

風力発電施設から発生する騒音等の評価手法に関する
検討会

報告書 骨子（案）

目次

1. はじめに
2. 風車騒音の実態と環境影響に関するこれまでの研究
3. 風車騒音の聴感的な特徴
4. 風車騒音に関する諸外国の基準等
5. 設置前段階における調査・予測及び評価の手法
6. 設置後段階における調査（事後調査）及び評価の手法
7. 騒音への対応策
8. 今後の課題

1. はじめに

- 風力発電施設については、平成 13 年頃から設置台数が増加する中、平成 24 年 10 月に改正環境影響評価法が施行され、当該施設の設置が同法の対象事業に追加された。
- 風力発電施設は、風を受けブレード（羽）を回転して発電する構造上、一定の音が出る。発生する音は通常著しく大きいものではないが、風向風速等の気象条件が適した地域を選択する必要性から、もともと静穏な農山村部に建設されることが多いため、騒音の環境基準を満たすレベルの音であっても一定の苦情等が発生している。
- こうした中で、風力発電施設を対象とした環境影響評価に関する手法等について一定の検討・取りまとめがなされてきたが、風力発電施設から発生する騒音等（以下「風車騒音」とする。）の調査、予測及び評価に関しては、風力発電施設特有の事象を十分に考慮した手法が整備されることが求められている。
- 本検討会は、風車騒音の関係者が広く活用できるよう、風車騒音の特徴や受音側の影響に関するこれまでの知見を取りまとめつつ、風車騒音の環境影響に関し、施設設置の計画段階や、施設設置後に行う調査、予測及び評価手法について検討を行うとともに、騒音対策技術についても整理し、これらを踏まえた今後の課題を明らかにした。

2. 風車騒音の実態と環境影響に関するこれまでの研究

- 環境省では、平成 22 年度から平成 24 年度にかけて、環境研究総合推進費戦略指定研究により公募型研究「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」（以下「戦略指定研究」という。）を実施するとともに、風力発電施設からの騒音の予測手法や風車騒音による健康影響の可能性等に関する知見を取りまとめた。特に健康影響に関する知見については最近のものも含めて整理した。具体的には以下のとおり。

(1) 発生源側に関する研究（騒音の実測、予測手法）

<全国規模の風車騒音の実測調査（戦略指定研究）>

- 風車騒音は、一般の騒音と同様に、低周波数から高周波数にかけて緩やかに減衰する形の周波数特性であった。（図-1 の細く重なり合っている黒線）
- 人の聴覚には閾値があり、周波数ごとの音圧レベル（音の持っているエネルギー量）が、図-1 に示すとおり、Moorhouse 他による限界曲線や純音に対する聴覚閾値を超えた場合に通常感知されるが、風車騒音のうち、20Hz 以下の音（いわゆる超低周波音）に関しては、音圧レベルが聴覚閾値を超えるものは確認されなかった。
- 一方、20 Hz 以上の可聴周波数域では、全体的に音圧レベルは低いものの、周波数が高くなるにつれて聴覚閾値を超える傾向が見られる。すなわち、風車騒音は可聴周波

