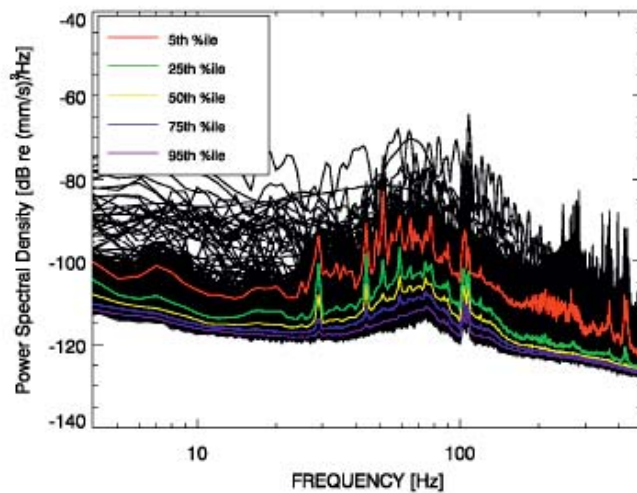


Figure 11-8 Horizontal seafloor velocity power spectral density levels recorded at J-WFG on May 30, 2008.

出典：NaiKun wind development Inc. Technical volume 4 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project noise and vibration, March 2009

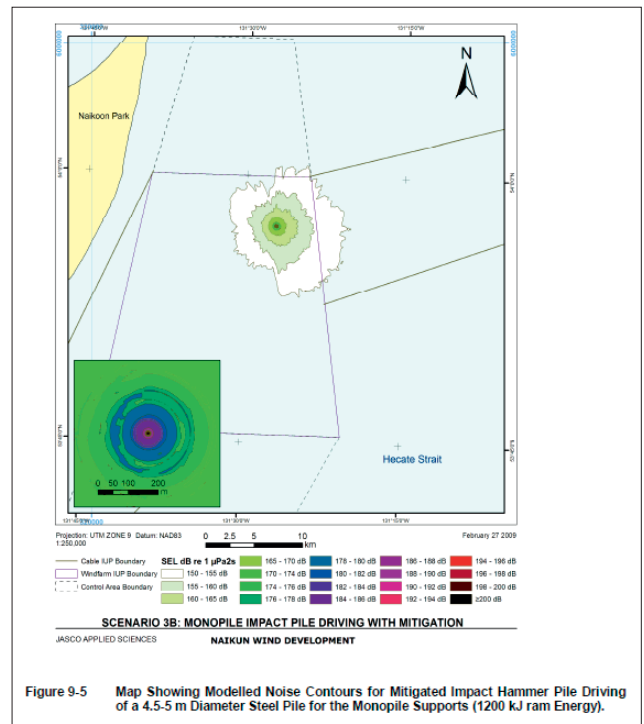
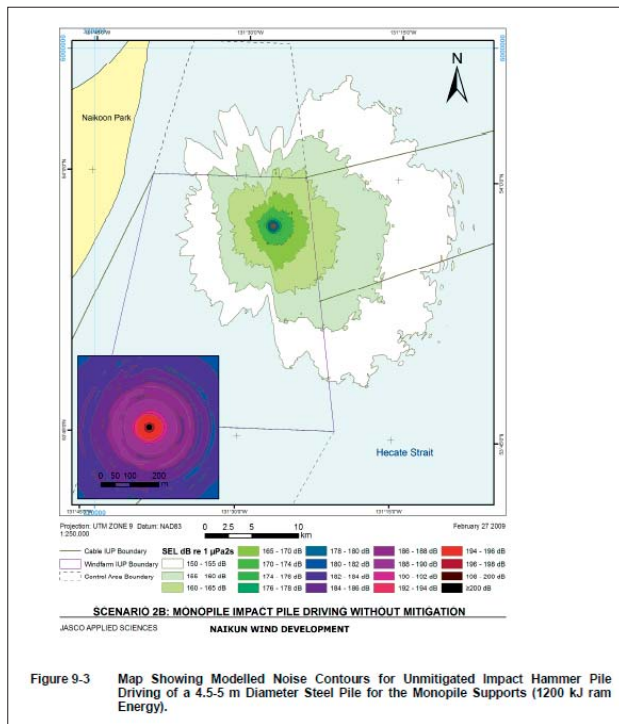
図 3.2.5-19 海底における振動計測の周波数分析結果 (例)

【予測】

水中騒音の予測は JASCO Applied Sciences が開発した水中騒音 3次元伝搬予測モデルのMONM (Marine Operations Noise Model) が採用されている事例がある。予測事象は工事時と操業時で、騒音発生事象についてはパイルの打込み、風車設置、変電所設置、ケーブル敷設と風車の通常稼働時としている。また、最も大きな騒音原となるパイル打込みについては、モノパイル (1本)、トリポッド (3本パイル)、ラティス (4本パイル) のケースについて予測している。併せてエアバブルカーテンなどの騒音低減策に対する検討も行っている。さらに、作業船舶からの騒音についても予測している。

水中騒音で最も高い騒音レベルは支持杭のハンマーパイルドライブのインパクトであると予測された。工事船の最も大きな高い騒音レベルは、洋上風車工事船の位置制御 (ポジショニング) と変電所の導入時と予測された。

予測結果の一例を図 3.2.5-20 に示す。



出典 : NaiKun wind development Inc. Technical volume 4 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project noise and vibration, March 2009

図 3.2.5-20 モノパイル打込み時 (左 : 低減対策なし、右 : 低減対策有り) の水中騒音予測結果

⑤ 動物 (底生生物)

表 3.2.5-15 底生生物に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事による攪乱や破壊に伴う生息場所への影響 ◎施設の存在による影響：施設の存在により生息場の消失と改変が考えられる。	
	調査時期	予測時期（工事時、存在時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎ビデオカメラによる映像調査、採泥器を用いたサンプリング調査等による計測	
予測	予測時期	工事時、稼働時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎統計モデル（PSL:部分最小自乗法）による定量的手法 ◎種類数、個体数の時系列変化を対照区と開発区で比較（BACI法）	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎応答変数をろか食者、堆積物食者、雑食者として統計解析により設置前後の差から影響を評価	

【概要】

底生生物に関しては 14 事例のうち全事例で評価対象として取り上げている。海底の攪乱、騒音・振動等の変化が底生生物に及ぼす影響が考えられるため選定されている。

現地調査は、水中ビデオ撮影による観察、グラブサンプリング等による採泥分析の調査が実施されている。

予測は、既存資料等による定性的な手法や統計的（定量的）な手法がある。

評価は、現地調査結果等に基づいた評価手法や、底生生物の影響を変化度合い（死亡/傷害、集団の変化等）に応じて点数化し評価している事例も見られた。

【調査】

- ・項目の選定理由

ウィンドファームの工事、稼働、解体に伴う環境影響事象として、海底や海底生息環境の攪乱、騒音・振動、電磁界・温度障害、底生生物環境の変化、水理学上の変化などを取り上げ、これらの事象が底生生物に及ぼす影響を評価するために選定している。

- ・実施されている調査手法の事例

<現地調査>

現地調査地点は対照海域と計画海域に図 3.2.5-21 に示すように設定されている。

Figure 6.2-1 Study Area on Dogfish Banks

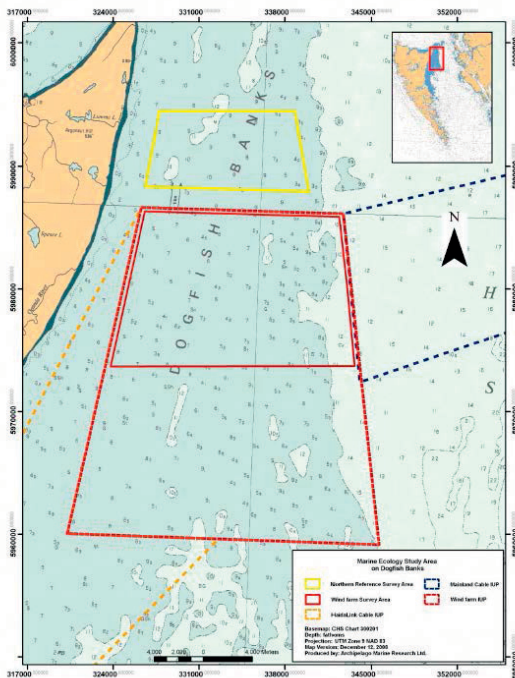
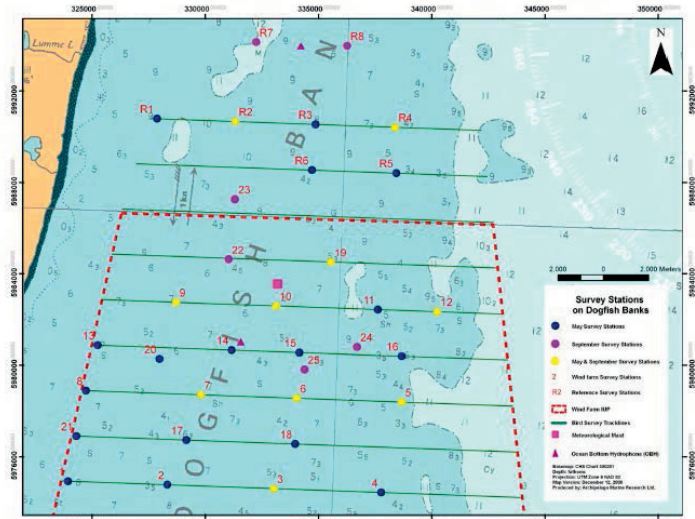


Figure 6.2-2 May and September Survey Stations



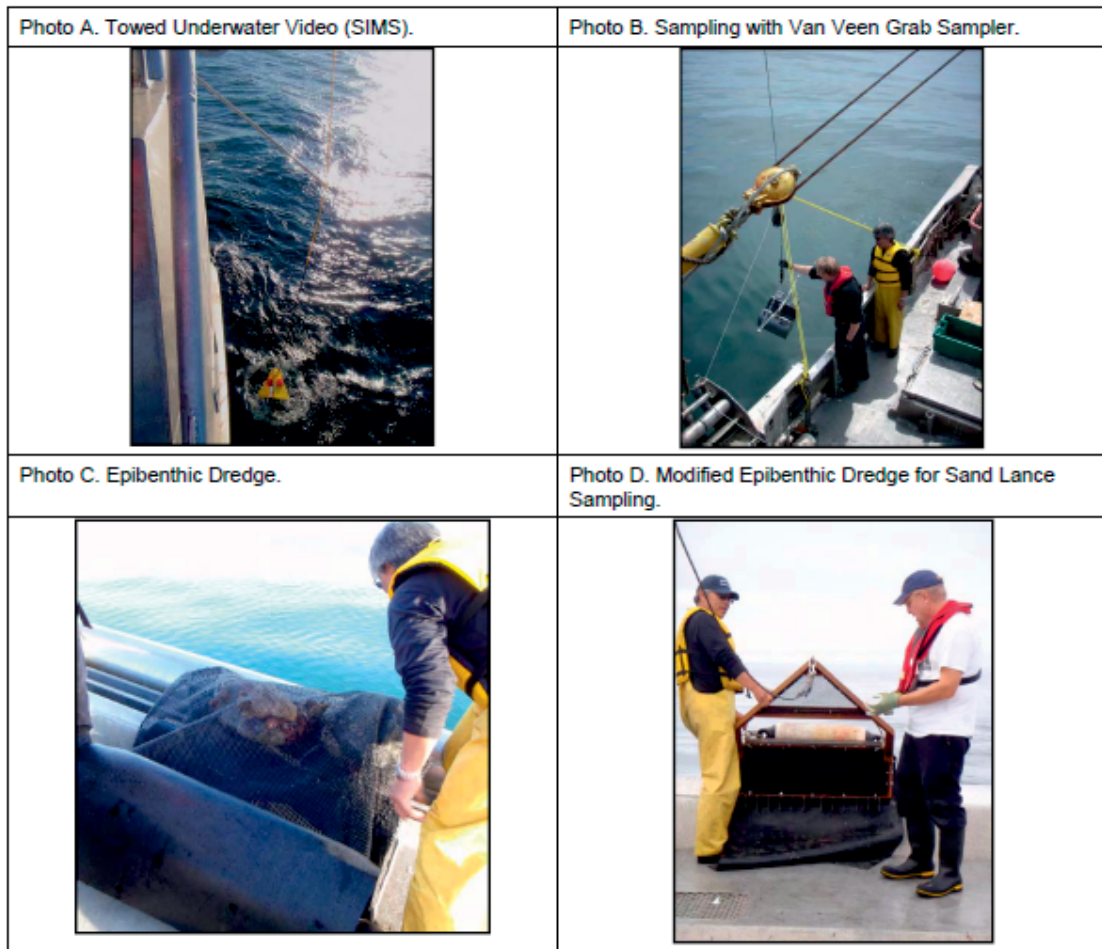
出典：NaiKun Wind Development Inc. Technical volume 6 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine aquatic ecology April 2009

図 3.2.5-21 調査対象海域と観測地点の配置 (他の調査項目も含む)

調査方法は以下 3 種類の方法が採用されている (図 3.2.5-22 参照)。

- ・ Towed Underwater Video (水中曳航ビデオ撮影) : 500mのトランセクトラインに沿って各地点で 30 分間撮影。必要に応じてサンプリングも実施。
- ・ Van Veen Grab (グラブサンプル、0.1m<sup>2</sup>) : 内生ベントスを対象に1地点あたり数回サンプリング。篩別は1mm目合い。一部のサンプルは粒度組成分析に供した。
- ・ Epibenthic Dredge (ドレッジサンプリング、1 m x 0.30 m) : 水中曳航ビデオ撮影中に 5 分間実施している。ドレッジサンプリングの目的はビデオ撮影結果に対して、海底底質と表生ベントスの関係を定量的に確認するためである。

Figure 6.2-3 Photographs of Sampling Events



出典：NaiKun Wind Development Inc. Technical volume 6 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine aquatic ecology April 2009

図 3.2.5-22 各種調査方法の実施状況

(上左図：水中曳航ビデオ撮影、上右図：グラブサンプル、下図：ドレッジサンプリング)

<現地調査結果>

現地調査結果の一例としてドレッジサンプルの例を表 3.2.5-16 と図 3.2.5-23 に示す。また、底質性状ごとにとりまとめた表生ベントスと内生ベントス概要を表 3.2.5-17 に示す。

表 3.2.5-16 玉石や砂利基盤における無脊椎動物のドレッジサンプル結果(例)

Table 6.3-9 Invertebrate Species Encountered in Epibenthic Dredge Samples in May and September 2008 at Gravel and Cobble-Boulder Habitats

Common Name	Substrate	Gravel	Cobble-Boulder	
	Scientific Name	May	May	September
<b>Sponges</b>	<b>Porifera</b>			
Breadcrumb Sponge	<i>Halichondria panicea</i>		P	
<b>Anemones</b>	<b>Actinaria</b>	P	C	C
Anemone	<i>Urticina</i> sp.	P		
Anemone	<i>Metridium senile</i>			C
Painted Anemone	<i>Urticina grebelnyi</i>		P	
<b>Hydroids</b>	<b>Hydrozoa</b>			
Hydroid	<i>Selaginopsis cylindrica</i>			P
<b>Bryozoans</b>	<b>Bryozoa</b>		C	
Bryozoa	<i>Alcyonidium pedunculatum</i>	A	P	
<b>Polychaetes</b>	<b>Polychaeta</b>			
Polychaete Worms	<i>Nereis</i> sp.			P
<b>Scaleworms</b>	<b>Polynoidae</b>			
Scaleworms	<i>Halosydna brevisetosa</i>			P
<b>Tubeworms</b>	<b>Sedentaria</b>	P		P
Tubeworms	<i>Nephtys caecoides</i>			P
<b>Tubeworms</b>	<b>Maldanidae</b>			P
Tubeworms	<i>Pista pacifica</i>			P
<b>Gastropods</b>	<b>Gastropoda</b>			
Lewis Moon Snail	<i>Polinices lewisii</i>		P	P
<b>Bivalves</b>	<b>Bivalvia</b>	P		
Nuttall's Cockle*	<i>Clinocardium nuttallii</i>			P
Butter Clam*	<i>Saxidomus giganteus</i>	P		
Bivalves	<i>Tellina nucloides</i>			P
Bivalves	<i>Zirphaea pilsbryi</i>		P	
Bivalves	<i>Simomactra falcata</i>			P
Jingle Shell*	<i>Pododesmus macrochisma</i>	P		
<b>Barnacles</b>	<b>Cirripedia</b>			
Acorn Barnacle	<i>Balanus nubilus</i>			P

A = abundant; C = common; P = present

\*Shell fragments only

出典 : NaiKun Wind Development Inc. Technical volume 6 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine aquatic ecology April 2009

Figure 6.3-7 Invertebrate Species Encountered in Epibenthic Dredge Samples in Cobble-Boulder Habitat



出典：NaiKun Wind Development Inc. Technical volume 6 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine aquatic ecology April 2009

図 3.2.5-23 玉石や砂利基盤における無脊椎動物のドレッジサンプル結果(例)



表 3.2.5-17 底質性状ごとの表生/内生ベントス相の概要

Table 6.3-18 Summary of Key Characteristics of the Three Benthic Habitats

	Cobble-boulder	Gravel-Dominated	Sand-Dominated
<b>Seabed</b>	Largely immobile cobble and boulders often embedded in finer sediment (clay) matrix.	Largely mobile pebbles and small cobble, generally lying above a sand matrix.	Largely fine to medium grained sand with variable pebble and shell fragment content.
<b>Epifauna</b>	Abundant and dominated by a filter/suspension feeding complex including sponges, bryozoans, hydroids and tunicates. Sea stars (pink short-spined sea star) abundant.	Far less abundant than cobble-boulder areas, but similar filter/suspension feeding complex on larger cobbles, with hydroids being most common. Epifauna generally absent on smaller, mobile pebbles. Pink short-spined sea stars common.	Sand dollars extremely abundant in patches. Sessile epifauna generally absent except occasional hydroids on pebbles. Pink short-spined sea stars common. Dungeness and gracile crab. Crangon shrimp abundant.
<b>Infauna</b>	Piddocks, geoducks, large polychaete worms.	Geoducks – but generally a lack of infaunal sampling of this habitat.	Low abundance relative to fine sediment depositional areas. Polychaetes (dominated by <i>S. bombyx</i> ), small bivalves (dominated by <i>Tellina nukuloides</i> ), geoducks, horse clam, butter clam.

【評価】

影響評価にあたって次の3つのカテゴリを設定し、それぞれの「基準」や「閾値」等について以下のとおり定めている。

- Mortality/injury (死亡/傷害)
- Alteration of community assemblage (集団の変化)
- Displacement (生息場所等の移動)

**[Mortality/injury] (死亡/傷害) の基準や閾値**

<表生/内生ベントス>

- 5%以上の現存のコミュニティが一時的（3年以下）に減少。
- 2%以上の現存のコミュニティが永久的に減少。
- 指定された影響の受けやすい種類が消失。

<移動性の無脊椎動物>

- 5%以上の現存量が一時的（3年以下）に減少。
- 長期間に亘って現存量が2%以上減少。
- レッドリストや貴重種などに指定されている種類の死亡。

**[Alteration of community assemblage] (集団の変化) の基準や閾値**

<表生/内生ベントス>

- 計画地域の2%以上の範囲で新規の生息環境が生成。
- 計画地域の5%以上の範囲で現存の生息環境が変化。

**[Displacement] (生息場所等の移動) の基準や閾値**

- 5%以上の地域的な現存量の永久的な移動。
- 20%以上の地域的な現存量の一時的（3年以下）な移動。
- 広域ならびに地域的に生存している生物の移動やわたりに対して現存量の5%以上の阻害。

一方、総合評価にあたっては「①影響の大きさ：Magnitude」、「②影響範囲：Geographic Extent」、「③影響の期間：Duration」、「④影響の頻度：Frequency」についてそれぞれスコアを設定し、このスコアの合計で影響の程度を総合的に評価している。表 3.2.5-18～表 3.2.5-19 にそれぞれのスコアを示すとともに、表 3.2.5-20 にこれらをまとめたものを示す。

なお、最終的な評価（スコアの合計）は以下のとおり。

合計スコア：0－8 Insignificant（非影響：影響は少ない）

合計スコア：9－14 Threshold zone（非影響と影響の境界状態）

合計スコア：15－24 Significant（影響あり）

表 3.2.5-18 評価項目毎のスコア設定状況

Table 4-3: Ratings and Definitions for Magnitude of Residual Project Effects  
[How severe is the effect?]

Score	Term	Definition
8	High	Potential effects are beyond environmental and/or socio-economic standards or tolerance
6	Medium	Potential effects are detectable and approaching, but below environmental and/or socio-economic standards or tolerance
4	Low	Potential effects are detectable, but well within environmental and/or socio-economic standards or tolerance
1	Negligible	Effect is detectable at an extremely small level
0	Nil	Effect is not detectable

Table 4-4: Ratings and Definitions for Geographic Extent of Residual Project Effects  
[Over how large an area does the adverse effect occur?]

Score	Term	Definition
8	Provincial	Effect extends beyond Hecate Strait/Dixon Entrance
6	Regional	Effect is within Hecate Strait/Dixon Entrance
4	Study area	Effect restricted to the study area (north Hecate Strait)
1	Local	Restricted to the direct footprint of the Project activity
0	None	No known geographic extent

Table 4-5: Ratings and Definitions for Duration of Residual Project Effects  
[Once triggered, how long do the adverse effects last?]

Score	Term	Definition
4	Very long (irreversible)	Effects persist for the entire length of the Project phase or longer
3	Long	Effects persist for greater than 25% of the time for the Project phase or for more than one generation span of the affected species
2	Medium	Effects persist for 10–25% of the time for the Project phase or for one generation span of the affected species
1	Short	Effects persist for less than 10% of the time for the Project phase or less than one generation span of the affected species
0	None	No effect, no temporal overlap with ecosystem component

出典：NaiKun Offshore Wind Energy Project vol.1

表 3.2.5-19 評価項目毎のスコア設定状況 (続き)

Table 4-6: Ratings and Definitions for Frequency of Residual Project Effects  
[How often do the adverse effects occur within the timeframe of Project activities?]

Score	Term	Definition
4	Continuous	Will occur almost all of the time
3	Common	Occurs on a regular basis, generally greater than 25% of the time during the Project phase and/or chronically during the phase
2	Uncommon	Occurs for 10–25% of the time during the Project phase and/or occurs sporadically or at irregular intervals
1	Rare	Occurs rarely (generally less than 10% of the time)
0	Never	Never occurs, no temporal overlap with ecosystem component

表 3.2.5-20 評価項目毎のスコアのまとめ

Table 4-8: Effects Assessment Scoring

Effect Level	Geographic Extent	Temporal Extent		Magnitude
		Duration	Frequency	
8	Provincial and greater	-	-	High
7	-	-	-	-
6	Regional	-	-	Medium
5	-	-	-	-
4	Study area	Very long	Continuous	Low
3	-	Long	Common	-
2	-	Medium	Uncommon	-
1	Local	Short	Rare	Negligible
0	None	None	Never	Nil

Significance = geographic extent + temporal extent (duration + frequency) + magnitude

- 0-8 = Insignificant
- 9-14 = "Threshold zone"
- 15-24 = Significant

出典 : NaiKun Offshore Wind Energy Project vol.1

<評価結果>

既往の知見、現地調査結果に基づき影響を評価している。評価結果の一例（表生/内生ベントスと移動性の大型ベントス）を表 3.2.5-21、表 3.2.5-22 に示す。

表生/内生ベントスについては、風車基礎による物理的擾乱（Row Number 1）の合計スコアが7点であり影響は少ない、また、送電ケーブルの場合も合計スコアは7点、アンカリング、掘り起こし、プロペラによる擾乱についても合計スコアは8点であり、影響は少ないと評価している。

また、移動性の大型ベントスについても、風車基礎、送電ケーブル、洗掘防止設置による物理的擾乱はいずれも合計スコアは8点以下であり、影響は少ないと評価されている。

表 3.2.5-21 表生/内生ベントスの影響評価例 (抜粋)

Table 7-11: Summary of Potential Residual Effects of the Project on Epifaunal and Infaunal Species and Communities

Potential Effect	Row Number	Project Phase <sup>1</sup>	Contributing Project Activity or Physical Works and Stressor	Proposed Mitigation / Compensation Measures	Residual Environmental Effects Characterization*								
					Adverse (A) / Positive (P)	Duration	Frequency	Geographic Extent	Magnitude	Reversible Yes (Y) / No (N)	Ecological Context <sup>2</sup>	Significance <sup>3</sup>	Confidence Level
Direct loss / mortality and damage / injury	1	C	Physical disturbance from foundation footprint (structure forming epibenthos (e.g., bryozoans, hydroids, sponges) and infauna (e.g., tubeworms, piddocks, geoducks)	Avoid cobble/boulder habitat with longer lived epi-biota if possible at the siting phase	A	4	1	1	1	N	ND	NS	H
	2	C	Physical disturbance from transmission cable footprint (structure forming epibenthos (e.g., bryozoans, hydroids, sponge reefs, cold water corals, sea pens) and infauna (e.g., tubeworms, piddocks, geoducks)	Identify and avoid sensitive environmental components (sponge reefs, cold water corals) at Project siting phase	A	1	1	1	4	Y	ND	NS	H
	3	C D	Physical disturbance from anchoring, spudding, prop scour from vessels (structure forming epibenthos (e.g., bryozoans, hydroids, sponges) and infauna (e.g., tubeworms, crustaceans, piddocks, geoducks)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Use dynamically positioned vessels to reduce anchor effect</li> <li>Maintaining a minimum clearance of 1.5 m between vessel props and the seabed</li> </ul>	A	1	2	1	4	N or Y	ND	NS	H

表 3.2.5-22 移動性の大型ベントスの影響評価例 (抜粋)

Table 7-12: Summary of Potential Residual Effects of the Project on Mobile Macroinvertebrates

Potential Effect	Row Number	Project Phase <sup>1</sup>	Contributing Project Activity or Physical Works and Stressor	Proposed Mitigation / Compensation Measures	Residual Environmental Effects Characterization*								
					Adverse (A) / Positive (P)	Duration	Frequency	Geographic Extent	Magnitude	Reversible Yes (Y) / No (N)	Ecological Context <sup>2</sup>	Significance <sup>3</sup>	Confidence Level
Direct loss / mortality and damage / injury	1	C	Physical disturbance from foundation footprint (Dungeness crab, sand dollars)	No measures identified	A	4	1	1	1	Y or N	ND	NS	H
	2	C	Physical disturbance from transmission cable footprint (Dungeness crab, sea urchins, sand dollars, sea cucumbers)	No measures identified	A	1	1	1	1	Y or N	ND	NS	H
	3	C	Physical disturbance (including sediment suspension and re-distribution) from scour protection installation (sand dollars)	No measures identified	A	1	1	1	1	Y or N	ND	NS	H

