

巻末資料5 和歌山県洋上風力発電事業に係る騒音レイヤーについて

洋上風力発電施設（以下、「風車」とする。）が稼働した際に発生する騒音が、陸域に存在する保全対象（民家、病院、学校等）に与える影響を予測し、予測結果から確保すべき風車と保全対象の距離を算出した。

1. 予測手法

1.1 予測手順

予測手順は図 1.1 に示すとおりである。

風車が稼働した際の騒音レベルの予測は、音の伝搬理論式を用いて予測地点における寄与レベルを算出し、予測地点の残留騒音レベルとパワー合成することにより予測地点における施設の稼働に伴う騒音予測値を求めた。その後、予測値と指針値を比較し、予測値が指針値以下となる距離を確保すべき距離として決定した。

指針値は、「風力発電施設から発生する騒音に関する指針について（平成 29 年 5 月、環境省）」で示される指針値「残留騒音+5dB」とした。なお、地域の残留騒音については現地調査結果が存在しないことから、風車騒音による地域住民への影響を極力抑制するため、残留騒音は特に静穏な地域を想定して 35dB に設定し、指針値を 40dB とした。

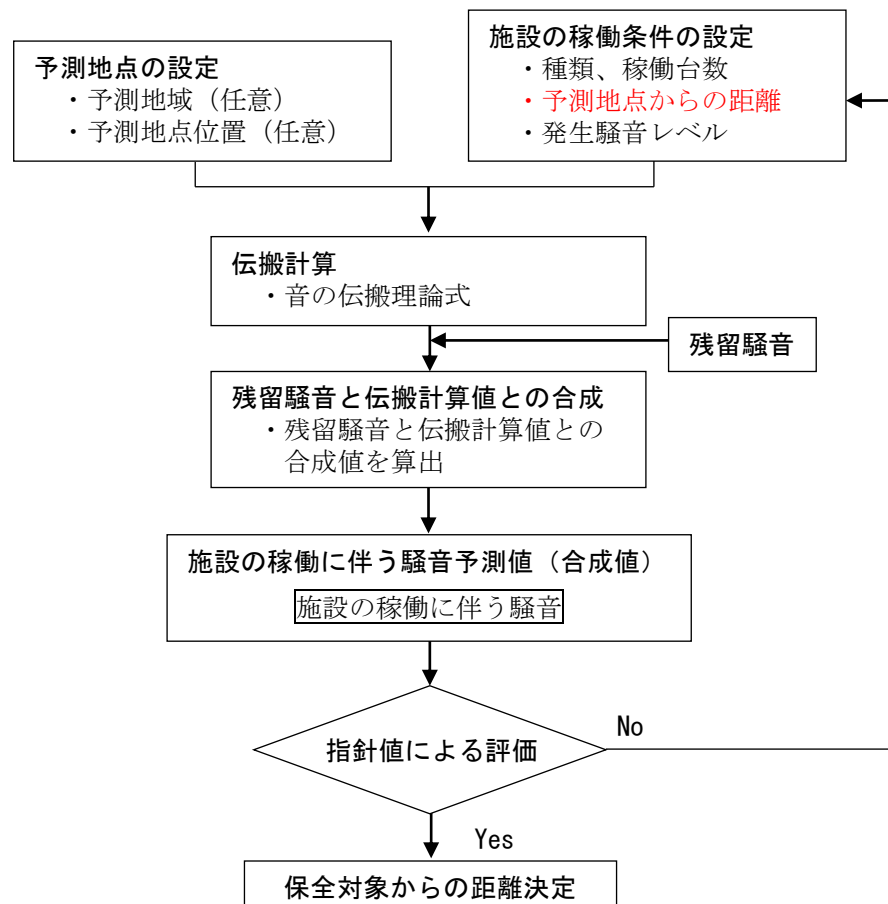


図 1.1 予測手順

## 1.2 予測式

予測計算には、ISO規格による騒音伝播予測法（ISO9613-2）に記載された音の伝搬理論式を用いた。予測計算式を表 1.1 に示す。

表 1.1 予測計算式

ISO規格による騒音伝播予測法（ISO9613-2）	
$L_{pA} = 10 \log \left\{ \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^8 10^{L_{(i,j)} + Af_{(j)}/10} \right) \right\}$	