数領域における騒音の問題として捉えるべきである。

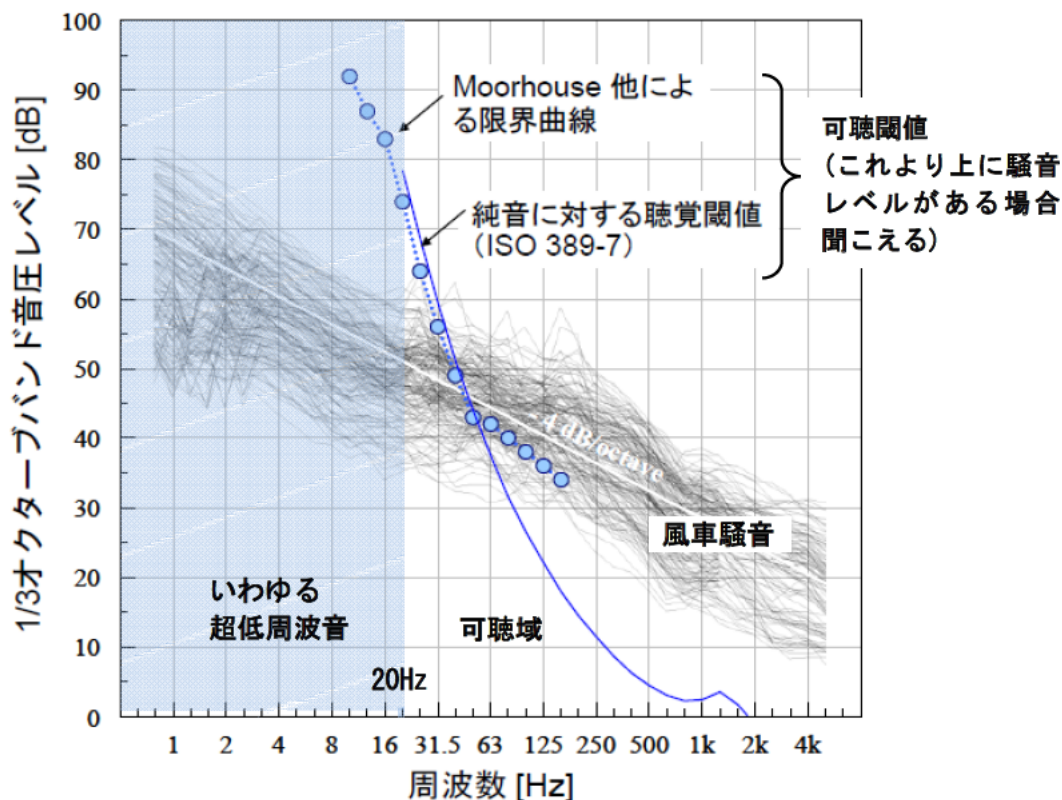


図-1 164 地点における風車騒音の測定結果

出典：平成 22～24 年度 環境省 環境研究総合推進費（戦略指定研究領域）研究課題

「S2-11 風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」報告書を基に環境省加筆

<騒音の予測手法>

○ 国内外において適用事例が多い騒音の予測手法である「IS09613-2」と「風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版)」による2手法について、その特徴の整理を行った。

①IS09613-2

- IS09613-2 とは、各種の音源から屋外を伝搬する音について環境騒音レベルを予測するための計算方法を定めたものであり、発生騒音の音響パワーレベル（単位時間あたりの音のエネルギー量）について、オーバーオール値（周波数別発生騒音の総和）、周波数特性、純音性の周波数成分の有無等の情報を用いて予測を行う手法である。
- このため、環境影響が最大となる状況を把握するに当たっては、風力発電設備が定格出力ないし最大出力で稼働している場合の音響パワーレベルに係る情報が重要となる。
- この方法は、風車騒音を自由空間における点音源と仮定し、音が伝搬しやすい条件を前提とした予測手法である。音源の指向性や気象要件による補正（音が伝搬し

やすい条件と異なる場合に対する補正)を組み込むことが可能で、63Hz~8,000Hzのオクターブバンド毎の周波数に対して計算が可能であり、②の手法と比較して詳細な条件を組み入れることができるが、予測計算がやや複雑である。

②風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版)

- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下「NEDO」という)が平成15年7月に作成(平成18年2月、第2版に改訂)した「風力発電のための環境影響評価マニュアル(以下、「NEDOマニュアル」という。)」に記載された予測手法は、風力発電設備を点音源としてモデル化し、風力発電機メーカー等から示される音響パワーレベルを用いるものである。
- この手法では、伝搬過程における音の拡散による距離減衰や、空気吸収による減衰を考慮している。風車からのA特性音圧レベル(騒音レベル)を算出することによって予測地点におけるA特性音圧レベル(騒音レベル)を求めている。
- この手法では、風車騒音を半自由空間における点音源と仮定し、減衰項として距離減衰と空気の音響吸収による減衰を考慮している。①の手法と比較して周波数毎の予測計算を行わず、オーバーオール値を算出するものであり、比較的簡易に使用できるものの、気象影響等の考慮が困難となる点に留意が必要である。

(2) 受信側に関する研究(聴覚、社会反応、健康影響)

<低周波音に対する聴覚実験調査(戦略指定研究)>

- 一般的な風車騒音では可聴性・可覚性について、およそ20Hz以下の音の寄与は極めて小さい。
- 被験者が訴える耳障りな音としては、可聴領域の周波数成分を有する振幅変調音(風力発電施設のブレード(羽)の回転に伴い発生する「シュッシュッ」という一定の間隔で一定の音の大きさの変動がおこる現象。『スイッチ音』とも呼ばれる)によるものが顕著である。
- ラウドネス評価(ある音の感覚的な大きさを表す心理尺度を評価する手法)においては、騒音評価の評価量としてこれまでも広く用いられてきたA特性音圧レベル(騒音レベル)が低周波成分も含む騒音を評価する場合にも適用できることが確認された。