出典 : NaiKun Offshore Wind Energy Project vol.1

## ⑥ 動物（魚介類）

表 3.2.5-23 魚介類に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事による騒音や攪乱により生息環境に及ぼす影響 ◎施設の使用による影響：施設の使用により漁業生物を含めた漁業への影響、食物の変化に伴う海洋生物や鳥類の分布変化に伴う影響	
	調査時期	予測時期（工事時、存在・稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎底引き網調査、延縄調査、ビデオ映像調査、魚群探知機調査等	
予測	予測時期	工事時、存在・稼働時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎実施区域への出現、出現密度、種類構成及び蝟集パターンから定性的に予測 ◎濁り、騒音および電磁波等による影響を定性的に予測	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎対照区と開発区における種類数、個体数等の時系列図に基づく比較による評価	

## 【概要】

魚介類に関しては14事例のうち13事例で評価対象として取り上げている。工事中の騒音が魚介類の生息環境に与える影響、及び設備の使用による人工魚礁効果等による変化が想定されるため選定されている。

現地調査は、船舶からの音響探知、トロール調査、釣獲試験等の手法が用いられている。予測は計画海域と対象地域で、現存量、種類構成、胃の内容物の比較する手法が取られている。評価は、風車稼働後の胃の内容物の減少から、風車稼働時の影響が評価されている事例があった。

【調査】

・項目の選定理由

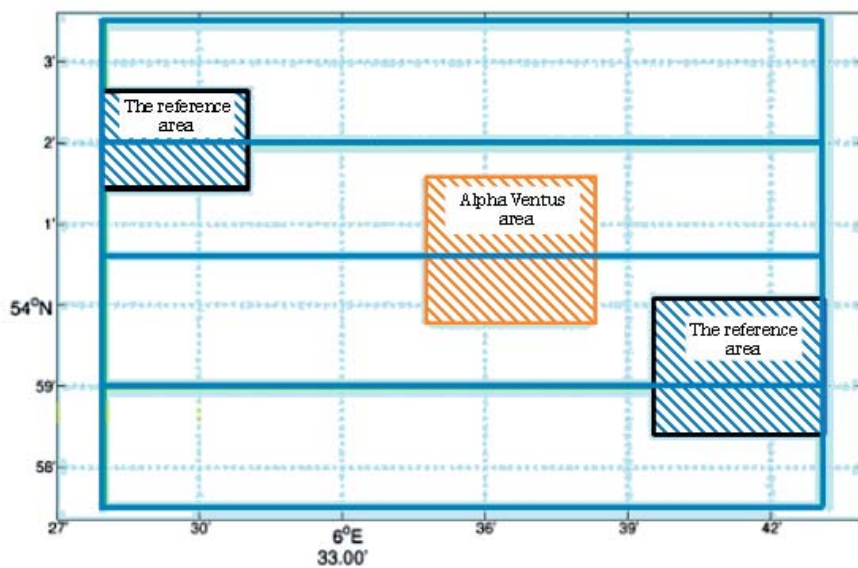
風力発電施設の建設工事に伴うパイル打込み騒音、あるいは稼働中に発生するブレード音、海底ケーブルからの電磁界、設備の存在による人工礁効果、人工礁に伴うえさ場効果など、魚類に対してプラス面とマイナス面のインパクトが想定されたため、その実態を明らかにするために選定されている。

・実施されている調査手法の事例

<現地調査>

対象海域一帯に分布する主要な魚種として mackerel (サバ)、horse mackerel (ニシマアジ)、herring (ニシン)、sprat (イワシ) を取り上げ、これらの種類に注目して調査を実施している。

Alpha ventus (以下 AV) 洋上風力の事例では、現地調査地点は 2008 年 8 月から 2012 年 4 月の間で、風車建設工事前、建設工事中、稼働中を対象としている。対象海域は図 3.2.5-24 に示すとおりで AV 海域と同様な海底底質を呈する対照区を 2 海域設定した。なお、AV 海域、対照海域の広さはいずれも 200 k m<sup>2</sup>となっている。

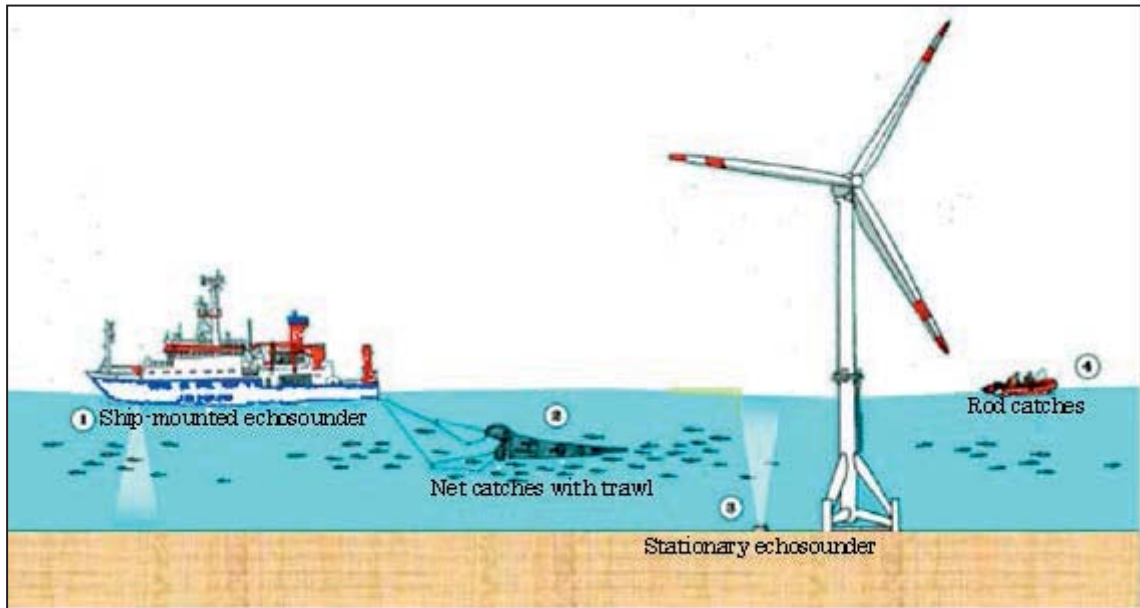


出典：Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus: Challenges ,Results and Perspectives を基に加筆・修正

図 3.2.5-24 魚類の調査対象海域 (青線はトランセクトライン)

調査方法については以下の 4 種類の方法を採用している。

- ①船舶からの音響探知 (広域における全体量の把握)
- ②トロール調査 (種類の構成や体長の計測、胃内容物確認)
- ③海底固定型音響探知 (局所海域の現存量把握)
- ④釣獲試験 (風車基部などの魚類の把握、胃内容物確認)



出典：Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus: Challenges ,Results and Perspectives を基に加筆・修正

図 3.2.5-25 調査方法の模式図

<影響要因について>

・電磁界

海底ケーブルから発生する電磁界は、ある強度になると魚類に方向認識障害などの生理学的な反応を惹起する。ただ、電磁界は海底ケーブルから離れば急激に減衰するため、影響は海底ケーブルの直近（直上）に限定される。

・水中騒音

魚類は浮き袋を介して水中騒音を認識するため、サバ（mackerel）のように浮き袋が無い種類では可聴力は低いが、ニシン科の魚（clupeoids）などは非常に敏感な可聴力を有している。水中騒音の影響は音源からの距離と音の性質、魚類の可聴力に依存している。

水中騒音は魚類が発する信号音などをマスキングすることで行動の障害を及ぼすとともに、音源に近い大きなレベルでは聴覚障害や重度の障害あるいは死亡をもたらす。工事騒音ではパイルの打込み音が最も問題となり、これに比べると風車の稼働音は大きな問題にはならないようである。

・海中構築物

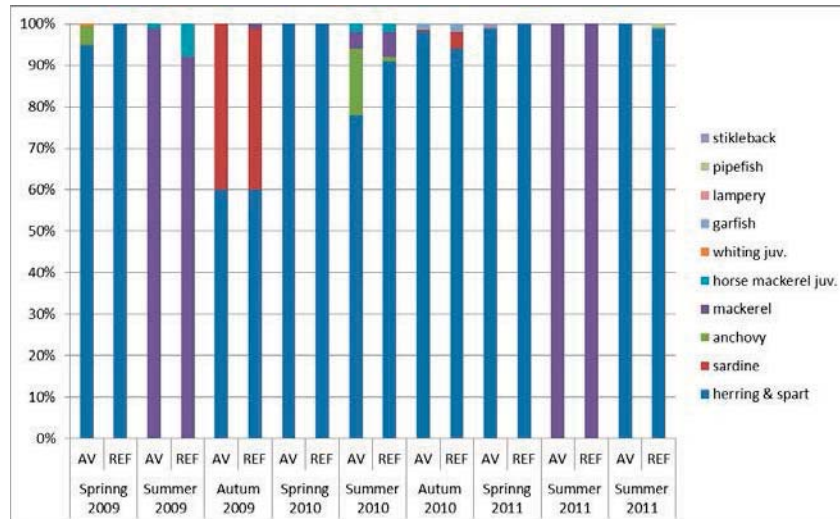
構築物の周辺は、魚類の隠れ場、基礎基盤がもたらす餌料環境、小魚のハンティング環境などで魚類はプラスの効果の下に謂集するが、謂集の原因はこれらの要因だけではないようである。また、謂集に伴うエネルギーの消費はマイナスの影響となる。

【予測】

計画海域と対照海域における「現存量指標」、「種類構成」、「胃内容物」の比較などを実施している。

【評価】

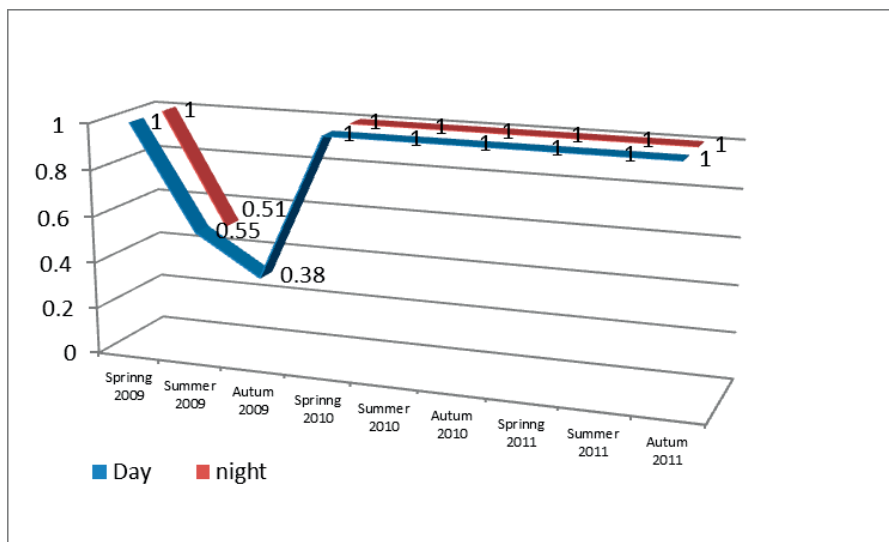
図 3.2.5-26 はトロール漁法によって採取された魚種について AV 海域と対照海域で比較したもので、両者の構成が殆ど同じことからウィンドファーム建設が AV 海域の魚種構成には影響しないことを示唆している。



出典：Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus: Challenges ,Results and Perspectives を基に加筆・修正

図 3.2.5-26 AV 海域と対照海域における魚種構成の比較

図 3.2.5-27 は AV 海域内外の相対的な現存量を時系列的に示したもので、工事期間中(2009 年夏季、秋季)には現存量が減少したが、ウィンドファーム完成後は AV 海域内外の相異は無くなっていることが示されている。



出典：Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus: Challenges ,Results and Perspectives を基に加筆・修正

図 3.2.5-27 AV 海域内外の相対的な現存量に時系列変化

また、胃内容物の調査結果では、AV 海域の個体は対照海域の個体より胃内容物量が少ないことが確認されており、これは摂餌行動が阻害されたこと、獲物生物の種類や構成が異なったこと、風車の稼働音が摂餌行動に影響していることなどが示唆された。



## ⑦ 動物 (海産哺乳類)

表 3.2.5-24 海産哺乳類に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事による騒音や攪乱により生息環境に及ぼす影響 ◎施設の稼働による影響：施設の稼働に伴い発生する騒音により水中の生息環境に及ぼす影響	
	調査時期	予測時期（工事時、存在・稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎航空機、船舶、フェリー、陸上からの目視観測等 ◎生物音調査（T-POD 調査）、ピンガー標識調査（衛星利用調査）	
予測	予測時期	工事時、存在・稼働時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎工事中の騒音や攪乱、ケーブルからの電磁波による影響を定性的に予測 ◎生態ニッチ分析（ENFA）を適用して、生息海域を把握し、各種影響要因のレベルを算定	
評価	評価手法	◎現地調査、予測結果、既往知見等に基づく定性的手法 ◎生息海域における各種影響要因のレベルを算定結果に、環境適応性（水中騒音、懸濁物濃度等）を対応させて影響の有無を評価	

## 【概要】

海産哺乳類については、14 事例のうちすべてが評価項目に取り上げている。工事中の騒音、および稼働時の水中騒音による生息環境に及ぼす影響の可能性があるため取り上げている。

調査手法は、航空機トランセクト、船舶トランセクト、目視、レーダ調査が実施されている。また、工事中の影響を確認するため C-POD（生物音響装置）を使った現地調査が 8 事例（Egmond Ann Zee、Barrow、HornsRev、Anohlt,Nysted、Kriegers flak II、Alpha Ventus、Beatrice Demonstration）ある。その結果は、影響範囲の推定および一時的な回避時間の推定に使われている。

評価については、工事による影響は一時的なものであり、また、騒音レベルは小さいことから、影響は小さいとしている事例が多い（Egmond Ann Zee、Anholt、Barrow、Horns Rev、Nysted）。また、工事中においては、工事近傍での海産哺乳類への少なからずの影響が発生するが、施設稼働時には、影響はほとんど無いと評価している（Kriegers flak II）。Alpha Ventus では、C-POD データの解析により 12 か所の内、開発区域から 11km 以内の 8 か所で影響があると評価し、イルカは杭打ち中に反応閾値の距離まで移動すると評価されている。

【調査】

・項目の選定理由

海産哺乳類の内、harbor porpoise (ネズミイルカ) を対象に工事中や稼働中の影響が想定されたため選定されている。

<工事中の影響>

パイル打込みにはハンマー方式 (pile driving) と振動方式 (vibratory piling) があるが、特にハンマー方式の方が、影響が大きく、作業海域近傍では聴覚障害や死亡が発生する。harbor porpoise の一時的な聴覚障害の域値 (TTS : Temporary Threshold Sift) は 164dB re  $\mu$  Pa<sub>2</sub>(SEL)、199.3 dB re  $\mu$  Pa(Peak)との研究事例があり、ドイツでは事前の警告レベルとして以下の値を推奨している。

160dB re  $\mu$  Pa<sub>2</sub>(SEL)

190 dB re  $\mu$  Pa(Peak)

(出典 : BSH (BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE) 2012)

<稼働中の影響>

稼働に伴う影響は稼働音と海底基礎等の出現に伴う生物相の変化があげられる。稼働音については特にアザラシ類に対してマスキング効果でコミュニケーションに影響を及ぼすとされている。なお、ウィンドファーム海域では船舶の航行が制限されるため、魚類の保護海域を提供することになり、これが海産哺乳類に影響を及ぼすとも考えられている。

・実施されている調査手法の事例

BACI 法を適用するため、工事前、工事中、稼働中を対象に、以下の調査方法が実施されている。

航空機トランセクト調査 : 広範囲を対象

船舶トランセクト調査 : ウィンドファーム近傍を対象

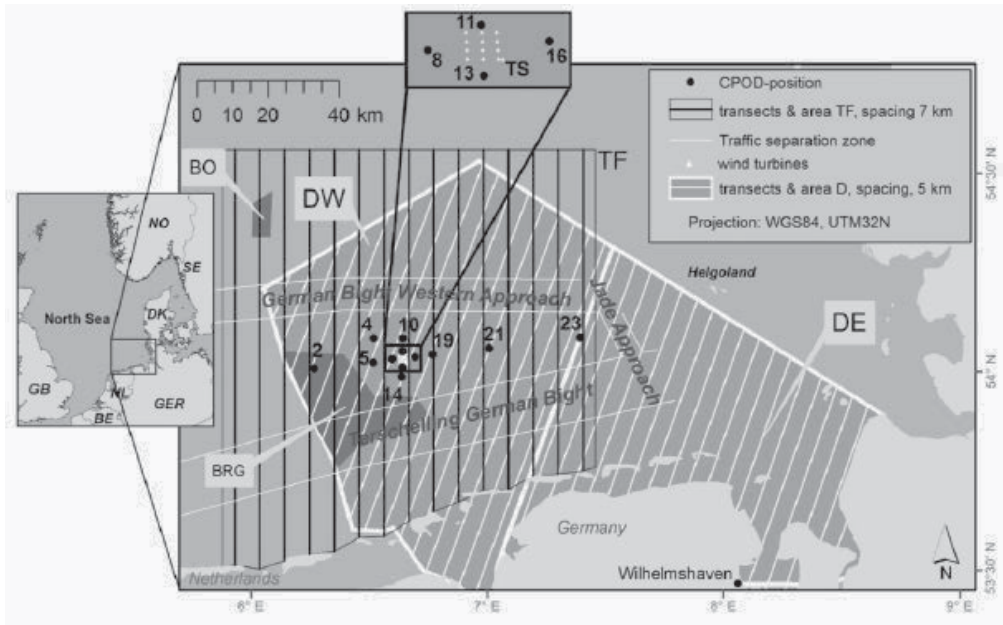
曳航式ハイドロフォン (水中聴音装置) : 生物音の確認

SAM (Static Acoustic Modeling) : C-POD

以下に航空機トランセクトと SAM の調査方法の事例について示す。

[航空機トランセクト調査]

対象範囲は alpha ventus を中心に半径約 60km の範囲で、面積は 10,934k m<sup>2</sup>となっている。トランセクトは 7km 間隔で×15 ライン設定し、総延長は 1780mとなっている。飛行高度は 183m、速度は 167~185km/h で、バブル窓を装備した高翼型 Partenavia P68 を採用した。調査はビューフォー ト階級が 3 以下、透視距離が 5km 以上の時に実施した。なお、視認できない範囲の現存量の推定は DISTANS5.0 にて推定している。



出典：Effects of pile-driving on harbor porpoises (*Phocaena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany, Michael D'ahnel et al, Environ. Res. Lett. 8 (2013)

図 3.2.5-28 調査海域 (航空機トランセクト、SAM)

[SAM 調査 : C-POD]

海底に音響計測装置を設置し harbor porpoise のクリック音から存在の有無を確認する方法である (図 3.2.5-29 参照)。harbor porpoise は 20~160 kHz のクリック音を発生するのに対して、C-POD では 80~130kHz の範囲周波数を検知可能である。C-POD の設置地点はウィンドファーム周辺で 12 地点としている (図 3.2.5-28)。

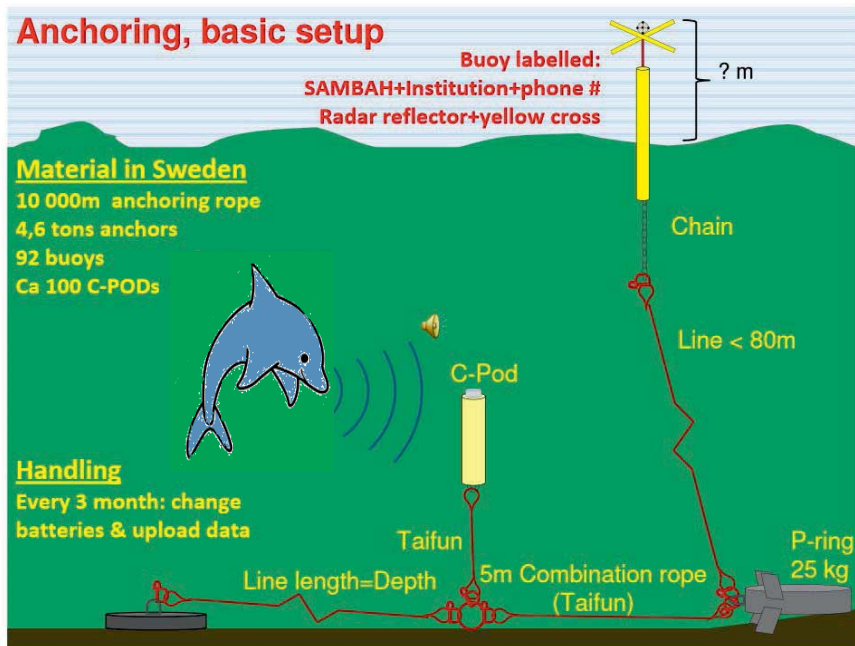


図 3.2.5-29 SAM 調査 (C-POD) の設置模式図

出典：SAMBAAH Static Acoustic Monitoring of the Baltic Harbour porpoise 2010-2014、(LIFE08 NAT/S/000261) Mats Amundin & Daniel Wennerberg Project co-ordinator/Research assistant Kolmården Wildlife Park, Sweden

## 【予測・評価】

## ＜建設工事時の影響＞

## ・空間的な移動

独立変数を「パイル打込みの有無」、従属変数を「10 分間の出現数：dp10min/h」とした GAM モデルで解析した結果、C-POD を設置した 12 地点のうち 10 地点で明確なインパクトが確認された。

パイルは、はじめに海底下 9m まで 8 分から 20 分かけて振動させて貫入させ、そのあと油圧ハンマーで打ち込む方式である。その際の水音は、750m 地点で 154～175dB 変化していると報告されている。保全対策としてはエアバブルカーテンが試みられた。

この 10 地点のうちパイル打込み地点から 11km 以内の地点ではマイナスのインパクト、残りの 2 地点（パイル打込み地点から 23km、50km）ではプラスのインパクトが確認された（表 3.2.3.25）。これらのことからパイル打込み地点近傍では影響があることが推測されている。また、これらのことは航空機による空間分布調査からも、パイル打込み時には 20km 範囲内で強い回避行動が発生したことから確認されている。

ネズミイルカの空間分布調査は 2008 年～2009 年にかけて 9 回行われ、そのうちの 2009 年 5 月 1 日の結果を図 3.2.5-30 に示す。左の図は、パイル打ち込みの 1 ヶ月前の調査結果を示し、ネズミイルカは均等に分布している、右の図は、パイル打ち込み時（3 時間 23 分）の調査結果を示しており、調査エリアの西側および北側に高い密度で分布している。工事エリア周辺では分布は見られず、最も近いところの確認場所はパイル工事場所の西側 20km である。

回避行動がどの程度の距離まで起こるかを解析した結果は図 3.2.5-31 に示すとおりで、これによればパイル打込み地点から 23km 以遠になると回避行動がなくなる傾向が確認されている。

表 3.2.5-25 GMA モデルの解析結果

Table 2. Summary of the GAM-models, the intercept represents the modelled mean of the dp10min/h and the intercept of singular variables. n.s. = not significant, n = number of samples, Expl. dev. = explained deviance.

Position	Distance to piling site min-max (km)	n	Intercept	Intercept pile-driving	Effect	p pile-driving	p year	p month	p hour	Expl. dev. (%)
2	25.2-26	6848	0.99	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0.001	<0.001	8.23
4	8-10.8	13315	0.88	-0.42	-	<0.001	<0.001	<0.001	0.025	10.87
5	7.4-9.8	12039	-0.66	-1.24	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	17.08
8	2.3-4.6	12838	0.42	-1.36	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	10.54
10	3.0-4.2	5602	1.08	-0.61	n.s.	n.s.	<0.001	<0.001	<0.001	19.84
11	0.5-2.5	14226	0.00	-1.16	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	13.92
13	2.3-4.7	12823	-0.55	-0.86	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	6.46
14	4.5-7.0	12846	2.22	-0.81	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	8.90
16	2.5-4.5	11286	0.76	-1.67	-	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	20.07
19	7.2-9.2	14970	1.28	-1.51	-	<0.001	<0.001	<0.001	0.095	16.81
21	23-25	7283	-1.81	0.25	+	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	13.81
23	48.7-50.5	9406	-0.62	-0.54	+	<0.001	n.s.	<0.001	<0.001	3.84

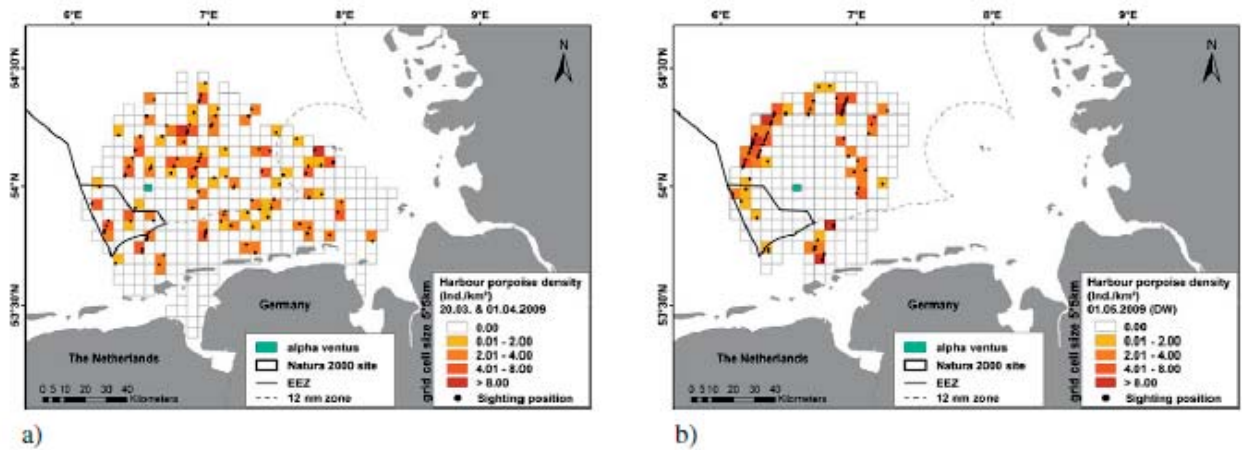
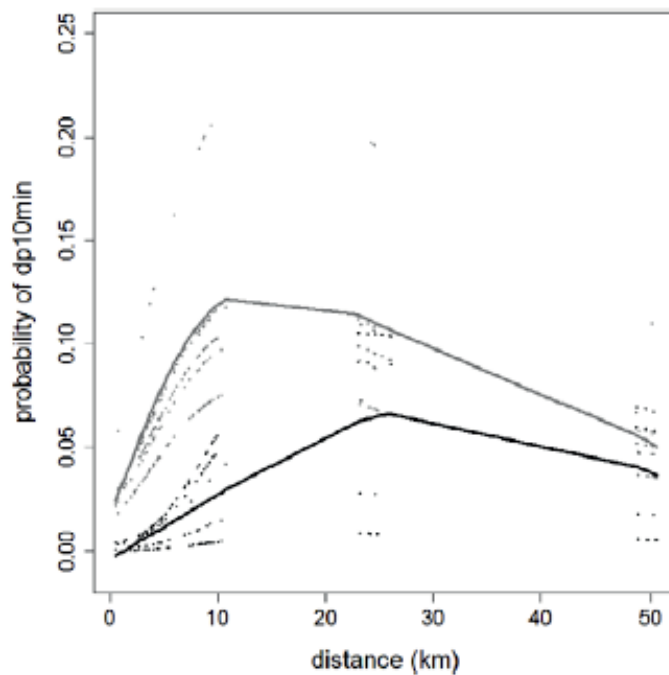


Figure 3. Spatial distribution of harbour porpoise density and sightings. (a) Pre-pile-driving in March/April 2009 and (b) during pile-driving in DW (1st May 2009; DE was not surveyed during pile-driving at that particular time). Projection: WGS84, UTM Zone 32N.

