



平成28年度第5回山口県環境影響評価技術審査会

(仮称)安岡沖洋上風力発電事業
環境影響評価準備書

平成29年2月1日(水)
前田建設工業株式会社

目次

I. 事業概要	・・・	1
II. 環境影響調査の実績	・・・	5
III. 環境影響評価 (山口県知事意見に対する見解)	・・・	8

I . 事業概要

1. 対象事業実施区域の位置	...	2
2. 風車の大きさと計画概要	...	3
3. 風車の配置 方法書から見直し	...	4

・環境影響評価準備書 掲載ページ

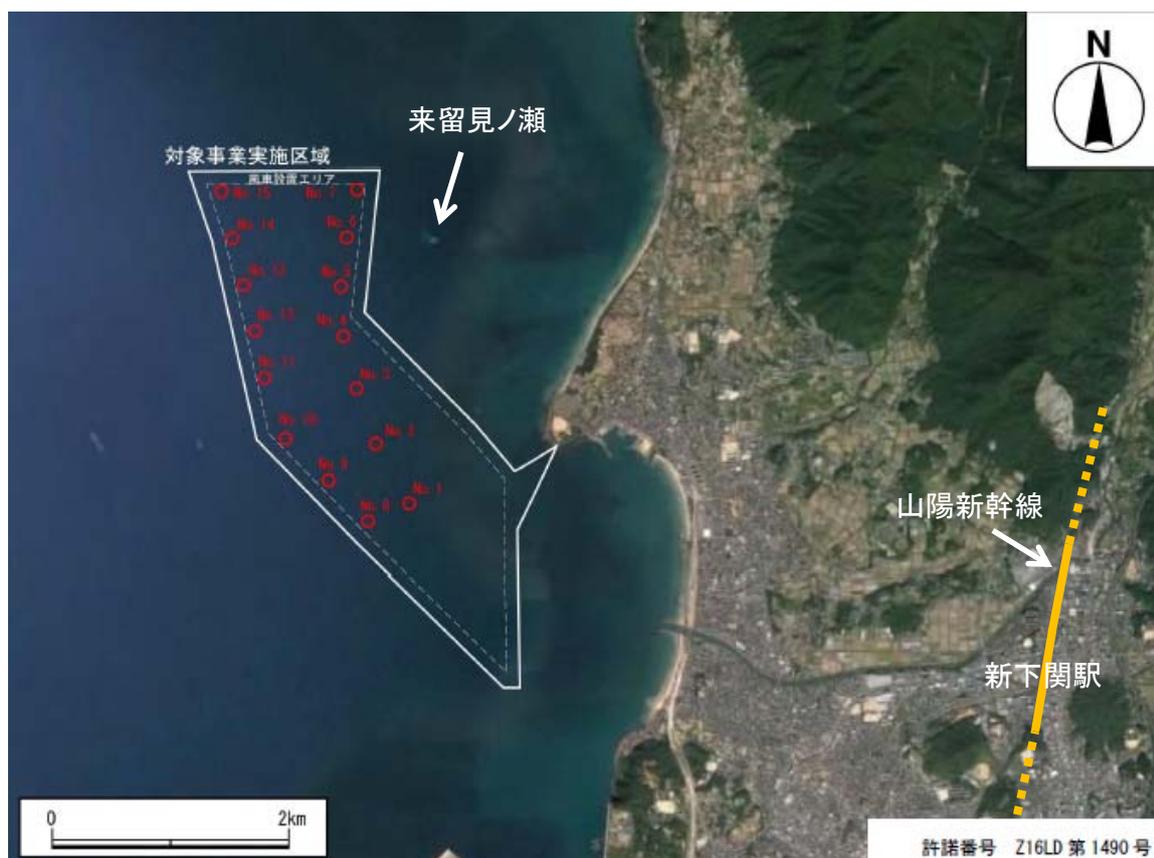
2-1(2)～2-21(22)

・要約書 掲載ページ

1～17

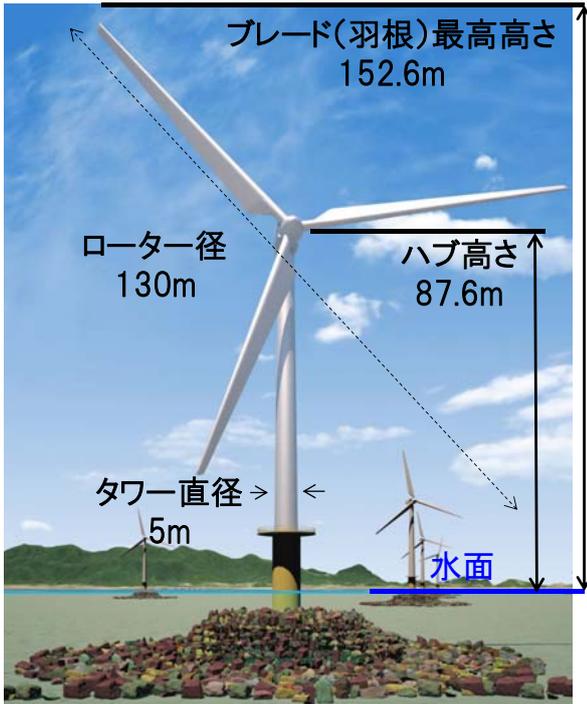
1

1. 対象事業実施区域の位置



2

2. 風車の大きさと計画概要



- 総発電量：60,000kW
- 風車出力：4,000kW/基
- 風車基数：15基
- 配置形状：2列
- 事業期間：運転20年

**事業終了後
風車撤去**

3

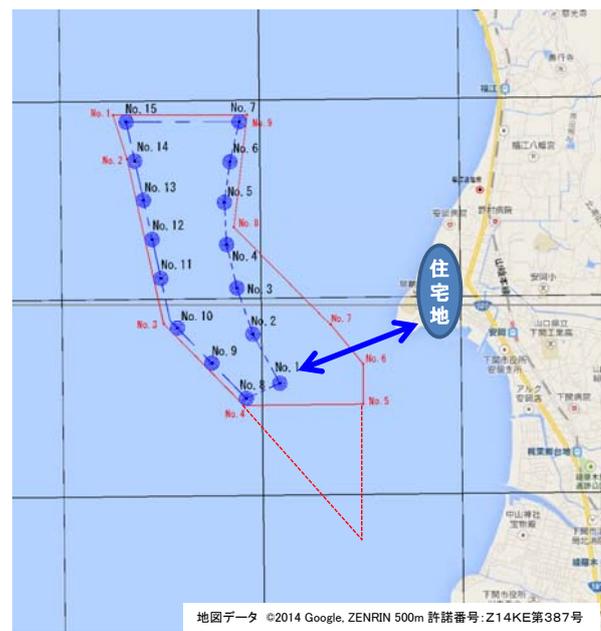
3. 風車の配置 方法書から見直し

方法書案 3MW×20基 3列



住宅地から 約760m

準備書案 4MW×15基 2列



住宅地から 約1,500m

これまでの国内風力発電施設と比較し、
風車を生活エリアから離す

4

II. 環境影響調査の実績

1. 環境影響調査の実施概要	・・・ 6
2. 方法書からの調査見直し事項	・・・ 7

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
6-1(214)～6-79(292)
- ・要約書 掲載ページ
22～27

1. 環境影響調査の実施概要

影響要素		調査地点	調査時期
大気質	窒素酸化物 粉じん等	4地点	4季各1週間程度
騒音	騒音	11地点	道路交通騒音 建設作業騒音、風車騒音 4季各2日程度 (代表点1地点は1週間程度)
	低周波音	11地点	4季各2日程度(代表点1地点は1週間程度)
振動	振動	5地点	4季各2日程度(代表点1地点は1週間程度)
水質	水の濁り	7地点	4季各1日程度
	水素イオン濃度 付着生物防止剤 有害物質		4季各1日程度 夏季1日程度
底質	化学的酸素要求量、全硫化物、強熱 減量、粒度分布	4地点	2季(夏季、冬季)各1日程度
その他	流向・流速	3地点	2季(夏季、冬季)各15昼夜連続
	風車の影	照度 2地点 影の到達範囲	照度 4季各1週間程度 シャドーフリッカー 4季各1日程度
	電波障害	3測線	1日程度
	水中音	2地点	1日程度
重要な種及び注目すべき生息地(海域 に生息するものを除く)	鳥類	定点およびライン	計10回 調査日は各回2日ないし3日
	哺乳類(コウモリ)	海岸線: 3地点 海上: 1地点	4季各3日程度
海域に生息する動物	底生生物	5地点	4季各1日程度
	潮間帯動物	海岸線: 6測線 来留見ノ瀬: 1測線 計7測線	4季各3日程度
	海産爬虫類(ウミガメ)	2地点	5～8月に月2日程度
	魚類	3地点	4季各3日程度
	海産哺乳類	9測線	4季各2日程度
	動物プランクトン	7地点	4季各1日程度
	卵・稚仔	4地点	4季各1日程度
海域に生息する植物	海藻草類	海岸線: 6測線 来留見ノ瀬: 1測線 計7測線	4季各5日程度
	潮間帯植物	海岸線: 6測線 来留見ノ瀬: 1測線 計7測線	4季各3日程度
	藻場	概略調査結果を踏まえ設定	4季各5日程度
	植物プランクトン	7地点	4季各1日程度
地域を特徴づける生態系	現地調査地点(範囲)他	既存知見、現地調査データの調査時期	
主要な眺望点、景観資源及び眺望景観	15地点	4季各1日程度	
主要な人と自然のふれ合いの活動の場	5地点	4季各1日程度	

2. 方法書からの調査見直し事項

影響要素 (調査項目)		方法書		変更事項	
		調査地点数	調査期間	調査地点数	調査期間および変更内容
騒音	騒音	6地点	道路交通騒音 4季各2日程度 建設作業騒音、風車 騒音 2季各1日程度	11地点	追加調査地点: 福江地区、安岡町、安岡漁港、安 岡海岸、綾羅木新町(新垢田地 区は低周波追加) 期間:4季各2日、代表点は1週間
	低周波音	5地点	2季各1日程度	11地点	
振動	振動	4地点	4季各2日程度	5地点	追加調査地点:綾羅木新町 期間:4季各2日、代表点は1週間
重要な種及び 注目すべき生 息地(海域に 生息するもの を除く)	鳥類	・定点(陸上目視・レーダー):1 地点 ・定点(陸上目視):2地点 ・定点(陸上目視:渡りの時 期):1地点 ・船舶トランセクト:9測線 ・ラインセンサス:2測線	計8回 調査日は各回 2日ないし3日	・定点(陸上目視・レーダー):1 地点 ・定点(陸上目視):2地点 ・定点(陸上目視:渡りの時 期):1地点 ・船舶トランセクト:9測線 ・ラインセンサス:2測線	計10回 調査日は各回3日
	卵・稚仔	4地点	2季(春~夏、秋季)各 1日程度	4地点	4季各1日
主要な眺望点、景観資源及 び眺望景観	4地点	4季各1日程度	15地点	追加調査地点: 蓋井島航路、六連島航路、福江 地区、安岡海岸、海峡ゆめタワー 西山海水浴場等	
主要な人と自然のふれ合い の活動の場	3地点	4季各1日程度	5地点	追加調査地点:ヨット、セーリング 関係、横野海岸	

村崎ノ鼻で騒音、低周波音、風況の計測を平成26年9月より継続中

7

Ⅲ. 環境影響評価(山口県知事意見に対する見解)

1 事業計画に対する総括的意見	...	9
2 調査、予測及び評価の手法に係る意見	...	13
(1)調査範囲	...	14
(2)大気環境(騒音・低周波音)	...	16
(3)水環境(付着生物防止剤)	...	34
(4)その他の環境(風車の影)	...	36
(5)動物・植物	...	38
(6)景観	...	54
(7)人と自然とのふれ合い活動の場	...	70
(8)その他	...	72