<地域住民に対する社会反応調査(戦略指定研究)>

- 最も悩まされている音について、風力発電施設設置地域では風車騒音と答える人が多かった。また、時間帯としては、夜間や深夜にうるさいと指摘する人が多かった。
- 風力発電施設の存在について、近隣の住民は自らが享受することができるメリットを感じていないとの回答が多かった。
- 風力発電施設からの距離と施設稼働時の騒音レベルとの物理的な関係を調査したと

ころ、「風車騒音に非常に悩まされる」と回答した割合が、施設からの距離が近いほど大きかった。また夜間の等価騒音レベルで比較したところ、レベルが大きくなるほど「非常に悩まされる」と回答する割合が増加する傾向がみられた。

＜健康影響研究＞（Health Canada HP (2014. 3. 10)、平成 24 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報告書）

○ 風車騒音による影響は、うるささ（アノイアンス）との関連性について確認されているが、めまい、耳鳴り、偏頭痛や心臓病、高血圧、糖尿病等の慢性病との十分な関連を示す研究は確認できなかった。

○ 風車騒音では、音圧レベル以外に、風力発電施設の視認性（日常生活の中で施設を視認できる）、個人の聴覚過敏性、風力発電施設に対する姿勢（賛成・反対等）、地形や地域の特性、施設設置前の事前情報の有無、経済的利益の有無等の各種要因が、個人の感じるうるささ（アノイアンス）等に影響を与えている可能性がある。

3. 風車騒音の聴感的な特徴

（1）立地環境と周辺環境

○ 風力発電施設は十分な風速を確保できる地域に設置する必要があるため、山間部など、地域的なバックグラウンドの騒音レベル（残留騒音（注））が極めて低い地域（静穏な地域）に設置されることが多い。そのため、風力発電施設からの音のレベルは比較的低くても、風力発電施設からの騒音を除く周辺のすべての騒音レベル（暗騒音）が小さいために感知しやすく、気になりやすいという特徴がある。

注：図 1 (a) で、着目している場所に存在するすべての騒音を「総合騒音 (total noise)」と呼ぶ。そのうち、騒音源が特定できる騒音（一つまたは複数）を「特定騒音 (specific noise)」と呼ぶ。これらの特定騒音のうちのある一つの騒音に着目した場合、それを除くすべての騒音を「暗騒音 (background noise)」という（図 2 (b)）。また、主要な特定騒音のすべてを除いたとしても、騒音源が特定できない騒音が残る。これを「残留騒音 (residual noise)」と呼ぶ。特定騒音として風車騒音を対象とする場合、自動車の走行音や動物の鳴き声などの暗騒音の影響を含まない残留騒音に着目することが重要である。