図 3.2.5-30 ネズミイルカの空間分布調査の結果 (左：パイル打ち込み前、右：パイル打ち込み時)



出典：Effects of pile-driving on harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany, Michael D'ahnel et al, Environ. Res. Lett. 8 (2013)

図 3.2.5-31 回避行動が発生する距離の検討結果

・一時的な移動

パイル打込み以降に harbor porpoise が戻ってくるまでの時間 WT (Waiting Time) を検討している。WT は地点により異なるが、最小値は 81 分、最大値は 141.1 時間、中央値は 16.8 時間であった (図 3.2.5-32)。ちなみにパイル打込みがない場合には WT は 0.8~1.1 時間である。また、パイル打込み時間が長ければ長いほど WT が長くなり、パイル打込み時間が短いと harbor porpoise は音を回避するための十分な距離にまで到達することができない。

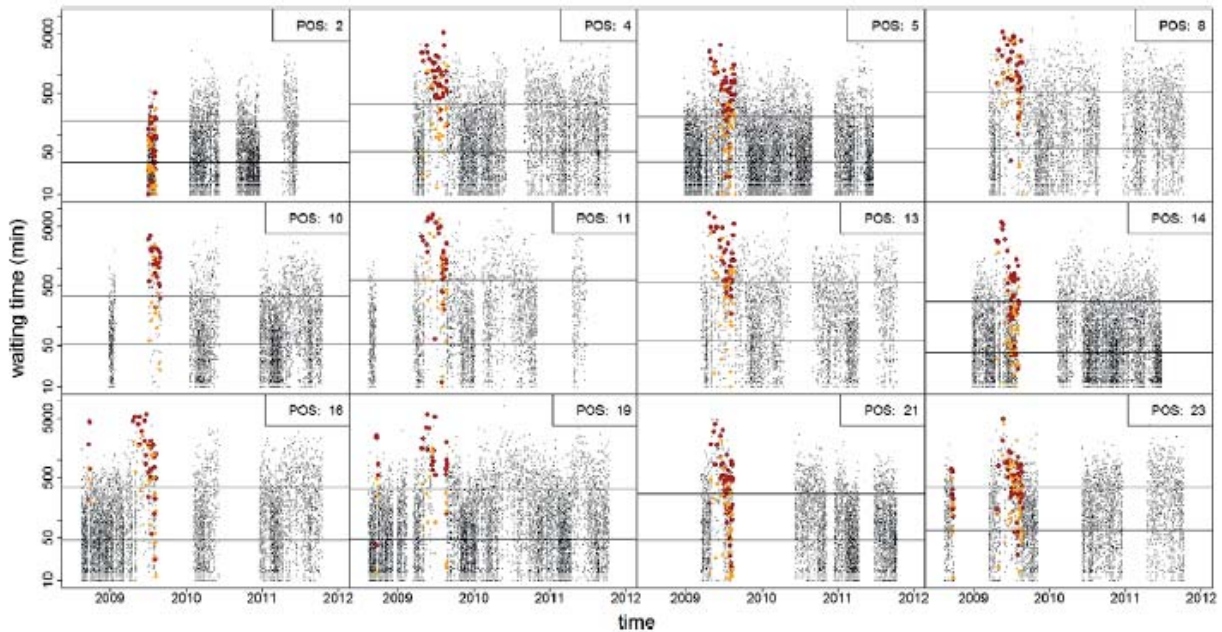


Figure 7. Analysis of waiting times (WT) for each C-POD-position. Grey dots mark WT without pile-driving and red dots mark 1st WT after pile-driving was commenced, orange dots are 2nd WT after pile-driving. The horizontal black line and grey line indicate respectively the median and the median + standard deviation of all WT at that position. Y-axis is log scaled.

出典 : Effects of pile-driving on harbor porpoises (*Phocaena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany, Michael D'ahne1 et al, Environ. Res. Lett. 8 (2013)

図 3.2.5-32 C-POD の結果に基づく 12 地点のネズミイルカが戻ってくるまでの時間

・参考：嫌忌音の利用

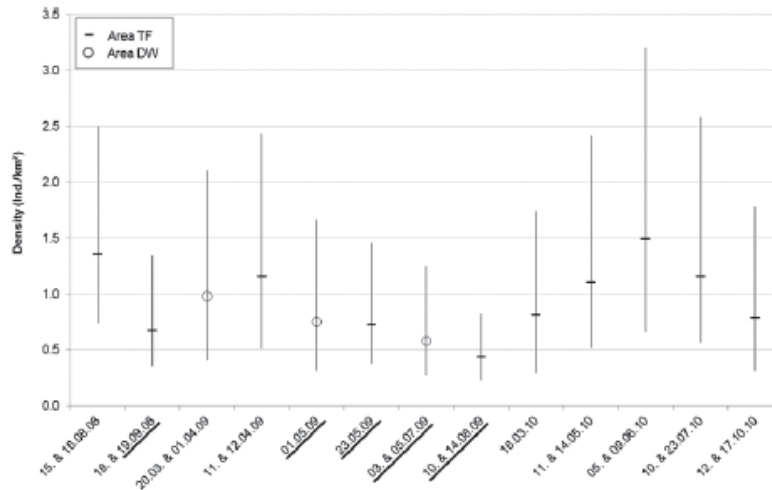
嫌忌音によりパイル打込み地点から harbor porpoise を事前に遠ざける方法が検討された。その結果、seal scares (アザラシから海産物の被害を防止するために、大きな音を出す装置) が harbor porpoise にも有効なことが分かった。この音の到達距離は 2.4~7.5km である。

<稼働時の影響>

2008 年~2012 年の間に 19 回の航空機トランセクト調査を実施し、その範囲は合計で 23,338 k m<sup>2</sup>、その中で 2,392 個体 (内 107 個体は幼獣) の harbor porpoise を確認し、密度分布などを把握した。図 3.2.5-33 は生息密度の時系列変化で生息密度は 2009 年のウィンドファーム建設時が最も少ないことが確認された。また、生息密度の季節変化も確認できた。

周辺海域の統計データからは 2005 年以降 alpha ventus の建設・稼働前までは harbor porpoise の

増加傾向が確認されているが、alpha ventus のような小規模なウィンドファーム建設が影響しているとは考えられず、先の増加が自然増によるもの、あるいは 2010～2012 年に近傍で開発された BARD OFFSHORE 1 や BWII など、さらには 2009 年に建設された BorWin alpha converter platform が影響している可能性があることも示唆している。



**Figure 4.** Estimated density of harbour porpoise per survey in the study areas TF and DW. Error bars show 95% confidence limits. Area TF is indicated by short dashes for the estimated density, area DW is represented by open circles. Dates of surveys conducted during pile-driving or within 48 h following pile-driving at AV are underlined in black.

出典 : Effects of pile-driving on harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany, Michael Döhne et al, Environ. Res. Lett. 8 (2013)

図 3.2.5-33 harbor porpoise の生息密度の時系列変化

## ⑧ 動物（鳥類）

表 3.2.5-26 鳥類に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事に伴う騒音等により生息環境に及ぼす影響 ◎施設の稼働による影響：施設の存在・稼働に伴い、飛行経路の変更、休息地や採餌場に及ぼす影響	
	調査時期	予測時期（工事時、存在・稼働時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎航空機、船舶、フェリー、陸上からの目視観測等 ◎レーダーによる観測	
予測	予測時期	工事時、存在・稼働時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎風車への衝突リスク（衝突予測モデル）による定量的な予測 ◎飛翔ルートの妨害（障壁効果）及び休息場・採餌場として利用している鳥類への定性的な予測	
評価	評価手法	◎現地調査、既往知見等に基づく定性的手法 ◎予測結果による総合的な評価	

## 【概要】

鳥類については、14 事例のうちすべてが評価項目に取り上げている。工事騒音、工事船舶の航行、および稼働時の生息環境の変化、障壁影響およびバードストライクによる影響の可能性があるため選定している。

調査手法は、航空機トランセクト、船舶トランセクト、目視、レーダ調査が実施されている。

予測については、14 事例中、定性的予測が 13 事例、定量的予測が 1 事例である。定性予測は、施設稼働に伴う生息環境、飛行ルートへの影響を現地観測結果等から予測しており、定量的予測は、衝突リスクをモデルにより予測している。なお、他の文献（野鳥と洋上風力発電、日本野鳥の会 2011 年 3 月）によれば、衝突リスクは、モデルを用いて定量的に評価する場合の方が多く記載されている。英国の洋上風力のリンクス、グレーターガバート、レース・バンク、サネットのプロジェクトでは、モデルによる定量評価が行われている。

評価については、建設工事中と稼働中の影響を評価している。建設工事中の影響は、工事騒音、船舶航行、底泥の拡散、生息場の移動についていずれも軽微と評価されている。稼働中の影響は、生息場の移動、障壁影響、海鳥と小型の陸鳥のバードストライクに関しては軽微と評価され、大型の陸鳥のバードストライクに関しては中程度の影響があると評価されている。



【調査】

・項目の選定理由

計画海域の周辺が貴重な鳥類が分布する海域であることから、ウィンドファームが鳥類に及ぼす影響を把握するために選定している。工事中と稼働中の評価要因を以下のとおり設定している。

<工事中の影響>

- ・建設工事中の騒音
- ・工事船舶の航行
- ・海底泥の拡散
- ・生息場所の移動

<稼働中の影響>

- ・生息場所の移動
- ・生息環境の変化
- ・障壁影響
- ・バードストライク（海鳥、陸鳥）

・実施されている調査手法の事例

既往文献資料を活用するとともに、これらのデータを補完または確認するために、以下の調査を実施している。

- ・航空機トランセクト調査
- ・船舶トランセクト調査
- ・目視観察とレーダ調査

以下に各調査方法の概要を示す。

[航空機トランセクト調査]

2008年12月～2009年8月にかけて5回の調査を実施している。調査は高翼の双発機（Patenavia P-68）でバブル窓を装着している機種を利用した（図 3.2.5-34）。飛行高度は76m、航行速度は185km/hで、ビューフォート階級3以下、透視度5km以上の時を対象に実施している。航空機による調査模式図は図 3.2.5-35 に示すとおりで、対象範囲は図 3.2.5-36 に示すとおりである。

なお、未確認の範囲における個体数については、海域の環境条件などをパラメータとしたに予測モデルで推定している。



Figure 3-4 Survey plane Partenavia P68.



Figure 3-5 Aerial survey: measuring the angle to the birds by clinometer.

図 3.2.5-34 調査に使用した航空機

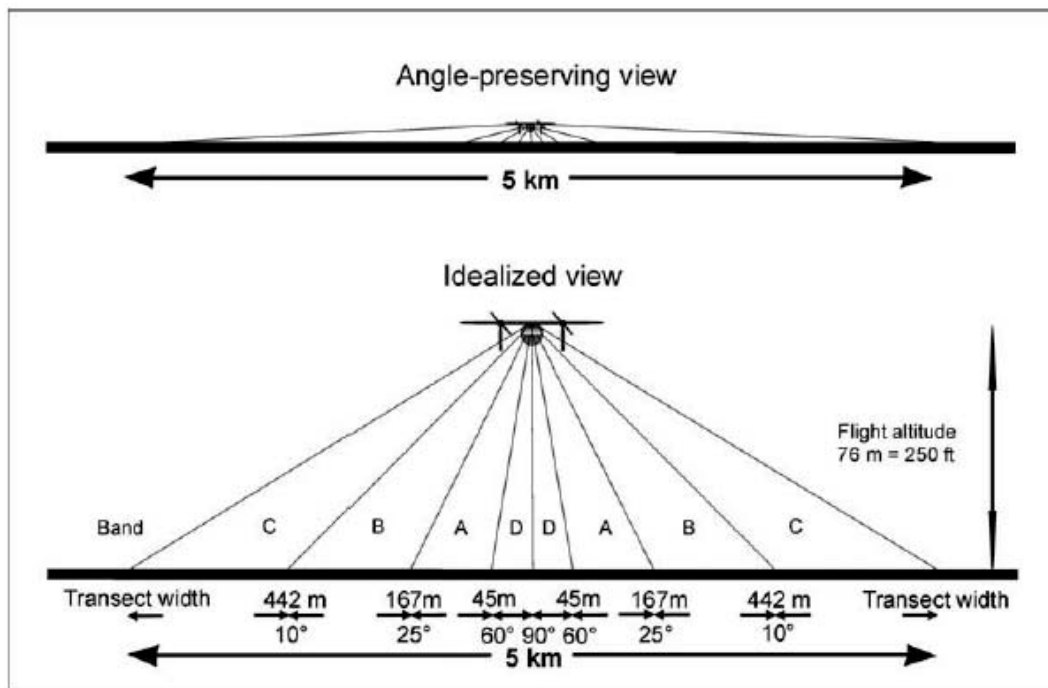
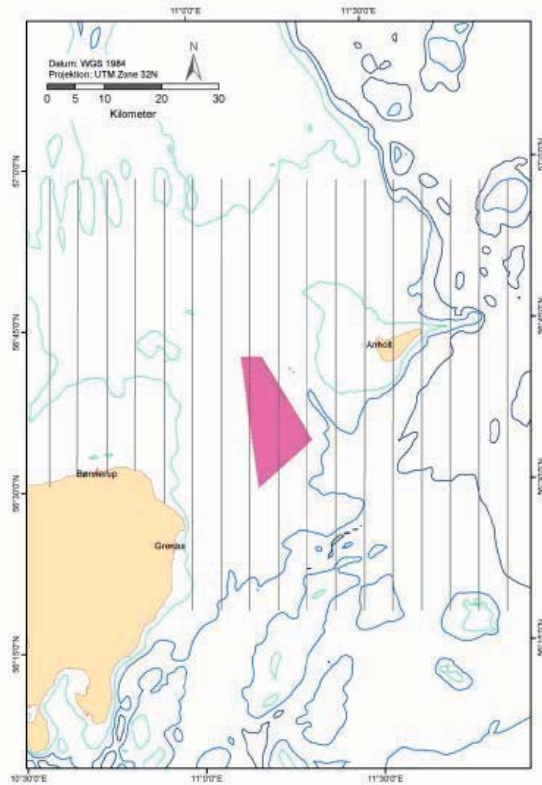


Figure 3-3. Aerial survey method for counting birds, angles and corresponding band widths. Band C extends to 1000 m perpendicular distance.

出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-35 航空機による調査模式図



出典：Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-36 航空機によるライントランセクト調査範囲

[船舶トランセクト調査]

船舶調査は航空機調査の補完的な意味合いと、航空機調査では確認ができない種類の確認など、より詳細な調査を行うことを目的としている。トランセクト幅は船舶の片舷に 300mの範囲を設定し図 3.2.5-37 のような範囲の区分を行っている。計測間隔は 1 分～10 分間の範囲で設定し、飛翔個体についてはスナップショット法を採用している。船舶の航行速度は 10 ノットでビューフォート階級 4 以下、視程 3km 以上の時を対象に実施している。調査対象範囲は図 3.2.5-38 に示すとおり。

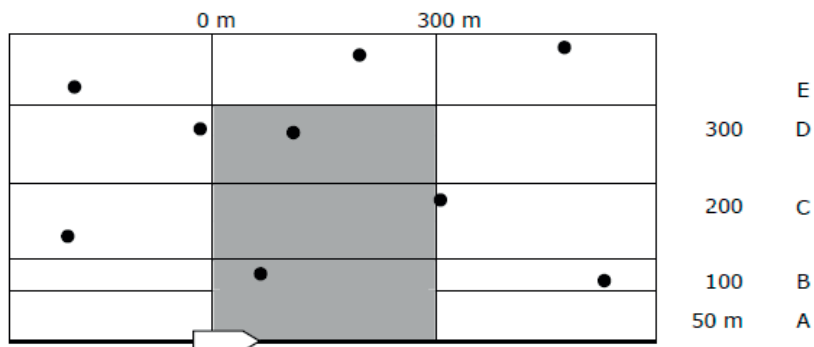


Figure 3-8 Scheme of a strip transect survey by ship speed of 10 kn (flying birds in grey areas at the time of the snapshot are counted as 'in transect', all other flying birds are counted as 'not in transect')

図 3.2.5-37 船舶によるトランセクト調査方法

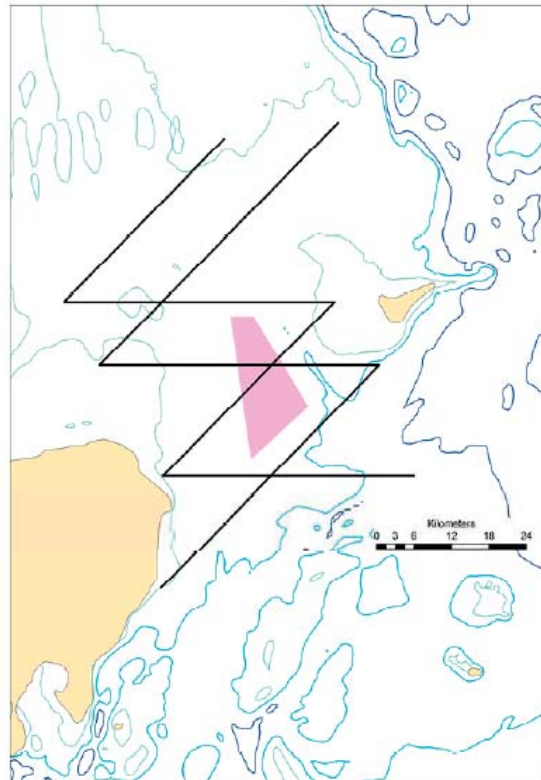


図 3.2.5-38 船舶トランセクト調査の範囲

[目視観察とレーダ調査]

計画海域の両側の 2 地点（陸上）に船舶レーダを設置するとともに、同じ地点にて目視観察を実施している（図 3.2.5-39、図 3.2.5-40）。目視観察結果はレーダ調査における種類の決定に利用している。レーダは X-バンドを利用した標準的な船舶レーダで、その仕様は表 3.2.5.3-8-1 に示すとおり。



Figure 3-10 The location of the two radar stations (Source: Google Earth).

出典：Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-39 レーダと目視観察地点



Figure 3-11 The radar installation at Anholt Harbour and Gjerrild Klint

出典：Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-40 レーダの設置状況と目視観察状況

表 3.2.5-27 レーダの仕様

Table 3-2 Specifications of radar devices used.

Brand	Furuno
Type	FAR2127
Power output [kW]	25kW
Frequency [MHz]/wavelength [mm]	9.4 GHz (X-band)
Horizontal angle of radar beam [°]	1 degree
Vertical angle of radar beam [°]	10 degree
Rotational speed [min <sup>-1</sup> ]	24 rpm
Antenna length [mm]	2400

レーダ調査で採用したソフトウェアは以下のとおり。

- ・ RadCtrl2/PolScan：レーダ制御とデータ収集
- ・ BirdWatch/BirdWatchShow：オンラインの検証データ収集システム
- ・ BirdTrack：鳥類奇跡の判別と抽出システム

[参考：バードストライク]

バードストライクに関しては特に現地調査は実施しておらず、上記の現地調査結果に既往の知見等を対応させ評価している。

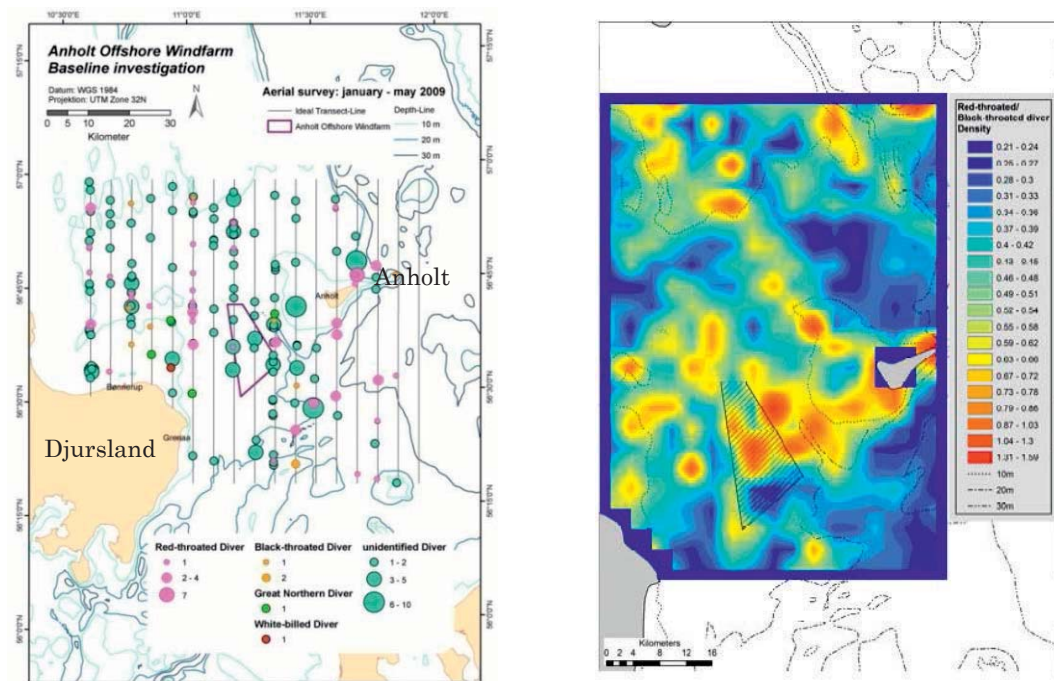
<調査結果>

以下に現地調査結果の一例を示す。

[航空機トランセクト調査と船舶調査結果]

2009年に実施した航空機による事前調査のアビ科 (Red-throated、Black-throated、White-billed、Great Northern Diver) の結果を示す。ウィンドファームのエリアを含む Anholt と Djursland のゾーンで密度の増加が大きいことが確認されている (図 3.2.5-41 左)。

調査結果を元に密度分布を算定した結果を図 3.2.5-41 (右) に示す。ウィンドファームの中心から Anholt の東側の連続する範囲で中～高密度の分布が確認できる。



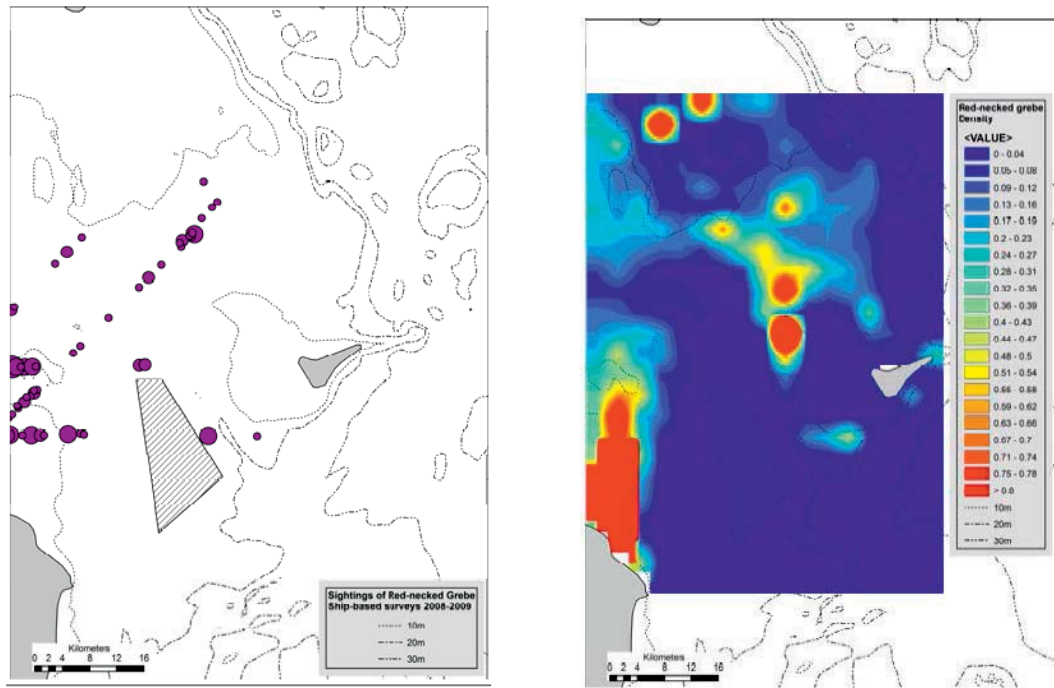
出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-41 航空機による事前調査結果 (左) と調査結果から算定した生息密度 (右)

図 3.2.5-42 (左) は、冬季の船舶調査により、カイツブリ (Red-necked Grebes) が、ウィンドファームの北部および西部の領域において低密度で分布している状況を示している。

右図は、越冬しているカイツブリの平均密度の分布を空間モデルにより示しており、赤色のパッチの部分は、Djursland の北部、Laso の南部、Anholt の北西部の浅海域の緩い傾斜と関連している。

