

## 5 騒音等に係る環境影響評価について - 課題の整理-

### 5.1 既設の風力発電所に対する苦情内容の把握

環境省報道発表<sup>1)</sup>にもある通り、風力発電所からの騒音等による苦情が数多く発生し、現在までに解決した事案と未解決の事案がある。本検討調査委員会における検討結果を踏まえて策定されるガイドラインによって将来的に騒音等に係る苦情が皆無になることが望まれるが、そのためには現在発生している苦情に関して詳細に分析することが不可欠である。本検討調査委員会では今年度、騒音等に係る苦情を独自に収集し、それらの発生要因を探ることによってガイドラインの策定に向けた課題の整理を試みた。

ここで独自に収集した4つの事例について調査した結果、下記に示すような傾向が明らかになった。

- ア) 騒音・低周波音の苦情は風力発電所近傍ばかりではない。また、景観やバードストライクなどの苦情もある。今回調査した事例では、約1.2km離れた住宅地においても騒音等に係る苦情が発生している。また苦情発生箇所周辺の地形や気象条件、暗騒音の状況も影響している可能性があるものと推察している。
- イ) 苦情の直接的な原因として、風力発電所から発生していた純音成分が指摘される。この純音成分の主要な発生箇所がナセル部分のようである。
- ウ) 上記の苦情原因を未然に防ぐためには、堅実な予測の実施が求められる。具体的には、環境影響評価の際に、風力発電所から放射される（見かけの）音響パワーレベルのオーバーオール値のみから予測計算が実施されているケースがあるが、純音成分を考慮するためには音響パワーレベルの1/3オクターブバンド音圧レベル値が提示されることが有効であり、そのためには多くのデータの蓄積とともに騒音ラベリング制度等の確立が急務であると推察される。
- エ) 予測過程で地形や気象等による影響を反映させることが求められ、そのような予測手法の開発およびその検証を経た運用が必要である。当然、そのためには様々な条件下において収集された風力発電所から発生した騒音等の実測データの充実が不可欠である。
- オ) 予測結果の評価において、比較対象として頻繁に利用されている「騒音に係る環境基準」における基準値を下回る値でも苦情が発生していることから、留意する必要がある。なお、その際の予測条件も確認が必要である。

騒音等に係る苦情以外に、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<sup>2)</sup>でも指摘されているシャドーフリッカーなど他の要因やそれらの複合的な影響も示唆される。今後、環境省戦略指定研究<sup>3)</sup>や地方公共団体の調査等を含めて、風力発電所からの騒音等に係る苦情内容の解明に努めてゆく必要がある。

## 5.2 測定対象の選定方法に関する課題

環境省報道発表資料<sup>1)</sup>にある通り、風力発電設備単機当たりの定格出力及び苦情等の発生状況から、定格出力が大きくなるほど苦情等の発生する割合が高くなっている。具体的には、20kW以上500kW未満では1箇所苦情等が発生し終結、500kW以上1,000kW未満では10箇所苦情等が発生し9箇所終結したのに対して、1,000kW以上では53箇所苦情等が発生し24箇所継続している。つまり、苦情等の発生の現状を踏まえて、測定対象として単機で1,000kW以上とする方向が考えられる。また設備規模を基本とすることも考えられる。同資料によれば、10基以上になると、総出力が2万kWを超えると苦情が急増する傾向がある。なお、これらは地方公共団体における環境影響評価の実施状況を併せて考慮されるべきである。前項でも触れたように、苦情等の発生の背景には様々な要因が指摘されているため、今後も継続的な検討・考察が必要である。

## 5.3 事前調査に関する課題

### 5.3.1 時期について

#### (1) “時”を指定する方法

対象地域の暗騒音を把握するために、現状は数日のみの測定が大半を占める中で、通年、季節、月、日等のある程度の“期間”を単位とした測定が考えられる。しかし、鳥の鳴き声や風雑音、遠くを飛ぶ航空機騒音、道路交通騒音や鉄道騒音等のような一過性の除外すべき音を効果的に処理する方法が確立されていないため、現状では手作業による方法に頼らざるを得ず、闇雲な長期間測定を避けることが望ましい。今後においては、除外音の処理方法を含めた暗騒音の効果的な測定方法の検討が必要であり、さらに、戦略指定研究<sup>3)</sup>において得られた測定方法の検討内容について参照することも必要である。