$L_{(i,j)} = L_{W(i,j)} - 11 - 20 \log r - A_{air} - A_{ground} - A_{screen}$	
$A_{air} = \alpha r / 1000$	
$L_{pA}$	音源から距離 $r$ における騒音レベル (dB)
$n$	風車の基数 (基)
$L_{(i,j)}$	$i$ 基目の風車のオクターブバンド音圧レベル (dB)
$Af_{(j)}$	周波数重み付け A 特性補正值 (dB)
$L_{W(i,j)}$	$i$ 基目の風車のオクターブバンド音響パワーレベル (dB)
$r$	風車から予測地点までの距離 (m)
$A_{air}$	大気吸収による減衰量 (dB)
$\alpha$	大気吸収減衰係数 (dB/km)
$A_{ground}$	地表面効果による減衰量 (dB)
$A_{screen}$	障壁等の回折による減衰 (dB)

なお、複数の風力発電機からの騒音の合成は以下の式により行った。

$L_A = 10 \log(10^{L_{pA}/10} + 10^{L_{Abg}/10})$	
$L_A$	予測地点における騒音レベル (dB)
$L_{pA}$	音源からの予測地点に到達した騒音レベル (dB)
$L_{Abg}$	予測地点の環境騒音レベル (dB)

### 1.3 予測条件

#### (1) 風車の規模

予測に用いる風車の諸元を表 1.2 に、和歌山県周辺の風況マップ（高度 100m）を図 1.2 に示す。

予測に用いる風車の諸元は現段階で導入が確実な 9.5MW の風車（全長 187m、ハブ高さ 105m、ブレード直径 164m）とし、音響パワーレベルは 9.5MW 風車のメーカー提供値（107.8dB）を参照した。