8

1 事業計画に対する総括的意見

意見	当社の見解
<p>本計画は、国内初となる大規模な洋上風力発電事業であることから、風力発電に係る最新の科学的知見や国内の洋上風力発電実証事業に加え、国外における同様事例について情報収集、分析を行った上で、適切に調査・予測・評価を行うこと。また、事業実施区域周辺の住居や病院等に加え、漁業等の事業活動について、特段の配慮が必要である。</p>	<p>風力発電に係る最新の科学的知見や国内外の事例の情報収集、分析を行い、適切に調査・予測・評価を行います。また、事業実施区域周辺の現状調査を行い、住居、病院等の生活環境や漁業等の事業活動に配慮し、計画いたします。</p>

調査、予測、評価の内容につきましては各調査項目の資料にて説明いたします。

9

特に配慮すべき事項 その1

意見	当社の見解
<ul style="list-style-type: none"> ・風車の配置等については、環境影響を回避・低減する観点から検討を行うこと。 ・環境配慮の実施に当たっては、科学的な根拠及び合理的理由をもって行うとともに、地元住民等への積極的な情報提供を行う等、地域の意向を踏まえた適切な対応を行うこと。 	<p>風車の配置等については、環境影響を回避・低減する観点から検討いたします。</p> <p>環境配慮の実施に当たっては、科学的根拠及び合理的理由をもって行います。地元のみなさまには調査の状況をご説明する機会を都度設けできるだけご理解が得られるよう努めます。</p> <p>環境影響調査の途中経過、事業計画について、下関市環境審議会や説明会で説明を行い、ホームページで情報公開を行ってきました。今後も継続します。</p>

風車の配置等について、環境影響を回避・低減する観点からの検討、環境配慮の実施における科学的な根拠及び合理的理由については、各調査項目の資料にて説明いたします。

10

特に配慮すべき事項 その2

意見	当社の見解
<p>・瀬戸内環境保全特別措置法が適用される海域での事業であり、同法に基づく「瀬戸内海の環境の保全に関する山口県計画」（平成20年5月）の趣旨を踏まえること。</p>	<p>「瀬戸内海の環境の保全に関する山口県計画」の趣旨を踏まえ、計画いたします。</p> <p>水質汚濁の防止、自然景観の保全、浅海域の保全に配慮し、環境影響については、調査、予測及び評価を行いました。また、環境保全措置として「8.2 環境の保全のための措置」に記載しております。</p>

瀬戸内海の環境の保全に関する山口県計画

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-492(785)～8-511(804)
- ・要約書 掲載ページ
95～99

11

瀬戸内海の環境の保全に関する山口県計画(H28年11月11日)

瀬戸内海の環境の保全に関し実施すべき施策について定めたもの

目 標	内容の一部抜粋
沿岸域の環境の保全、再生及び創出に関する目標	沿岸域における藻場・干潟・砂浜・塩生湿地等が適正に保全されていること
⇒ 海域環境である藻場、流向・流速等について環境影響評価を行った。	
水質の保全及び管理に関する目標	水質汚濁、赤潮、富栄養化の防止のための対策が計画的かつ総合的に講じられていること
⇒ 水質について環境影響について環境影響を行った。	
自然景観及び文化的景観の保全に関する目標	海面と一体となり優れた景観を構成する自然海岸については、現状よりできるだけ減少することのないよう、適正に保全されていること
⇒ 景観について環境影響評価を行った。	
水産資源の持続的な利用の確保に関する目標	水産資源の適切な保存及び管理が実施されるよう一層の推進に努めること
⇒ 海域環境である藻場や準備書に掲載のとおり海域の動植物の環境影響評価を行った。また、基礎部やその周辺には魚礁を設置の予定で、その効果が期待できる。	

12

2 調査、予測及び評価の手法に係る意見

13

(1)調査範囲

意見	当社の見解
事業者は、調査範囲を「発電所主務省令に基づく調査範囲を拡充し、事業実施区域周辺2kmの範囲を設定」としているが、本事業計画においては、景観等の環境要素によっては、影響が調査範囲を超えるおそれがあることから、環境要素ごとに影響が及ぶ範囲を再検討すること。	環境要素ごとに影響がおよぶ範囲、調査範囲を再検討します。再検討した範囲において、必要に応じて地点の追加を行い、調査・予測・評価を行います。再検討した結果については、準備書に記載いたします。 再検討した結果をもとに、調査、予測及び評価を行いました。環境保全措置について検討し、その結果を「第8章 8.1 調査結果の概要並びに予測及び評価の結果」に記載しております。

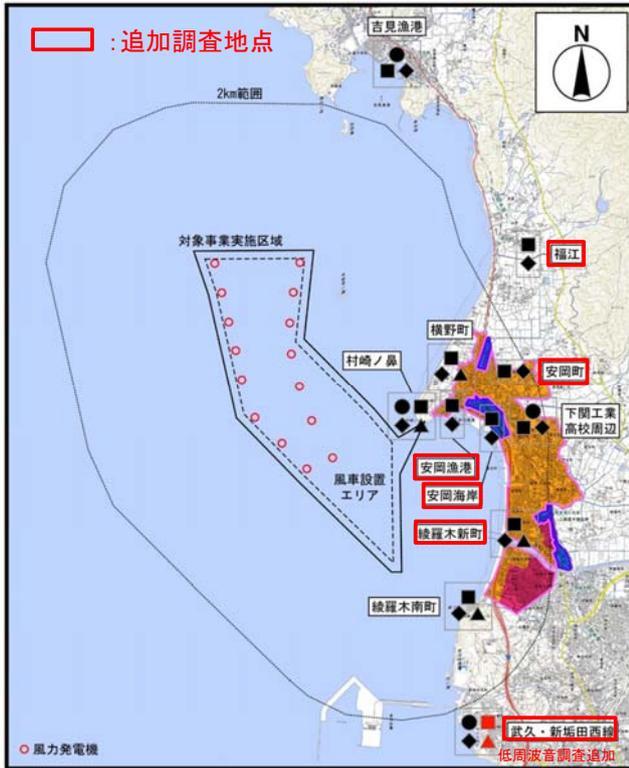
調査地点の追加

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
大気質 8-2(295)、
景観 8-381(674)
- ・要約書 掲載ページ
大気質 78
景観 89

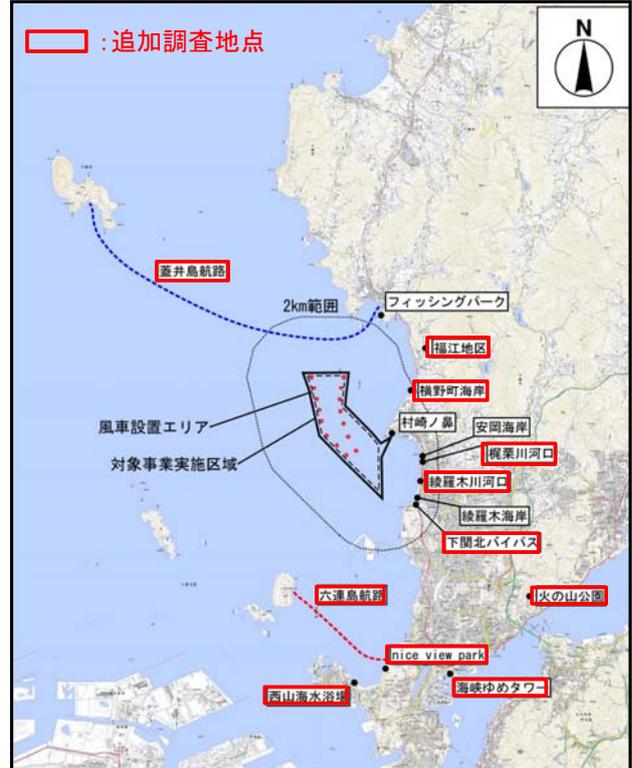
14

調査地点の追加

騒音、低周波音調査、景観調査の地点数を増やした



騒音、低周波音、振動調査地点



景観調査地点

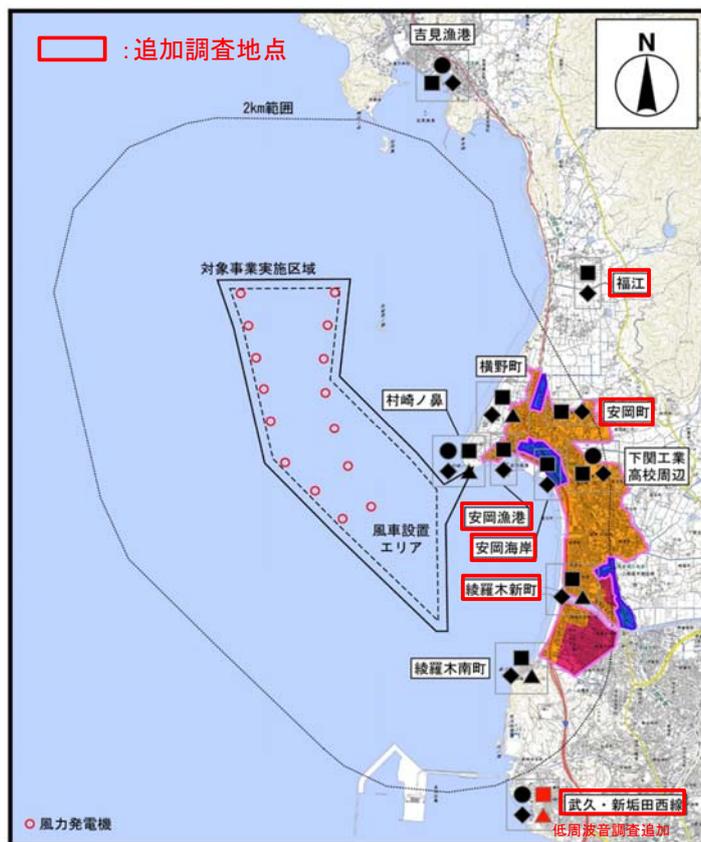
(2) 大気環境(騒音・低周波音) 調査

意見	当社の見解
<p>風力発電事業については、騒音レベル等は低くても非常に不快に感じる人が他の設備（航空機、自動車、鉄道）と比較して多いことから、騒音・低周波音の調査範囲をより広域に設定するよう再検討するとともに、その影響を懸念する住民等が存在する地域等については、適切に調査地点として選定すること。</p>	<p>方法書に記載した調査範囲及び調査地点に加え、騒音・低周波音の影響を懸念する住民等が存在する地域や公共施設等を調査地点として選定し、調査・予測・評価いたします。</p> <p>「福江地区」等を含め新たな地点を選定(計11地点)し、調査、予測及び評価を行いました。その内容は「第8章 8.1.1.2騒音」に記載しております。</p>

騒音・低周波音の調査地点

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-27(320)、8-52(345) (8-2(295)と同じ)
- ・要約書 掲載ページ

騒音・低周波音の調査地点



騒音、低周波音、振動調査地点

騒音、低周波音調査地点の追加
 騒音:6地点から11地点
 低周波音:5地点から11地点

方法書

- ①吉見漁港
- ②横野町
- ③村崎ノ鼻
- ④下関工業高校周辺
- ⑤綾羅木南町
- ⑥武久・新垢田西線(騒音)

追加調査地点

- ①福江
- ②安岡町
- ③安岡漁港
- ④安岡海岸
- ⑤綾羅木新町
- ⑥武久・新垢田西線(低周波音追加)

17

(2)大気環境(騒音・低周波音) 調査

意見	当社の見解
調査は夏・冬の2季節に実施することとしているが、季節ごとに風況が異なること等を考慮して、四季を通じ、適切な時期・期間及び時間帯を設定し、現況の風況及び騒音等を適切に把握すること。	四季を通じて調査を行い、現況の風況及び騒音等を適切に把握いたします。 四季を通じて調査を行い、予測及び評価を行いました。その内容は「第8章8.1.1.2騒音」に記載しております。

四季の平日、休日で調査を行いました。

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-26(319)、8-50(343)
- ・要約書 掲載ページ
32、37