#### (2) “特徴”を指定する方法

ある程度の期間を設定した上で、ある一定の特徴を呈する時を測定する方法が考えられる。暗騒音レベルの高低に関連して、天候や出現頻度の高い風向風速、温度勾配の強弱等の影響が考えられる。この場合、風向風速によって木々の葉ずれ音や地域によっては波音の影響もあるので注意が必要である。また、騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきであるとの意見もあるため<sup>2)</sup>、建設予定の風力発電設備が定格出力で運転する条件を想定した測定も検討に値するものである。

### 5.3.2 場所について

#### (1) 測定場所

環境影響評価は受音側に対して実施するものであり、事前調査において周辺の住居内における測定を実施するのは通常困難であることが多いことから、測定場所は原則として屋外とすることに妥当性があると言える。

#### (2) 測定地域

測定地域としては、

- ①最寄りの住居、病院、学校等の近傍
- ②これらが無い場合は風力発電所からの水平距離
- ③風車全高程度の距離（基準点）

等の区分が考えられる。

①に関して、特に静寂が求められる施設への配慮が必要であり、風力発電所からの騒音等には風上側と風下側とで放射特性（指向性）があるため、併せて、それらの影響について注意が必要である。

②に関して、周辺にそれらが無い場合でもある距離を決めて調査が必要である。この場合、妥当な距離の設定方法が今後の課題であり、海外における事例や国内の苦情発生状況等を参考に検討する必要がある。

③に関して、風車全高程度の距離における測定値からの推計によって特定地点の値を求める方法も考えられる。この場合、騒音推計法の確立が必要となるが、本検討調査委員会の実測結果では倍距離 6dB の減衰傾向があることを既に報告している<sup>4)</sup>。

#### (3) 測定地点

測定地点に関しては、

- ①noisy facade（騒音等の影響を最も受ける側）
- ②地上 1.2～1.5m

③地上 4m

④地表面上

等の考え方がある。

この内、①については、発生源側にある場所を選定する。ただし、障害物からの反射音等には注意が必要であり、「低周波音測定方法マニュアル」<sup>5)</sup>や「低周波音問題対応の手引書」<sup>6)</sup>では、建物から 1~2m 離れるよう記載している。

②については、地上 1.2~1.5m における測定が慣例的に実施されているが、高風速下において測定機器の転倒等を避けながら安全に測定することは困難であることが多い。さらに無人測定となれば、一層困難となる。

③について、地上 4m における測定は、EU 諸国における環境騒音測定や日本の航空機騒音の通年測定におけるマイクロホン高さであり、環境騒音が対象である。風力発電所からの騒音等の測定に当てはめた場合には、風の影響が避けられず、測定そのものが困難になることが推察される。

④については、地表面近傍は風速が低いため、風による影響をある程度避けることができる<sup>7)</sup>。その低減効果については、周波数分析等を用いた比較検討が必要である。

### 5.3.3 測定量について

#### (1) 周波数重み付け特性

風力発電所からの騒音等を測定する場合、周波数重み付け特性としては A 特性、C 特性、G 特性、あるいはこれらの組み合わせ等が考えられる。

音の周波数に対する人の耳の感度が異なることから幾つかの周波数重み付け特性が定められている。A 特性で測定すると感覚量を近似し、C 特性で測定すると音圧レベル（物理量）を近似する。G 特性は 20Hz 以下の音（超低周波音）の感覚閾値に基づいて定められた評価加重特性であり、ISO 7196 によって規定されている<sup>8)</sup>。なお、Z 特性（FLAT）は重み付けしない特性で、音圧レベル（物理量）が測定される。G 特性音圧レベルで 100dB を超えると超低周波音を感じ、120dB を超えると強く感じるとされ、概ね 90dB 以下では人間の知覚としては認識されないとされている。風力発電所からの騒音等の性状が十分把握されていない現状では、どの指標が適切か判断することは難しく、これらの組み合わせによる方法も検討する必要がある。海外では A 特性音圧レベルの測定が主であるが、一部 C 特性音圧レベルを併用する事例があることを本検討調査委員会で既に報告している。