なお、和歌山県下における標高 100m における平均風速は、沿岸部で最大 8.5m/s 未満のため、音響パワーレベルは風速 8.5m/s の値を採用した。

表 1.2 風車の諸元

全長	187m
ハブ高	105m
ブレード直径	164m

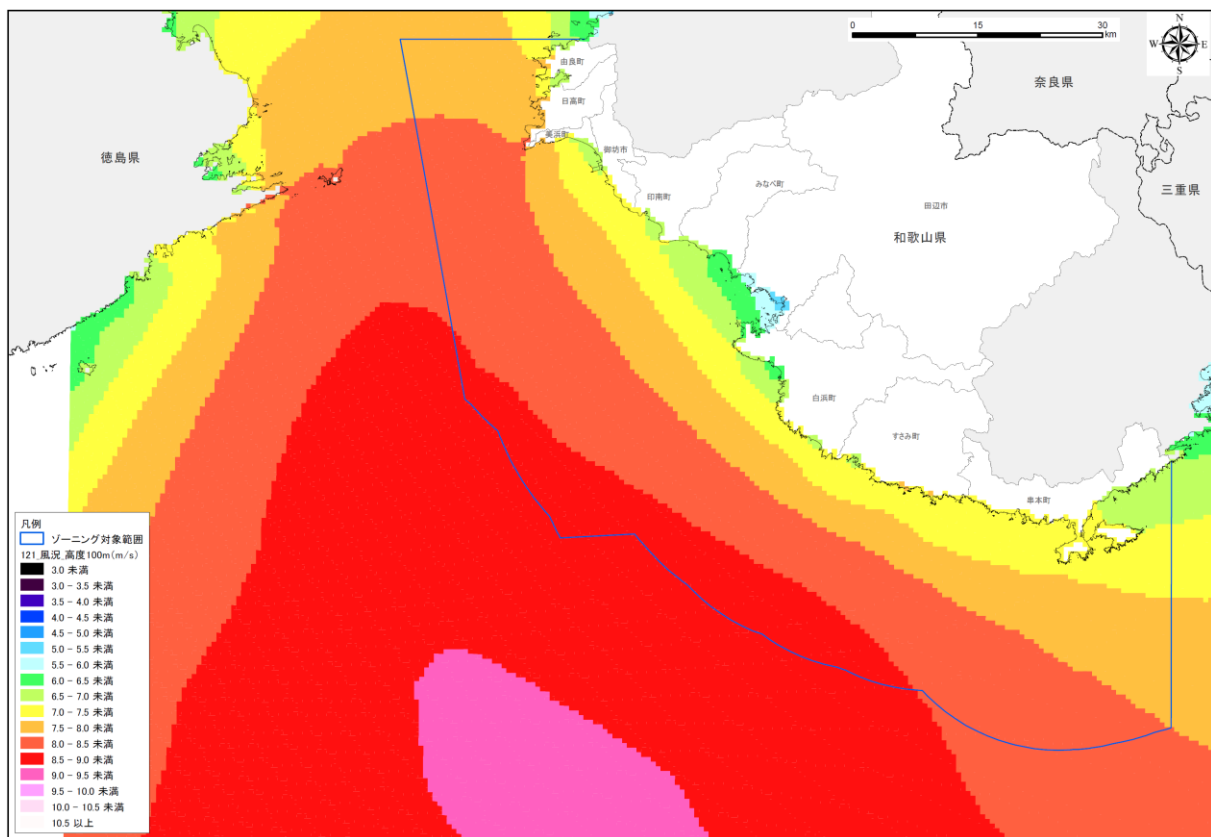


図 1.2 風況マップ（高度 100m）

## (2) 風車の配置

風車の配置に係る条件は、卓越風向を北側、予測地点を北西方向に延びる直線的な海岸線上（ゾーニング対象範囲の海岸線が概ね南西側に開けていることを考慮）と仮定した。また、風車の配置間隔は、「風力発電導入ガイドブック」（2008年2月改定第9版 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）を参考に、卓越風向（北）に対して水平方向を1,640m（風車直径の10倍）、垂直方向を492m（風車直径の3倍）とした。

風車の配置は、図 1.3 に示す通り配置することとし、以上の条件を満たした上で最も予測地点への影響が大きくなるよう、予測地点との距離ごとに配置を変更した。

なお、風車の配置個数は、現在行われている環境影響評価において総出力が500MW程度の規模の計画が多く見られることから、9.5MW相当の風車が50基とした。

## (3) 大気吸収による減衰

大気吸収減衰係数  $\alpha$  は、当該地域における平均的な気象条件に最も近いと考えられる、気温  $T$  : 15°C、相対湿度  $RH$  : 50%における値を用いた（表 1.3 参照）。

表 1.3 大気吸収減衰係数

(単位 : dB/km)

T (°C)	RH (%)	オクターブバンド中心周波数 (Hz)							
		63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0