(2)大気環境(騒音・低周波音) 予測

意見	当社の見解
<p>逆転層等の特殊な気象条件や居住地の地形、風向等も踏まえ、調査地点ごとに影響が最大となる条件設定を行うこと。</p>	<p>専門的な知見を得ながら、特殊な気象条件下での事象も考慮し、影響が最大となると考えられる条件で予測・評価を行います。</p> <p>逆転層が生じる気象条件として放射冷却があげられます。風の弱い晴れた夜半から早朝の内陸部でよく見られます。洋上では放射冷却が発生しにくいものと考えられます。次に、冬季に冷気が陸側から海に向かうことが考えられます。2011～2012年に下関市安岡本町村崎ノ鼻(陸と海の境界)で実施した風況観測によると、冬季(12月～2月)の静穏率(風速0.2m/s以下)は0%で、冬季に陸側から響灘に向かう風向(東～東南東)の平均風速は約7m/sです。以上より逆転層が発生する可能性は低いと考えます。</p> <p>また、影響が最大となる条件として、四季を通じた調査結果の内、最も小さい騒音レベルを現況騒音として、予測及び評価を行いました。その結果を「第8章8.1.1.2騒音」に記載しております。</p>

逆転層、現況実測値の選定

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-25(318)～8-31(324)、8-39(332)～8-71(364)
- ・要約書 掲載ページ
32、33、35～39

19

逆転層

通常の大気の状態イメージ図



逆転層が発生した状態のイメージ図



放射冷却によって地表に接する大気の温度が急に低下し、上方に向かって気温が高くなる逆転のことをいいます。

冬季の風の弱い晴れた夜半から早朝の内陸部に、最も顕著に現れます。

出典：秋田地方気象台HP

- ・海は急には冷えにくいので放射冷却は起こりにくい
- ・仮に海で放射冷却が起きても風の弱い日には風車は回らない

20

現況実測値の選定 騒音

 : 休日で最も騒音が低い調査季
 : 平日で最も騒音が低い調査季
 の値を選定

調査地点	環境基準に係る時間区分	騒音レベル L_{Aeq}								環境基準	備考
		冬季		春季		夏季		秋季			
		平日	休日	平日	休日	平日	休日	平日	休日		
吉見漁港	昼間	50	47	47	49	62	63	50	52	60	C類型
	夜間	51	38	40	44	45	42	43	38	50	
福江	昼間	51	47	49	48	48	50	44	43	55	該当なし。近隣の「B」を参考として記載。
	夜間	46	39	40	40	44	45	41	40	45	
安岡町	昼間	51	48	50	50	51	52	49	48	55	該当なし。近隣の「A」を参考として記載。
	夜間	48	42	40	44	53	54	42	44	45	
横野町	昼間	50	47	46	51	48	48	47	46	55	該当なし。近隣の「A」を参考として記載。
	夜間	52	46	41	48	46	45	42	42	45	
村崎ノ鼻	昼間	52	53	55	56	48	49	48	50	55	該当なし。近隣の「A」を参考として記載。
	夜間	56	44	41	44	43	44	40	47	45	
安岡漁港	昼間	51	49	49	59	51	52	46	46	55	B類型
	夜間	45	40	45	45	44	39	36	37	45	
下関工業高校周辺	昼間	55	50	58	57	69	72	57	57	55	B類型
	夜間	49	45	49	55	48	47	49	50	45	
安岡海岸	昼間	50	45	58	56	55	55	56	56	60	該当なし。近隣の「C」を参考として記載。
	夜間	53	43	51	50	50	49	49	49	50	
綾羅木新町	昼間	55	53	54	53	56	58	42	44	55	A類型
	夜間	52	49	46	46	45	44	34	35	45	
綾羅木南町	昼間	52	46	48	47	56	56	52	51	55	B類型
	夜間	55	40	42	46	49	47	49	49	45	
武久・新垢田西線	昼間	61	59	59	58	55	55	48	48	65	B類型であるが、道路に面する地域を記載
	夜間	53	52	49	51	42	44	43	42	60	

現況実測値の選定 低周波音

 : 休日で最も低周波音が低い調査季
 : 平日で最も低周波音が低い調査季
 の値を選定

調査地点	時間区分	低周波音レベル(G特性) L_{eq}							
		冬季		春季		夏季		秋季	
		平日	休日	平日	休日	平日	休日	平日	休日
吉見漁港	昼間	70	58	63	69	61	61	64	62
	夜間	61	64	64	69	60	66	59	60
福江	昼間	65	60	61	67	60	59	62	59
	夜間	61	59	63	66	58	61	59	58
安岡町	昼間	65	59	63	64	66	69	68	67
	夜間	65	61	62	64	62	62	63	65
横野町	昼間	68	61	66	67	68	66	68	67
	夜間	65	65	71	69	62	64	63	62
村崎ノ鼻	昼間	76	61	77	79	62	72	66	72
	夜間	70	65	71	76	62	68	66	69
安岡漁港	昼間	68	59	65	69	65	71	66	60
	夜間	67	65	67	70	65	68	64	59
下関工業高校周辺	昼間	66	61	69	65	65	61	69	65
	夜間	67	62	65	66	58	57	61	62
安岡海岸	昼間	71	61	74	74	70	67	73	72
	夜間	67	67	70	71	64	68	66	64
綾羅木新町	昼間	69	55	65	65	68	64	58	57
	夜間	69	61	67	66	67	65	58	56
綾羅木南町	昼間	73	62	67	65	67	64	65	65
	夜間	70	66	72	70	69	67	66	66
武久・新垢田西線	昼間	71	66	70	71	67	64	68	69
	夜間	70	70	69	71	66	67	73	69

(2)大気環境(騒音・低周波音) 評価

意見	当社の見解
<p>環境基準等が設定されていない低周波音については、本施設が航空機等と異なり継続して騒音等を発生する施設であることから、住居、病院等の位置や風車設置場所からの距離等を踏まえ、生活する上での心理的影響、人の感覚閾値等や建物等への物的影響について、国内外の最新の科学的知見を基に、現況と風車設置後の予測値との比較検討を行うとともに、現況からの増分が及ぼす影響等について適切に評価すること。なお、評価に当たっては、専門家の意見を十分に聴取すること。</p>	<p>国内外の最新の科学的知見を整理し、それを基に予測・評価を行います。また現況から風車設置後の増分が及ぼす影響等について、専門家の意見を十分に聴取し、それに基づいて評価を行います。</p> <p>騒音、低周波音について、調査、予測及び評価を行い、環境保全措置について検討し、その結果を「第8章8.1.1.2騒音」に記載しております。</p>

- ①環境アセスメントが風力発電に導入されるまで
- ②騒音の結果
- ③低周波音の結果
- ④低周波音連続調査の結果 (村崎ノ鼻)
- ⑤風車騒音に関するこれまでの知見と評価の考え方
- ⑥環境省の評価の目安値との比較
- ⑦海外の予測方法の例 Nord2000
- ⑧Nord2000と環境省の評価の目安値との比較・環境影響評価準備書

- ・環境影響評価準備書掲載ページ
8-25(318)～8-31(324)、
8-39(332)～8-71(364)
- ・要約書 掲載ページ
32、33、35～39

23

①環境アセスメントが風力発電に導入されるまで

[風力発電導入の流れ]

H10年代前半

風力発電事業開始



H10年代後半

風車に関する健康影響

H19年 田原市風力発電開始

海外でも

H21/12 米加 風力エネルギー協会「風車音と健康影響」

H24年10月

「環境影響評価法改正」

風力事業アセス対象に追加

風力発電事業審査

[環境省の対応]

H15年 7月 「風力発電のための環境影響評価マニュアル」

H22年 豊橋市・田原市・伊方町の苦情に関する調査

H24年3月「平成23年 風力発電施設騒音・低周波音に関する調査業務」
国内外の知見集め評価の見直し

H25年3月「平成24年 風力発電施設騒音・低周波音に関する調査業務」

H28年11月「風力発電施設から発生する騒音等への対応について」を公表

24

②騒音の結果

地点	現況実測値(L _{Aeq})				風車(15基)からの騒音レベル(予測値)	予測結果(L _{Aeq})(合成値)				現況実測値と予測結果の差			
	平日		休日			平日		休日		平日		休日	
	昼間	夜間	昼間	夜間		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
吉見漁港	47	40	47	38	22	47	40	47	38	0	0	0	0
福江	44	40	43	39	22	44	40	43	39	0	0	0	0
安岡町	49	40	48	42	27	49	40	48	42	0	0	0	0
横野町	46	41	46	42	34	46	42	46	43	0	1	0	1
村崎ノ鼻	48	40	49	44	37	48	42	49	45	0	2	0	1
安岡漁港	46	36	46	37	34	46	38	46	39	0	2	0	2
下関工業高校周辺	55	48	50	45	27	55	48	50	45	0	0	0	0
安岡海岸	50	49	45	43	31	50	49	45	43	0	0	0	0
綾羅木新町	42	34	44	35	25	42	34	44	35	0	0	0	0
綾羅木南町	48	42	46	40	24	48	42	46	40	0	0	0	0
武久・新垢田西線	48	42	48	42	11	48	42	48	42	0	0	0	0

「平成23年度風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務」

『現況より3dB増まで許容する』ということは、現況と同じレベルの排出を認めても、3dB程度ならば、人は知覚しにくいとのことによるものである。

単位:dB

25

③低周波音の結果 その1

地点	現況実測値(G特性)				風車(15基)からのG特性音圧レベル(予測値)	予測結果(G特性)(合成値)				現況実測値と予測結果の差			
	平日		休日			平日		休日		平日		休日	
	昼間	夜間	昼間	夜間		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
吉見漁港	61	59	58	60	47	61	59	58	60	0	0	0	0
福江	60	58	59	58	47	60	58	59	58	0	0	0	0
安岡町	63	62	59	61	52	63	62	60	62	0	0	1	1
横野町	66	62	61	62	59	67	64	63	64	1	2	2	2
村崎ノ鼻	62	62	61	65	62	65	65	64	67	3	3	3	2
安岡漁港	65	64	59	59	59	66	65	62	62	1	1	3	3
下関工業高校周辺	65	58	61	57	52	65	59	61	58	0	1	0	1
安岡海岸	70	64	61	64	56	70	65	62	65	0	1	1	1
綾羅木新町	58	58	55	56	50	59	59	56	57	1	1	1	1
綾羅木南町	65	66	62	66	49	65	66	62	66	0	0	0	0
武久・新垢田西線	67	66	64	67	36	67	66	64	67	0	0	0	0

単位:dB

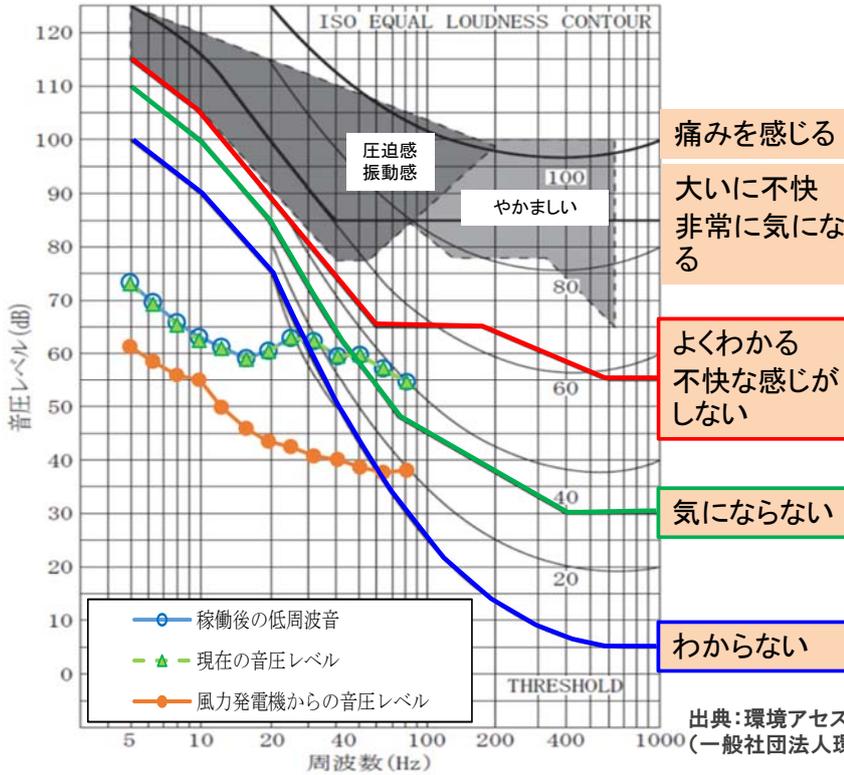
村崎ノ鼻休日(昼間)を除き風車からの低周波音が現況の低周波音以下である

26

③低周波音の結果 その2

圧迫感・振動感を感じる音圧レベルとの比較

村崎ノ鼻の結果



全ての低周波数帯

・よくわかる
・不快な感じがしない
を下回っている

超低周波域では

・わからない
を下回っている

他調査地点も同様

出典：環境アセスメントの技術
(一般社団法人環境情報科学センター、平成11年)