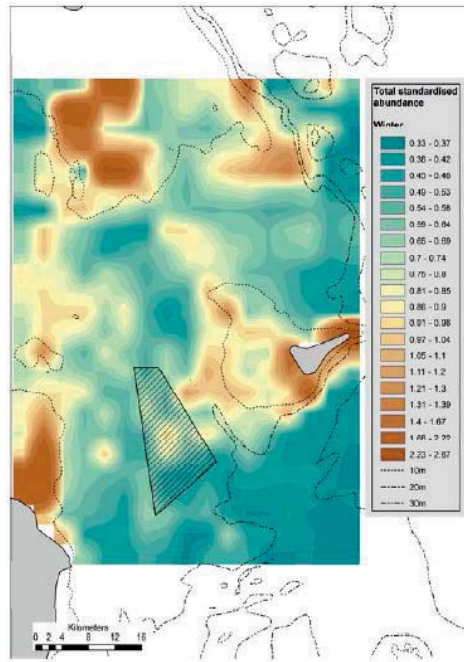
このモデルの結果、ウィンドファームを含め 15m より深いエリアは、冬季の間、カイツブリは、ほとんどいないことを示している。



出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-42 船舶による事前調査結果 (左) と調査結果から算定した生息密度 (右)

種の密度モデルに基づき、冬季の全種類の生息密度算定結果の例であり、密度は 0 から 1 に標準化されている (図 3.2.5-43 参照)。ウィンドファームの場所は、アビにとって重要ではあるけれど、生息密度は比較的低いことを示している。

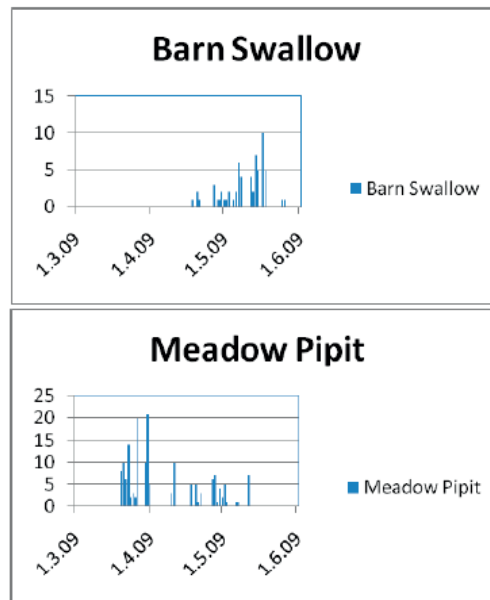


出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-43 全種類の生息密度算定結果 (基準化値)

[目視観察とレーダ調査結果]

早春の3月及び4月はじめは、主要な渡りの時期である。この間、多くの種類の鳥が姿を現す。図は、春の渡りの時期以降 (3月、4月、5月6月) に実施した目視によるツバメとマキバタヒバリの観察例である。



出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-44 目視観察結果 (日単位の個体数)



図 3.2.5-45 (左、中央) は、Djursland と Anholt の間の渡りのルートに沿ってレーダ調査を実施し、5 地点において 4 月～5 月の 2 ヶ月を対象に 5 日ごとに通過個体数を集計してグラフ化した例である。

図 3.2.5-45 (右) は、レーダ調査により、結果を高度別 (1500m まで)、時間帯別 (夜、午前、午後、夕方) にグラフ化した事例である。この例では 100m の高度ごとに区分しており、概ね 200m 以下に全個体数の 1/4 が分布していることがわかる。



出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

図 3.2.5-45 レーダ調査結果 (左、中央：海峡の通過個体数、右：高度別個体数)

## 【予測】

予測については、ほとんどの事例が現地観測結果等から推定した定性的な予測であり、定量的予測に事例は少ない。

定性予測は、施設稼働に伴う生息環境、飛翔ルートの妨害（障壁影響）及び休息場・採餌場として利用している鳥類への攪乱に対する影響事象を現地調査から予測（Cape Wind、Egmond and Zee、Barrow、HornsRev1、Nysted）している事例や、また、施設存在による直接的・副次的、短期的・長期的な個体への影響等を既存資料及び調査結果から定性的に予測、渡り鳥については特定種をターゲットに既往資料を基に影響を予測（London Array）している事例が見られた。

また、工事中に関しては既往知見に基づき棲息鳥類の感受性の程度に関する情報ならびに工事に伴うえさ場環境の変化に関する情報を収集し、生息場の移動可能性やえさ場環境の持続性を検討している。稼働中に関しては餌場環境情報、障壁影響に関する既往情報、バードストライクに関する既往情報を収集し当該事例を対象に検討している（Anholt）。

定量予測については、注目種の衝突リスクについてモデルを用いて予測している。以下に、London Array 洋上風力の定量予測の事例を示す。注目する7種類（アビ、カモメ、アジサシ、カツオドリ等）の鳥類について、ウィンドファーム内の平均個体数、飛翔高度のデータ等から衝突回避率と死亡率の増加を推定している。

予測結果のまとめを表 3.2.5-28 に、アビの衝突リスク評価の事例を図 3.2.5-46 に示す。一般に鳥の衝突を避けるためには、高い回避率が要求される。アビについては、99.6～99.9%という数値が適用されているが、その根拠は、Garthe and Huppopp（2004）の研究による。

アビについては比較的高い衝突リスクにあると考えられている。そのため、リスクを低減するために事業エリアの縮小、工事期間の時期をアビの活動時期からこと、航路標識灯、航空障害灯などの鳥を誘引する光を最小限にするなどの環境保全措置が採られた。

表 3.2.5-28 注目種別の衝突リスクの予測

Table 7.12 Collision risk predictions for key species at the London Array Offshore wind farm.

Species	Mean count of flying birds (WF+1km)	% flying at rotor height	Background annual mortality rate *	Threshold avoidance rate to give significant effect
Red-throated diver	48.9	11% (flock flight ht data)	16%	99.9%
"	48.9	4.5% (individual flight ht data)	16%	99.8%
"	48.9	2.5% (individual flight ht data excluding flock of 4,000)	16%	99.6%
Black-throated diver	0.2	11%	15%	99.9%
Herring gull	168	27%	7%	99.8%
Lesser black-backed gull	203	38%	7%	99.9%
Great black-backed gull	27.9	34%	7%	99.9%
Common tern	50.2	9%	12%	99.8%
Gannet	22.5	15%	6%	99.8%
Sandwich tern	22.8	13%	12%	99.4%

Notes:  
\* from Garthe and Huppopp (2004)

出典：Environmental statement, London Array limited, 2005

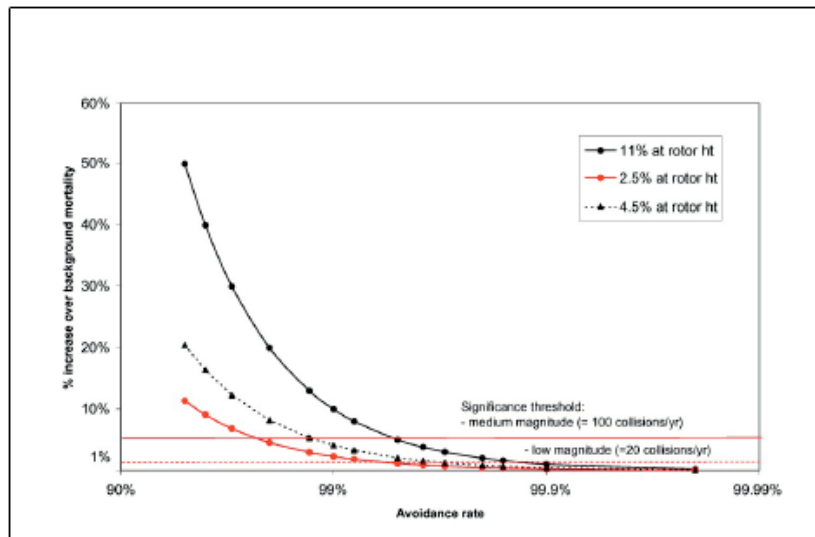


Figure 7.58 Diver collision risk assessment: effect of avoidance rate and the proportion flying at rotor height.

出典：Environmental statement, London Array limited, 2005

図 3.2.5-46 アビの衝突リスク評価の例

【評価】

評価については、多くの事例で現地調査結果と既往知見に基づき定性的に評価している。以下に Anholt の事例と、鳥の衝突回避について定量予測をもとに評価している London Array の事例を示す。Anholt の評価基準を表 3.2.5-29 (1) のとおり影響の強度、規模、期間、重要度について区分設定し、建設工事中と稼働中の影響を評価している。評価結果を表 3.2.5-30 (2)、(3)に示す。建設工事中の影響については工事騒音、船舶航行、底泥の拡散、生息場の移動のいずれも軽微と評価された。稼働中の影響については、生息場の移動、障壁影響、海鳥と小型の陸鳥のバードストライクに関しては軽微と評価され、大型の陸鳥のバードストライクに関しては中程度の影響があると評価されている。

表 3.2.5-30 にアビの飛翔高度と衝突回避率の関係から衝突リスクを評価している。飛翔高度がハブ高さ 11%、かつ回避率が低い場合 (95%) で、リスクは高いと評価されている。それ以外の高度が低い場合、あるいは回避率が高い場合は、リスクは中程度以下の影響となっている。最終的には、ほかの鳥についても同様に評価し、総合的に重要な影響はないとしている。

表 3.2.5-29 (1) 環境影響評価基準

Table 3-4 Criteria used in the environmental impact assessment for the off-shore wind park.

Intensity of effect	Scale of effect	Duration of effect	Overall significance of impact <sup>1</sup>
No	Local	Short-term	No impact
Minor	Regional	Medium-term	Minor impact
Medium	National	Long-term	Moderate impact
Large	Transboundary		Significant impact

<sup>1</sup>: Evaluation of overall significance of impact includes an evaluation of the variables shown and an evaluation of the sensitivity of the resource/receptor that is assessed.

表 3.2.5-29 (2) 建設工事中の評価結果

Table 3-5 Summary of impact on birds during construction.

Impact	Intensity of effect	Scale/geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Construction noise	Minor	Local	Medium-term	Minor
Traffic	Minor	Local	Medium-term	Minor
Sediment dispersal	Minor	Local	Short-term	Minor
Habitat displacement	Minor	Local	Long-term	Minor

表 3.2.5-29 (3) 稼働中の評価結果

Table 3-7. Summary of impact on birds during operation.

Impact	Intensity of effect	Scale/geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Habitat displacement	Minor	Local	Long-term	Minor
Habitat change	Negligible	Local	Long-term	Negligible
Barrier effects	Minor	Transboundary	Long-term	Minor
Collision risks - waterbirds and smaller landbird species	Minor	Transboundary	Long-term	Minor
Collision risks - large landbird species	Medium	Transboundary	Long-term	Moderate

出典 : Anholt Offshore Wind Farm、Energinet.dk、Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. October 2009

表 3.2.5-30 衝突回避率の評価例 (アビ)

Table 7.13 Risk assessment for collision risk for red-throated divers at the proposed London Array Offshore Wind Farm.

% Flights at Rotor Height:			
Avoidance Rate	11%	4.5%	2.5%
95%	High	Medium	Medium
99%	Medium	Low	Low
99.5%	Low	Low	Low
99.9%	Negligible	Negligible	Negligible

Notes:

Magnitude in each cell is described, colour of cell represents significance level (green = not significant, amber = potentially significant, red = significant).

出典 : Environmental statement, London Array limited, 2005

## ⑨ 植物 (海草藻類)

表 3.2.5-31 海草藻類に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事に伴う濁り、堆積、掘削に伴う生育環境に及ぼす影響 ◎施設の存在による影響：施設の存在に伴う生育場の消失および堆積物の侵食、改変等による生息環境への影響	
	調査時期	予測時期（工事時、存在時）を想定した時期	
	調査手法	◎既往調査資料等による定性的手法 ◎ビデオ映像調査、採泥器によるサンプリング	
予測	予測時期	工事時、存在時	
	予測手法	◎現地調査結果および既往調査資料等による定性的手法 ◎工事の濁りについて堆積物の移動範囲を予測することにより生育環境への影響を定性的に予測	
評価	評価手法	◎現地調査、既往知見等に基づく定性的手法	

## 【概要】

海藻草類については14事例のうち7事例が取り上げている。なお、植物プランクトンや藻場の評価事例は少ない。海底ケーブル敷設工事に伴う、濁りの発生や、施設の存在により生育場の消失が海域植物に与える影響が懸念されるため影響評価項目に選定されている。

現地調査は、サイドスキャンソナーによる海底調査、ダイバーによる目視観察やTVシステム等観察、グラブ採泥器によるサンプリング調査が実施されている。

予測は7事例のうち全てにおいて定性的な予測である。浸食などによる生育環境への影響を現地調査結果等から定性的に予測している。評価については濁りの拡散シミュレーション結果と生息条件、現地調査結果と比較して評価している。

【調査】

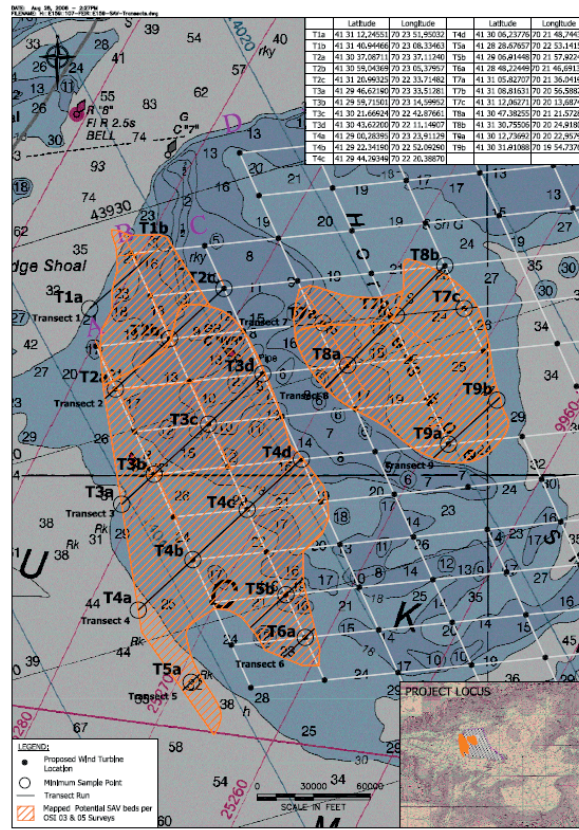
・ 項目の選定理由

当該海域の北方にアマモの繁殖地があるため、海底ケーブル（サイト内と連系ケーブル）の敷設に伴う海底泥の拡散が影響する可能性がある。

・ 実施されている調査手法の事例

< 調査方法 >

既往データの結果を補完するため、サイドスキャンソナーを利用した海底調査を実施している。ウィンドファーム近傍を対象とした調査海域は図 3.2.5-47 に示しとおりで、対象海域内に 9 本のトランセクトラインを設定している。



出典 : Submerged aquatic vegetation investigation, cape wind energy project, August 23.2006

図 3.2.5-47 トランセクト調査位置とポイント調査地点の配置

各トランセクトラインには風車設置地点を考慮して 1～4 地点の調査ポイントが設定されており、これらの地点ではダイバーTV システムが適用された (図 3.2.5-48)。カメラの撮影範囲は 3×3 フィートで、撮影時間は 5 分間としている。

カメラを回収した後、撮影結果の検証のために VanVeen Grab によるサンプリングを実施している (図 3.2.5-49)。ダイバーによる目視観察も海底ケーブルルートを含む 4 地点で実施されている。調査は対象地点で 10 フィート毎に 100 フィートまで設定した同心円上の海草等の出現状況を確認する方法で、写真撮影も併用している。



Figure 2. Simrad OE9030/9031 Diver Television System

出典 : Submerged aquatic vegetation investigation, cape wind energy project, August 23.2006

図 3.2.5-48 ダイバーTV システム



Figure 3. Deployment of VanVeen Grab from the deck of the observation platform

出典 : Submerged aquatic vegetation investigation, cape wind energy project, August 23.2006

図 3.2.5-49 VanVeen Grab によるサンプリング状況

<調査結果>

VanVeen Grab によるサンプリング結果を表 3.2.5-32 に示す。

表 3.2.5-32 VanVeen Grab によるサンプリング結果

**TABLE 1: Species Observed**

Location	Depth in Feet*	Species Present
T1A	N5	
T1B	26	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , un-identified yellow sponge
T2A	24	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , <i>U. lactuca</i> ,
T2B	15	<i>Z. marina</i> , <i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , <i>U. lactuca</i>
T2C	15	<i>C. fragile</i> , <i>U. lactuca</i> , <i>G. takvahliae</i>
T3A	N5	
T3B	26	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T3C	26	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , <i>S. filipendula</i>
T3D	14	<i>C. fragile</i> , <i>S. filipendula</i>
T4A	42	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , un-identified yellow sponge
T4B	25	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T4C	23	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T4D	20	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T5A	43	<i>C. fragile</i> , un-identified yellow sponge
T5B	23	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T6A	35	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T7A	18	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T7B	28	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T7C	28	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T8A	15	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>
T8B	35	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , <i>G. takvahliae</i>
T9A	23	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i> , un-identified yellow sponge
T9B	32	<i>C. fragile</i> , <i>G. americana</i>

\* Depth reported is as collected on the RV Eastwind  
 N5 = Not Sampled

ダイバーによる目視観測結果の一例を図 3.2.5-50～図 3.2.5-52 に示す。

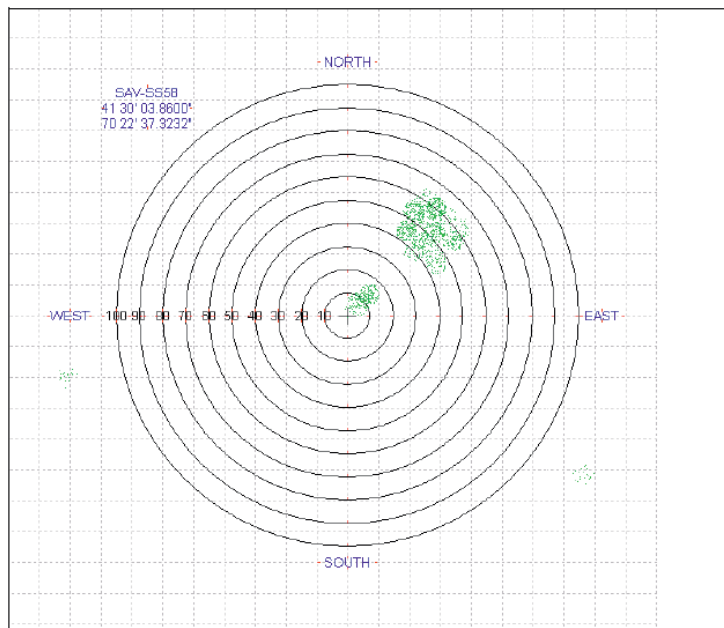


Figure 1. Location and Extent of Eelgrass (*Zostera marina*) at AV-SS58

出典 : Cape wind Submerged aquatic vegetation diver survey, July 2003

図 3.2.5-50 ダイバーによるアマモの確認結果の例





Figure 3. Underwater Photograph of Eelgrass (*Zostera marina*) at AV-SS58

出典：Cape wind Submerged aquatic vegetation diver survey, July 2003

図 3.2.5-51 ダイバーによるアマモの確認結果の例

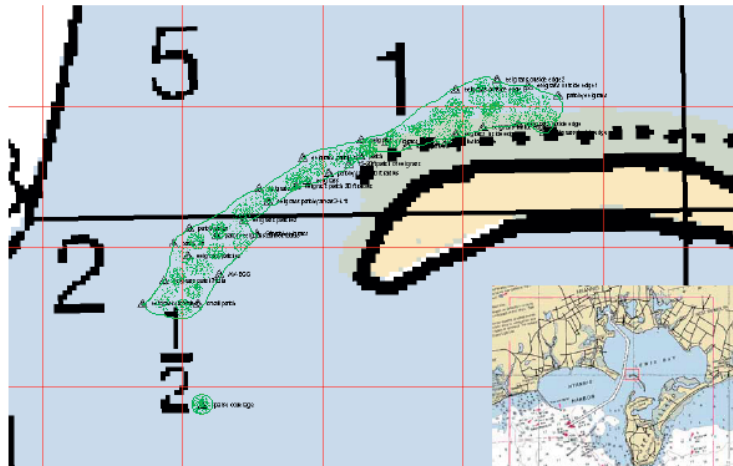


Figure 4. Location and extent of Eelgrass (*Zostera marina*) at AV-EGG

出典：Cape wind Submerged aquatic vegetation diver survey, July 2003

図 3.2.5-52 ダイバーによるアマモの確認結果の例

#### 【予測】

予測はほとんどの事例において、定性的な予測であり、工事中における濁りの発生による影響、施設稼働時における流れの変化による生息環境への影響を定性的に予測している。

#### 【評価】

重要とされるアマモの生息海域を対象に、海底ケーブル敷設に伴い海底泥の拡散予測結果を対応させたところ、生息海域の懸濁物濃度は 50mg/l 以下で生息には影響がないと評価している。また、光合成への影響もないとしている。一方、風車基礎の占有による藻類の消失に関しては、その面積が少ないため問題ないと評価している。

## ⑩ 景観

表 3.2.5-33 景観に関わる調査・予測・評価手法について

項目		内容	備考
調査	調査対象項目	◎工事による影響：工事に伴う作業船舶等による景観への影響 ◎施設の存在による影響：施設の存在により眺望景観の変化が考えられる。	
	調査時期	予測時期（工事時、存在時）を想定した時期	
	調査手法	◎写真（船上、陸上）、フォトモンタージュ、景観シミュレーションによる定性的手法 ◎地域住民等（居住者、ビジネスマン、観光客）への意識調査	
予測	予測時期	工事時、存在時	
	予測手法	◎写真及びフォトモンタージュ等と意識調査による影響を定性的に予測	
評価	評価手法	◎現地調査、既往知見等に基づく定性的手法 ◎周辺の自然条件や社会条件の感受性を考慮した眺望に基づき評価	

## 【概要】

14 事例のうち 7 事例が景観を環境影響評価項目に上げている。景観は、主要眺望点から風車までの離岸距離、風車の規模によって実施するかどうか判断されている。

調査はフォトモンタージュ等により設置後の写真を作成し、地域住民に意識調査を実施している。予測は、7 事例のうち全てにおいて、フォトモンタージュ等により影響を定性的に予測している。

評価は、気象条件により、見え方も異なるので、気象統計データも併用している事例もある。評価の視点としては、影響の強度、影響の範囲、影響の期間などである。

【調査】

・ 項目の選定理由

施設の存在により主要眺望点からの景観の変化が考えられるため選定している。

・ 実施されている調査手法の事例

計画海域を眺望する主要眺望地点(ここではDjurslandとAnholt)の中からレクリエーション地区、社会的価値がある地域、良好な景勝地域などを選定し、現地調査結果を考慮して7地点の評価地点を選定している(図 3.2.5-53)。選定されなかった地域に関しては状況に応じて Visibility 調査を実施し、風車の視認状況を確認した(図 3.2.5-54)。風車の配置に関しては風車規模と基数ならびに配置パターンを変化させた4ケースを対象としている(図 3.2.5-55)。



Figure 1-10 The seven observation sites shown as Windpro Camera Objects, together with the Siemens 2.3 (174 turbines) radial layout. For each site the positions of the observer sometimes varied depending on the time of day and other contingent reasons, hence the larger number of Camera Objects (shown as arrows). Pictures from the ferry refer to the distance expected between the ferry and the wind turbines with the used layouts of the turbines.



Figure 1-11 Three view points on the north western part of Anholt of which two are picked out as examples in this report - view point 1 from the stairs and view point 2 from the road to the harbour.