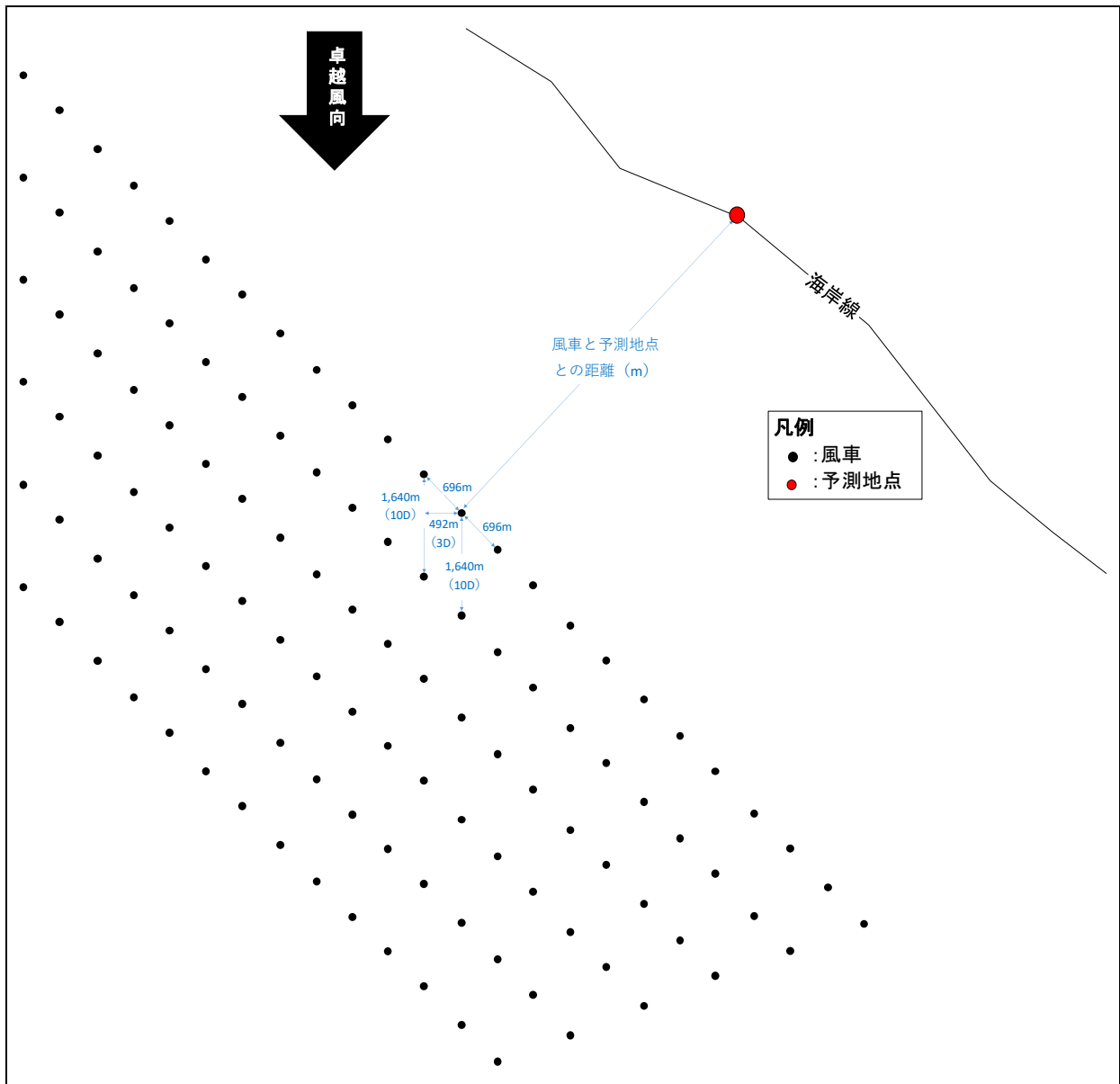


図 1.3 風車の配置イメージ

#### (4) 地表面効果による減衰

地表面効果による減衰量は、音源から予測地点までの伝搬経路を音源領域、予測地点領域、中間領域に区分し、各領域の地表面種を踏まえて地盤係数  $G$  を設定及び減衰量を計算し、各減衰量を合計することで求めた。地表面効果による減衰の計算式を表 1.4 に示す。

表 1.4 地表面効果による減衰の計算式

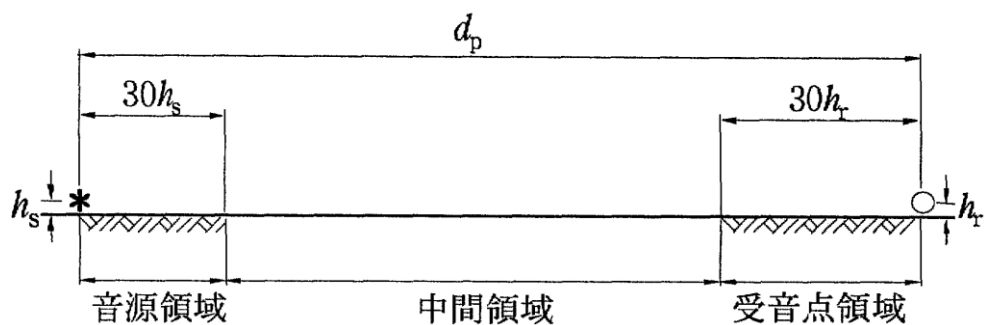
$A_{ground} = A_s + A_r + A_m$	
$A_{ground}$	地表面の影響による減衰 (dB)
$A_s$	音源領域の減衰量 (dB)
$A_r$	受信点領域の減衰量 (dB)
$A_m$	中間領域の減衰量 (dB)