④低周波音連続調査の結果（村崎ノ鼻） その1

測定場所：村崎ノ鼻 早鞆高校グラウンドそば
海が臨める民家の屋外



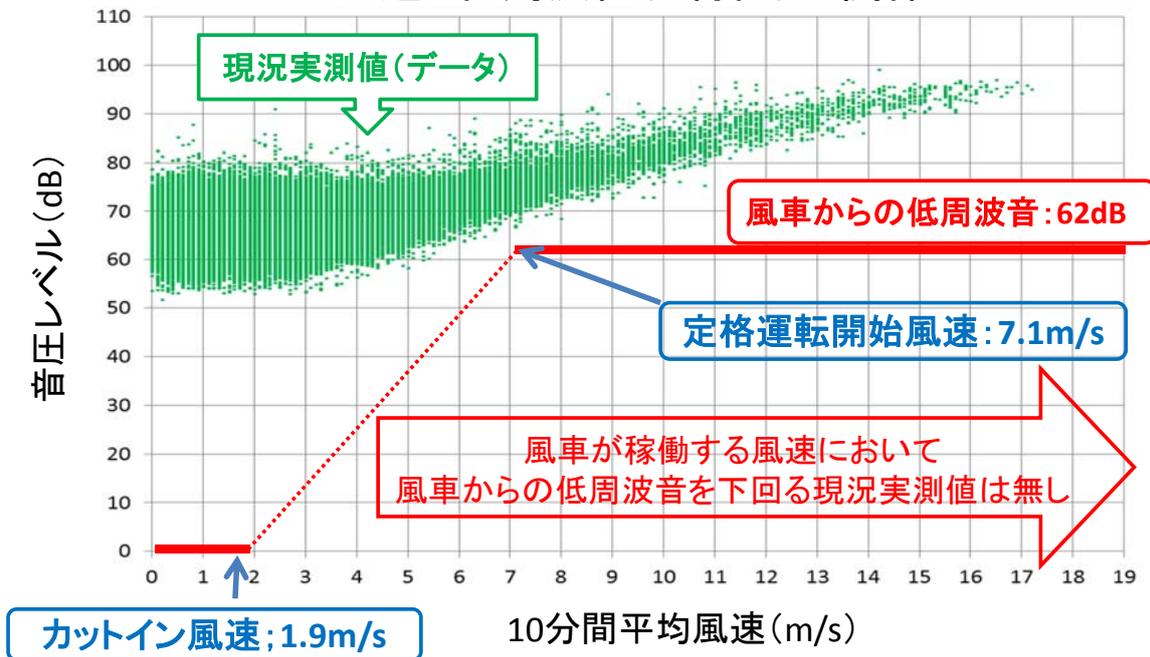
④低周波音連続調査の結果（村崎ノ鼻） その2

期間:2015年10月1日から2016年9月30日の**1年間**

抽出データ:風速(10分平均)、低周波音(1-80Hz、G特性、10分間)

データ数:N=48,452

風速と低周波音(G特性)の関係



29

⑤風車騒音に関するこれまでの知見と評価の考え方

平成28年11月 環境省「風力発電施設から発生する騒音等への対応について」

1. 調査、検討会で得られた知見

- ①風車騒音は超低周波音ではなく、通常可聴周波数範囲の騒音の問題
(風車騒音の超低周波音領域は、すべて知覚閾値を下回っている)
- ②一般環境騒音、交通騒音等と風車騒音を比較して、低周波領域の卓越は見られない

2. 評価の目安となる値

- ③残留騒音*からの 増加量を5dBに収める

*残留騒音:一過性の騒音を除いた地域の背景的な騒音で、90%時間率騒音レベル(L_{A90})+2dBで代替可

30

⑥環境省の評価の目安値との比較

地点	残留騒音調査結果 ($L_{A90}+2$)				風車(15基)からの 騒音レベル (予測値)	残留騒音予測結果 ($L_{A90}+2$) (合成値)				残留騒音の調査結果 と予測結果の差			
	平日		休日			平日		休日		平日		休日	
	昼間	夜間	昼間	夜間		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
吉見漁港	41	39	40	35	22	41	39	40	35	0	0	0	0
福江	39	36	39	34	22	39	36	39	34	0	0	0	0
安岡町	44	33	39	38	27	44	34	39	38	0	1	0	0
横野町	42	39	40	34	34	43	40	41	37	1	1	1	3
村崎ノ鼻	41	36	44	42	37	42	40	45	43	1	4	1	1
安岡漁港	36	35	37	35	34	38	38	39	38	2	3	2	3
下関工業高校周辺	46	32	36	33	27	46	33	37	34	0	1	1	1
安岡海岸	46	39	41	40	31	46	40	41	40	0	1	0	0
綾羅木新町	37	34	37	35	25	37	34	37	35	0	0	0	0
綾羅木南町	40	39	40	39	24	40	39	40	39	0	0	0	0
武久・新垢田西線	45	35	45	42	11	45	35	45	42	0	0	0	0

すべての調査地点が**残留騒音+5dBに収まっている** 単位:dB 31

⑦海外の予測方法の例 Nord2000

Nord2000の主な特徴

短時間に生じる気象の影響を考慮することが可能

- ・風速、風向、温度勾配等のデータを用いて実効音速プロファイルを求め、これを「音線の屈折の」計算に反映させる。

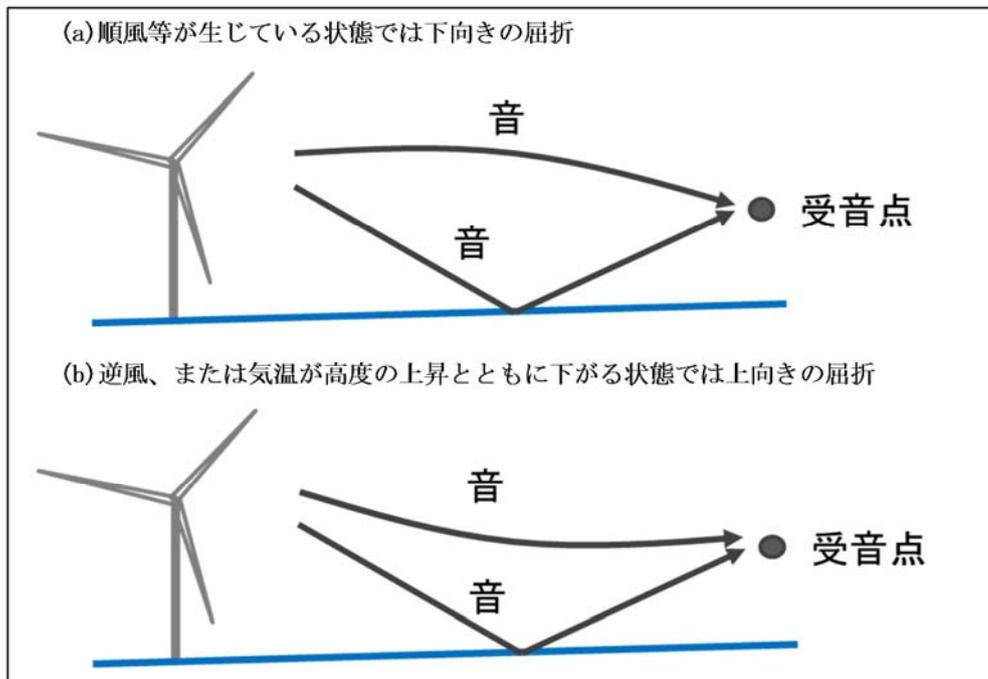


図 8. 1. 1. 2. 6 下向き・上向きの屈折イメージ図

⑧Nord2000と環境省の評価の目安値との比較

地点	残留騒音調査結果 ($L_{A90}+2$)				風車(15基) からの騒音 レベル (予測値)	残留騒音予測結果 ($L_{A90}+2$) (合成値)				残留騒音の調査結果と予測結果の差			
	平日		休日			平日		休日		平日		休日	
	昼間	夜間	昼間	夜間		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
吉見漁港	41	39	40	35	31	41	40	41	36	0	1	1	1
福江	39	36	39	34	31	40	37	40	36	1	1	1	2
安岡町	44	33	39	38	33	44	36	40	39	0	3	1	1
横野町	42	39	40	34	37	43	41	42	39	1	2	2	5
村崎ノ鼻	41	36	44	42	39	43	41	45	44	2	5	1	2
安岡漁港	36	35	37	35	38	40	40	41	40	4	5	4	5
下関工業高校周辺	46	32	36	33	34	46	36	38	37	0	4	2	4
安岡海岸	46	39	41	40	36	46	41	42	41	0	2	1	1
綾羅木新町	37	34	37	35	33	38	37	38	37	1	3	1	2
綾羅木南町	40	39	40	39	33	41	40	41	40	1	1	1	1
武久・新垢田西線	45	35	45	42	26	45	36	45	42	0	1	0	0

すべての調査地点が**残留騒音+5dBに収まっている** 単位: dB ³³

(3)水環境(付着生物防止剤)

意見	当社の見解
風車タワーや基礎等に付着生物防止剤や防錆剤等を使用する場合には、成分の溶出による水質や海生生物への影響について、適切に調査・予測・評価を行うこと。	<p>風車タワー、基礎の仕様が決定した後に、使用する付着生物防止剤や防錆剤等について、その成分の溶出による水質、海生生物への影響を適切に調査・予測・評価いたします。</p> <p>環境影響については、調査、予測及び評価を行い、環境保全措置について検討し、その結果を「第8章8.1.2.2 水質(付着生物防止剤)」に記載しております。</p>

塗料

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-100(393)~8-104(397)
- ・要約書 掲載ページ
42~45

北九州沖洋上風力発電の例



- ・「科学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」に適合した塗料を選定
- ・低VOC、鉛・クロム未配合、トルエン、キシレン、エチルベンゼンの含有量が少ない塗料を選定
- ・有機スズ含有の塗料は使用禁止

35

(4)その他の環境(風車の影)

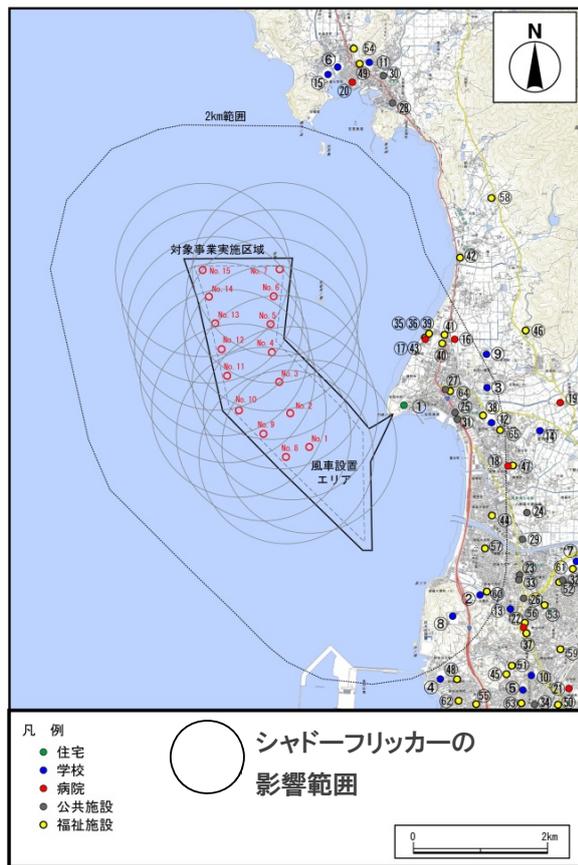
意見	当社の見解
<p>風車によるシャドーフリッカーについては、調査範囲を「風車の可視領域範囲の内、風車の影が到達する範囲」としているが、その範囲を明確に示すこと。</p> <p>また、風車の羽の反射光による影響についても、必要に応じ、予測・評価すること。</p>	<p>風車の可視領域範囲及び風車の影が到達する範囲については、準備書にて記載いたします。</p> <p>風車の羽の反射光による影響についても、必要に応じ、予測・評価いたします。</p> <p>風車の影について、調査、予測及び評価を行い、その結果を「第8章8.1.3.2風車の影」に記載しております。反射光について、風車ブレードの塗装は光沢を抑えることで低減を図ります。</p>