## (2) 測定値

時間平均音圧レベルや時間率音圧レベルが考えられる。なお、周波数重み付け特性については上記した通りである。

海外では、様々な指標が用いられ、我が国も発生源毎に騒音指標が統一されていない状況である<sup>9)</sup>。その中で、我が国は等価騒音レベル等の時間平均値に収れんさせる動向にある。本検討調査委員会では、風力発電設備からの騒音等の実測結果から  $L_{eq,10s}$  (10秒平均の等価騒音レベル) を連続測定することで、一過性の騒音等を比較的除外し易いと報告している。また、 $L_{eq,10s}$  から  $L_{90}$  や  $L_{95}$  に近い値の算出も可能と報告するとともに、 $L_{den}$  や  $L_{dn}$  の算出も可能であるとしている。

## (3) 周波数分析

音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要であり、一般的に1/1オクターブバンドあるいは1/3オクターブバンド毎の周波数分析が考えられる。風力発電所からの騒音等には純音性が強い成分が含まれることがあり、その有無を判別するためにも暗騒音の周波数成分を事前に把握することは重要である。可能な限り、その周波数成分を同定する観点から1/3オクターブバンド周波数分析が適当と考えられる。なお、対象地域周辺の別の騒音源の影響が混入する可能性もあることにも留意が必要である。

## (4) ナセル高さの温湿度・風向風速

風力発電所からの騒音等の測定条件として、ナセル高さにおける温湿度や風向風速の値が必要であり、実測と推計による方法が考えられる。実測の場合は対象地域近傍の気象観測データの活用が考えられる。予測の場合がIEC61400-11<sup>10)</sup>で定められていたが、実測との整合を理由に見直されている。

## (5) 測定点近傍の温湿度・風向風速

測定点近傍の風向風速データについては、測定点周辺の風に伴う葉ずれ音や波音などの影響や低周波数域における風雑音による影響を把握するために重要である。主に実測によるデータ取得が必要である。

## (6) 周辺の地形条件や残留騒音源の把握

我が国の風力発電所の立地状況を勘案すれば、地形条件による反射や回折等を考慮せざるを得ない場合も想定される。この場合、対象地域に対する方角も考慮する必要がある。しかし、それらを予測計算にどう反映させるかは実測データの蓄積等を通じて今後の検討が必要である。また、風力発電所以外の騒音発生源の有無(残留騒音)も測定および予測結果等を正しく評価するために不

可欠である。

### 5.3.4 測定方法について

#### (1) 測定機器

測定機器として、サウンドレベルメータ（低周波音の場合は低周波音レベル計）、データレコーダ（あるいはレベルレコーダ）ならびに 20cm 径防風スクリーン等の組み合わせが考えられる。サウンドレベルメータには、風雑音の影響を防ぐために 20cm 径防風スクリーンが必須であり、一般的な 9cm 径防風スクリーンでは不十分である。二次的な防風スクリーンの使用も有効である。サウンドレベルメータ等には最近、周波数分析機能を有するものがあるので、測定時に併用することも考えられる。データレコーダへの収録やレベルレコーダへのレベル波形の書き出しは後処理で除外音を取り除く場合に有効である。一過性の騒音や風雑音等を判別するために、発生源近傍と同時に測定することも有効であり、検討する必要がある。