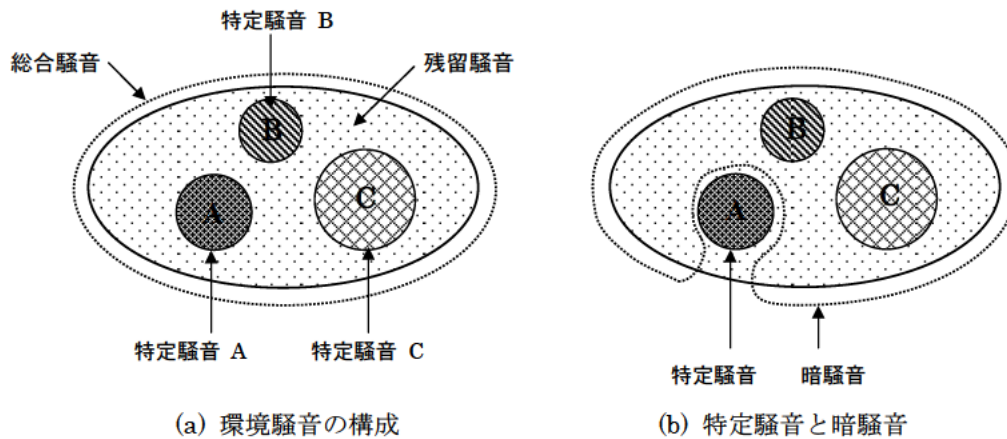


図 1 騒音の構成に着目した環境騒音の分類

(2) 発生する音の特徴・性質

- 風力発電施設は、他の施設から発生する騒音と比較して、より低周波の騒音が発生していると一般に思われており、低周波音による周辺環境への影響がしばしば懸念される。
- 風力発電施設のブレード（羽）の回転に伴い、スイッチュ音（騒音の大きさが周期的に変動する振幅変調音）とよばれる音が発生し、これがうるささ（アノイアンス）に繋がるとされている。また、これとは別に風力発電施設内の発電機や制御装置等から、純音性の周波数成分が発生することがある。このような純音性成分が含まれているとうるささ（アノイアンス）が著しく高まることがある。

4. 風車騒音に関する諸外国の基準等

- 世界各国における風車騒音の基準やガイドラインについて表 1 に示す。
- 基準値・ガイドライン値は、35～80dB と幅があり、昼夜の別、暗騒音との差、地域類型（田園、住宅、工業地域に近い住宅等）を考慮しているところが多い。振幅変調音や純音成分に対してペナルティを規定している国（州）や暗騒音をベースとしてそれに 5dB を加えた値を限度値として設定している国（州）もある。例えば、ニュージーランドでは、地域類型の別に定めたある一定の値（35 又は 40dB）と暗騒音（注）のレベルに 5dB 加えた値のうち、大きい方の値を風車騒音の限度値とする方法が定められている。

表-1 世界各国における風車騒音の基準・ガイドラインの比較

国/地方	騒音指標	地域の類型				備考
		田園地域	住宅地域	工業地域に近い住宅地域	その他の地域	
Denmark	L_r (6 m/s) L_r (8 m/s)	42 dB (6 m/s) 44 dB (8 m/s)	37 dB (6 m/s) 39 dB (8 m/s)	—	—	TA, IM L_{pALF}
Norway	L_{den}	45 dB				—
Sweden	$L_{Aeq}@8\text{ m/s}$	35 dB	40 dB			TA
Belgium–Flanders	L_{Aeq}	昼：48 dB 夕/夜：43 dB	昼：44 dB 夕/夜：39 dB	昼：48 dB 夕/夜：43 dB	昼：45-60 dB 夕/夜：39-55 dB	SB
Belgium–Wallonia	L_{Aeq}	45 dB				SB
France	L_{Aeq}	昼 (07:00-22:00)：暗騒音レベル+5 dB 夜 (22:00-07:00)：暗騒音レベル+3 dB				SB
Germany	L_r	昼：60 dB 夜：45 dB	昼：50-55 dB 夜：35-40 dB	昼：60 dB 夜：45 dB	昼：45-70 dB 夜：35-70 dB	TA, IM SB
The Netherlands	L_{den} L_{night}	L_{den} : 47 dB L_{night} : 41 dB				—
United Kingdom	$L_{A90,10min}$	昼：暗騒音レベル+5 dB (最低 35 dB または 40 dB) 夜：暗騒音レベル+5 dB (最低 43 dB)				TA
New Zealand	$L_{A90,10min}$	35 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値	40 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値			AM TA
South Australia	風車騒音： $L_{Aeq,10min}$ 暗騒音： $L_{A90,10min}$	35 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値	40 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値			TA
Canada–Alberta	L_{Aeq}	夜 (22:00-07:00)：40-56 dB (住戸密度および道路/鉄道の近接度・航空機の頻度の別に 9 段階に設定)				—
Canada–Ontario	L_{Aeq}	地域類型ごとに、高さ 10 m における風速ごとに限度値を設定				—
USA	騒音一般 EPA: L_{dn}	屋外： L_{dn} 55 dB 屋内： L_{dn} 45 dB	—	—	—	—
Colorado–Arapahoe county	L_{Aeq}	—	昼：<55 dB 夜：<50 dB	—	昼：<65, 80 dB 夜：<60, 75 dB	SB
Georgia	L_{Aeq}	55 dB				SB
Illinois	一般環境騒音について、オクターブバンドごとに限度値を設定。					—
Indiana–Tipton County	オクターブバンドごとに限度値を設定					—
Michigan	L_{Aeq}	55 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値				—
Michigan–Huron County	L_{A90}	50 dB または暗騒音+5 dB の高い方の値				TA
Minnesota	L_{Aeq}	50 dB			—	—
Minnesota–Lincoln county	L_{Aeq}	50 dB			—	SB
Nevada–Lyon County	L_{Aeq}	55 dB				SB
New Mexico–San Miguel County	L_{Aeq}	暗騒音以下				SB
New York–Town of Jefferson	L_{A10}	—	50 dB または暗騒音+5 dB	—	—	TA SB