風車の影(シャドーフリッカー)

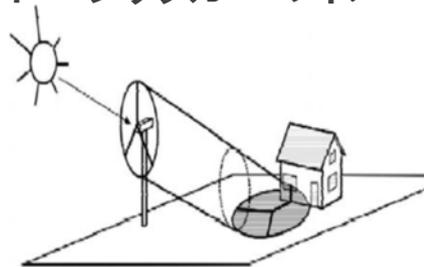
- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-154(447)~8-158(451)
- ・要約書 掲載ページ
50~52

36

風車の影(シャドーフリッカー)



シャドーフリッカーのイメージ



出典: 環境省 第5回風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会資料

ドイツ(ガイドライン) 1,300m以上離れていれば、日影の問題は生じないと考えられる。

イギリス(手引き) 発電機ローター(羽根)直径(130m)の10倍以内でのみ発生する。 → 1,300m

1,500m離れている

37

(5)動物・植物 陸生生物

意見	当社の見解
鳥類及びコウモリ類の調査に当たっては、専門家の意見を聴いた上で、適切に調査期間等を設定すること。	<p>専門的な知見を得ながら、鳥類及びコウモリ類の調査期間及び時間を適切に設定いたします。</p> <p>専門家との協議を行いながら、頻度及び調査期間等を設定しました。調査計画を見直し、調査は1回あたり3日を基本としました。その内容は「第8章8.1.4 動物(陸上に生息する動物)」に記載しております。</p>

調査期間

・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-173(466)、8-275(568)

38

調査期間

1)鳥類の調査期間

調査時期	調査日	
越冬期	1回目	平成25年12月18日～20日
	2回目	平成26年2月5日～7日
春の渡り・繁殖期	1回目	平成26年4月10日～12日
	2回目	平成26年4月21日～23日
	3回目	平成26年4月30日～5月2日
	4回目	平成26年5月12日～15日
	5回目	平成26年6月16日～19日
秋の渡り期	1回目	平成27年9月25日～28日
	2回目	平成27年10月5日～8日
	3回目	平成27年11月3日～6日

2)コウモリの調査期間

冬季：平成26年2月5～6日、2月9日

春季：平成26年4月30日～5月2日

夏季：平成26年8月4～6日

秋季：平成27年11月4～6日

39

(5)動物・植物 陸生生物

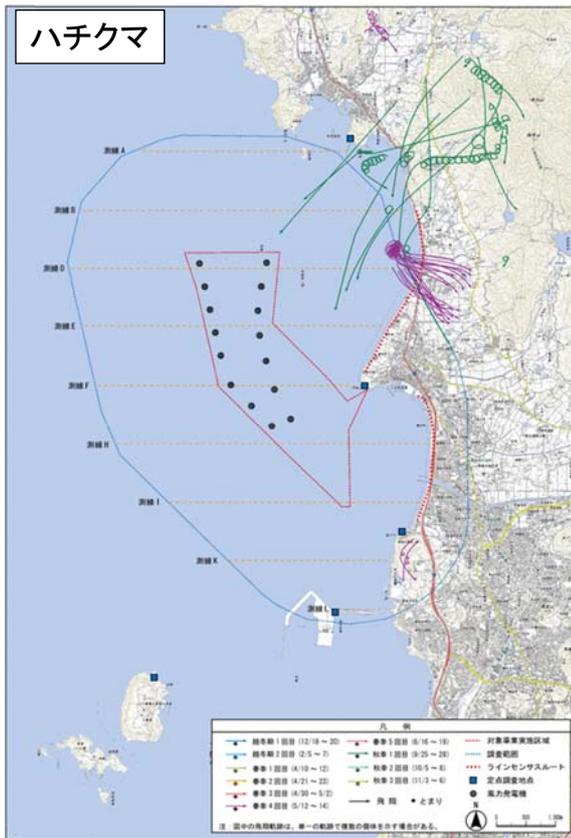
意見	当社の見解
当該事業実施区域及びその周辺は、ハチクマ等の渡り鳥の移動経路となっている可能性があることから、専門家等の意見を踏まえた上で、移動経路の阻害やバードストライクの発生等について予測・評価を行うこと。	専門家の意見を十分に聴取した上で、移動経路の阻害やバードストライクの発生等について予測・評価を行います。 専門家の意見を踏まえ調査、予測及び評価を行いました。その内容は「第8章8.1.4 動物（陸上に生息する動物）」に記載しております。

鳥類

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-171(464)～8-274(567)
- ・要約書 掲載ページ
58、59

40

鳥類 代表的な渡り鳥 ハチクマ



【確認状況】

春の渡り・繁殖期(5月調査)及び秋の渡り期(9月調査)で合計99例が確認された。対象事業実施区域内でも確認されたが、渡り途中と考えられる個体が高空を飛行していたものである。

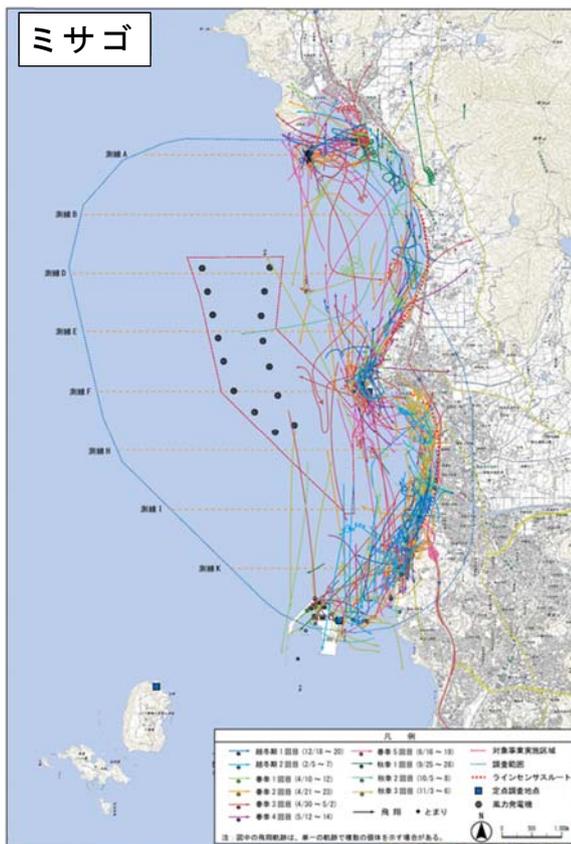
春季及び秋季の渡り期に、事業実施区域内を通過する可能性がある。

- 周辺には迂回可能な空間が確保されている
- 衝突が懸念される高度区分での飛行は確認されていない
- ※風車が障害になる場合は渡りの間、稼働を止めることも可

環境保全措置の実施により、影響は低減できているものと予測される

41

鳥類 確認例数が多い鳥 ミサゴ



【確認状況】

すべて調査時期で確認された。調査範囲内の加茂島において繁殖、河口付近で給餌している。主に海岸近くで確認されている。

事業実施区域内でも飛行が確認されたが、主に陸側のエリアでの確認であった。

- 周辺には迂回可能な空間が確保されている
- 採餌・休息環境となる環境は周辺海域にも存在している

・ハヤブサやウミネコも同様な動き

環境保全措置の実施により、影響は低減できているものと予測される

42

(5)動物・植物 陸生生物

意見	当社の見解
<p>鳥類及びコウモリ類以外の陸生動物及び陸生植物については、既存資料等を踏まえ、調査の必要性を検討すること。</p>	<p>既存資料等を十分に調査した上で、風力発電に係る最新の科学的知見や国内外の事例を参考にし、調査の必要性を判断いたします。</p> <p>可能な限り陸域から離隔した水域に配置する等実効性のある環境保全措置を講じるため調査は行わないこととしました。</p>

43

(5)動物・植物 海生生物

意見	当社の見解
<p>周辺海域における漁業等の事業活動を考慮し、事業実施による生息・生育環境への影響に係る調査・予測・評価を行うこと。</p> <p>また、調査・予測に当たり、周辺海域における漁獲量等の基礎データを把握しておくこと。</p>	<p>関係水域（周辺海域）における現在の漁獲量、魚種等の基礎データを予め整理、把握した上で、事業が与える影響を調査・予測・評価いたします。</p> <p>魚類について、調査、予測及び評価を行い、その結果を「第8章8.1.5.2魚類」に記載しております。</p>

魚類調査

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-293(586)～8-303(596)
- ・要約書 掲載ページ
60～63

補足説明

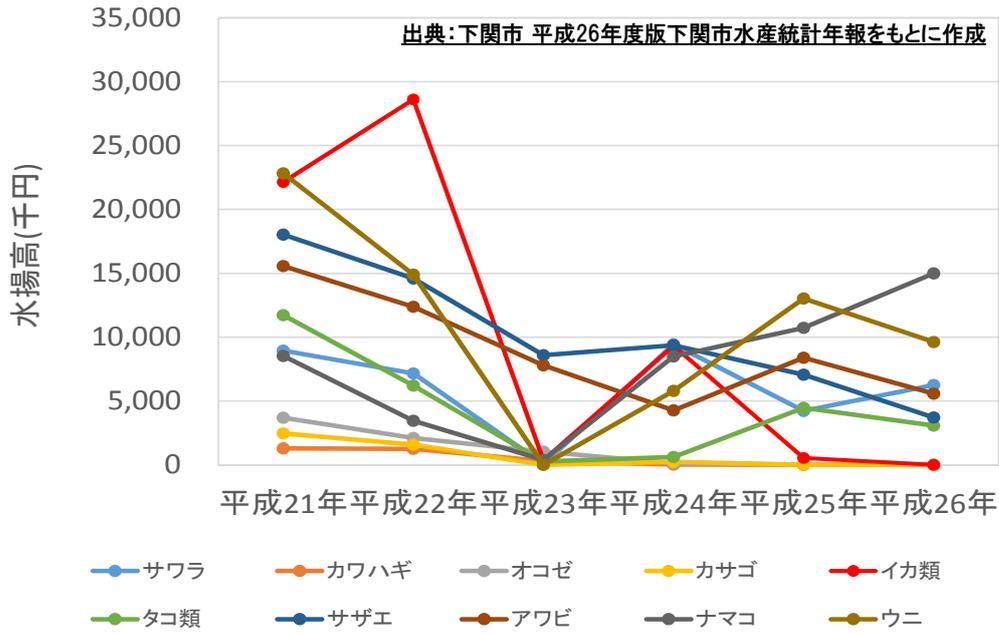
水質、水中音、藻場、魚礁、

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-85(378)～8-99(392)、8-163(456)～8-170(463)、8-367(660)～8-374(667)
- ・要約書 掲載ページ
42～45、55～57、66、67