#### (2) 有人／無人による測定

受音側における測定であり一過性の騒音や風雑音等の影響を極めて受け易いため、有人による測定で、かつ測定状況等を細かく記載した野帳の作成が極めて重要である。航空機騒音の監視用に無人測定システムが市販されているので、風力発電所からの騒音用のシステムの開発が望まれる。

## 5.4 予測方法に関する課題

### 5.4.1 NEDO マニュアルによる方法

本マニュアルには、関係業界が広く利用している予測方法を記載している。風力発電設備からの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（ISO 9613-1<sup>11)</sup> あるいは JIS Z 8738<sup>12)</sup>を参照）を考慮している。周波数毎の予測計算を想定せず、オーバーオール値を算出する。予測するには、風力発電設備の（見かけの）音響パワーレベル値（低周波音範囲を含む）が必須であり、製造メーカから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要である。その際、騒音ラベリング制度の活用も考えられる。風力発電設備からの音を点音源として扱えるかどうかの検討が必要である。本検討調査委員会では面音源的な扱いが適当ではないかとの意見もあった。当手法では気象影響が考慮できないし、我が国特有の地形の影響等の考慮も難しい。ただし、地形の影響の見極めは今後の検討課題であり、また気象影響等に

よる異常伝搬の条件の扱いも要検討であり、データの蓄積が欠かせない。風力発電設備からの音のうなり（大きなレベル変動）を考慮する必要がないかどうかの検討も必要である。なお、通常、低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。予測方法を検討する場合、運用上のデータが揃うかどうか、検証用データが入手可能かどうか等も大切な視点と考えられる。

#### 5.4.2 ISO 9613-2 による方法

海外において適用事例が多いようである。風力発電設備からの音を自由空間における点音源と仮定し、“音が伝搬し易い条件”を前提として予測方法が構築されている。つまり、風下にある受音点での騒音伝搬予測方法である。減衰項として距離減衰，空気の音響吸収による減衰，地表面減衰，障害物による減衰およびその他（植栽，工場立地および家屋群による減衰）を考慮する。また、音源の指向性や気象影響による補正（音が伝搬し易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ある。予測計算は、オクターブバンド毎の周波数（63Hz～8kHz）に対して可能である。計算にあたっては、風力発電設備の（見かけの）音響パワーレベル値（オクターブバンド毎，低周波音範囲を含む）が必須であり、指向性に関するデータの入手も求められる。そのためには、製造メーカーから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要であることから、ラベリング制度の活用も考えられる。また、指向性について、予測への寄与度を見極める必要がある。風力発電設備からの音を点音源として扱えるかどうかの検討も必要である。本検討調査委員会では面音源的な扱いが適当ではないかとの意見もあった。地形による影響については、我が国特有の地形の影響等の考慮も可能かもしれないが、知見の蓄積はほとんどなく今後の課題である。

なお、通常低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。我が国の風力発電所の立地状況から考え、“その他”による減衰項の影響がどの程度かについても検討が必要である。予測方法を検討する場合、運用上のデータが揃うかどうか、検証用データが入手可能かどうか等も大切な視点と考えられる。

### 5.5 予測結果の評価方法に関する課題

#### 5.5.1 評価量について

##### （1）周波数重み付け特性

風力発電所からの騒音等を評価する場合の周波数重み付け特性としては A 特

性、C特性、G特性、あるいはこれらの組み合わせ等が考えられる。

風力発電所からの騒音等の性状が十分把握されていない現状では、どの指標が適切か判断することは難しく、これらの組み合わせによる方法も検討する必要がある。海外ではA特性音圧レベルの測定が主であるが、一部C特性音圧レベルを併用する事例があることを本検討調査委員会で既に報告している<sup>4)</sup>。

20Hz以下の音（超低周波音）に対する評価加重特性のG特性では、その音圧レベル値が100dBを超えると超低周波音を感じ、120dBを超えると強く感じるとされ、概ね90dB以下では人間の知覚としては認識されないとされている。昨年、今年の本検討調査委員会により実測結果の解析を行ったところ、風力発電設備近傍においても超低周波音の音圧レベルは閾値を15dB以上も下回った<sup>13)</sup>。超低周波音はG特性、20～100HzはC特性で評価する考え方もある。