North Carolina	L_{Aeq}	55 dB	—	SB
Oregon	L_{A50}	昼：55 dB、夜：50 dB		—
Pennsylvania–Potter County	L_{Aeq}	暗騒音+5 dB		SB
Wisconsin	L_{Aeq}	昼：50 dB、夜：45 dB		TA SB
Wisconsin–Shawano County	L_{Aeq}	暗騒音+5 dB 1/3 オクターブバンド限度値		TA IM SB
Wyoming		風車騒音に関する州としての法律はないが、セットバック距離を規定。		SB
Wyoming–Larimaie County	L_{Aeq}	50 dB		SB
<p>注（表中の量記号、略号は以下の通り）</p> <p>L_{Aeq}：等価騒音レベル（時間平均 A 特性音圧レベル）</p> <p>L_T：評価騒音レベル（等価騒音レベルに純音性および衝撃性に対する補正を加えた値）</p> <p>L_{den}：昼夕夜時間帯補正等価騒音レベル</p> <p>L_{night}：夜間等価騒音レベル</p> <p>L_{dn}：昼夜時間帯補正等価騒音レベル</p> <p>L_{A90}：90%時間率騒音レベル</p> <p>L_{A50}：50%時間率騒音レベル</p> <p>L_{A10}：10%時間率騒音レベル</p> <p>L_{pALF}：室内における低周波騒音の評価指標（Denmark）</p> <p>AM：振幅変調（Amplitude Modulation）音に対する考慮（ペナルティ）</p> <p>TA：純音成分の可聴性（Tonal Audibility）に対する考慮（ペナルティ）</p> <p>IM：衝撃性成分に対する考慮（ペナルティ）</p> <p>SB：セットバック距離（Set-back distance）の設定</p>				

（出典：日本音響学会誌 71 巻 4 号 (2015), p. 199）

注：この表における「暗騒音」とは、background noise, residual noise, ambient noise 等を含めたものであり、この資料の他の部分における「暗騒音」とは定義が異なり、この資料の文脈では「残留騒音」と表記するのがより適切である点に留意が必要。

5. 設置前段階における調査・予測及び評価の手法

（1）基本的な留意事項

- 風車騒音はその構造上、騒音発生源（ブレード（羽））を外部から覆い、騒音の発生を抑制することができない。また、防音壁の設置等、風車騒音を抑制するための受音側の対策が限定されることから、風力発電設備に係る音源特性、風力発電施設から受音点までの伝搬特性及び風車騒音に暴露される受音地点の状況に大別して、発生源側で対応可能な対策について網羅的に検討することが重要である。

（2）調査手法

① 音源特性

- 以下の点に留意した調査が重要である。
 - ・ 風力発電設備の仕様（メーカー、型番、ハブ高さ、ローター直径、定格風速や発電量等）

- ・ 定格(最大)出力時及び風速毎の音響パワーレベルのオーバーオール値及び周波数特性(1/3 オクターブバンド等)
- ・ 純音性の周波数成分の有無 (JIS C1400-11 により判断する)
- ・ 可能であれば周波数特性、稼働中の同一設備に係る既存データ

② 伝搬特性

○ 以下の点に留意した調査が重要である。

- ・ 地形による風車騒音の反射や吸収、回折現象等を把握するために必要なデータ (地形及び地表面の植生等状況 (河川や湖沼等も含む))
- ・ 風況による音の伝搬への影響を把握するために必要なデータ (風向風速や発生頻度等の気象情報)

③ 受音地点の状況

○ 調査地点の選定に当たっては、以下の点に留意することが重要である。

- ・ 風力発電施設周辺における、住宅の分布状況、家屋構造、学校や病院など環境保全についての配慮が特に必要な施設等の設置状況の把握
- ・ 計画地周辺の音環境の把握 (暗騒音及び残留騒音等)