出典 : Anholt Offshore Wind Farm Visualization report December 2009

図 3.2.5-53 景観の評価地点

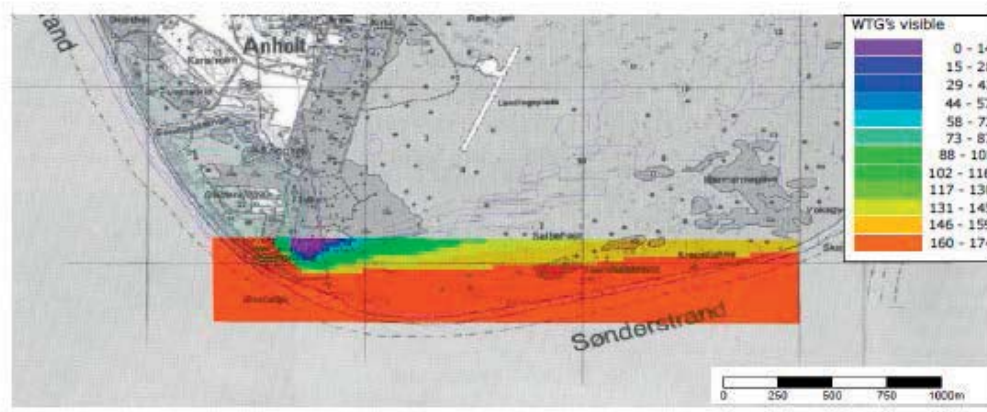
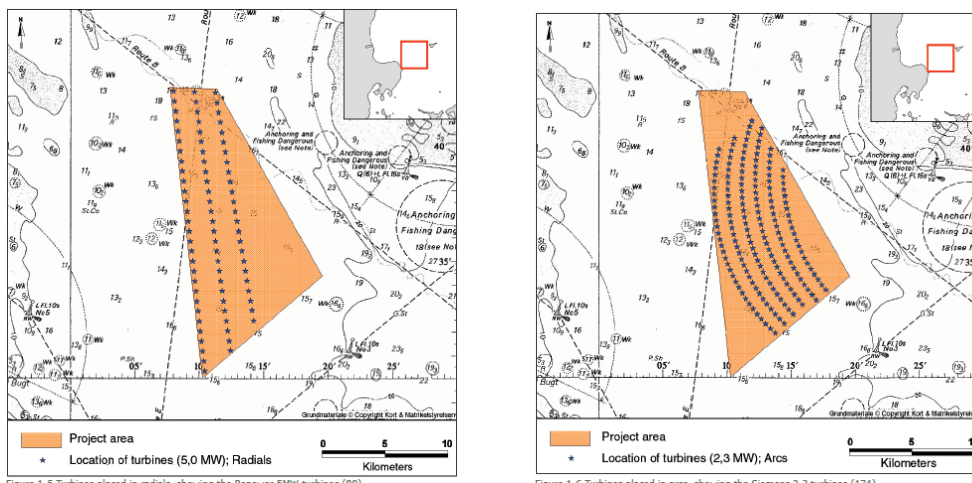


Figure 1-8 Visibility study at the coast of Anholt

図 3.2.5-54 Visibility 調査の例



(5MW80 基)

(2.3MW174 基)

出典 : Anholt Offshore Wind Farm Visualization report December 2009

図 3.2.5-55 風車配置の例

評価の気象条件等に関しては、「快晴状態 : Very clear」、「晴天状態 : Clear」、「霧状態 : Misty」、「夜間」の 4 条件を採用するとともに、各月の気象条件の統計結果 (図 3.2.5-56) も最終評価に適用している。

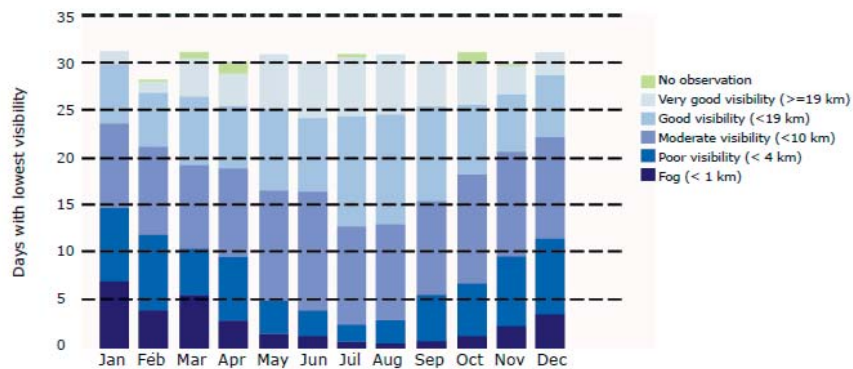


Figure 1-9 Diagram showing the weather conditions in The Kattegat, in terms of visibility (/9/)

出典 : Anholt Offshore Wind Farm Visualization report December 2009

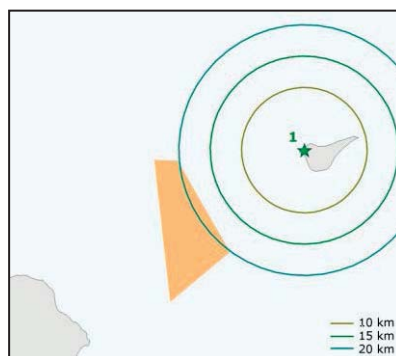
図 3.2.5-56 近傍における気象条件の統計結果

【予測】

フォトモンタージュ手法を適用し建設前後の景観を確認している。その一例を図 3.2.5-57 に示す。



(建設後：2.3MW174基)



(眺望点)

出典：Anholt Offshore Wind Farm Visualization report December 2009

図 3.2.5-57 フォトモンタージュ結果

【評価】

Anholt の事例について示す。主要眺望点（ここでは Djursland 地区、Anholt 地区、Seascape の3か所）について、影響の強度、影響の範囲、影響の期間の点から評価を行っており、その結果は表 3.2.5-34～表 3.2.5-36 に示す。Djursland 地区ならびに Anholt 地区からの景観に対する影響は顕著であることが示唆されている。

しかしながら、この評価はあくまでも景観上の評価で、環境影響評価ではこの景観の状況がどのような人間活動に影響するかを検討している。具体的には観光やレクリエーション活動が対象で、ここでは建設工事中と稼働中に関して評価されている。

建設工事中については、①期間が短い、②景観を阻害するのは沖合の風車よりも近傍の港湾における作業や機材の集積で範囲が局所的ということで中程度の影響と評価。

稼働中については、①インパクトは長期的、②景観疎外は大きいが局所的で中程度の影響と評価。

最終的な評価を表 3.2.5-37 に示す。景観、騒音、アクセス規制の3要因で示されているが最終には景観は moderate（中程度の影響）の評価となっており、ウィンドファームは 2011 年末から着工開始し、2013 年に運用開始された。

その他の事例では、工事中の作業船舶等による景観への影響が評価されており、工事期間が限られるため一時的で影響は小さい（Cape Wind）。また、発電施設は沿岸から長距離に位置していることから景観への影響はほとんどない（London Array）。観光船等からの眺望についても限定的な範囲であることから、影響は限られている（Cape Wind）。施設自体が観光資源となることから、影響は小さい（Naikun）。視認域の沿岸部にはほとんど住民の居住がないこと等から、景観への影響はほとんどない（Barrow）。また、仮に視認できたとしても風車の存在は良好で落ち着いた景観として捉えられることから、景観への影響はない（North Wind）などと評価されている。

表 3.2.5-34 Djursland 地区からの評価

Table 8-1 Overall significance of the visual impacts on Djursland.

Impact	Intensity of effect	Scale/ geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Visual impact on the landscape on Djursland	Large	Regional	Long term	Significant

表 3.2.5-35 Anholt 地区からの評価

Table 8-2 Overall significance of the visual impacts on Anholt.

Impact	Intensity of effect	Scale/ geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Visual impact on the landscape on Anholt	Large	Regional	Long term	Significant

表 3.2.5-36 Seascape における評価

Table 8-3 Overall significance of the visual impacts at sea.

Impact	Intensity of effect	Scale/ geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Visual impact on the seascape	Large	Regional	Long term	Moderate

出典：Anholt Offshore Wind Farm Visualization report December 2009

表 3.2.5-37 人間活動への影響評価

Table 5-1 Summarized effects and significance.

Impact	Overall significance of impact	Quality of available data
<b>OFFSHORE PROJECT</b>		
<b>Impact on tourism and recreation on shore and offshore - during construction</b>		
<i>Visual impact</i>	Moderate	1
<i>Noise impact</i>	Minor	1
<i>Restriction in access</i>	Minor	2
<b>Impact on tourism and recreation on shore and offshore - during operation</b>		
<i>Visual impact</i>	Moderate	2
<i>Noise impact</i>	Minor	2
<i>Restriction in access</i>	Minor	2
<b>TRANSFORMER PLATFORM AND CABLE PROJECT</b>		
<b>Impact on tourism and recreation during construction</b>		
<i>Visual impact</i>	Minor	1
<i>Noise impact</i>	Minor	1
<i>Restriction in access</i>	No/Minor	1
<b>Impact on tourism and recreation during operation</b>		
<i>Visual impact</i>	No/minor	1
<i>Noise impact</i>	No/minor	1
<i>Restriction in access</i>	No/Minor	1

出典：Anholt Offshore Wind Farm Tourism and Recreational Activities December 2009

4) まとめ

海外の洋上風力に関わる調査、予測・評価手法の事例を整理した。その結果、各環境項目に対応した調査手法については、既存の海洋調査技術を組み合わせて利用しているものが見られた。既に日本でも導入事例があるが、海産哺乳類の音響調査や鳥類のレーダ調査は、各要素技術を基に、生物を対象に器機を開発し活用している。

予測手法の事例については、既に確立している水質・底質のシミュレーションモデルや、鳥類の分布調査を基にした空間生息分布モデルや海産哺乳類の水中騒音に対する回避行動の距離を解析する事例が見られた。

評価手法の事例については、生物へ影響する強度、規模、期間、及び重要度を点数化して、総合点で評価しているものが見られた。

これらの手法は日本への導入に向けて参考になると考えられるが、日本の自然・地域特性に応じて手法を順応させていく必要があると考えられる。

現在、英国を中心にヨーロッパでは洋上風力の導入が進められており、今後の調査手法においては、効率化、定量化に向けた新しい技術が開発される可能性もあるので、引き続き海外事例の調査を実施していく必要があると考えられる。




3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【参考資料】

【評価書】 Beatrice Demonstration 洋上風力発電事業

調査名		Beatrice Demonstration (英国)			概要	
実施者		Talisman Energy (UK) Limited, Scottish and Southern Energy (SSE)				
調査の目的		スコットランド (Highland) における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施				
候補海域						
風力発電機及び設置基数		風力発電所出力: 10MW (5MW×2基)				
公表時期		2005年				
参考項目	調査の範囲	評価対象となる項目	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由	
騒音	-	-	-	-	-	
大気	-	-	-	-	-	
環境	-	-	-	-	-	
水質	-	-	既存資料調査	-	-	
水環境	底質・地質	○ ○	<p>【調査・予測対象】底質分布</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●探泥器調査、ビデオ映像調査</li> <li>①底質の粒径、有機物、重金属、炭化水素</li> <li>②風車建設予定地点の1kmの周辺海域内 (12地点)</li> <li>③探泥器 (Day grab: 0.1m<sup>2</sup>) にビデオカメラとライトを設置し、状況と底質を把握。</li> </ul> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から底質への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	海底ケーブル等で底質が乱されるエリアは限られており、また、底質は清浄であることから影響は小さいと評価される。	風車及び海底ケーブルの工事及び稼働に際して、底質を乱し影響を及ぼすことが考えられる。	
	流向・流速	-	-	既存資料調査	-	-
波浪	-	-	-	-	-	
その他の環境	地形及び地質	○ ○	<p>【調査・予測対象】海底地形、海底地質</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●音波探査調査、ビデオ映像調査</li> <li>①地形調査</li> <li>②風車建設予定地点の1kmの周辺海域</li> <li>③魚群探知器、サイドスキャンソナー、ビデオカメラにより地形を把握。</li> </ul> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から地質への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	撮影した堆積物試料の粒子サイズ分析の結果、壊れたシェル材料ときれいな細かい砂が確認される。シルト/粘土含有量 (粒子<63µm) の比率は、約3%から4.5%まで変化している。	風車及び海底ケーブルの工事及び稼働に際して、海底地形に影響を及ぼすことが考えられる。	
	電波障害	-	-	-	-	-
海洋生物	水中騒音・海底振動	-	-	水中音は実測されていない。 *水中音パワーレベル及び海産哺乳類/魚類の音圧閾値に係る既往知見による影響評価、あるいは簡易な水中音伝搬シミュレーションとを組み合わせた影響評価。	-	-
	底生生物 (マクロベントス)	○ ○	<p>【調査・予測対象】表生・内生ベントス相</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●探泥器調査、ビデオ映像調査</li> <li>①マクロベントスの分布状況を把握</li> <li>②風車建設予定地点の1kmの周辺海域内 (12地点)</li> <li>③探泥器 (Day grab: 0.1m<sup>2</sup>) にビデオカメラとライトを設置し、状況とマクロベントスを把握するとともに、0.5mmフルイ上のサンプルを分析。</li> </ul> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から底生生物への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	懸濁物の濁りや底面攪乱に伴う生息場への影響については、工事範囲は限定的であり短期間で適応することから速やかに環境に適応すると評価されている。	アンカーの存在、工事の濁りによる物理的ストレス、懸濁物の濁りや底面攪乱に伴う生息場への影響を基盤設置に伴う生息場の損失が考えられる。	
	漁業生物 (魚介類)	-	-	既存調査資料	-	-
動物、植物、生態系	海草・藻類	-	-	-	-	-
	海産哺乳類	○ ○	<p>【調査・予測対象】クジラ類の個体数等</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●生物音調査、船舶調査 (目視調査)</li> <li>①bottlenose dolphin、ネズミイルカを対象。</li> <li>②延べ1930kmの側線で調査</li> <li>③TPDSおよび目視調査により調査を実施。</li> </ul> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から海産哺乳類への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	サイトから25km離れたモレーでは逃避行動は見られなかった。しかし、杭打ち工事の周辺では影響は避けられないので保全措置を行う。保全措置として、杭打ち音の音源の減少、サイト1km以内に行かないときに工事を実施、ソフトスタート工法の実施。	杭打ち工事で発生する水中音による海生哺乳類への影響が考えられる。 (※) 杭打ち工事: 4日間、1日当たり2本の杭打ち、2時間/本	
鳥類	鳥類	○ ○	<p>【調査・予測対象】鳥類</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●陸上目視調査</li> <li>①鳥類の種、個体数、風車建設位置からの距離、平均飛行高度、飛行方向等を把握</li> <li>②プラットフォーム (風車 (WTG1及びWTG2) 予定位置から1,581m及び2,331mに設置された観察地点) から風車 (WTG1及びWTG2) 予定地点方向を5段階の幅に分けて目視観察。観察には望遠鏡 (20倍接眼) 及び双眼鏡 (10倍) を使用して90°弧を定期的に観察。</li> <li>③(a) 2005年の調査: プラットホーム (風車予定位置から1,581mと2,331mに設置された観察ポイント) による調査 (鳥類の種、個体数、風車建設位置からの距離、平均飛行高度、飛行方向、特記事項を記載) 同調査時に海産哺乳類、漁業活動も併せて調査を実施。</li> <li>(b) 2006年の調査: プラットホームにおいてバードストライクのモデルリングを目的として生息密度調査 (昼間に風車ハブより低高度で水平距離2km以内の鳥類の種と個体数を毎時調査) を実施。</li> </ul> <p>・既往調査は航空機調査による。</p> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から鳥類への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	このプロジェクトの鳥への影響は、ほとんど小さい。洋上風車の占める割合は小さく、そこで見られる鳥は緩やかに飛んでおり時々採餌行動をとっている。渡り鳥に対しても大きな障壁とはなっていない。採餌エリアから除外されることもない。北東スコットランドの鳥の数は、約35,000で、風車による死亡率の増加は、約0.5%で自然の死亡率に等しい。	以下の影響が考えられるため選定 ・鳥の移動行動に対する障壁効果 ・生息地の放棄、場所変え ・採餌行動、餌場への悪影響 ・衝突リスク	
	景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	-	-	<p>【調査・予測対象】眺望景観</p> <p>【調査手法】調査方法:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●眺望点、Scottish Natural Heritage (SNH) 及びThe Highland Councilに相談して決定。</li> <li>・景観解析マップ (シミュレーションモデルを用いたマップでZones of Theoretical Visibility (ZTV) 及びカメラによる景観図を作成。</li> </ul> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から景観への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】既往知見に基づく評価</p>	工事中、供用時の景観への影響は僅かであり、重要な影響は見られなかった。
人と自然との	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	-	-	-	-	-

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Dudgeon 洋上風力発電事業		Dudgeon (Offshore Wind Farm) (英国)		概要	
調査名	Dudgeon Offshore Wind Ltd.				
実施者	Dudgeon Offshore Wind Ltd.				
調査の目的	イングランドにおける洋上風力発電事業の環境影響評価の実施				
候補海域					
風力発電機及び設置基	風力発電所出力：402MW (6H×67基)				
公表時期	2009年6月				
参考項目	調査・予測・評価項目	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由	
大気環境	騒音	○ ○	既存資料調査	風車までの離岸距離が大きいため影響は無視できる。工事中の騒音による影響が考えられた。	
	振動	○ ○	既存資料調査	陸上工事の車両を削減することで影響を低減できるとしている。工事中の振動による影響が考えられた。	
	大気質	○ ○	既存資料調査	陸上の工事作業によりわずかに影響が見られると評価された。工事中の大気質への影響が考えられた。	
水環境	生活環境項目	○ ○	<p>【調査・予測対象】 水質分布</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●環境基準との比較調査 ①海水浴場：大島園、サルモレラ菌。 ●貝類発生場所：PH、水温、水色、SS、塩分、溶解酸素、石油炭化水素、Organic-halogenated substances、金属、養分性大腸菌など。 ②海水浴場、貝類発生場所。 ●沈降分析 ①炭化水素、アルミニウム、ヒ素、カドミウム、クロム、銅、鉛、ニッケル、亜鉛。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から水質への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>工事期間中、最悪期による影響を受けると考えられるが、海水浴場から遠いことなどから、魚介類特定地域から離れていることから影響は無視できると考えられる。稼働時はガイドラインに定むる影響は無視できる。撤去時は工事中と類似しており、影響は無視できると考えられる。</p>	以下の要因による底質の擾乱に起因する水質変化が考えられる。 ●風力発電機及び変電所の基礎構造物の設置 ●風車間、海底ケーブルの設置 ●洗掘防止材の設置 ●スバットの足のような工事船の活動
		○ ○	<p>【調査・予測対象】 底質分布</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●既存資料調査、現地調査 ①詳細な地形造の確認 (サンドウェーブ、傾斜、地滑りなど)、洗掘の監視、堆積物の移動の確認。 ●IEAと地球物理学調査 (Gardline Geosurvey, 2007, 2008) ①海底堆積物の試料を採取。 ●その他 ①海底堆積物の検討。 ②堆積物の輸送はthe HR Wallingford TELEMAC, SANDFLOW and COSMOS modelsを使用して計算。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から底質への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>当該サイトは、砂質の細かい礫で占められており、底質の変化は一時的で早いと考えられる。また、化学的及びバクテリアによる汚染レベルは低いため、底質の最悪期による影響は無視できる。稼働時はガイドラインに定むる影響は無視できる。撤去時は工事中と類似しており、影響は無視できると考えられる。</p>	以下の要因による底質の擾乱が考えられる。 ●風力発電機及び変電所の基礎構造物の設置 ●風車間、海底ケーブルの設置 ●洗掘防止材の設置 ●スバットの足のような工事船の活動
		○ ○	<p>【調査・予測対象】 潮流</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●既存資料調査 ①潮流 ②研究エリアに3検地点 (満潮時を中心とした1時間ごとの潮流流速)。 ③潮流モデルによる詳細な潮流の解析。 ●southern North Sea；クロムバルモデル ●Dudgeon；ローカルモデル ●建設と運転中の影響評価：基礎による流れの変化と基礎による洗掘。 ●潮流流速現地調査 ①潮流流速 ②流れの検証は3地点。 ③モデルの検証に潮流流速を実際に計っている。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から潮流への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>潮流の流れは概直径の1.0倍まで拡張される。すなわち潮流流速は概直径の1.0倍まで拡張される。すなわち潮流流速は概直径の1.0倍まで拡張される。</p>	基礎の設置期間、ケーブル敷設、撤去時におけるSSの増大、稼働時における基礎周辺の洗掘の進行、サンドウェーブの変化によるケーブルの露出、海岸線の侵食によるケーブルの露出が考えられる。
	○ ○	<p>【調査・予測対象】 波浪</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●既存資料調査 ①離岸設置 (有義波) ②施設による波の変形により生じる影響：洗掘、沈積物の輸送、漁場、生育場等について検討。</p>	<p>波浪の影響は、杭の近傍に限られるとされる。</p>	基礎の設置期間、ケーブル敷設、撤去時におけるSSの増大、稼働時における基礎周辺の洗掘の進行、サンドウェーブの変化によるケーブルの露出、海岸線の侵食によるケーブルの露出が考えられる。	
その他の環境	地形及び地質	○ ○	<p>【調査・予測対象】 海底地形、海底地質</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●地形調査、既存資料調査 ①詳細な地形造の確認 (サンドウェーブ、傾斜、地滑りなど)、洗掘の監視、堆積物の移動の確認。 ●通常の海底地形地質調査は実施されているとみられる。 ●IEAと地球物理学調査 (Gardline Geosurvey, 2007, 2008) ①海底堆積物の試料を採取。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から地質への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>海底ケーブル敷設による堆積物のレベルは小さく、影響は局所的で期間はない。</p>	基礎の設置期間、ケーブル敷設、撤去時におけるSSの増大、稼働時における基礎周辺の洗掘の進行、サンドウェーブの変化によるケーブルの露出、海岸線の侵食によるケーブルの露出が考えられる。
	水中騒音・海底振動	○ ○	<p>●既存資料を用いたモデルによる予測評価 ①直径3.0mと6.5mのバルを打ち込んだときの水中音を見積もる。 ②モデル (INSPIRE v13.5) を使用水中音は算出されていない。</p>		
海洋生物	底生生物 (マクロベントス)	○ ○	<p>【調査・予測対象】 表生・内生ベントス相</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●底生調査 ①潮下帯のベントスを対象 ②調査箇所はウインドファーム周辺40点 (ウインドファーム外18点、内22点 (ウインドファーム境界上の点を含む))、ウインドファームから岸の間に13点。 ③0.1mのHamon grab ●底生調査 ①表生ベントスを対象 ②調査箇所はウインドファーム内6箇所、ウインドファーム周辺4箇所、10月が14箇所 (ウインドファーム内6箇所、送信ケーブルに沿って4箇所、ウインドファーム周辺4箇所) ③2mの桁網 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から底生生物への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>ケーブルルートの陸揚げ地点は、丸石が多く、底生生物の生息環境には向いていないと考えられ、影響はないと考えられる。重要な種は確認されており、また、工事期間中は地質への影響は少ないと考えられる。また、洗掘場所は、影響を受けていないことから群落を作る稼働時の影響はないと考えられる。撤去時は、杭打ち以外の工事中と同じであるから影響はないと考えられる。</p>	工事、稼働および撤去によるベントスへの影響が考えられるため選定している。
	漁業生物 (魚介類)	○ ○	<p>【調査・予測対象】 魚介類</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●底生調査 ①魚貝類を対象 ②春季はウインドファーム内6箇所、外4箇所、秋季はウインドファーム内6箇所、外4箇所 ③ネットトール (ネットの目合いは10mm、春季は平均速度3ノットで約20分間、秋季は約25分間)、桁網 (ネットの目合いは5mm、開口部2m×0.55m、春季は平均速度1.5ノットで約7分間、秋季は約5分間) ●トランセクト調査、sandeel trawl調査 ①トランセクト調査はウインドファームおよび周辺の水域 (8km)、sandeel trawlはウインドファーム内、外および内と外両方を含む3箇所 ②sandeel trawlは3×3mの目合いは18mm 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から魚介類への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>調査では重要な魚介類は確認されなかった。工事中の音は、敏感な魚は影響を及ぼすと予測されるが、ソフトスタート打ち上げ工法を採用することにより影響は軽減され小さいと評価される。また、人工造成漁場によりプラスの影響も期待される。</p>	水中音による魚介類への影響が考えられるため選定している。
動物、植物、生態系	海草・藻類	○ ○	<p>【調査・予測対象】 クジラ類の個体数等</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●船舶調査 ①船舶調査 ②船舶調査と同時に実施のため、次の範囲と想定される。ウインドファーム (35km<sup>2</sup>) の範囲を四方に1km拡張し、その範囲 (65.5km<sup>2</sup>) 全体を含む蛇行した調査ライン。 調査結果は既知見も含め取りまとめた。</p>	<p>適切な保全措置を施すことによって影響はわずかなと評価されている。稼働中の影響は無視できるものと評価されている。この地域に生息する船舶、アザラシは小さいと評価される。また、人工造成漁場によりプラスの影響も期待される。</p>	工事中の水中音の発生が船舶類に対する影響、および工事船等々の衝突による影響が考えられるため選定している。
	鳥類	○ ○	<p>【調査・予測対象】 鳥類</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●船舶調査 ①鳥類 ②ウインドファーム (35km<sup>2</sup>) の範囲を四方に1km拡張し、その範囲 (65.5km<sup>2</sup>) 全体を含む蛇行した調査ラインを設定。 ●飛行機調査 ①鳥類 ②調査ブロックを5つに分けた。そのうちの1つにウインドファームが含まれている。 ③調査にはCORIEE方法論を使用。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から鳥類への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>一部の鳥類種が影響が見られると予想されたが、開発は止まるほどの影響はないと評価された。</p>	バードストライク、生息環境の変化が考えられるため選定している。
人間社会との関係	主要な眺望点及び主要な眺望景観	○ ○	<p>【調査・予測対象】 眺望景観</p> <p>【調査手法】 調査方法： ●現地踏査 (目視調査) ①眺望点及び眺望景観の範囲、および現地踏査を行い写真を撮り、それをベースに景観シミュレーションを実施し、評価を行っている。 ②眺望対象範囲は、風車から35kmの地点としている。 ③範囲内の地形図、海図、気象データ、対象地の景観管理計画、既存の環境影響評価書等を収集。現地踏査は2008年夏季、2009年春季の2回実施。ツールとしてZTVS (Zone of Theoretical Visibility)、ワイヤフレーム、フォトモンタージュを使用し、予測景観を作成している。手法と対象範囲については各関係機関にコメントをもらっている。評価は、その眺望点の重要度 (Sensitivity) と変化の大きさ等を階級化し、それらの組み合わせで影響の有無を判断している。留意点としては、既存の風車との複合的な影響も考慮する必要がある。 【予測手法】 現地調査結果及び既知見から景観への影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知見に基づく評価</p>	<p>陸上景観に対する影響を及ぼすものはないと評価された。海象観に対しては影響は非常に小さいと評価された。住民のアメニティに対する影響も小さいと評価された。</p>	洋上風車により以下の影響が考えられるため選定している。 ●海象観に対する直接的な影響あるいは物理的な変化 ●加齢変化を及ぼすなどの海象観に対する質や時間に関する間接的な影響
	人と自然との関係	○ ○	<p>●既存資料調査</p>	<p>工事中、稼働時に若干影響が見られると評価されたが、環境保全措置により影響を低減できる。</p>	アメニティに関する直接的な影響