#### (2) 測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル

本検討調査委員会では、 $L_{eq,10s}$ （10秒平均の等価騒音レベル）を連続測定し一過性の除外音を取り除いた後で処理する方法を報告している<sup>4)</sup>。なお、 $L_{eq,10s}$ から $L_{90}$ や $L_{95}$ に近い値が算出でき、 $L_{den}$ や $L_{dn}$ も計算可能である。しかし、実測データの蓄積が極めて乏しいため、今後その妥当性の検討が不可欠となる。

#### (3) 周波数分布

音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要であり、一般的に1/1オクターブバンドあるいは1/3オクターブバンド毎の周波数分析が考えられる。風力発電施設からの騒音等に含まれる純音成分の有無を見出すためにも暗騒音の1/3オクターブバンド周波数分析が有効である。

### 5.5.2 評価方法について

#### (1) 一定の値を基準値として設定する方法

基準値を設定する際に暗騒音の状況に十分配慮する必要があるが、どの状態、どの場所における暗騒音を基本と位置付けるか等、判断が難しい。また基準値の設定にあたっては、その明確な設定根拠が必要である。

現状の環境影響評価では、環境基準（として定められたある類型に該当する値）との比較が散見されるが、風力発電所が開発される地域の大部分は環境基準の設定が行われていないし、そもそも環境基準は「現状の騒音が高い状況にありそれを低減するための行政的な目標値」であり、その値まで騒音を高くしてよいというものではない。その意味で、環境基準の意味を事業者等に改めて周知する必要がある。ほかの主要な騒音源の場合と同様に、時間区分（例えば、

昼間と夜間)で基準値を設定するかどうかも検討しなければならない。

騒音等による影響が最大の場合を考慮すべきであり、風力発電設備が定格出力時に対して評価すべきか等の検討が必要である。少なくとも、年間平均風速による予測結果を評価に用いることは適用ではないのではないかとの意見がある<sup>2)</sup>。さらに、純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も検討課題である。

#### (2) 風速に応じて変化する基準値を設定する方法

風速(暗騒音)上昇とともに基準値が上昇するため、風力発電所からの騒音等の現象に適合し、時間区分の概念が不要である。その一方で、基準値の設定が困難であり、明確な設定根拠が示せるか、設定のための大規模な実測調査が伴う可能性が高く、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題がある。また、ナセル高さで地上で、あるいは地形等の影響によって風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確実性が増大する等、基本となる風速をどこで代表させ、どう規定するかを決める必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も課題として挙げられる。なお、国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。

#### (3) 暗騒音に一定値を加えた基準値を設定する方法

(2)と共通項があるものの、より一層厳格な暗騒音の決定が必要であり、そのためには適正な除外音の処理方法や風雑音の除去方法の確立等が必須である。同一地域内でも騒音源の配置によって一様に扱えない場合があり煩雑な面もある。一定値を決定する場合、増分の明確な設定根拠を示す必要もある。設定のための大規模な実測調査が伴う可能性が高く、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題がある。また、ナセル高さで地上で、あるいは地形等の影響によって風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確実性が増大する等、基本となる風速をどこで代表させ、どう規定するかを決める必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も課題として挙げられる。なお、国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。

#### (4) 風力発電所から住居までの距離を制限する方法

風力発電設備のナセル高さの何倍あるいはその全高の何倍等を決める必要がある、明確な設定根拠を示さなければならない。一方で、過大な安全率を設定

することで、風力発電開発の障害となる場合も考えられる。距離の設定に当たっては、騒音等の予測手法の確立が求められ、データ入手を含めた正確な音源特性の把握や正確な予測計算モデルの構築等、今後の課題となる。なお、複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについての設定方法も検討する必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、対象地域の周辺に特段の配慮を要する地域への対応をどうするかも今後の検討課題として挙げられる。