④ 具体的な調査手法

ア. 調査機器等

- 調査機器は、基本的に騒音計(サウンドレベルメータ)、防風スクリーン及びデータレコーダないしレベルレコーダで構成される。最近では、騒音計内に測定データの保存機能を有するものが一般的であり、長時間のデジタルデータを格納することができる。
- 風力発電施設周辺の地域は一般に風が強いことから、残留騒音を測定する際に風雑音の影響をできるだけ避けるため、防風スクリーンの使用が不可欠である。ウレタン製の球形で径が異なる数種類の防風スクリーンが市販されており、一般に径が大きいほど風雑音の影響を受けにくい。
- 防風スクリーンの寸法、形状、材質等に関する規定はないが、防風スクリーンを装着することによって風速 5 m/s 程度までは風雑音の影響を少なくすることができる。
- なお、風雑音の影響を最小限にする例として、戦略指定研究では、超低周波音領域から可聴周波数領域までを測定可能な広帯域サウンドレベルメータが開発されるとともに、市販されている 20 cm 径防風スクリーンを 12 面体の各面にネットを貼った二次防風スクリーンで覆った特別なスクリーン内にマイクロホンを挿入して、風力発電施設からの風車騒音及び残留騒音の測定が行われている。

イ. 調査地域

- 風車騒音の伝搬特性を踏まえ、風力発電施設周辺における住宅地等、風車騒音に

より環境影響を受けるおそれがある地域を対象とする。

ウ. 調査地点

- 調査地域のうち具体的な調査地点の選定に当たっては、風力発電施設の立地が予定されている地点に加えて、計画地に最も近い住宅や、病院等特に静穏な環境を保全すべき施設等、騒音による影響が特に懸念される地点を選定する必要がある。
- 測定は、建物外部で地面を除く反射物から 3.5 m 以上離れた場所で行う。

エ. 調査期間

- 年間の状況を正確に把握するため、気象条件毎(例えば、季節毎に大きく気象条件が異なるのであれば四季毎)に 1 週間程度の調査期間を選定する。なお、残留騒音の測定は、原則、調査期間内において連続で行うこととする。

(3) 予測手法

① 予測に当たっての留意事項

- 山間部に設置された風力発電施設から放射された音波は 3 次元的に拡散しながら、地表面による反射、吸収、回折等の影響を受けて伝搬することから、平原や砂漠等の広い平らな土地に設置される場合と比較し、地質の状況や植生等の違い、地形等の影響を受けやすい。
- また、距離による減衰、風等の気象条件による影響、空気の音響吸収による減衰等の作用を受け、騒音の伝播としては極めて複雑となることに留意が必要である。

② 具体的な予測手法

- 風力発電施設の音響パワーレベルを基に騒音の伝搬を予測し、現地調査により把握した残留騒音(注)に加味することにより予測を行う。残留騒音の予測・評価は 90%時間率騒音レベルもしくは 95%時間率騒音レベルによる。
- なお、風車騒音についても、他の騒音と同様に A 特性音圧レベル(騒音レベル)が音の大きさ(ラウドネス)の評価に適していることから、評価は A 特性の周波数重み付け特性を用いるのが適当である。ただし、風車騒音に卓越した純音性成分が含まれている場合には、うるささ(アノイアンス)が増大するので、別途考慮が必要である。

ア. 予測地域

予測地域は、原則として調査地域と同じとする。

イ. 予測地点

予測地点は、原則として、調査地点を含め影響が想定される地点とする。

ウ. 予測時期等

音源特性、伝搬特性及び予測地点(評価地点)の状況を総合的に判断し、環境影響が最大になると考えられる時期、期間を選定する。

(4) 評価手法

- 騒音の影響を評価する場合は、施設設置前の現状を調査し、施設から発生する騒音によって、地域の騒音にどの程度影響を及ぼすかを評価する。評価に当たっては、騒音の影響について実行可能な範囲で回避・低減の措置が講じられているかどうかの検討や、目標等との比較を行うこととなる。
- 影響の回避・低減については、風力発電施設の構造・配置、環境保全設備、建設工事の方法等を含め、幅広く環境保全対策について検討を行い、複数の対策案を時系列、並行的に比較する必要がある。それにより効果的かつ実現可能な対策技術を整理し、事業の実施による環境への影響が、十分に回避又は低減される計画であるかについて評価を行う必要がある。