44

魚類調査

【下関ひびきの魚種別水揚高】

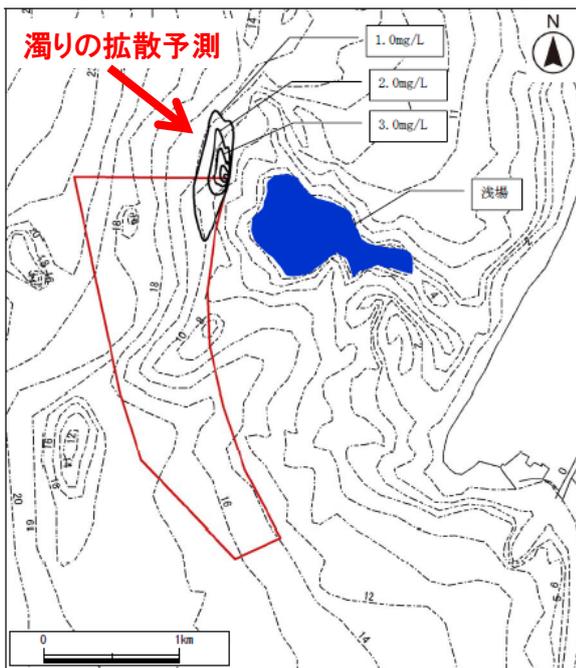


【現地調査における確認状況】

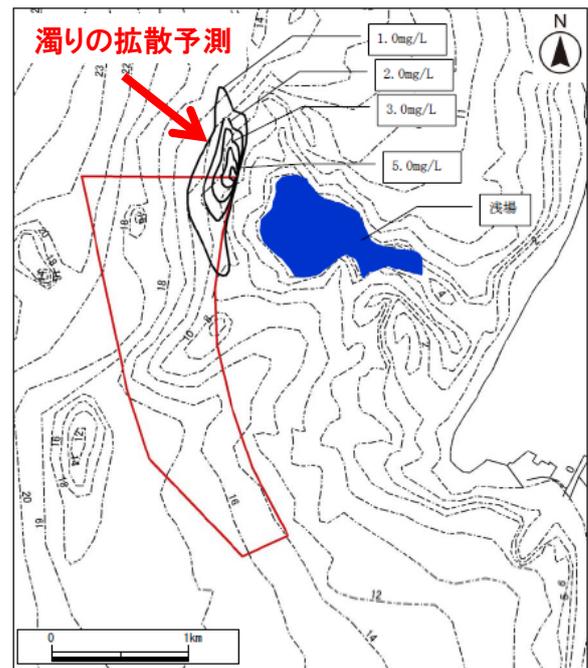
- ・魚 類：28種(カサゴ、マダイ等)
- ・その他：8種(マナマコ、マダコ等)

水質(水の濁り) 来留見ノ瀬付近

第1層(0~7m)の濁りの拡散予測



第2層(7~20m)の濁りの拡散予測



- ・最も影響が懸念される来留見ノ瀬付近に水の濁りは及ばない
- ・浚渫時にさらに拡散防止として汚濁防止柵を使用する予定

水中音

(1)風力発電機の稼働による水中音の予測結果

- ・威嚇レベルは風車から5m(140dB)までの狭い範囲
- ・25m以遠では誘致レベル(130dB)

魚類の反応段階	摘要	音圧レベル(0dB=1μPa)
感覚閾値	魚によろやく聞こえる最小知覚レベル	60～80dB(特に感度の良い魚) 90～110dB(一般的な海産魚)
誘致レベル	魚にとって快適な音の強さ 興味のある音であれば音源方向に寄ってくる	110～130dB
威嚇レベル	魚が驚いて深みに潜るか、音源から遠ざかる反応を示す	140～160dB
損傷レベル (致死レベル)	魚の内臓やうきぶくろの破裂	220dB 以上 (水中穿孔発破の場合)

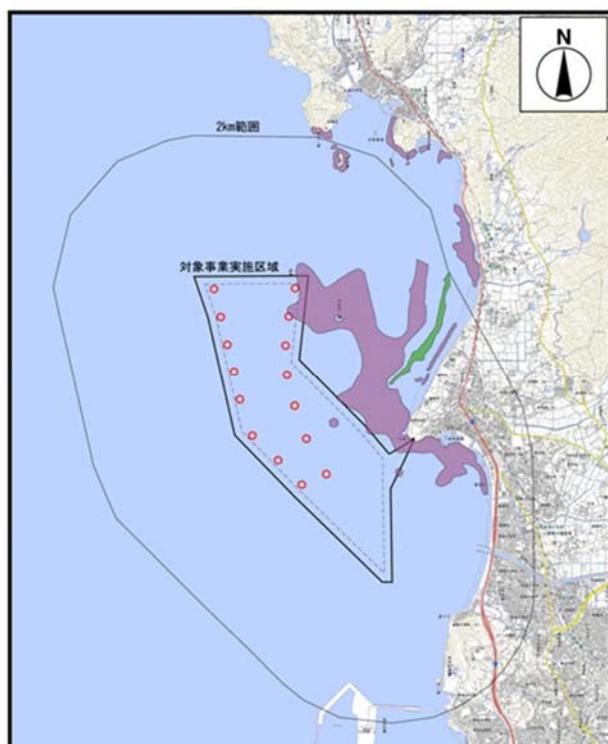
出典: 畠山ほか(1997): 水中音の魚類に及ぼす影響、水産研究叢書(47)(社)日本水産資源保護協会

(2)工事中の水中音の予測結果

- ・基礎捨石投入時の大きな水中音が発生するが現況の航行船舶を上回る範囲は200mまで
- ・工事は一時的な期間のため影響は小さい

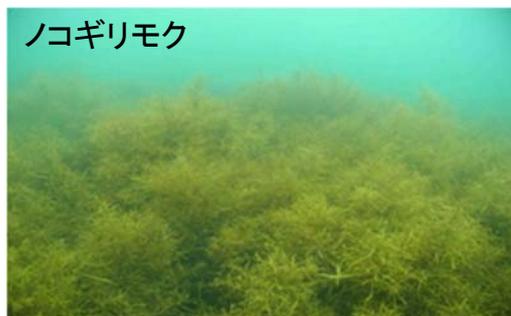
47

藻場



凡例	
	岩礫性藻場
	アマモ場

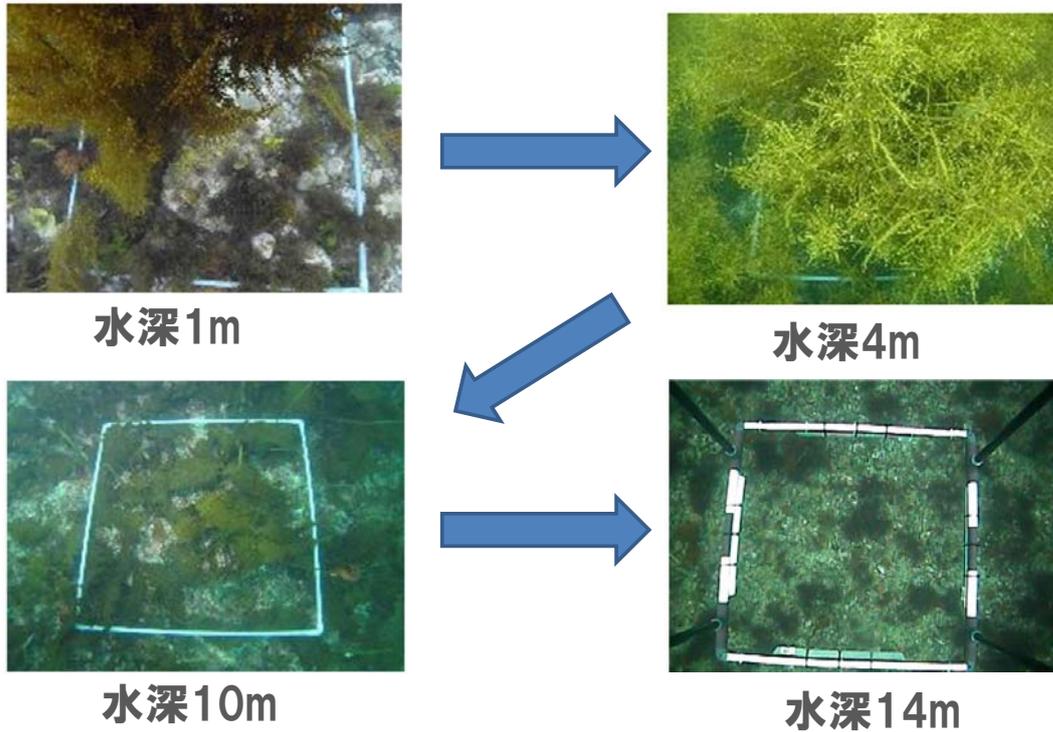
風車エリア(水深10m以深)に十分な光が届かないため、藻場はほとんど分布していない。
⇒漁業への影響は最小限



48

水深ごとの藻場の分布状況

繁殖は光が届く水深15m程度までが目安で、10mより深いところでは少なくなり水深14mではほとんどみられない。

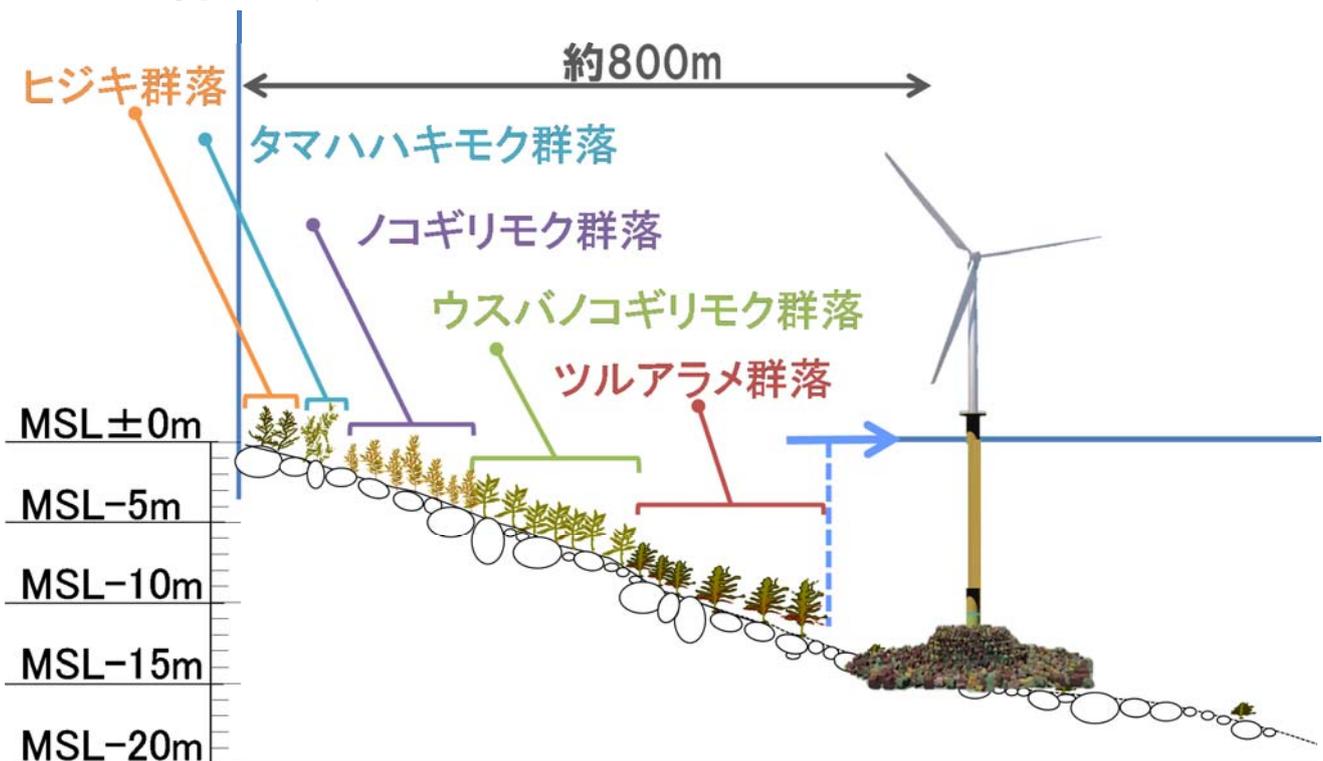


49

藻場の分布と風車設置の水深

来留見ノ瀬

来留見ノ瀬から沖側の分布イメージ



50

魚礁設置による漁業振興

風車基礎や周辺に魚礁設置



北九州沖、銚子沖の洋上風車の基礎には魚が集まっている



メジナ・イシダイなどの群れ

出典：平成26年度NEDO新エネルギー報告会

- 下関外海漁業共励会、山口県漁協が下関市へ提出した**安岡沖洋上風力推進要望書**で魚礁になると明記。
- どのような魚礁にするかは、漁業関係者、専門家、行政等のみなさんと協議。