3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Egmond and Zee洋上風力発電事業

調査名		Egmond aan Zee (オランダ)		概要	
実施者		Nuon(Vattenfall AB),Shell Wind Energy Ltd			
調査の目的		・オランダ北海沖合における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施			
候補海域					
風力発電機及び設置基数		風力発電所出力：108MW (3MW×36基)			
公表時期		2005年5月			
参考項目	主要な環境項目	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由	
大気騒音	—	—	—	—	
大気振動	—	—	—	—	
大気質	—	—	—	—	
水質	—	—	—	—	
生活環境項目	—	—	—	—	
水環境	底質・地質	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●探泥器調査</li> <li>①ボックスコアサンプラー(探泥器)で採泥後、底質の粒度組成・有機物量・炭酸塩を分析。</li> <li>②126測点(風車建設水域68測点及び周辺8測点、対照水域50測点)で採取。採泥面積26×26cm。</li> <li>③当該調査は底生生物調査と同時実施。</li> </ul>	—	—
	波浪、流向・流速	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ADCP流況調査</li> <li>①潮流・流向。</li> <li>②気象観測塔に設置されたADCP(ドップラー流速計)で測定(1測点)。水深7m・11mの2層で測定。—</li> </ul>	—	—
その他の環境	地形及び地質	—	—	—	—
	電波障害	—	—	—	—
水中騒音・海底振動	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●水中聴音器調査</li> <li>①船舶騒音(作業時)や無い状況(非作業時)、1~6 Beaufortレベル(至軽風~雄風)とは異なる様々な状況下で水中騒音を測定(日中6:00~20:00)。</li> <li>②洋上風車建設水域から300m及び600m離れた位置で、船上から測定(水深4m)。</li> </ul>	—	—	
	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>【調査・予測対象】1mm及び6mmメッシュ網以上の底生生物</li> <li>【調査手法】調査方法： ●探泥器調査：126測点(風車建設水域68測点及び周辺8測点、対照水域50測点)で採取。採泥面積26×26cm。ボックスコアサンプラー(探泥器)で採取後、1mmメッシュの篩上のサンプルを対象。当該調査は底質調査と同時実施。</li> <li>●底曳網調査：51測点(風車建設水域25測点及び周辺8測点、対照水域18測点)で採取。ドレッジの仕様：開口幅1m、6mmメッシュ、長さ5m網、カテナグレート15cm</li> <li>【予測手法】底生生物の定住及び幼生(二枚貝など)の存在量の把握から、施設の影響を定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風車本体及びケーブルルート建設に伴う掘削等による消失や濁りの影響が予測されたが、工事区域は局所的であるため、その影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う掘削等による消失や濁りの影響が予測された。【施設の存在及び供用】施設の存在により堆積物の浸食など、生息環境の変化が考えられる。鳥類や魚類の変化により食物連鎖を通じた影響が考えられるため選定した。	
海洋生物	底生生物(マクロベントス)	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>【調査・予測対象】底魚及び浮魚類</li> <li>【調査手法】調査方法： ●底曳網調査：40測点(風車建設水域13測点、対照水域27測点)で採取(1測点約1.6km)。桁網(6mのビームトローラー、目合い20mm)で、曳網時間15分で平均船速3.5ノット(6.5km/h)で曳網。桁網にCTDを取付け、水温・塩分・pH・酸素濃度・時間・水深を記録。</li> <li>●計量魚群探知機調査：トランゼクト長さ8~10km、幅0.5~1kmを対象。魚群探知機で魚群を確認後、表・中層(浮魚用)トローラー網で15~20分間曳網し、漁獲魚種とエコーデータから計量魚群探知機法を実施。</li> <li>【予測手法】実施区域への出現、出現密度、種類構成及び網集パターンを調査結果から検討することによる施設の影響を定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風車本体及びケーブルルート建設に伴う掘削等による濁りや騒音により生息環境への影響が予測される。また、洗滌防止材等の存在により魚類相への変化が予測された。工事による影響は一時的なものであるため、その影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音や振動により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。【施設の存在及び供用】施設の存在そのものの影響の他、局所的な食物の変化に伴う鳥類や海洋生物の分布変化による影響が考えられるため選定した。
	漁業生物(魚介類)	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●計量魚群探知機調査：トランゼクト長さ8~10km、幅0.5~1kmを対象。魚群探知機で魚群を確認後、表・中層(浮魚用)トローラー網で15~20分間曳網し、漁獲魚種とエコーデータから計量魚群探知機法を実施。</li> <li>【予測手法】実施区域への出現、出現密度、種類構成及び網集パターンを調査結果から検討することによる施設の影響を定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風車本体及びケーブルルート建設に伴う掘削等による濁りや騒音、また、風車稼働による騒音や餌環境の変化により生息環境への影響が予測される。工事による影響は一時的なものであり、また、騒音レベルは小さいことから、それらの影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音や振動により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。【施設の存在及び供用】施設の稼働に伴い、発生する騒音により、水中の生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。
動物、植物、生態系	海藻・藻類	—	—	—	—
海産哺乳類	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>【調査・予測対象】ネズミイルカ、ゼニガタザランの分布・個体数等状況。</li> <li>【調査手法】調査方法： ネズミイルカ； ●生物音調査(T-POD調査)：風車建設予定水域にT-POD2機、2箇所の対照水域にそれぞれT-POD3機設置(合計8地点)。</li> <li>●船舶調査(目視調査)：風車建設予定水域・対照水域含む東西方向約35kmのトランゼクト(10本：間隔2.47km)を対象(調査水域900km<sup>2</sup>超)。対地速度10ノットで調査を実施。</li> <li>ゼニガタザラン； ●航空機調査：繁殖期・換毛期、干潮時の上陸時に個体数調査を実施。</li> <li>●ピンガ標識調査(衛星利用調査)：分布域・潜水状況等の調査を実施。2005年10月・11月に発信器を取り付けた12頭のゼニガタザランを対象。</li> <li>【予測手法】施設設置に伴う出現への影響を調査結果等から定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風車本体及びケーブルルート建設に伴う騒音や工事船舶等による攪乱、また、風車稼働による騒音や風車自体の障壁及び周辺の餌環境の変化により生息環境への影響が予測される。限定的ではあるが、影響を受ける生息種も存在するが、対象区域を利用して飛行パターンを観測。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い、発生する騒音により、水際の生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。	
	鳥類	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>【調査・予測対象】鳥類の種類・個体数等</li> <li>【調査手法】調査方法： ●船舶調査(目視調査)：風車建設予定水域・対照水域含む東西方向約35kmのトランゼクト(10本：間隔2.47km)を対象(調査水域900km<sup>2</sup>超)。対地速度船速10ノットでトランゼクト長300m、幅300m単位(1分間)で調査を実施。</li> <li>●衝突影響調査：風車にネットを設置し衝突死した鳥類を捕足する。(衝突音とビデオカメラ撮影を自動モニタリングする装置を試みた。)</li> <li>●飛行ルート妨害影響調査：目視観測(実施区域における種類構成、分布及び飛行パターンに関する特徴)及びレーザー(鉛直及び水平方向)観測(年間、24時間)にて飛行パターンを観測。</li> <li>●休息場・採餌場への影響調査：上記の船舶調査を設置前及び供用時に実施。</li> <li>【予測手法】風車への衝突リスク、飛行ルートの妨害(障壁影響)及び休息場・採餌場として利用している鳥類への攪乱に対する影響を現地調査から定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風車本体及びケーブルルート建設に伴う騒音や工事船舶等による攪乱、また、風車稼働による騒音や風車自体の障壁及び周辺の餌環境の変化により生息環境への影響が予測される。限定的ではあるが、影響を受ける生息種も存在するが、対象区域を利用して飛行パターンを観測。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い、休息地や採餌場の減少に影響を及ぼすこと、さらにバードストライク等が考えられるため選定した。
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	— ○	<ul style="list-style-type: none"> <li>【調査・予測対象】眺望景観</li> <li>【調査手法】調査方法： ●写真及びフォトモンタージュ</li> <li>●地域住民等(沿岸の居住者、ビジネスマン、オランダ及びドイツの休日の行楽客)への意識調査(インターネットによる)</li> <li>【予測手法】写真及びフォトモンタージュ等と意識調査の併用により影響を定性的に予測</li> <li>【予測対象時期】施設稼働時</li> <li>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</li> </ul>	風力発電施設の存在により眺望景観が変化し、周辺住民への影響等が予測される。発電施設は沿岸から長距離に位置していること等から景観への影響はほとんどないものと評価された。	【施設の存在及び供用】施設の存在により海浜と発電施設等の眺望景観の変化が考えられるため選定。
	人と自然との触れ合いの活動の場	—	—	—	—

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Horns Rev洋上風力発電事業

調査者		デนมマーク (Horns Rev)		DONG Energy社		概要	
実施者				DONG Energy社			
調査の目的				・デンマーク西岸沖合における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施			
候補海域							
風力発電機及び設置基数				風力発電所出力：160MW (2,000kW×80基)			
公表時期				1999年6月			
参考項目	工場の建設	環境変化の発生可能性	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由		
大気騒音	-	-	-	-	-		
振動	-	-	-	-	-		
低周波音	-	-	-	-	-		
水質	-	-	-	-	-		
生活環境項目	-	-	-	-	-		
水環境							
底質・地質	○	○	【調査・予測対象】 粒度組成など 【調査手法】 調査方法：ダイバーによるダンドコアサンプリングにより87測点(1999年：風車設置計画海域+対照海域)及び52測点(2001年：風車設置計画海域)で実施。調査3回(1999年春季、2001年春季/秋季)。 【予測手法】 海水の流れが変わることが予測されることによる、浸食や底泥の再懸濁により底質及び地形の改変が生じる影響について定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う底質環境の変化が予測された。建設に伴う流れの変化、底質の変化は限られており、その影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う浸食や底土の巻き上げ等により濁りが発生し周辺の底質環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び供用により、海水流の流れの変化等による浸食等により底質環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。		
波浪、流向・流速	-	-	-	-	-		
その他	-	-	-	-	-		
地形及び地質	-	-	-	-	-		
電波障害	-	-	-	-	-		
水中騒音・海底振動	-	-	-	-	-		
海洋生物							
底生生物(マクロベントス)	○	○	【調査・予測対象】 内生ベントス・表生ベントスの種類と現存量 【調査手法】 調査方法：潜水士によるハンドコアサンプリング及び写真・ビデオ撮影により87測点(1999年：風車設置計画海域+対照海域)及び52測点(2001年：風車設置計画海域)で実施。調査3回(1999年春季、2001年春季/秋季)。 【予測手法】 攪乱や破壊に伴う生息場への影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う底生生物の減少が予測されたが、その影響は設置区域の底生生物全体の1%に満たないと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱に伴う生息場所への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により堆積物の浸食など、生息環境の変化が考えられる他、鳥類や魚類の変化により食物連鎖を通じた影響が考えられるため選定した。		
漁業生物(魚介類)	○	○	【調査・予測対象】 魚介類の種類、現存量、分布状況 【調査手法】 調査方法： ●水平計量魚群探知機調査：1-3knotsの船速で水平距離100mまでの魚群の数と密度を計測(南北方向：3測線、東西方向：1測線)、調査1回/年(1999年：1昼夜調査) ●底曳網・刺網調査：底曳網と刺網を同地点(4箇所)で実施、調査1回/年(1999年：1昼夜調査) 【予測手法】 騒音や攪乱による生息場への影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う海水の濁り、底層水の移動、騒音およびその他の建設活動によって逃避等の影響が予測されたが、現地調査結果及び既往知見から影響は小さいと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により堆積物の浸食など、局所的な食物の変化に伴う鳥類や海洋生物の分布変化による影響が考えられるため選定した。		
動物、植物、生態系							
海藻・藻類	○	○	【調査・予測対象】 種類と現存量 【調査手法】 調査方法：ダイバーによるダンドコアサンプリングにより87測点(1999年：風車設置計画海域+対照海域)及び52測点(2001年：風車設置計画海域)で実施。調査3回(1999年春季、2001年春季/秋季)。 【予測手法】 攪乱や破壊、浸食などによる生育環境への影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う海水の濁り、底層水の移動、騒音およびその他の建設活動によって逃避等の影響が予測されたが、現地調査結果及び既往知見から影響は小さいと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱に伴う生育場所への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により堆積物の浸食など、生育環境の変化が考えられるため選定した。		
海産哺乳類	○	○	【調査・予測対象】 ネズミイルカの個体数、分布状況及びアザラシ類の移動状況と滞留時間 【調査手法】 調査方法： ●生物音調査(TPODs)：TPODs(100-1200mの範囲内の生物音を記録可能)を6箇所(2箇所：風車設置計画海域、4箇所：5-15km離れた対照海域)に設置して実施(TPODs調査時には水温、塩分、深度、潮汐データを併せて取得) ●船舶調査、調査1-3日/回(少なくとも夏季と冬季に実施、1999-2006年間で30回調査) ●ピンガースタシス(衛星利用)調査：船舶調査：風車設置計画海域から50km離れた所から21頭のゼニガタアザラシにピンガースタシスを装着して衛星を利用して、その行動をモニターした。調査は周年。船舶調査による分布状況の立証観測を随時実施。 【予測手法】 騒音や攪乱による生息環境への影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う海水の濁り、底層水の移動、騒音およびその他の建設活動によって逃避等の影響が予測される。対象区域の個体数は低く、また、建設に伴う騒音はイルカ類が受信する音レベルではないことから、影響は小さいと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の稼働に伴い、発生する騒音により、水中の生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。		
鳥類	○	○	【調査・予測対象】 鳥類の種類、個体数、分布・行動状況 【調査手法】 調査方法： ●航空機調査(目視調査)：飛行航路は南北方向30本のトランゼクト(2km間隔で37km)を設定して実施。 ●レーダー観測：事業時には対象エリア内の観測塔にて鳥類のレーダー観測を実施。 【予測手法】 騒音や施設稼働による生息環境、飛行ルートへの影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う水鳥及び海鳥への影響は極限られていると予測された。また、魚の群れへの採時行動中にプレードへのバードストライクが予測された。現地調査結果及び既往知見より発電施設及びケーブルルート建設に伴う影響は一時で限られており、極小さいと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、休息地や採餌場の減少に影響を及ぼすこと、さらにバードストライク等が考えられるため選定した。		
景観	-	○	【調査・予測対象】 眺望景観 【調査手法】 調査方法： ●写真及びフォトモニタージュ ●地域住民、関係機関等への意識調査(聞き取り、インターネット等) 【予測手法】 写真及びフォトモニタージュ等と意識調査の併用により影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	風力発電施設の存在により眺望景観が変化し、周辺住民への影響等が予測される。発電施設は沿岸から長距離に位置していること等から景観への影響はほとんどないと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため選定。		
人と自然との関係	-	-	-	-	-		
主要な人と自然との触れ合いの活動の場	-	-	-	-	-		

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Nysted洋上風力発電事業


調査名		Nysted (英国)		概要		
実施者		DONG Energy社				
調査の目的		・デンマーク東部海域における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施				
候補海域						
風力発電機及び設置基数		風力発電所出力：165.6MW (2.3MW×72基)				
公表時期		2001年				
参考項目	工事の実績	土地又は水域	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由	
大気環境	騒音	-	-	-	-	
	振動	-	-	-	-	
	低周波音	-	-	-	-	
水環境	水質	一般項目	○	【調査・予測対象】 栄養塩、溶存酸素濃度など 【調査手法】 既往現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 既往調査結果等から影響を定性的に予測、夏季における栄養塩、溶存酸素濃度をモデルによる計算から定量的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルート建設区域において水質悪化が予測された。対象海域は低栄養海域で一次生産能力は小さいため、施設建設に伴う栄養塩、溶存酸素濃度等へ与える影響はほとんど無いものと評価された。	【施設の存在及び供用】 施設の存在に伴い、水質環境への影響が考えられるため選定した。
		底質	○	【調査・予測対象】 粒度組成等 【調査手法】 調査方法：Vam Veen採泥器(採集面積：1-2m <sup>2</sup> )により採泥。調査時期：春季及び秋季を2カ年実施。 【予測手法】 調査結果及び流動解析等から施設稼働時における影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う堆積物の浸食や再堆積の影響が予測された。流動解析等から施設本体からの影響は10m以内であり、影響はほとんど無いものと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在に伴い洗掘等による影響が考えられるため選定した。
	波浪、流向・流速	○	【調査・予測対象】 施設周辺の海水の流れ 【調査手法】 既往現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 既往現地調査結果等からモデル計算等により施設設置後の流れを定量的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う流れの変化が予測されたが、モデル計算の結果、発電施設区域の流れの変化は最大3-4%であり、影響は小さいものと評価された。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により、潮流への影響が考えられるため選定した。	
その他	地形及び地質	-	-	-	-	
	電磁障害	-	-	-	-	
	水中騒音・海底振動	-	-	-	-	
動物・植物・生態系	海洋生物 (魚介類)	底生生物(マクロベントス)	○	【調査・予測対象】 内生ベントス・表生ベントスの種類と現存量 【調査手法】 調査方法：Vam Veen採泥器(採集面積：1-2m <sup>2</sup> )および写真・ビデオ撮影(観察範囲：1~2m)により69測点(採泥器調査)および106測点(写真・ビデオ撮影調査)の採泥を実施。春季及び秋季を2カ年実施。 【予測手法】 施設建設における攪乱等による影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う堆積物の懸濁等による生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う底生生物への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により生息環境への影響が考えられるため選定した。
		漁業生物 (魚介類)	○	【調査・予測対象】 魚介類の種類、現存量、分布状況 【調査手法】 調査方法： ●水平計量魚群探知器調査：1-3knotsの船速で水平距離100mまでの魚群の数と密度を計測(南北方向：5測線(内、2測線は対照海域)、東西方向：1測線)。 ●底曳網・刺網調査：底曳網と刺網は同じ場所(5箇所)で実施。 調査は年1回、1昼夜調査を2カ年実施。 【予測手法】 施設建設における濁りや電磁波による影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であること、また、ケーブルからの電磁波は自然レベルより小さいことから、建設工事に伴う影響はほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う魚介類への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により漁業生物を含めた漁業への影響が考えられるため選定した。
	植物	海藻・藻類	○	【調査・予測対象】 海藻・藻類の種類と現存量 【調査手法】 調査方法：Vam Veen採泥器(採集面積：1-2m <sup>2</sup> )および写真・ビデオ撮影(観察範囲：1~2m)により69測点(採泥器調査)および106測点(写真・ビデオ撮影調査)において実施。春季及び秋季を2カ年実施。 【予測手法】 施設建設における攪乱等による影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う攪乱等により生息環境への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在による浸食等により生息環境への影響が考えられるため選定した。
海産哺乳類	鳥類	ネズミイルカの個体数、分布状況及びアザラシ類の移動状況と滞留時間	○	【調査・予測対象】 ネズミイルカの個体数、分布状況及びアザラシ類の移動状況と滞留時間 【調査手法】 調査方法： ●生物音調査(TPODs)：TPODs(100-1200mの範囲内の生物音を記録可能)を6箇所(3箇所：風車設置計画海域、3箇所：5-15km離れた対照海域)に設置して実施(TPODs調査時には水温、塩分、深度、潮汐データを併せて取得) ●ピンガー標識(衛星利用)調査：風車設置計画海域から6頭のハイイロアザラシと5頭のゼニガタアザラシにピンガー標識を装着して衛星を利用して、その行動をモニターする。調査は周年。 ●航空機調査：毎月1回実施。 【予測手法】 工事中の騒音や攪乱、ケーブルからの電磁波による生息環境への影響を現地観測結果等から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う水中騒音等の影響により、生息個体への悪影響が予測された。工事区域における海産哺乳類の生息密度が小さいこと、工事期間は短期間であること、ケーブルからの電磁波は自然レベルより小さいこと等から、施設建設に伴う影響はほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。
		鳥類	○	【調査・予測対象】 鳥類の種類、個体数、分布・行動状況 【調査手法】 航空機調査：飛行航路は南北方向26本のトランゼクト(2km間隔で約25km長)を設定して実施。 【予測手法】 施設建設及び存在によるバードストライク、忌避、濁りによる採餌環境への影響等を既存資料及び調査結果から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴い生息環境への影響が予測された。建設区域を利用する鳥類密度が小さいこと、またブレードの高さを飛翔する鳥類が少ないこと等から、影響は小さいと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、飛行経路の変更、休息地や採餌場の減少に影響を及ぼすこと等が考えられるため選定した。
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	-	○	【調査・予測対象】 眺望景観 【調査手法】 写真及びフォトモンタージュ 【予測手法】 写真及びフォトモンタージュ等より影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 調査結果等に基づく評価	風力発電施設存在による眺望景観の変化が予測された。発電施設は沿岸から十分に視認できる距離にあるが、色調、デザイン、配置が整っていることから、景観への影響はほとんど無いものと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため選定。
人と自然との関わり合いの活動の場	主要な人と自然との関わり合いの活動の場	-	-	-	-	

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 CAPE Wind洋上風力発電事業

調査名		(CAPE Wind (米風))		概要		
実施者	Energy Management Inc.社					
調査の目的	アメリカ合衆国マサチューセッツ州ケープコード半島南沖合における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施					
候補海域						
風力発電機及び設置基	風力発電所出力：468MW (3.6MW×130基)					
公表時期	2001年					
参考項目	調査・予測・評価手法	調査・予測・評価結果	参考項目を測定/非測定とした理由			
大気	騒音	—	—	—		
振動	—	—	—	—		
環境	低周波音	—	—	—		
水環境	水質	—	—	—		
	底質・地質	○	○	<p>【調査・予測対象】水深及び海底地形</p> <p>【調査手法】調査方法： ●海底地形調査：船上から測深計 (Fathometer) とサイドスキャンソナーによる。海底底質・土質調査と併せて実施。風力対象海域と海底ケーブル敷設海域 (2001-2005年)。</p> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から底質及び海底地形の変化について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う浮遊堆積物による地質変化に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設による地質変化や海岸への影響が考えられるため測定した。</p>	
	流向・流速	○	○	<p>【調査・予測対象】流速</p> <p>【調査手法】調査方法： ●船上からADCPにより計測。</p> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から潮流への影響について定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う潮流への影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在及び利用により、潮流への影響が考えられるため測定した。</p>	
	波浪	—	—	—	—	
地形及び地質	—	—	—	—		
その他の環境	電波障害	○	○	<p>【調査・予測対象】風車本体及び海底ケーブルからの電磁波</p> <p>【調査手法】調査方法：既往文献値による調査</p> <p>【予測手法】既往調査結果から電磁波による影響を定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>発電施設建設に伴う騒音の影響が予測された。海底ケーブルから発生が想定される電磁波領域は非常に狭く、また、対照海域のバックグラウンドから判断して、周辺への影響はほとんどないものと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う電磁波の影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在及び利用により、電磁波の影響が考えられるため測定した。</p>	
	水中騒音・海底振動	○	○	<p>【調査・予測対象】水中騒音</p> <p>【調査手法】調査方法：水中聴音器とサウンドアナライザーにより水中音を計測。水中聴音器は、海底からパイを立ち上げ、水中に設置。対象海域周辺の航路2地点にて実施。</p> <p>【予測手法】現地調査結果及び既往知見から水中音の影響を定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>発電施設建設に伴う騒音の影響が予測された。最も大きい騒音は海底掘削によるものと想定されるが、工事中におけるそれらの騒音は一時的なものであり、周辺への影響はほとんどないものと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う周辺環境への影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため測定した。</p>	
海洋生物	底生生物 (マクロベントス)	○	○	<p>【調査・予測対象】岩礁・転石海域における表生ベントス相</p> <p>【調査手法】調査方法： 音波探査調査、ビデオ・カメラ映像調査、採掘器調査 (岩礁・転石海域)、風力対象海域と海底ケーブル敷設海域で実施。風力対象海域：9本のトランゼクトライン (1-4調査地点/トランゼクト) を設定し、サイドスキャンソナーや水中ビデオ、カメラで調査。検証のため敷設箇所 (エクマンパージ型採掘器) を実施。</p> <p>【予測手法】生息場の改変に対する影響について現地調査結果等から定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>風車本体及びケーブルルート建設に伴う掘削等による消失や濁りの影響が予測されたが、工事区域は局所的であるため、その影響は小さいものと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事中において、掘削や破壊に伴う生息場所への影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在により生息場の消失と改変が考えられるため測定した。</p>	
	漁業生物 (魚介類)	—	—	—	—	
動物、植物、生態系	海藻・藻類	○	○	<p>【調査・予測対象】海藻・藻類の有無と種類</p> <p>【調査手法】調査方法： ●音波探査調査 (SAV概要調査)：海底地質等の調査時にサイドスキャンソナーの結果に表示された海藻の分布を確認</p> <p>●ビデオ・カメラ映像、採掘器調査、目視調査 (海藻精査)：地質調査時にサイドスキャンソナーによって海藻が確認された2海域とケーブル敷設海域のトランゼクトラインで実施。9本のトランゼクトラインを設定し、船上からの水中ビデオ撮影、カメラ撮影、エクマンパージ型採掘器によるサンプリングならびにダイバーによる目視観察</p> <p>【予測手法】工事に伴う濁りについて堆積物の移動範囲を予測等することにより、生育環境への影響を定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>風車本体及びケーブルルート建設に伴う掘削等による消失や濁りの影響が予測されたが、工事区域は局所的であるため、その影響は小さいものと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事中において、濁り、堆積、掘削に伴う生育場所への影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在により生息場の消失と改変が考えられるため測定した。</p>	
	海産哺乳類	○	○	<p>【予測対象】アザラシ類、クジラ類の生息状況</p> <p>【調査手法】船上からの目視観測</p> <p>【予測手法】騒音や振動に伴う生息環境への影響を現地観測結果等から定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>風車本体及びケーブルルート建設に伴う騒音や作業船の往来等による人為活動により、生息環境の攪乱が予測されたが、一時的なものであることから、その影響は小さいものと評価された。また、施設の存在に伴い、生息地の消滅や電磁波、騒音等による影響が予測されたが、稼働区域は限られた範囲であることから影響は小さいと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音や振動により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の稼働に伴い、発生する騒音により、水中の生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。</p>	
	鳥類	○	○	<p>【調査・予測対象】個体数、分布状況、利用海域、飛行高度、飛行方向、飛行位置など</p> <p>【調査手法】●航空機調査、船舶調査 (目視調査)：調査頻度132回、トランゼクト32本、トランゼクト幅183-400m、総延長約800km。船舶調査は航空機調査の補完として実施。●レーダ調査：洋上のジャケットと陸上の2点から実施。1回当たり30-60日。</p> <p>洋上風力開発海域に出現する可能性のある鳥類を、陸生鳥類、沿岸性鳥類、沖合鳥類の3種類に分けて調査を実施している。</p> <p>【予測手法】騒音や施設稼働に伴う生息環境、飛行ルートへの影響を現地観測結果等から定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>風車本体及びケーブルルート建設に伴う騒音や作業船の往来等による人為活動により、生息環境の攪乱が予測されたが、一時的なものであることから、その影響は小さいものと評価された。また、施設の存在に伴い、生息地の消滅やバードストライクが予測されたが、飛行高度等の調査結果から影響は小さいと評価された。</p> <p>【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い、休息地の消失と改変、騒音による影響、さらにはバードストライク等が考えられるため測定した。</p>	
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	○	○	<p>【調査・予測対象】眺望景観</p> <p>【調査手法】写真 (陸上、船上)、フォトモニター、景観シミュレーション</p> <p>【予測手法】写真、フォトモニター、景観シミュレーションにより影響を定性的に予測</p> <p>【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時</p> <p>【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価</p>	<p>工事中の作業船舶等による景観への影響が予測されたが、工事期間に限られるため一時的なものであり影響は小さいと評価された。また、風力発電施設の存在による眺望景観への影響が予測されたが、発電施設は沿岸から長距離に位置していることから景観への影響はほとんどなく、観光船等からの眺望についても限定的な範囲であることから、影響は限られているものと評価された。</p> <p>【施設の存在及び供用】工事に伴う作業船舶等による景観への影響が考えられるため測定した。</p> <p>【施設の存在及び供用】施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため測定した。</p>	
人と自然との触れ	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	—	—	—	—	