※ $A_s$ 、 $A_r$ 、 $A_m$  の計算方法は表 1.5 を参照のこと。なお、地盤係数は反響による影響が最大となるよう  $G=0$  として計算を行った。

表 1.5 オクターブバンド帯域の地盤による減衰  $A_s$ 、 $A_r$ 、 $A_m$  を求めるための式

オクターブバンド中心周波数 (Hz)	$A_s$ あるいは $A_r$ (dB)	$A_m$ (dB)
63	-1.5	-3q
125	$-1.5 + G \cdot a'(h)$	-3q(1-G <sub>m</sub> )
250	$-1.5 + G \cdot b'(h)$	
500	$-1.5 + G \cdot c'(h)$	
1,000	$-1.5 + G \cdot d'(h)$	
2,000	$-1.5(1-G)$	
4,000	$-1.5(1-G)$	
8,000	$-1.5(1-G)$	
<p>ここで、</p> $a'(h) = 15 + 3.0 \cdot e^{-0.12(h-5)^2} \left( 1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right) + 5.7 \cdot e^{-0.09 \cdot h^2} \left( 1 - e^{-2.3 \cdot 10^{-6} \cdot d_p^2} \right)$ $c'(h) = 15 + 14.0 \cdot e^{-0.46 \cdot h^2} \left( 1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right)$ $b'(h) = 15 + 8.6 \cdot e^{-0.09 \cdot h^2} \left( 1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right)$ $d'(h) = 15 + 5.0 \cdot e^{-0.9 \cdot h^2} \left( 1 - e^{-\frac{d_p}{50}} \right)$		
$q=0$	$d_p \leq 30(h_s + h_r)$	の場合
$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p}$	$d_p > 30(h_s + h_r)$	の場合

出典：ISO規格による騒音伝搬予測法



出典：ISO 規格による騒音伝搬予測法

図 1.4 地表面による減衰を決定するための3領域

(5) 障壁等の回折による減衰

今回の予測では隔壁を設定しない。よって、隔壁による減衰量は考慮しない。

2. 予測結果

予測結果を表 2.1 に示す。

予測の結果、風車と予測地点との距離が 1,800m 以上の時に指針値 (40dB) 以下となった。なお、風車と予測地点との距離が 1,800m の際の風車の配置は図 2.1 に示すとおりである。

表 2.1 予測結果

(単位：dB)

No.	風車と予測地点との距離 (m)	50 基	
		寄与レベル	予測結果
1	1,000	42.78	43
2	1,100	42.17	43
3	1,200	41.60	42
4	1,300	41.07	42
5	1,400	40.58	42
6	1,500	40.11	41
7	1,600	39.67	41
8	1,700	39.25	41
9	1,800	38.85	40
10	1,900	38.47	40
11	2,000	38.10	40