51

(5)動物・植物 海生生物

意見	当社の見解
潮流の変化による海生生物への影響については、潮流の予測結果を踏まえ、必要に応じ、予測・評価を行うこと。	潮流の予測結果を踏まえ、必要に応じ、海生生物への影響を予測・評価いたします。 流向・流速については、調査、予測及び評価を行い、その結果を「第8章8.1.2.4その他(流向・流速)」に記載しております。

流向・流速

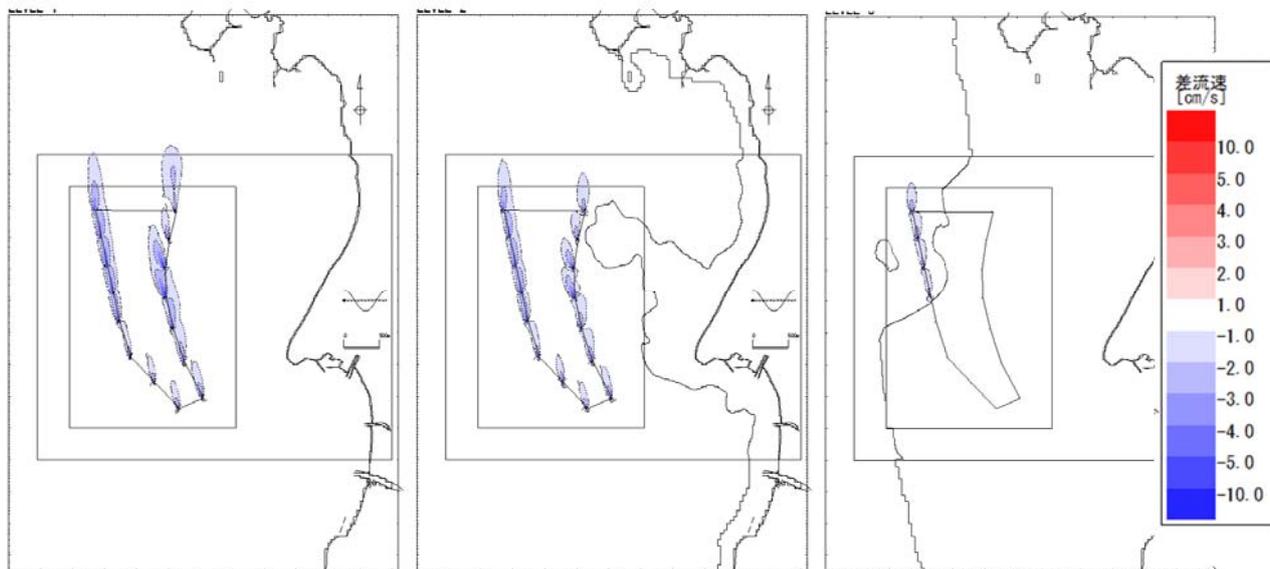
- ・環境影響評価準備書 掲載ページ
8-112(405)～8-145(438)
- ・要約書 掲載ページ
48、49

52

流向・流速

差流速分布図(満潮時(北流時))の例

第1層(水深0~7m) 第2層(水深7~20m) 第3層(水深20m以深)



流速12cm~20cm/秒からの流速差は1.0~3.0cm/秒で、風車設置地点付近に限られているため、周辺海域に与える影響は小さい

53

(6) 景観

意見	当社の見解
調査に当たっては、合理的根拠を持った視野角ごとに区分された可視領域図を作成し、地域住民や下関市からの意見も踏まえ、調査範囲及び調査地点を決定すること。	<p>視野角ごとに区分された可視領域図については準備書に記載いたします。地域住民や下関市の意見を踏まえ、調査範囲及び地点を追加いたします。</p> <p>視野角ごとに区分された可視領域図を作成しました。意見を踏まえ、「福江地区」の他、新たな地点を選定し、予測及び評価を行いました。その内容は「第8章8.1.8 景観」に記載しております。</p>

視野角ごとの可視領域図と調査地点

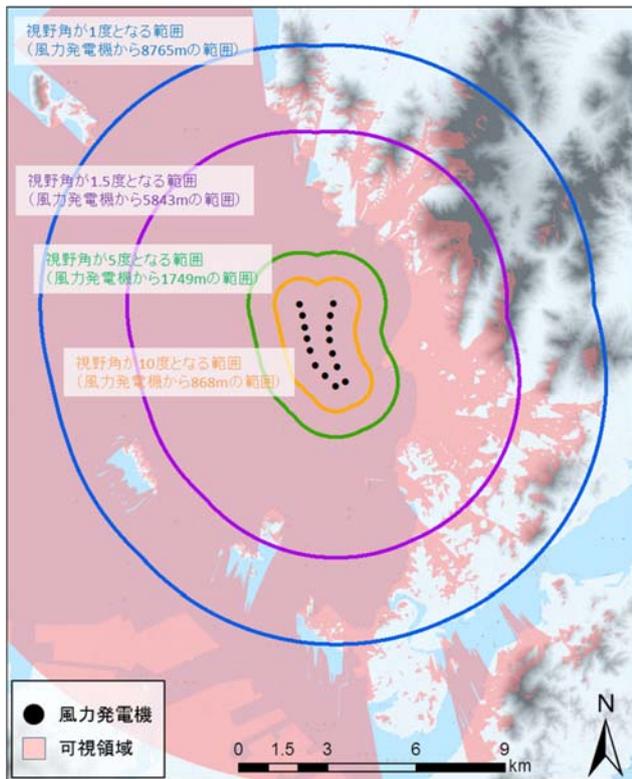
・環境影響評価準備書 掲載ページ

8-377(670)、8-381(674)

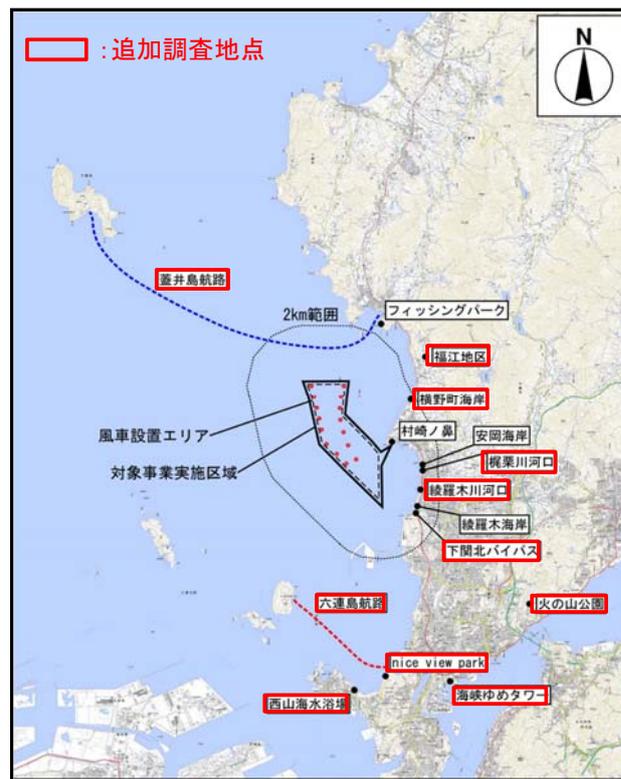
・要約書 掲載ページ

89

視野角ごとの可視領域図と景観調査地点



視野角ごとの可視領域図



景観調査地点

(6) 景観

意見	当社の見解
<p>予測・評価に当たっては、住民等への意見聴取を行った上で、視覚的手法だけではなく、視野角等の定量的手法も用いて行うこと。特に、対象事業実施区域及びその周辺は、下関市景観計画における「響灘・海岸景観ゾーン」に当たることから、当該計画との整合性にも留意すること。</p>	<p>景観の予測・評価に当たっては、定性的手法だけでなく定量的手法も用いて行います。また下関市景観計画との整合性については、下関市景観審議会において審査を受ける予定です。</p> <p>定量的手法も用いて予測及び評価を行いました。下関市景観審議会にて審査を受け、その内容は「第8章 8.1.8 景観」に記載しております。</p>

- ①調査地点と垂直見込角
- ②垂直見込角と見え方
- ③見えの大きさ 垂直見込角
- ④村崎ノ鼻付近からの見え方
- ⑤景観写真
- ⑥景観審議会答申 要旨
- ⑦景観審議会答申に対して
- ⑧目立たない色彩と工夫
- ⑨景観に関するアンケート結果

- ・環境影響評価準備書 掲載ページ 8-375(668)~8-471(764)
- ・要約書 掲載ページ 68~72、91~94

①調査地点と垂直見込角

調査地点と垂直見込角			垂直見込角 (°)	
景観調査地点	距離(m) (最も近い 風車から)	垂直見込角 (°)		
該当なし			0.5°	
nice view park	7,820	1.2	1°	←4地点
海峡ゆめタワー	8,620	1.1		
西山海水浴場	8,350	1.0		
火の山公園	8,120	1.1		
六連島航路	5,840	1.5	1.5° ~ 2°	←1地点
フィッシングパーク	2,510	3.5		
福江地区	3,280	2.6	3°	←8地点
横野町海岸	2,130	4.1		
安岡海岸	2,280	3.9		
綾羅木海岸	2,730	3.2		
下関北バイパス	3,010	2.9		
綾羅木川河口	2,590	3.4		
梶栗川河口	2,440	3.6		
村崎ノ鼻	1,360	6.4		
蓋井島航路	1,650	5.3	5° ~ 6°	←2地点
該当なし				
			10° ~ 12°	
該当なし			20°	

57

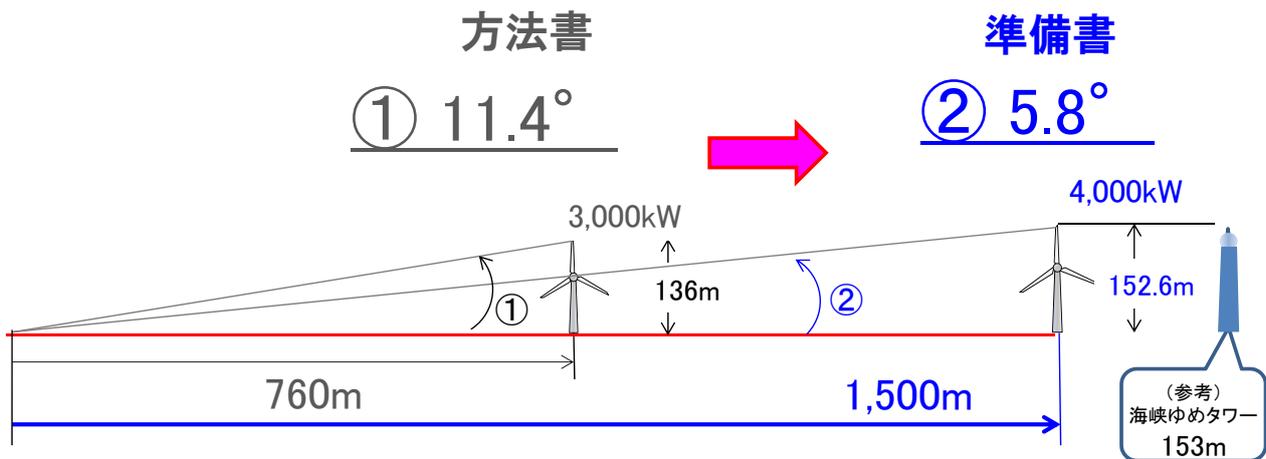
②垂直見込角と見え方

圧迫感を受ける「10°」を超える地点はなし

垂直見込角 (°)	鉄塔の場合(鉄塔高さが70mの場合)
0.5°	輪郭がやっとわかる。季節と時間(夏の午後)の条件は悪く、ガスの影響もある。
1°	十分見えるが、景観的にはほとんど気にならない。ガスがかかって見えにくい。
1.5° ~ 2°	シルエットになっている場合にはよく見え、場合によっては景観的に気になり出す。シルエットにならず、さらに環境融和と塗色がされている場合には、ほとんど気にならない。光線の加減によっては見えないこともある。
3°	比較的細部までよく見えるようになり。気になる。圧迫感を受けない。
5° ~ 6°	やや大きく見え、景観的にも大きな影響がある(構図を乱す)。架線もよく見えるようになる。圧迫感はあまり受けない(上限か)。
10° ~ 12°	眼いっぱいになり、 圧迫感を受けるようになる 。平坦なところでは垂直方向の景観要素としては際立った存在になり、周囲の景観とは調和しえない。
20°	見あげるような仰角になり、圧迫感も強くなる。