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

評価書	Naikun洋上風力発電事業		調査	
調査者	ENMAX Corporation社			
調査の目的	カナダ太平洋側Haida Gwaii島北東海域における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施			
候補海域				
風力発電機及び設置基礎	風力発電所出力: 396MW (3,600x110基)			
公表時期	2002年			
評価項目	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を測定/非測定した理由	
大気環境	--	--	--	
水環境	--	--	--	
生態環境	--	--	--	
生活環境	--	--	--	
水質	○	<p>【調査・予測対象】 海底地形、底質分布、海底地質(25-50m)</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●連続地質調査: エアーガン、Huntec DTS、Seistec surface-towed boomer、Unibom surface-towed boomer、エコーサウンダー、サイドスキャンソナー、磁気計、マルチビームなどによる調査。風力対象海域を含む180km<sup>2</sup>の範囲、水深は10~30m ●海底地質調査: IRIクラクソンブロー、パイプロンクックンブローによる調査。風力対象海域でクラクソンブロー約100地点、パイプロンクックンブロー約20地点 【予測手法】 堆積物による地形変化を潮流分析等のモデルにより定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設周辺における流れの変化に伴う底質環境の変化が予測された。現地調査結果を基にしたシミュレーション結果及び既知知見から影響は小さいと評価した。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う浸食や底土の巻き上げ等により濁りが発生し周辺の底質環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び供用により、海水流の流れの変化等による浸食等より底質環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。</p>
潮流・流況	○	<p>【調査・予測対象】 流況・流向</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●ADCP等流況調査: 1地点、TRIAXYS-Buoyにトランプネット流況計を設置し計測。流況の予測はMike2HDシミュレーションモデルで実施。 ●現地計画は流況の現況把握にはNOAAやカナダで実施しているブイの長期データを採用。 【予測手法】 潮流への影響については現地観測結果やモデル等により定量的に予測 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設全周における流況及び波高の変化が予測された。現地調査結果を基にしたシミュレーション結果及び既知知見から影響は小さいと評価した。</p>	--
騒音	--	--	--	
地盤及び地質	--	--	--	
電磁障害	--	--	--	
その他の環境	○	<p>【調査・予測対象】 水中騒音、海底振動</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●水中音響調査: OBS(Ocean Bottom Seismometer)により水中音を計測。風力対象海域1地点、対照海域2地点にて実施。 ●海底振動調査: OBS(Ocean Bottom Seismometer)により海底の振動状況を計測。 【予測手法】 騒音への影響は、既知知見から水中音、海底振動の影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設建設に伴う騒音の影響が予測された。発生する騒音及び振動レベルを既知知見と併せて比較することにより周辺への影響はほとんどないと評価した。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う周辺環境への影響が考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため測定した。</p>
底生生物(マクロベントス)	○	<p>【調査・予測対象】 表生・底生ベントス相</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●ビデオ映像調査: 既知知見調査・底質調査・延阻調査: 風力対象海域33地点、対照海域10地点。潮下帯2箇所。海域調査地点は鳥類と海底調査に用いたトランプネットライン上4km間隔で設置し、調査範囲は直径500mの円域内。潮下帯は25~50m間隔で行線と直角トランプネットを設定。海域調査はビデオ撮影(500m曳網)、Van Veenクラブサンプリング(0.1m<sup>2</sup>)、大型ベントスドレック(1m<sup>2</sup>×0.30m)5分間曳網、小型オクテロー(開口部4m×1.6m、3.8cmメッシュ、コードエンドメッシュ0.6cm)曳網距離500m、底魚延阻(200m、3~4m間隔で50フック)。</p> <p>●目視調査: ビデオ・写真映像調査: 潮間帯は350m<sup>2</sup>×1.3kmの範囲を対象。潮下帯は25~50m間隔で行線と直角トランプネットを設定。潮間帯は目視観察と断面計測。植物は既知知見から水生植物、動物は既知知見から水生動物、両方とも既知知見から水生動物の相対的豊度を調査し、水生動物の相対的豊度を調査する。また、電磁波の影響を最小限にとどめる高圧海底ケーブルを用いるなどにより、影響を及ぼさない評価した。</p> <p>【予測手法】 騒音や振動に対する生物環境への影響を現地観測結果等から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設及びケーブルルート建設に伴い、底質環境等により生態環境に影響することが予測された。海底面の擾乱を最小限に抑える施工、工事中の掘削等の騒音を減少させることにより影響を回避する。また、電磁波の影響を最小限にとどめる高圧海底ケーブルを用いるなどにより、影響を及ぼさない評価した。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う一時的な影響が考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、底質環境や水生生物の減少による影響が考えられるため測定した。</p>
海洋生物(魚介類)	○	<p>【調査・予測対象】 底魚</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●底魚調査: 延阻調査・ビデオ映像調査: 風力対象海域33地点、対照海域10地点。海域調査地点は鳥類と海底調査に用いたトランプネットライン上4km間隔で設置し、調査範囲は直径500mの円域内。調査方法は小型オクテロー(開口部4m×1.6m、3.8cmメッシュ、コードエンドメッシュ0.6cm)曳網距離500m、底魚延阻(200m、3~4m間隔で50フック)、ビデオ撮影。</p> <p>【予測手法】 騒音や振動に対する生物環境への影響を現地観測結果等から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設及びケーブルルート建設に伴い、底質環境等により生態環境に影響することが予測された。海底面の擾乱を最小限に抑える施工、工事中の掘削等の騒音を減少させることにより影響を回避する。また、電磁波の影響を最小限にとどめる高圧海底ケーブルを用いるなどにより、影響を及ぼさない評価した。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や振動により生態環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、底質環境や水生生物の減少による影響が考えられるため測定した。</p>
海藻・藻類	○	<p>【調査・予測対象】 表層の藻類</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●ビデオ映像調査: 風力対象海域33地点、対照海域10地点。潮下帯2箇所。海域調査地点は鳥類と海底調査に用いたトランプネットライン上4km間隔で設置し、調査範囲は直径500mの円域内。調査方法はビデオ撮影、海域調査地点では各地点500m曳網撮影(トランプネットの延長は120~300m)。</p> <p>【予測手法】 濁り、堆積、生息地の消失による生態環境への影響を現地観測結果等から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設及びケーブルルート建設に伴い、底質環境等により生態環境に影響することが予測された。海底面の擾乱を最小限に抑える施工等により影響を回避する。また、電磁波の影響を最小限にとどめる高圧海底ケーブルを用いるなどにより、影響を及ぼさない評価した。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う濁りや底質環境の変化による生息環境への影響が考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、底質環境や水生生物の減少による影響が考えられるため測定した。</p>
動物・植物	○	<p>【調査・予測対象】 クジラの個体数等</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●航空機調査 ①位置、時間、動物までの距離、個体数、行動の内容、降天、海面の散乱状態、海域状態。 ②対象海域は調査許可海域、風力周辺緩衝海域、海底ケーブル敷設海域、地域境界海域。時期は繁殖期、索餌期、回遊期。 ③トランプネット法を採用し海域や調査段階によりトランプネット間隔は2km(風力海域)、4km(対照海域)、10km(初期段階)。飛行速度は14~185km/h、高度は183m、写真撮影を併用。 ●船舶調査 ①位置、時間、目録物までの距離と方位、群れの大きさ、種類、判別の確かさ、行動の内容、降天、海面の散乱、海面状態。 ②対象海域は調査許可海域、風力周辺緩衝海域、海底ケーブル敷設海域、地域境界海域。時期は繁殖期、索餌期、回遊期。 ③海域はトランプネット間隔を2km(1~2km)。速度は8~9ノットで、観察範囲は0~50m、50~100m、100~250m、250m以上。 ●フェリー調査 対象海域はフェリー航路沿いで調査方法は船舶調査と同様。ボイスレコーダ併用。 ●目視調査(陸上観察): クジラの見回り調査 ①種類、個体数、移動方向、陸からの距離、日時、行動の内容、海域状態。 ②クジラの見回り調査 ③双眼鏡による観察 【予測手法】 施設設置に伴う出現への影響を調査結果等から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設及びケーブルルート建設に伴い、餌場の減少に伴う騒音、移動や捕食に対する阻害、発生する騒音等が予測される。既知知見から、生態環境の破壊、移動の阻害及びバードストライクによる影響が大きいと評価された。また、風力発電施設の存在による生態環境への影響が予測されたが、沿岸からの距離が遠いこと、施設自体が視覚障壁となることから、影響は小さいと評価された。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や振動により生態環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、生態環境や水生生物の減少による影響が考えられるため測定した。</p>
鳥類	○	<p>【調査・予測対象】 鳥類</p> <p>【調査手法】 調査方法: ①区域調査 ●航空機調査 ①GPS位置、時間、地形、ウェイポイント、種又は属レベルの識別結果、個体数、海面状態 ②調査海域は120m以上の海域と周辺沿岸部 ③トランプネット法でトランプネット幅は400m、高度45~70m、速度145km/h ●フェリー調査 ①種類の識別、個体数、行動、飛行方向、気象状況、GPS位置情報 ②フェリー航路 ③トランプネット法でトランプネット幅は250mと2000mを採用し、いずれも3つのサブトランプネットを設定。 【対象海域詳細調査】 ●IIP&amp;TRA海域調査 ①ウェイポイント、種又は属レベルの識別結果、個体数、初期探検行動、船舶進行方向との偏角、トランプネット外の個体 ②IIP&amp;TRA海域 ③トランプネット法でトランプネット幅は200~250m、間隔は1~2km。トランプネット数は4~13、船速は6~10ノット、観測高度は4~5m ●IIP航空機調査 ①GPS位置、時間、地形、ウェイポイント、種又は属レベルの識別結果、個体数、海面状態 ②IIP&amp;TRA海域 ③トランプネット法でトランプネット幅は200m、間隔は1~2km。トランプネット数は136で総延長は730km。無指向性マイクとボイスレコーダ(GPSリンク)を採用。 IIP: Investigative Use Permit TRA: Turbine Buffer Area 【予測手法】 調査結果等から発電施設の影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>発電施設及びケーブルルート建設に伴い、餌場の減少に伴う騒音、移動や捕食に対する阻害、発生する騒音等が予測される。既知知見から、生態環境の破壊、移動の阻害及びバードストライクによる影響が大きいと評価された。また、風力発電施設の存在による生態環境への影響が予測されたが、沿岸からの距離が遠いこと、施設自体が視覚障壁となることから、影響は小さいと評価された。</p>	<p>【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や振動により生態環境に影響を及ぼすことが考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、生態環境や水生生物の減少による影響が考えられるため測定した。</p>
景観	○	<p>【調査・予測対象】 眺望景観</p> <p>【調査手法】 調査方法: ●航空機調査(地上・船上)、フォトモンタージュ、景観シミュレーション 【予測手法】 写真、フォトモンタージュ、景観シミュレーションにより影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既知知見に基づく評価</p>	<p>工事中の作業船舶等による景観への影響が予測されたが、工事期間は短期間であるため影響は小さいと評価された。また、風力発電施設の存在による眺望景観への影響が予測されたが、沿岸からの距離が遠いこと、施設自体が視覚障壁となることから、影響は小さいと評価された。</p>	<p>【施設の存在及び供用】 工事に伴う作業船舶等による景観への影響が考えられるため測定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため測定した。</p>
社会文化	--	--	--	

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 London Array洋上風力発電事業

調査名		London Array (英国)		概要	
実施者		DONG Energy社、Masdar社他			
調査の目的		・英国南東部海域における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施			
候補地域					
風力発電機及び設置基数		風力発電所出力：630MW (3.6MW×175基)			
公表時期		2005年5月			
参考項目	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由		
騒音	—	—	—		
大気振動	—	—	—		
低周波音	—	—	—		
水質	一般項目	○ ○	【調査・予測対象】海水中の水質一般項目等の濃度 【調査手法】海水サンプリングによる採水及び分析 【予測手法】調査結果及び既存資料等から水質の悪化や堆積物からの濁り、栄養塩の溶出等の影響について定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルート建設区域における濁りの発生による水質の悪化が予測された。濁り発生は一時的なものであり、自然環境に与える影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴って、攪乱や破壊に伴う生息場所への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い洗掘や濁りの影響が考えられるため選定した。
	堆積物中の重金属類及び化学物質等	○ ○	【調査・予測対象】堆積物中の重金属類、化学物質等 【調査手法】グラブ採泥器により堆積物を採取し、GC-MS、ICP-OESにより、有機及び無機化学物質を分析 【予測手法】調査結果等から工事中における影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設建設に伴う堆積物の攪乱による影響が予測された。工事区域は狭い範囲であり、短期間であることから影響は一時的でほとんどないものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴って、攪乱に伴う生息場所への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い洗掘等による影響が考えられるため選定した。
	波浪、流向・流速	— ○	【調査・予測対象】施設周辺の海水の流れ 【調査手法】既往資料から知見を収集 【予測手法】施設設置後の流れを定性的に予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う流れの変化が予測されたが、施工区域の範囲は限定的であるため、流れの変化に対する影響は小さいものと評価された。	【施設の存在及び供用】施設の存在により、潮流への影響が考えられるため選定した。
その他の環境	地形及び地質	— —	—	—	—
	電波障害	— ○	【調査・予測対象】ケーブルからの電磁波 【調査手法】既往資料から知見を収集 【予測手法】既往知見から電磁波による影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	海底ケーブルからの電磁波の影響が予測された。既往知見及びケーブルの埋設深度を考慮すると、周辺への影響はほとんどないものと評価した。	【施設の存在及び供用】施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため選定した。
動物、植物、生態系	水中騒音・海底振動	○ ○	【調査・予測対象】水中騒音 【調査手法】既往資料から知見を収集 【予測手法】既往知見から水中騒音による影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う水中騒音の生物への影響が予測された。既往知見及び水中騒音レベルを考慮すると、周辺への影響はほとんどないものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う周辺環境への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため選定した。
	底生生物(マクロベントス)	○ ○	【調査・予測対象】底生生物 【調査手法】既往資料等により対象区域の底生生物を調査 【予測手法】施設建設における攪乱等による影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものであると評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う底生生物への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在により生息環境への影響が考えられるため選定した。
	漁業生物(魚介類)	○ ○	【調査・予測対象】水産有用種の貝類 【調査手法】既往資料等により対象海域の有用種を調査 【予測手法】施設建設における濁りや電磁波による影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものであると評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う魚介類への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在により漁業生物を含めた漁業への影響が考えられるため選定した。
	海藻・藻類	○ ○	【調査・予測対象】海藻・藻類 【調査手法】既往資料等により対象区域の海藻・藻類を調査 【予測手法】施設建設における攪乱等による影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものであると評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う攪乱等により生息環境への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在により生息環境への影響が考えられるため選定した。
	海産哺乳類	○ ○	【調査・予測対象】クジラ類、アザラン類の種類及び量 【調査手法】航空機及び船舶による調査 【予測手法】工事中及び施設稼働の影響を既往知見に基づき定性的に予測 【予測対象時期】施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う水中騒音の影響により、生息個体への悪影響が予測された。工事区域内には海産哺乳類の生息が確認されておらず、工事の騒音を最小限に抑える工夫を採用するため、建設工事に伴う影響はほとんど無いものであると評価した。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音や攪乱により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】施設の存在に伴い、生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	— ○	【調査・予測対象】眺望景観 【調査手法】写真及びフォトモニター、距離別視認性を試算 【予測手法】写真及びフォトモニター等により影響を定性的に予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】調査結果等に基づく評価	風力発電施設存在による眺望景観の変化が予測された。発電施設が沿岸から長距離に位置していること等により、景観への影響はほとんどないものと評価した。	【施設の存在及び供用】施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため選定。
	人と自然との触れ合いの活動の場	— —	—	—	—



3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Barrow洋上風力発電事業

調査名		Barrow (英国)		概要		
実施者		Barrow Offshore Wind Ltd社				
調査の目的		・英国北西部海域における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施				
候補海域						
風力発電機及び設置基数		風力発電所出力：90MW (3MW×30基)				
公表時期		2002年2月				
参考項目	事業の開始	事業の完了	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を選定/非選定とした理由	
大気環境	騒音	-	-	-	-	
	振動	-	-	-	-	
	低周波音	-	-	-	-	
水環境	水質	懸濁物質	○ ○	【調査・予測対象】 海水中の懸濁物の濃度 【調査手法】 光学濁度センサーによるモニタリング及び水質分析による懸濁物質(SS) 【予測手法】 調査結果等から工事中におけるモノパイル工事からの堆積物拡散を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルート建設区域における濁りの発生が予測されたが、建設に伴う堆積物からの濁り発生は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う、攪乱や破壊に伴う生息場所への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在に伴い洗掘や濁りの影響が考えられるため選定した。
		堆積物中の重金属類	- ○	【調査・予測対象】 堆積物中の重金属類の濃度 【調査手法】 重金属類 (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Sn, V, Zn)、総石油炭化水素、およびガンマ放出放射性核種の分析、調査地点：施設周辺5地点、ケーブルルート3地点。サンプル採取はグラブ採泥器を使用。 【予測手法】 調査結果等から堆積物中の重金属等の物質の蓄積を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルート建設区域における底質の変化が予測されたが、現地底質調査等から、建設に伴う堆積物からの濁り発生は小さく、底質の改変への影響は小さいものと評価された。	【施設の存在及び供用】 施設供用後の底質環境の変化の影響を考慮して選定した。
	波浪、流向・流速	○ ○	【調査・予測対象】 施設周辺域の流れ 【調査手法】 多層流向流速計ADCPによるモニタリング 【予測手法】 施設設置後の流れをモデルにより定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う流れの変化が予測されたが、施工区域の範囲は限定的であるため、流れの変化に対する影響は小さいものと評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う潮流への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、潮流への影響が考えられるため選定した。	
その他の環境	地形及び地質	-	-	-	-	
	電波障害	- ○	【調査・予測対象】 ケーブルからの電磁波 【調査手法】 ハンディセンサーによるモニタリング 【予測手法】 調査結果から電磁波による影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルートからの電磁波の影響が予測された。周辺へ広がる電磁波の減衰を考慮すると、周辺への影響はほとんどないものと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため選定した。	
海洋生物	水中騒音・海底振動	○ ○	【調査・予測対象】 水中騒音及び振動 【調査手法】 船舶から水中騒音計測装置を下層まで降ろし、船舶の騒音を測定 【予測手法】 現地測定結果等から影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う騒音や振動の影響が広く予測された。現地海域における水中騒音及び振動レベルを考慮すると、周辺への影響はほとんどないものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う周辺環境への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため選定した。	
	底生生物(マクロベントス)	- ○	【調査・予測対象】 潮下帯、潮間帯の底生生物、表生性底生生物 【調査手法】 施設周辺及びケーブルルート等において3ライン、陸域から高・中・低水深帯においてグラブ採泥器にてサンプリング、採取面積0.1m <sup>2</sup> 、採取深15cmで評価。 【予測手法】 モノパイル工事、ケーブルルート工事等による底生生物の攪乱を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う攪乱や底泥の巻き上げにより生息場の消失及び改変が予測された。対象区域は限定的であり、影響は小さいものと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により、周辺の生物環境への影響が考えられるため選定した。	
	漁業生物(魚介類)	- ○	【調査・予測対象】 秋季：カレイ類及び貝類、冬季：タイ、サバ類等、春季：産卵期の魚類 【調査手法】 トロール網漁：Beam Trawling (網幅2m、海底面上30cm)、調査は7測線、15分曳航/測線。Otter Trawling (網幅26m)、調査は設置域3測線、周辺域4測線、船速2.0-2.5ノット、調査時期は10月(秋季)、12月(冬季)及び3月(春季) 【予測手法】 施設周辺域における魚類密度を把握し、影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う生息場の消失及び改変が予測された。海底ケーブルを含めた建設区域は、魚類相が豊富な領域を避けているため、施設建設に伴う影響は限定的で小範囲である評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により、漁業生物を含めた漁業への影響が考えられるため選定した。	
動物、植物、生態系	海藻・藻類	-	-	-	-	
	海産哺乳類	○ -	【調査・予測対象】 クジラ類、アザラシ類の種類及び量 【調査手法】 生物音調査(TPODs)による調査 【予測手法】 工事中の影響を調査結果から予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う騒音や攪乱により生息環境への影響が予測された。建設区域においては海産哺乳類の生息が多くないと考えられることから、施設建設に伴う影響は小さいものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や攪乱により生息環境に影響を及ぼすことが考えられるため選定した。	
鳥類	鳥類	○ ○	【調査・予測対象】 鳥類の分布 【調査手法】 船舶調査、航空機調査、渡り鳥調査 【予測手法】 施設による障壁に伴う飛行経路への影響、渡りへの影響等を調査結果から定性的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う騒音等により生息環境への影響が予測された。建設期間が鳥類が高密度に集積する時期を避けていること、施設稼働区域における鳥類の密度は低く、ブレードの高さにおいても衝突を誘発する高さではないこと等から、施設建設に伴う影響は小さいものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、飛行経路の変更、休息地や採餌場の減少に影響を及ぼすこと等が考えられるため選定した。	
	景観	- ○	【調査・予測対象】 眺望景観 【調査手法】 写真及びフォトモニタージュ 【予測手法】 写真及びフォトモニタージュ等より影響を定性的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 調査結果等に基づく評価	風力発電施設存在により眺望景観が変化し、周辺住民への影響等が予測される。発電施設は沿岸から長距離に位置しており、また、視認域の沿岸部にはほとんど住民の居住がないこと等から、発電施設は認識はされるが、景観への影響はほとんどないものと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため選定。	
人と自然との触れ合いの活動の場	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	-	-	-	-	




3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Kriegers flak II 洋上風力発電事業

調査名		Kriegers flak II (スウェーデン)		調査・予測・評価手法		調査・予測・評価結果		参考項目を選定/非選定とした理由	
実施者		VATTENFALL社							
調査の目的		・スウェーデン南部海域における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施							
候補海域									
風力発電機及び設置基		風力発電所出力：640MW (5MW×128基)							
公表時期		2002年4月							
大気	騒音	-	-	-	-	-	-	-	-
大気	振動	-	-	-	-	-	-	-	-
環境	低周波音	-	-	-	-	-	-	-	-
水質	一般項目	-	○	【調査・予測対象】 水温、塩分、溶存酸素濃度 【調査手法】 既現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 流動モデルにより既往調査結果等から影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	施設及びケーブルルート建設区域において海水の流れの変化による水質変化が予測された。施設建設に伴う水質へ与える影響はほとんど無いものと評価された。	【施設の存在及び供用】 施設の存在に伴い、水質環境への影響が考えられるため選定した。			
	底質	-	-	-	-	-	-		
水環境	波浪、流向・流速	-	○	【調査・予測対象】 施設周辺の海水の流れ 【調査手法】 既現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 既往現地調査結果等からモデル計算等により施設設置後の流れを定量的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う流れの変化が予測されたが、モデル計算の結果、発電施設区域の流れの変化は最大3-4%であり、影響は小さいものと評価された。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により、潮流への影響が考えられるため選定した。			
	地形及び地質	-	-	-	-	-	-		
その他	電波障害	-	-	-	-	-	-		
その他	水中騒音・海底振動	-	-	-	-	-	-		
海洋生物	底生生物(マクロベントス)	○	○	【調査・予測対象】 底生生物(ベントス) 【調査手法】 既現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 工事中における堆積物の攪乱による影響、海水の流れの変化による餌環境及び海草類等の変化による影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う堆積物の懸濁等による生息場の攪乱が予測された。影響範囲はきわめて局所的であり、工事期間は短期間であるため、建設工事に伴う影響は限定的でほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う底生生物への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により生息環境への影響が考えられるため選定した。			
	漁業生物(魚介類)	○	○	【調査・予測対象】 魚介類(水産有用種等) 【調査手法】 既現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 工事中の騒音・振動及び堆積物の懸濁、施設稼働時における光・熱、堆積物の再堆積の変化、油等の汚染、及び網集に対する影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う騒音振動、堆積環境の変化、構造物設置による網集効果等による生息環境への影響が予測された。影響範囲はきわめて局所的で小さく、工事期間は短期間であることから、建設工事に伴う影響はほとんど無いものと評価した。また、構造物設置に伴う網集効果、漁業制限区域を設定することから、魚類相環境への変化が予測評価された。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う魚介類への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在により漁業生物を含めた漁業への影響が考えられるため選定した。			
	海藻・藻類	○	○	【調査・予測対象】 海藻・藻類 【調査手法】 既現地調査結果による知見を収集 【予測手法】 工事中における濁りの発生による影響、施設稼働時における流れの変化による生息環境への影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う工事中の攪乱及び施設稼働時における海水の流れの変化による生息環境への影響が予測された。対象域の現存密度は低いこと、工事期間は短期間であること、流れの変化は起こらないことが示されていることから、生息環境への影響はほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う攪乱等により生息環境への影響が考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在による浸食等により生息環境への影響が考えられるため選定した。			
	海産哺乳類	○	○	【調査・予測対象】 アザラシ、ネズミイルカ等の分布状況 【調査手法】 調査方法： ●生物音調査(TPODs)、ピンガー標識(衛星利用)調査、航空機調査を実施。 【予測手法】 工事中の騒音や振動、ケーブルからの電磁波による生息環境への影響を現地観測結果等から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴う水中騒音・振動の影響により、生息個体への悪影響が予測された。工事中においては、工事近傍での海産哺乳類への少なからずの影響が発生するが、施設稼働時には影響はほとんど無いものと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音や振動により生息環境に悪影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、生息環境に悪影響を及ぼすことが考えられるため選定した。			
	鳥類	○	○	【調査・予測対象】 鳥類の種類、個体数、分布、飛行高度等 【調査手法】 調査方法： ●船舶調査(目視調査)：508km2範囲を4km間隔トランゼクトを設定して実施。 ●航空機調査：840km2範囲を2km間隔トランゼクトを設定して実施。 ●陸域からの目視観測、船舶レーダー(昼夜)を実施。 ●レーダー観測： 【予測手法】 施設建設及び存在によるバードストライク、忌避への影響等を既往資料及び調査結果から定量的に予測 【予測対象時期】 施設工事中及び施設稼働時 【評価手法】 現地調査結果と既往知見に基づく評価	発電施設建設に伴い衝突、採餌場の攪乱、渡り鳥に対する障壁、生息地の喪失の影響が予測された。現地調査結果及び既往知見より、これらの影響はほとんどないと評価した。	【工事に伴う一時的な影響】 工事に伴う騒音等により生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられるため選定した。 【施設の存在及び供用】 施設の存在及び稼働に伴い、飛行経路の変更、休息地や採餌場の減少に影響を及ぼすこと等が考えられるため選定した。			
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	-	○	【調査・予測対象】 眺望景観 【調査手法】 写真及びフォトモンタージュ 【予測手法】 写真及びフォトモンタージュ等より影響を定量的に予測 【予測対象時期】 施設稼働時 【評価手法】 調査結果等に基づく評価	風力発電施設の存在による眺望景観の変化が予測された。発電施設は沿岸からかなり見て視認できる距離にあり、沿岸からの眺望は影響のあるレベルにはならないと評価した。	【施設の存在及び供用】 施設の存在により眺望景観の変化が考えられるため選定。			
人と自然との関わり	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	-	-	-	-	-	-		