これ以降の（５）～（８）に関しては、特に**低周波音に対する評価方法**である。

#### （５）最小可聴値による方法

人の純音に対する最小可聴値は ISO 226<sup>14)</sup>で規定されている。比較対象となる風力発電所からの低周波音を求める場合に年間平均風速を適用することは適当ではなく、定格出力時での評価が必要であるとの意見がある<sup>2)</sup>。このほか、C特性音圧レベルによる値が評価に適用できないかとの考えもある。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠であり、今後の課題である。なお、本検討調査委員会において純音に対する値とバンドレベル値を比較して評価することが妥当かどうかも検討すべきであるとの意見もあった。

#### （６）心身影響による方法

単一値 ( $L_G=92\text{dB}$ ) や睡眠影響 ( $L_G=100\text{dB}$ ) で評価する考え方も適用可能かどうか検討が必要である。少なくとも、現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。

#### （７）気になる一気にならない曲線による方法

本手法は屋内における心理評価であり、客観性の観点から、まずは物理量による評価が優先されるかも知れない。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。

#### （８）物的影響による方法

現状の苦情の中に物的影響に該当する事案の有無を精査する必要があるが、例えば、風力発電施設全高の何倍以上離れば物的苦情は発生していないという判断基準を見出せる可能性があり、苦情事例の収集と分析さらに風力発電施設からの低周波音に係る実測データを蓄積し、評価の妥当性の検討が今後と課題となる。

## (9) その他

景観、シャドーフリッカーとの相乗効果が騒音等への苦情として表面化しているとの指摘があり、騒音等の評価だけではなく、景観も考慮した包括的な評価方法の確立が必要となる可能性がある。これも今後の検討課題である。

### 5.5.3 評価条件について

比較対象となる風力発電所からの騒音・低周波音を求める場合に年間の平均風速を適用することは適当ではなく、定格出力時の稼動条件における予測・評価が必要であるとの意見がある<sup>2)</sup>。

### 5.5.4 情報公開について

風力発電所に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会<sup>2)</sup>において、住民への情報公開の重要性が指摘されている。風力発電所からの騒音等に係る環境影響評価の流れとその結果を住民に十分説明し周知することが、その後の問題発生を抑制することに繋がる可能性が高いと言える。

## 5.6 事後調査に関する課題

### 5.6.1 時期について

上記の事前調査に依る。

### 5.6.2 場所について

上記の事前調査に依る。苦情発生箇所については、状況把握の観点から、屋内も含めて苦情申し立ての場所における測定も必要と考えている。

### 5.6.3 測定量について

上記の事前調査に依る。実測を中心に実施する必要がある。なお、苦情発生箇所における長期監視の場合は、その内容に応じた測定量の絞り込みを検討する必要があると考えている。

### 5.6.4 測定方法について

上記の事前調査に依る。苦情発生箇所では長期監視が必要なケースも考えられる。様々な因子が苦情発生の背景にあると考えられるため、それらの因果関係を解明するための疫学的調査手法やリスク評価手法等の検討も課題として挙

げられる。

#### 5.6.5 評価量について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.6 評価方法について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.7 評価条件について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.8 情報公開について

住民への情報公開の重要性が指摘されているため、事後調査の結果も住民に十分説明する必要がある。もし事前調査の結果と逸脱があれば、住民との意見交換を経て、必要に応じた対策措置を講じる必要がある。この対策措置の立案のために予測計算を実施することもある。施設稼働後の騒音・低周波音に関する状態について、密な意見交換による合意形成に努める必要がある。

### 5.7 低周波音による健康影響を評価する場合の疫学調査の考え方

風力発電所から発生した騒音等に対する苦情が数多く生じている中で、両者の因果関係が明確になっているとは必ずしも言えない状況にある。この因果関係を明確にする方法として、物理的計測や主にアンケートによる社会調査など、幾つかのアプローチが実施されているが、疫学的な調査手法もその中の一つとして考えられる。本節では、一般的な状況下で低周波音に曝露された場合の健康影響の評価における疫学調査の考え方について述べ、これを風力発電所から発せられた低周波音に適用する場合の調査手順（あるいは方法）について考察する。低周波音曝露による健康影響を評価することは次のような理由から非常に困難である。