③見えの大きさ 垂直見込角

最も近い住宅地からの垂直見込角



垂直見込角

5~6° は「あまり圧迫感を受けない」

59

④村崎ノ鼻付近からの見え方



風車を沖合に出す、基数を減らす



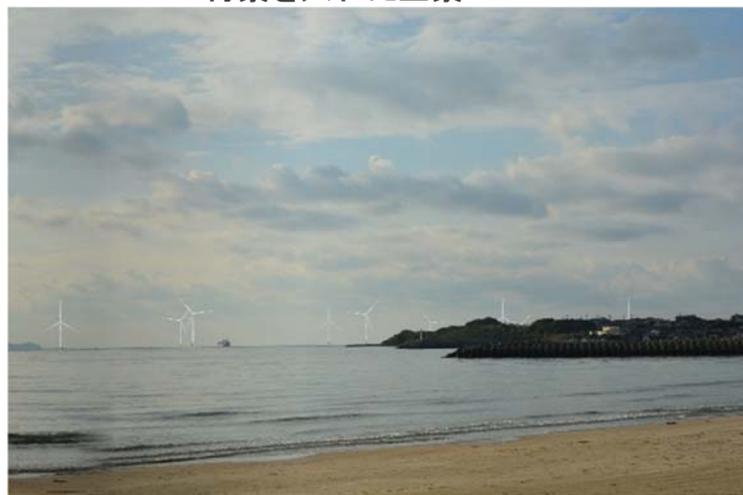
60

⑤ 景観写真 安岡海岸



背景を入れた全景

最も近い風車からの
距離 2,280m



↑ ↓
風車

他の調査地点と風車の大きさが比較できる

61

⑤ 景観写真 綾羅木海岸



背景を入れた全景

最も近い風車からの
距離 2,730m



↑ ↓
風車

他の調査地点と風車の大きさが比較できる

62

⑤ 景観写真 火の山公園

最も近い風車からの
距離 8,120m



⇕ 風車

背景を入れた全景

他の調査地点と風車の大きさが比較できる

63

⑥ 景観審議会答申 要旨

景観審議会 答申

1. 配置について

可能な限り規則性を有する1列配置を追及すること。追及の結果、2列配置となる場合は、等間隔の規則性を有する計画への変更を検討すること。

陸地から極力離れた場所に設置するよう配慮すること。

2. 色彩について

基礎部の警告色(黄色)の選定及びグラデーションについては関係機関と協議の上、周辺の景観との調和に配慮し、違和感を与えない色彩デザインを施すこと。

3. 陸上の送電設備等について

景観への影響を極力軽減するための方策を採られたい。

64

⑦ 景観審議会答申に対して



風車の間隔が狭くなる

- ・小型船舶への安全面への不安
- ・風車沿いに広い範囲で気流の乱れが生じる可能性



不完全な規律性

- ・曲線と直線が混在



眺望点からの規律性に配慮し、
その他の影響も含め全体のバランスを考慮。

65

⑦ 景観審議会答申に対して

2列の規則的な配置案を検討中
例えば同心円の円弧上に配列

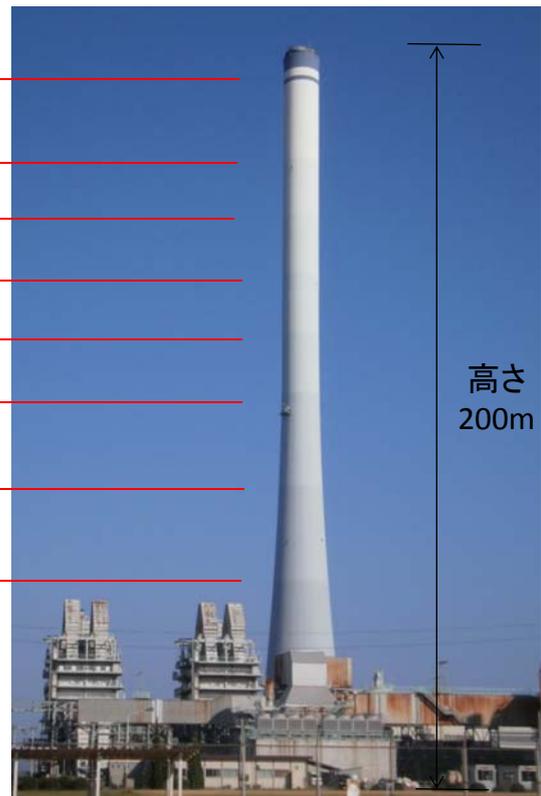
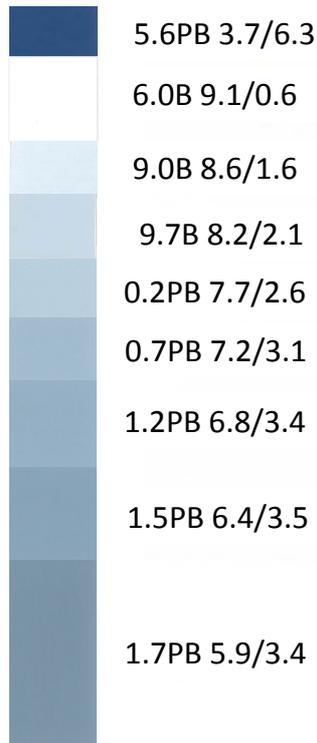


66

⑧目立たない色彩と工夫 グラデーションの事例

下関発電所 煙突

色見本 マンセル値



67

⑧目立たない色彩と工夫 風車タワーのグラデーション



68

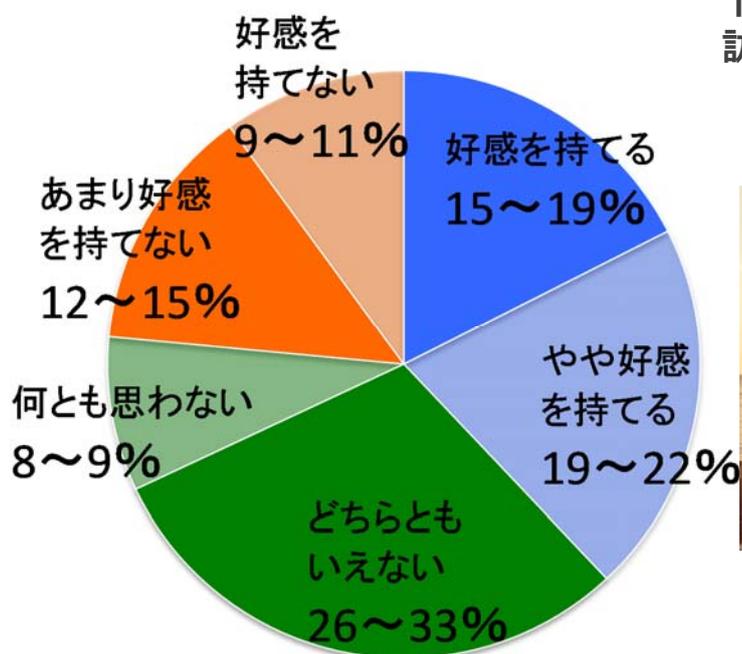
⑨景観に関するアンケート結果

アンケート結果集計

(回答数:510件)

【調査対象者】

下関市在住者あるいは、
下関市内の景観ポイント、観光地を
訪れた人



アンケート調査で使用
した写真の一例

69

(7)人と自然との触れ合い活動の場

意見	当社の見解
<p>事業実施区域及びその周辺はヨット競技やプレジャーボートによる遊漁で利用されていることから、これらへの影響について、適切に予測・評価を行うこと。</p> <p>また、対象事業実施区域周辺の海岸については、海水浴場やフィッシングパーク以外の利用状況も確認の上、調査地点の追加の必要性を検討すること。</p>	<p>海域での活動に対する影響について適切に予測・評価を行うため、ヨット競技やプレジャーボートによる遊漁についてもその影響を調査いたします。</p> <p>また、周辺の海岸についても、現況を調査した上で調査地点の追加の必要性を判断いたします。</p> <p>「海水浴場」、「海域利用(プレジャーボート)」を含めた5地点を選定し、予測及び評価を行い、その結果を「第8章8.1.9 人と自然との触れ合いの活動の場」に記載しております。</p>

調査地点と予測・評価

・環境影響評価準備書 掲載ページ

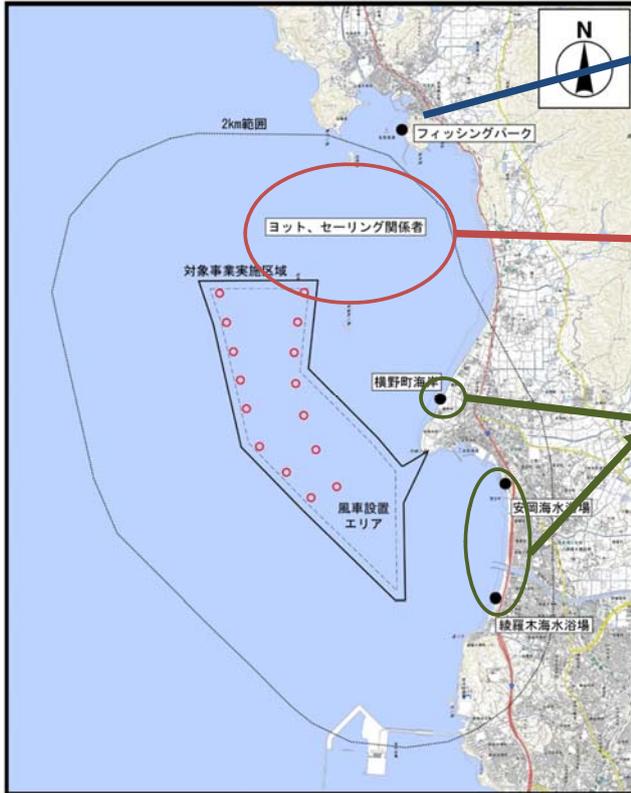
8-472(765)~8-486(779)

・要約書 掲載ページ

73~75、90

70

調査地点と予測・評価



・施設の存在に伴う風車の影が及ぶ範囲からは離れている。
 ・施設稼働に伴う水中音においても現況の水中音レベルを下回る。

・ヨット及びセーリングでの利用(来留見ノ瀬より北側)が主であり、利用者数及び利用時期も限定されている。
 ・地形改変は来留見ノ瀬よりも沖側であり、風車間隔も約500mと離れている。

・施設の存在に伴う流速の変化からは、当該海岸の砂の移動への影響は小さい。
 ・風力発電機設置予定位置が、当該海岸の沖側にあることから、活動の快適性に影響が生ずるおそれはあるが、環境保全措置を講ずることにより、その影響は小さい。

+

いずれも、直接的な改変は生じない
人と自然のふれ合いの活動の場への影響は小さい

71

(8)その他

意見	当社の見解
上記に係る事業計画や調査・予測・評価の手法等の検討の経緯及び結果については、環境影響評価準備書に記載すること。	事業計画や調査・予測・評価の手法等の検討の経緯及び結果について、準備書に記載いたします。

72