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Anholt 洋上風力発電事業

調査名		Anholt (デンマーク)		概要		
実施者		DONG Energy社				
調査の目的		・ユトランド半島のJurslandとAnholt島間における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施				
候補海域						
風力発電機及び設置基盤		風力発電出力：400MW (3.5MW×111基)				
公表時期		2008年11月				
参考項目		工事の本拠地又は本拠地	調査・予測・評価手法	予測・評価結果	参考項目を決定/非決定とした理由	
大気環境	騒音	—	—	—	—	
	気象	—	—	—	—	
	振動	—	—	—	—	
	低周波音	—	—	—	—	
水環境	水質	一般項目	○ ○	【調査・予測対象】基礎生産量、有機態炭素、溶解酸素濃度 【調査手法】近所の既往調査結果によりベースライン条件を推定 【予測手法】数値モデルにより上記項目の濃度変化を定量的に予測 【予測対象時期】掘削工事時、施設稼働時 【評価手法】モデル予測結果とベースライン濃度との比較	風車基礎や観測タワー基礎がもたらす生物環境が基礎生産量、有機態炭素の堆積、無機化、海底付近の溶解酸素濃度に及ぼす影響を評価した結果、濃度変化は長期化するが、その変化量はベースライン濃度（建設前の状態）と大きく異なることはなく、また、変化の範囲も広くないことから全体的な影響は軽微と評価された。	【施設の存在及び供用】施設の存在に伴う生物棲息環境の変化が基礎生産等の水質環境に影響すると考えられたため決定した。 【工事に伴う一時的な影響】【工事に伴う一時的な影響】
		底質	○ —	【調査・予測対象】水中懸濁物濃度、底質の粒度組成 【調査手法】近所の既往調査結果と調査結果によりベースライン条件を推定 【予測手法】数値モデルにより懸濁物濃度と堆積量を推定【予測対象時期】掘削工事時 【評価手法】モデル予測結果と各種値濃度（魚類、透視度、堆積厚）との比較	風車の基礎工事や海底ケーブルの埋設工事に伴う水中懸濁物濃度の変化や海底堆積状態を数値モデルで予測した結果、水中懸濁物濃度は魚類を対象とした域値を下回り、透視度の基準値については一時的に上昇した。また堆積量については風車周辺以外では1mm程度であった。以上のことからこれらの影響は局所的でかつ短期間のものであり全体としての影響は軽微と評価された。	【工事に伴う一時的な影響】風車の基礎工事や海底ケーブルの埋設工事に伴う水中懸濁物濃度の増加や底質の再堆積が魚類や底棲生物相や透明度に影響を及ぼすと考えられたため決定。
	波浪	— ○	【調査・予測対象】波浪の反射と回折、風速 【調査手法】代表的な年と強風時（台風時）を対象に解析 【予測手法】数値モデル計算等により施設設置後の波と風の減衰を定量的に予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】施設建設に伴う波浪と風の減衰割合から評価	風車建設に伴う基礎やパイラーあるいは風車本体がもたらす波浪と風の減衰について数値モデルにより予測した結果、両者の変化は長期的に定まるものであるが、いずれその減衰率は小さく、変化の範囲も局所的であった。これらのことから全体的な影響は軽微と評価された。	【施設の存在及び供用】風車設置に伴う波浪の変化が海岸形態や海岸地形に影響を及ぼすと考えられたため決定。	
	流況と成層	— ○	【調査・予測対象】施設周辺の流れと成層状況 【調査手法】代表的な年と強風時（台風時）を対象に解析 【予測手法】数値モデル計算等により施設設置前後の流れと成層状況を定量的に予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】流れと成層状況について施設設置前後の比較	流況の変化については台風時の方が顕著であるがその変化量（減速、増速）は小さい。また通常の流況で成層破壊は風車の下流側でわずかに発生する程度であった。以上のことから流況と成層状態の影響は長期的なものであるが局所的でその変化量が小さいことから全体的な影響は軽微であると評価された。	【施設の存在及び供用】風車設置に伴う流況の変化や周辺海域の成層状態の変化が水質や移動植物に影響を及ぼすと考えられたため決定。	
その他の環境	海岸地形	— ○	【調査・予測対象】海岸地形、海岸浸食 【調査手法】既往資料収集と現地確認調査 【予測手法】波浪予測結果に基づく定量的な解析 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】波浪予測結果と海岸過程との対応を想定	波浪解析結果に現地の沖合水深や海岸過程を対応させ、波浪の減衰がもたらす浸食や堆積の変化を定量的に推定した。その結果、海岸地形の変化は長期的に及ぶがその強度は少ないか殆どないとの状況で、かつ対象となる範囲も局所的であることから、全体的な影響は軽微と評価された。	【施設の存在及び供用】風車設置に伴う波浪の変化が海岸形態や海岸地形に影響を及ぼすと考えられたため決定。	
	海底地形	— ○	【調査・予測対象】海底地形 【調査手法】水中懸濁物の拡散・移送を把握 【予測手法】波浪ならびに流況予測結果に基づく懸濁物移送の定量的な解析 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】懸濁物移送量に基づく評価	風車設置に伴う波浪と流況の変化が水中懸濁物の移送を変化させることにより、海底地形の変化の有無を確認した。その結果、水中懸濁物移送量の変化は微量であることが分かった。海底地形に影響を及ぼさないとして評価された。	【施設の存在及び供用】風車設置に伴う波浪と流況の変化が水中懸濁物の移送を変化させることにより、海底地形に影響を及ぼすと考えられたため決定。	
	電磁障害	—	—	—	—	
	水中騒音・海底振動	—	—	—	—	
海洋生物	Benthic Fauna	○ ○	【調査・予測対象】底質、Benthic Fauna（種類、個体数、バイオマス） 【調査手法】底棲生物の現地調査と室内分析 【予測手法】現地調査結果と既往データに基づく評価基準等の作成。検討対象は底質、底質、底質などのワースト事象。 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】生物種（無脊椎動物）毎にインパクトに対する感受性を設定し、これと設定したインパクト基準に基づき評価。	工事中の影響としては棲息環境の喪失が影響としては小～中程度と評価されたが、海底のかく乱、懸濁物の拡散や堆積に関しては、その影響度も小さく局所的でかつ期間も限定的であることから全体としての影響は軽微であると評価された。 運転中の影響としてはアゾラン基盤における動物相の変化と海底ケーブルからの電磁界、放熱が対象となった。これらの影響は長期的に及ぶと想定されたが、その程度が小さく、かつ局所的であることから全体としての影響は軽微と評価された。	【工事に伴う一時的な影響】掘削、掘削工事とこれに伴う底泥の拡散が生息場の喪失、個体の埋没あるいは露出、呼吸への障害などの影響が考えられた。 【施設の存在及び供用】風車本体、スコーピング防止基盤、海底ケーブルなどが流況、波浪、成層、海底底質、電磁界等を変化させ、これが種組成、種数個体数、水質変化、バイオマスの変化を惹起すると考えられたため。	
	Benthic Habitats	— ○	【調査・予測対象】現地調査結果（生物相、底質）、予測結果（流況）既往データ 【調査手法】現地調査結果、既往資料 【予測手法】統計モデル（PSL：部分最小二乗法）による予測 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】応答変数を肉食者、堆積物食者、雑食者として統計解析により建設前後の相違から影響を評価	底質の変化、付着基盤の変化ならびにフードフラックスの変化は、いずれも長期的に及ぶと想定されたが、その影響度は小さく、かつ局所的な影響にとどまると評価された。また、その影響度は小さくかつ局所的な影響にとどまると評価された。また、その影響度は小さくかつ局所的な影響にとどまると評価された。	【施設の存在及び供用】風車本体、スコーピング防止基盤、海底ケーブルの掘削などが流況、波浪、成層、底質、電磁界等を変化させ、これに伴い主要底棲生物相の変遷や個体の減少による肉食者の競合、その他底棲生物相への影響が考えられたため。	
	漁業生物（魚介類）	—	—	—	—	
	海鳥・藻類	—	—	—	—	
動物、植物、生態系	海産哺乳類	○ ○	【調査・予測対象】アザラン(Harbour and Grey Seal)、ネズミイルカ(Habour Porpoise)の分布状況 【調査手法】調査方法：既存データ（衛星、航空機トランセクト、テレメトリー）、現地調査（生物音計測：C-POD、水中騒音計測） 【予測手法】ENEAを適用して上記は哺乳類の棲息海域を把握するとともに、これらの海域における各種影響要因のレベルを算定 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】アザランとネズミイルカの棲息海域における各種影響要因のレベルの算定結果に、これらの生物の環境適応性（水中騒音、懸濁物濃度、障害発生事象など）を対応させ影響の有無を評価	【工事に伴う影響評価】主要な影響要因はパイラー打込み時の水中騒音でアザランもネズミイルカも200m以内では一時的な影響を受けるが、工事は一時的なものであることから当該海域における棲息行動を恒久的に変化させるのではなく生物の機能は維持されると評価。 【施設の存在及び供用】運転中の水中騒音、振動、点検等に伴う船舶の往来、海底ケーブルからの電磁界、基礎の岩盤効果についてはいずれも小さく、かつ局所的であることから全体としての影響は軽微と評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う水中騒音・振動あるいは底泥の拡散などが生息環境を攪乱し影響を及ぼすことが考えられたため決定した。 【施設の存在及び供用】風車からの水中騒音・振動やメンテナンス船舶等からの水中騒音、海底ケーブルからの電磁界などが棲息に影響を及ぼすこと等が考えられたため決定した。	
	鳥類	○ ○	【調査・予測対象】鳥類の種類、個体数、分布状況、飛行高度等 【調査手法】調査方法：船舶調査トランセクト、飛行機トランセクト、レーザ、定点目視 【予測手法】工事中に当該地域に基づき棲息鳥類の感受性の程度に関する情報ならびに工事に伴うさまざまな環境の変化に関する情報を収集し、生息場の移動可能性やさまざまな環境の持続性を検討。運転中に関してはさまざまな環境情報、障害影響に関する既往情報、パードストライクに関する既往情報を収集し当該事例を対象に検討。 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】上記予測手法で検討した結果に基づき総合的な評価を行う。	建設工事にもなる騒音や船舶の航行ならびに海底泥の拡散などの影響強度は小さく、かつ局所的であることと評価された。これに伴い生息場の移動にも軽微な影響と評価された。 【施設の存在及び供用】風車の稼働に伴う生息場の移動、棲息環境の変化、障害障害、海鳥の衝突に関しては長期的な影響を及ぼすが、その程度は軽微であると評価された。一方、大型の陸島に関しては衝突の危険性が中程度と評価された。なお、障害障害やパードストライクに関しては国境を越える範囲に影響することが示された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う海域のかく乱や底泥のかく乱に伴うえさ場の消失などが生息場の移動を惹起することが考えられたため決定した。 【施設の存在及び供用】風車の稼働に伴う生息場の移動、棲息環境の変化、障害障害、陸鳥の衝突などの影響が考えられたため決定した。	
	景観	— ○	【調査・予測対象】眺望景観、周辺社会条件、自然条件（海岸の形状や形態など） 【調査手法】フォトモンタージュ 【予測手法】写真及びフォトモンタージュ等より影響を定量的に予測（風車設置変更、最終時期） 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】周辺の自然条件や社会条件の感受性を考慮した眺望に基づき評価	DjurslandとAnholtからの陸島は方位的に局所的ではあるが影響の程度が大きくかつ長期的なもので、全体としての影響は重大であると評価された。一方、海面上については広大な海域における占有率が少ないことからその影響度は中程度であると評価された。	【施設の存在及び供用】風車の存在によりDjurslandとAnholtからの眺望景観の変化が考えられたため決定。	
	人と自然との触れ合いの活動の場	—	—	—	—	
人と自然との触れ合いの活動の場	観光・レクリエーション	○ ○	【調査・予測対象】観光・レクリエーションの内容と場所（海岸、海域、陸域） 【調査手法】国や地方自治体あるいは港湾関係の機関から情報収集 【予測手法】利用範囲と当該地域における景観や騒音レベルを検討 【予測対象時期】施設稼働時 【評価手法】レクリエーションの種類ごとにその範囲と景観や騒音の状況を確認し影響の程度を定量的に評価。	【工事に伴う影響評価】沖合におけるレジャーボートやハンティング、釣り、ダイビングに対する影響は軽微と評価。沿岸部のレクリエーションエリアに対しては景観は中程度の影響を及ぼすが、騒音による影響は軽微であると評価された。 【施設の存在及び供用】観光に対する景観は長期的に中程度の影響は軽微と評価された。レジャーボートやハンティング、釣り、ダイビングなどのレクリエーション領域に対する影響は軽微と評価された。	【工事に伴う一時的な影響】工事に伴う騒音や景観がDjurslandとAnholtの観光やレクリエーションに影響を及ぼすことが考えられたため決定した。 【施設の存在及び供用】風車の稼働に伴う騒音や景観がDjurslandとAnholtの観光やレクリエーションに影響を及ぼすことが考えられたため決定した。	

3. 環境影響評価手法に係る事例のまとめ (3.2 環境影響評価書の参考となる事例)

【評価書】 Northwind (旧 Eldepasco) 洋上風力発電事業

調査名	Northwind		概要	
実施者	Northwind社			
調査の目的	・ベルギー沖における洋上風力発電事業の環境影響評価の実施			
候補海域				
風力発電機及び設置基数	風力発電所出力：216MW (3MW×72基)			
公表時期	2006年5月			
参考項目	土壌の汚染	水質汚染の存在及び程度	予測・評価結果	
			参考項目を選定/非選定とした理由	
大気環境	騒音	○ ○	<p>【建設中】海上の騒音は杭打ち作業や工事船舶により増大するが、一時的であるため影響は容認できる程度である。</p> <p>【運転中】風車騒音は風車から5kmの地点で確認できなくなった。このため沿岸部や民家への影響はない。</p> <p>【解体時】工事中は騒音が増大するが一時的であるため影響は軽微である。</p>	建設工事に伴う騒音の影響が想定されたため選定。
	振動 低周波音	— —	—	—
水環境	一般項目	○ ○	<p>【建設中】建設機械や工事船舶から排出される大気汚染物質の影響はほとんどない。</p> <p>【運転中】点検やメンテナンスの船舶からの大気汚染物質の影響はほとんどない。風車による発電が排気ガスを出さないことの方が有益。</p> <p>【解体時】建設時と同じ</p>	建設工事に伴う船舶等から排出される排気ガスが大気質に影響を及ぼす可能性があることから選定。
	水質 一般項目	○ ○	<p>【建設中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当該海域は油類や廃棄物の投棄禁止海域で基礎工事に伴いこれらがまき上がる可能性はない。またTBTは使用が禁止されているので問題はない。</li> <li>・海底のかく乱により栄養塩類がまき上がる可能性はあるが一時的である。なお、工事は静穏な時期に実施されるので、まき上がりもすぐに沈降するので影響は軽微である。</li> <li>・水道、容存酸素、塩分量への影響はない。</li> </ul> <p>【運転中】水質への影響はない。</p> <p>【解体時】建設時と同じ</p>	建設工事に伴う海底のかく乱が水質に影響を及ぼすことが懸念されたため選定。
底質	底質	○ ○	<p>【建設中】重力式の場合多くの海底残土が出るが、これらはまとめて一か所に集積するよりも個別の風車の脇に積み上げた方がよい。</p> <p>【運転中】風車基礎部にはスコアリング対策を施すこと、風車サイトが沖合にあることから底泥の拡散の問題はない。</p> <p>【解体時】底泥の拡散の影響は建設時と同様であるがモニタリング結果が集積されていること、新たな技術が開発されている可能性があることから建設時よりは軽微になると推測。</p>	基礎の掘削に伴う海底泥の集積場所の選定や基礎周辺の洗掘にもなる底泥拡散の影響を確認するために選定。
	波浪、流向・流速	— —	—	—
その他の環境	地形及び地質	— —	—	—
	電磁障害	— —	—	—
海洋生物	無脊椎動物と魚類	○ ○	<p>【建設中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・重力基礎の場合、モノパイル等に比較して占有面積が広く棲息環境や生態系に影響がでるが、その範囲はBPNSの1%程度であり限定的である。なお、風車海域では漁業が制限されるため海底の生態系は良好となる。</li> <li>・工事に伴う濁りは過剰なものは悪影響となるが、魚類にはえさ場としてのポテンシャルを増大させている。</li> <li>・パイル基礎の場合、打込みによる水中騒音が魚類に影響を及ぼすとされているが、明確な結論は出ていない。</li> </ul> <p>【運転中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風車基礎やスコアリングの基礎は海底面の消失の面からはマイナスの影響だが、付着生物の新たな棲息基盤の創出面ではプラスのインパクトである。</li> <li>・魚類に対する水中騒音は500m地点で騒音にマスキングされること、他のプロジェクトでも魚類に対する影響は確認されていないことから、その影響は軽微と評価された。なお、風車のシャドウ効果については不明。</li> </ul> <p>【解体時】基本的には建設中と同じだが、杭打ちがないため影響は件背中より軽微である。</p> <p>【海底ケーブル】当該海域には電磁界に敏感な魚類は棲息しないこと、海底ケーブルからの熱については局所的であることから影響は無視できる程度である。</p>	対象海域は生物学的/生態学的に中程度の価値があり、ニシン、マコガレイ、シタビラメなどの産卵場となっていることから epifauna, macrobenthos, demersal fish を対象とした影響を確認するために選定。
	海藻・藻類	— —	—	—
動物、植物、生態系	海産哺乳類	○ ○	<p>【建設中】杭打ちの水中騒音が海産哺乳類に直接インパクトを与える場合と餌である魚類が逸散してしまうことによるインパクトがあげられたが、水中騒音については防音対策を施せば影響は少なくなると評価された。また、魚類の逸散については一時的で回復が見込めるので影響は軽微と評価された。</p> <p>【運転中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・運転に伴う騒音と振動は海産哺乳類に影響を及ぼすと想定されたが、その絶対値が小さく、また動物は順化するのでは影響はないと評価された。</li> <li>・風車の存在が海域の利用を減少させたり放棄させたりすることが懸念されたが、海産哺乳類は休息の場や天敵からの隠れ場などとして利用することから影響はないと評価された。</li> <li>・メンテナンスや点検に伴う船舶等によるかく乱は一時的であること、海産哺乳類が耐性を示すことから影響は軽微と評価された。</li> <li>・風車の基礎部が付着生物やベントスを増大させ、これを餌とする魚類が餌集し、さらに魚類を餌とする海産哺乳類が餌集することからプラスの影響が惹起される。</li> </ul> <p>【解体時】建設中と同様であるが杭打ちがない分、建設中より軽微である。</p> <p>【海底ケーブル】海底ケーブルからの電磁界は底泥中や海底直上なので棲息環境に影響を及ぼすことは少ない。</p>	クジラ類やアザラシ類は保護動物で越冬中、繁殖中、回避などをかく乱してはいけないことになっている。当該海域にもこれらの海産哺乳類が多く生息していることから、これらへの影響を確認するために選定した。
	鳥類	○ ○	<p>【建設中】種類によって異なるが工事によるかく乱により建設サイトを迂回するなどの影響が出るが、対象海域はBPNSの約0.4%と小さいこと、工事一時的であることから影響は軽微と評価。</p> <p>【運転中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>＝渡り鳥と地域性の鳥の行動＝</li> <li>・sensitivity scoreやcollision vulnerability scoreに飛翔高度を対応させた結果、オオカモメ、シセグロカモメの衝突率が高いと評価された。</li> <li>・全体としてはかく乱や衝突に対する影響は軽微と評価された。</li> <li>＝休憩中、採餌中＝</li> <li>・生態的な感受性からウミガラスが最もかく乱の影響を受けると評価された。</li> <li>・collision vulnerability scoreからはミツユビカモメが衝突のリスクが大きかったが、飛翔高度がロータ範囲から外れていることから影響は少ないと評価された。</li> <li>・全体的にはかく乱や衝突の影響は軽微と評価された。</li> </ul> <p>【解体時】建設中と同様</p> <p>【海底ケーブル】ケーブル敷設に伴う海底のかく乱が（濁り）が魚類を逸散させ、これを餌とする鳥類に影響を及ぼすと想定されたが、場所や時期が限定的であることから影響は軽微と評価された。</p>	当該海域ではカツオドリ、ミツユビカモメ、ウミガラス、ウミスズメなどが棲息しており、これらの鳥類に対する影響が懸念されたため選定した。なお、当該海域は希少種の重要海域には指定されていない。
景観	主要な眺望点及び観光資源並びに主要な眺望景観	○ ○	工事に伴って海上に多くの船舶が航行するが、対象海域は沿岸から35kmの地点にあり殆ど視認できない。また、仮に視認できたとしても風車の存在は良好で落ち着いた景観として捉えられることから、景観への影響はないと評価。	ベルギーの沿岸は居住地区でありかつ観光地域ともなっている。このことから風車の建設が景観に及ぼす影響を評価した。
人と自然との関係	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	— —	—	—

【3章の参考文献】

- NEDO (2009a) : NEDO 平成 20 年度 洋上風力発電実証研究 F/S 調査 (銚子沖)
- NEDO (2009b) : NEDO 平成 20 年度 洋上風力発電実証研究 F/S 調査 (北九州市沖)
- NEDO (2012a) : NEDO 洋上ウィンドファーム フィージビリティ スタディ (秋田市沖)
- NEDO (2012b) : NEDO 洋上ウィンドファーム フィージビリティ スタディ (洋野町沖)
- NEDO (2012c) : NEDO 洋上ウィンドファーム フィージビリティ スタディ (鹿島灘)
- NEDO (2012d) : NEDO 洋上ウィンドファーム フィージビリティ スタディ (旭市沖)
- むつ小川原港洋上風力開発㈱ (2013) : (仮称) むつ小川原港洋上風力発電事業 計画段階環境配慮書.
- むつ小川原港洋上風力開発㈱ (2014) : むつ小川原港洋上風力発電事業 環境影響評価方法書.
- NEDO 洋上風力発電実証研究 (銚子沖) 資料
- NEDO 洋上風力発電実証研究 (北九州市沖) 資料
- ウィンド・パワー・エナジー (2015) : 鹿島港洋上風力発電事業 環境影響評価報告書
- 独立行政法人 港湾空港技術研究所ホームページ : 全国港湾海洋波浪情報網波浪観測地点
- 千葉県農林水産部水産局 (2013) : 千葉県水産ハンドブック, 平成 25 年 8 月.
- 国土交通省港湾局 (2004) : 港湾工事における濁り影響予測の手引き, 国土交通省港湾局、平成 16 年 4 月.
- 社団法人日本水産資源保護協会 (1997) : 水中音の魚類に及ぼす影響, (社) 日本水産資源保護協会, 平成 9 年 10 月.
- Bedford Institute of Oceanography (2000–2001) : Moored current Meter and CTD Observations from Barrow Strait.
- BSH (BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE) (2012)
- DATAWELL:HomePage (<http://www.datawell.nl/products/buoys.aspx>)
- Department of Business Enterprise and Regulatory Reform (2008) : Barrow Offshore Wind Farm 1st Annual Report.
- Elsam Engineering and ENERGI E2 (2004) : Review Report2003, The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm Environmental Impact Assessment and monitoring.
- Energinet.dk、Anholt Offshore Wind Farm (2009) : Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology.
- ESS Group, Inc. (2006) : Cape wind energy project, Submerged aquatic vegetation investigation.
- Kongsberg Maritime Kongsberg Maritime Ltd:HomePage .  
(<http://www.km.kongsberg.com/renewables>)
- London Array limited (2005) : Environmental statement.
- Mats Amundin, Daniel Wennerberg (2010–2014) : SAMBAH Static Acoustic Monitoring of the Baltic Harbour porpoise.
- Michael D'ahne, Anita Gilles, Klaus Lucke, Verena Peschko, Sven Adler, Kathrin Krügel, Janne Sundermeyer, Ursula Siebert (2013) : Effects of pile-driving on harbor porpoises (Phocaena phocoena) at the first offshore wind farm in Germany, Environ. Res. Lett.8.

- MMS US Department of the Interior Minerals Management Service (2009) : Cape Wind Energy Project, Final Environmental Impact Statement.
- NaiKun Wind Development Inc. (2009) : Naikun Offshore Wind Energy Project, Executive Summary.
- NaiKun Wind Development Inc. (2009) : Technical volume 3、4、6 of the environmental assessment application for the Naikun offshore wind energy project marine physical environment.
- Neeltje Muselaers, Henk Kouwenhoven (2008) : The environmental monitoring program at the Offshore Wind farm Egmond aan Zee.
- NIWA Taihoro Nukurangi, RV Tangaroa's sophisticated multibeam echosounder can trace the image of a seabed 7.5 kilometres beneath the surface,  
<http://www.niwa.co.nz/our-science/oceans/bathymetry/further-information>
- Ramboll Oil & Gas (2009) : Anholt Offshore Wind Farm Tourism and Recreational Activities.
- Royal Haskoning (2009) : Dudgeon Offshore Wind Farm Environmental Statement.
- Sweden offshore wind ab, Wind Farm - Kriegers Flak ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT.
- Talisman Energy : Beatrice wind farm demonstrator project Environmental Statement.
- Vattenfall, alpha ventus / EWE, E.ON, (Matthias Ibeler, 2009-2011)
- Woods Hole Group, Inc. (2003) : Cape wind submerged aquatic vegetation diver survey.
- 住友商事株式会社 (2013) : ベルギーの洋上風力発電事業に参画、住友商事 HP ニュースリリース (2013年7月18日) .