6. 設置後段階における調査（事後調査）及び評価の手法

(1) 基本的な留意事項

- 風車騒音の予測は、地形や気象条件などの影響により、文献や設置前調査の段階と稼働後の状況が大きく異なることがある。発生源からの騒音の放射特性、発生源からの伝搬過程における気象条件や地形・構造物の影響等、不確実性が大きい要因もあることから、設置後段階における調査（事後調査）及び評価の手法に係る留意点を整理した。

(2) 調査手法

① 具体的な調査手法

- ナセル高さにおける風向風速や発電出力の変動や減衰状況、それらを把握するために必要な気象データ（風向風速及び温湿度）、振幅変調音及び純音成分の状況について把握する。
 - ア. 調査地域
 - 原則として、風力発電施設設置前に調査を行った地域と同じとする。
 - イ. 調査地点
 - 原則として、風力発電施設設置前に調査を行った地点と同じとする。また、その他に騒音による影響が懸念される地点があれば、事後調査の対象とする。
 - ウ. 調査期間
 - 環境影響が最大になると考えられる時期（風が強く風車が定格出力で稼働している時期や、冬期等の空気による減衰が小さい時期等）を選定する。
 - 季節ごと（気象条件ごと）に1週間程度行うこととし、原則として連続測定を行うことが望ましい。

(3) 評価方法

- 事後調査の結果と予測結果とを比較し、予測値の検証を行うとともに、現実の状況

について評価を行う。評価の際には、風車からの騒音が最大で、かつ暗騒音の影響が小さい時間帯（夜間等）における等価騒音レベル： $L_{Aeq, T}$ （注）を代表値として予測値との比較を行う。また、純音性成分や振幅変調音の有無についても確認する必要がある。なお、一般的な風車騒音では、90%時間率騒音レベルに2 dB 程度¹を加算することにより、等価騒音レベルが推定できることが分かっている。

（注）戦略指定研究における風車騒音の測定では、夜間の毎正時10分間の等価騒音レベル（ $L_{Aeq, 10min}$ ）を測定し、そのパワー平均値を代表値として用いている。なお、等価騒音レベルの測定では、暗騒音の影響を受けやすいので、その除去に細心の注意を払う必要がある。

7. 騒音への対応策

- 評価の結果、影響の回避・低減に係る措置等が十分でない場合は、騒音への対応として、追加的な環境保全措置を実施することとする。

（1）対策技術的な事項

- 騒音抑制のために、立地済みの施設への機器の追加、遠隔監視や現地訪問によって音の発生状況を調査している事例が見られた。また、ブレード（羽）等の各部品メーカーによる要素技術での騒音対策に留まらず、風力発電施設全体を総体として騒音低減に取り組む事例が確認された。また、受音点側の対策として、住宅への二重サッシの導入や、騒音のため夏期に窓を開けられない住宅に対するエアコンの設置等の事例があった。

（2）設計・運用的な事項

- 風力発電施設の運用による発生源の周波数特性の変化、風洞実験とCFD（数値流体解析）等による既存予測モデルの改良及び予測精度の向上、発電事業者から騒音測定データ等のフィードバックを受けそれを反映した設計や、落雷や軸受の異常時の自動停止や常駐監視員による音の確認などが実施されている。

（3）関係者間のコミュニケーション

- 風車騒音については、感覚公害特有の問題点を踏まえ、関係者間でのリスクコミュニケーションを推進していくことが重要である。
- 発電事業者による講習会の実施、施設の設置及び配置に係る住宅・事業所との離隔距離の総合的解析に基づく最適事業計画の策定、苦情発生時のフォローの継続や地元住民・地元自治会との協定締結などの、地域住民との良好な関係を維持するための取

¹ 平成26年9月公益社団法人日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集（2-2-3 風車騒音の測定・評価指標に関する実測データに基づく検討）

組がなされている。また、こうした取組により、実際に苦情発生が少なくなった等、適切な対応事例も確認された。

- 苦情発生時における住民対応やその後の改善策の導入等、メーカー及び発電事業者が連携して対応し、効果的な対策を実現している事例が確認された。

8. 今後の課題

(1) 対策技術的な事項

ア. 短期的事項

- 風力発電施設の固体伝搬音やブレード（羽）の空力音等について、導入可能な対策とその騒音低減効果の整理や適切な情報発信が求められる。また、スイッチュ音に係る対策については、航空等他業種の類似事例も参考にしつつ、空気の流れ等も考慮した低騒音型のブレードの開発、サイレンサーの設置等、機械部分からの騒音に関する追加的な防音対策等も有効であると考えられる。