※網掛けは、指針値 (40dB) 以下を示す。

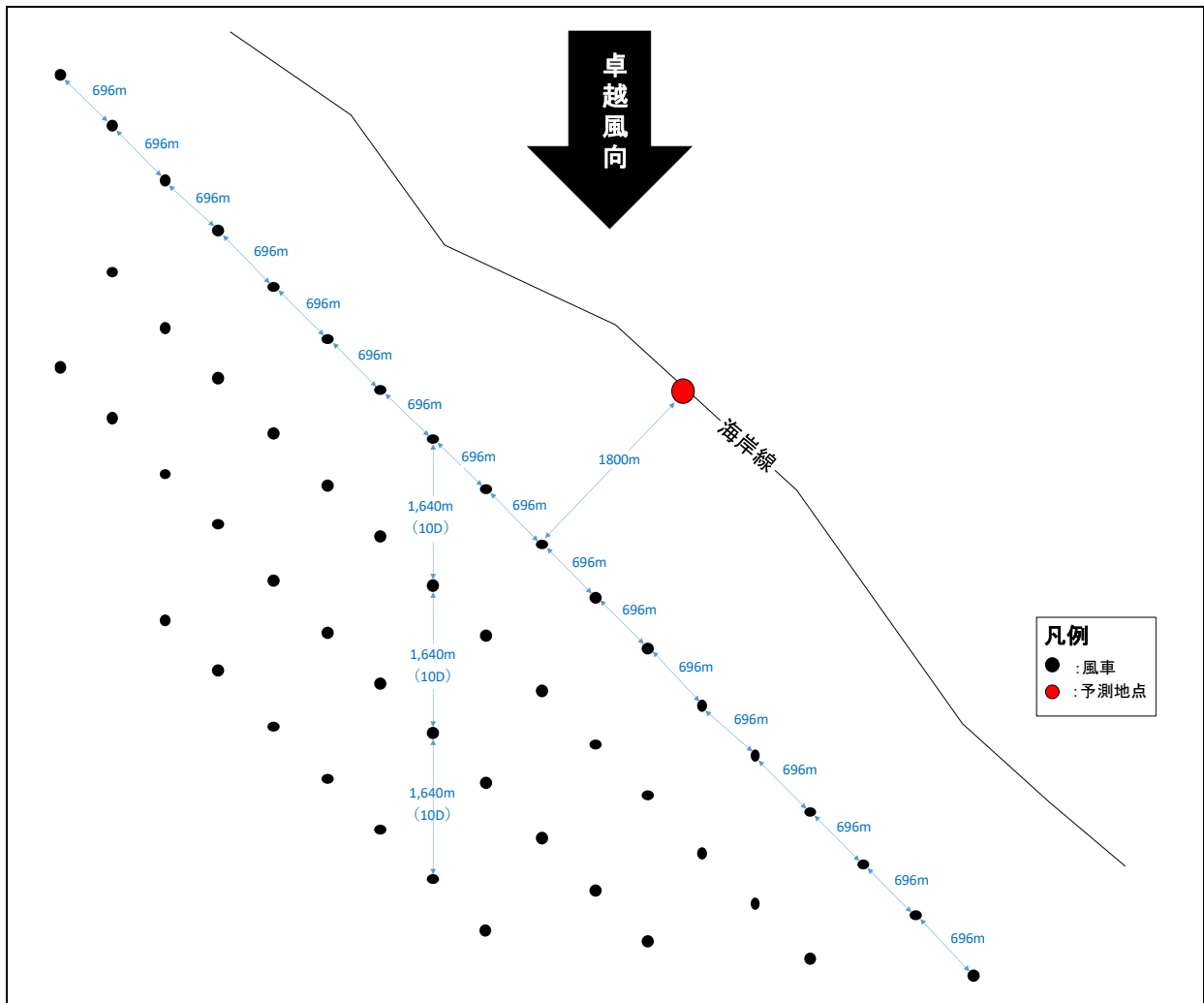


図 2.1 風車の配置イメージ（予測地点と風車の距離：1,800m）



## <参考資料 音響パワーレベルの設定について>

本予測では、音響パワーレベルとして、風速 8.5m/s の値を使用している。これは、対象範囲の高度 100m 地点における平均風速をもとに設定している。ここで、対象範囲における代表箇所の風配図等を以下に示す。

調整エリア 1 周辺では、南北方向の風が卓越しており、陸側へと吹く西～南西寄りの風の頻度は比較的低い。また、風向別の風速についてみると、西～南西寄りの風の際には、他の風向に比べて比較的小さい値を示している。

本予測では、風向による補正等を行わず、風速 8.5m/s の際に、風車より発生する音（音響パワーレベル）をもとに予測を行っている。騒音に風が大きく影響を及ぼすことは知られているが、風は時間的にも空間的にも複雑に変化する動的な要因のため、騒音予測に反映されるケース少ない。ただし、陸域への影響が大きくなる西～南西の風の頻度が比較的低いこと、西～南西の風の際には風速が他の風向に比べて小さくなる傾向があることより、予測値よりも騒音が大きくなる頻度は小さいと考えられる。