イ. 中長期的事項

- 音の性質に着目した技術的対策や、空力音予測モデルの適切な活用による運転方法の確立を行うとともに、騒音低減のために回転数を抑制した場合の発電量低下の対策を行い、立地条件を反映した空力音伝搬予測モデルの検討、騒音抑制のための取組を広く推進させるための支援的な技術の検討開発が期待される。

(2) 設計・運用的な事項

ア. 短期的事項

- 個別施設におけるデータの収集・蓄積を図りつつ、風力発電施設のスペックの設定における騒音等に関する情報整理や、騒音低減性能確保のための保守管理対策の実施、施設設置の際の気候・土地利用状況等による音の影響の違いを踏まえた場所別の対策の実施などが期待される。

イ. 中長期的事項

- 製造コストやランニングコスト面から更なる騒音低減を図ることは容易でないが、下記（3）等を考慮し、引き続きメーカー、発電事業者と継続的に環境対応を深めていくことが重要である。

(3) 関係者間のコミュニケーション

ア. 短期的事項

- 施設設置計画段階における風力発電施設の騒音対策など、より一層の環境保全対策を中心とした研究の促進を進めると共に、騒音メカニズム等に係る地域住民への正確な情報提供、さらには、地域住民が抱える懸念に対して説明会実施等において

整理して対応し、運転開始後においても定期的な運転状況等を情報提供していくことが望まれる。

イ. 中長期的事項

- 安価で取り扱いやすく利用しやすい技術や対策の検討を行うと共に、発電事業者やメーカーの環境意識や専門知識の向上を図る必要がある。また、関連する地方自治体職員の専門知識のより一層の向上を図るための教育等の実施も必要である。

(4) 静穏な地域における騒音の評価の考え方

- 平成 24 年度に環境省が実施した「風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務」において風車騒音に係る目標値について検討が行われ、農山村部など残留騒音が低い静穏な地域に設置される風力発電施設より発生する騒音について、うるささ（アノイアンス）を高める振幅変調音等を考慮して、目標値を A 特性音圧レベルで 35dB とする等の提案がなされている。
- 一方、農山村部であっても海沿いであり残留騒音が高い地域もあれば、風車が工業地帯に設置される場合もある。
- また、風車の機種によっては、その発生騒音の中に卓越した純音性成分を含むことがある。このような場合には、A 特性音圧レベルの増大はわずかでも、交通騒音等に比較してうるささ（アノイアンス）を感じる人が多くなる傾向にあり、風車騒音の評価の中で十分に注意する必要がある。
- 元々静穏な地域において、目指すべき音環境の目標値を設定するためには、騒音発生施設周辺の宅地の立地や開発状況、環境基準にはないうるささ（アノイアンス）の捉え方等について、総合的に議論を行っていく必要がある。この点に関しては、風力発電施設に限らず静穏な地域に立地する全ての騒音発生施設を対象に検討する必要がある。今後、諸外国の事例・制度等の調査を行いつつ、我が国における静穏な地域での音環境のあり方や目標値について、調査・検討を実施する必要がある。
- 上記の検討を行う中で、風車騒音の評価における目標値についても、スイッチュ音など風車特有の問題、暗騒音や残留騒音の取扱い、時間や地域における差異なども考慮しつつ、早急に検討していく必要がある。

(5) その他

- 本報告書は、計画段階及び設置後の騒音等の調査、予測及び評価手法として効果的な手法を取りまとめるとともに、事業者等が取り組んでいる対策内容も取りまとめており、特に事業者、メーカーに広く活用されることを期待する。また、地方公共団体の職員が事業者や住民に対応する時に適切に活用されること、地方公共団体が自らが調査を行う場合は、本報告書に記載した調査手法を一つの参考とされることを期待す

る。

- 風力発電施設に対する騒音苦情については、音の大きさや性質だけではなく、視覚的な要素等も関係すると考えられる。これらの騒音以外の要素の影響についても、引き続き知見の収集に努め、対応策について検討することが必要である。

- 洋上に設置する洋上風力発電施設については、現時点では知見が不十分であることから、今後、各種調査を進め対応策について検討することが必要である。