- ・ 実際に曝露を認知しているかどうかを判断するのが難しい。
- ・ 主たる健康影響がアノイアンス（いらいら感）であるため、その大きさを客観的に評価できない。
- ・ アノイアンスの大きさは情動に左右されるため、曝露者の性格、あるいはその時の精神状態、あるいは過去の経験に影響される。

- ・ したがって、影響の感受性の個人差が大きいことが予想されるため、集団結果を各個人の評価に用いることが困難である。

このような前提の下、出来得る範囲内で疫学調査を適用するにはどのようなデザインが可能かを下記に整理・検討した。

#### (1) 低周波音による健康影響の特徴の整理

- ア) 不定愁訴：不定愁訴とは、頭痛、めまい、耳鳴り等、様々な自覚症状が組み合わさった症状であり、その症状の多くは他者から客観的にその有無や症状の強さを判定できない。不定愁訴は精神的ストレスが関わっていることが多く、不定愁訴を訴えてきた患者で、通常の検査で異常がない場合は「自律神経失調症」と診断される場合が多い。
- イ) 個人差：低周波音による健康影響は個人差が著しく、同じ環境下においても影響を訴える者と訴えない者がある。
- ウ) 潜伏期：一定の時間を経過してから低周波音を認知しその影響が出現する場合が多い。
- エ) 鋭敏化：一般の騒音には徐々に慣れるのに対し、「一旦気がつくと、翌日も、翌々日も、それも次第に状況が厳しくなっていく、やがて不定愁訴も伴って耐えられなくなる」というのがよく経験されるパターンとし、これを「鋭敏化」と称している。

#### (2) 疫学的因果関係の推論

原因と結果としての健康影響との因果関係を推論するために、疫学的には幾つかの項目に分けて検討した。

- ア) 関連の時間性：原因が結果に先んじること（例えば、風力発電施設やエコキュートが取り付けられてから訴えが出現すること。）
- イ) 関連の整合性：他の方法によって得られた既知の知識や事実と矛盾なく説明できること（例えば、喫煙と肺がんの因果関係を推論する際に、タバコ煙の中に発がん物質が含まれる事実等のことを指している。低周波音等のストレスで不定愁訴を起こすことについては考えられるものの、その他の状況についての整合性には欠けている。）
- ウ) 関連の普遍性：他の疫学研究でも同様の結果が得られること。
- エ) 関連の強固性：要因と結果との間に強い関連があること（例えば、喫

煙する人が非喫煙者の10倍肺がんになる、ということによって確かめられる。喫煙する人でも肺がんにならない人はいるし、喫煙しない人でも肺がんになる人はいるが、総体として、どれだけ肺がんになりやすいかを見ることによる。低周波音の場合、曝露している人のうちの極僅かな人しか影響を訴えていないため評価できにくくなっている。)

オ) 関連の特異性：ある要因から特異的な結果が生じているかどうか(不定愁訴は様々な要因により引き起こされるので、低周波音については当てはまらない。)

カ) 量－反応関係:曝露量の多い人ほど影響を受ける人が多いということ(低周波音については当てはまらない。)

### (3) 疫学調査の考え方

低周波音曝露が健康影響を生ずるかどうかを疫学研究で検討するためには、低周波音に曝露する集団(曝露群)は、曝露しない集団(非曝露群)に比べ、何らかの健康影響が、曝露後により多く発現するか否かを調べる必要がある。この検討を意義あるものにするためには「バイアス」と呼ばれる「真実をねじ曲げる要因」をできるだけ排除する工夫をしなければならない。即ち、曝露群と非曝露群は集団としての特性が同一であり、曝露の有無以外は健康影響発現に関わる因子一切が同じでなければならない。

例えば、薬の効果を調べるために、服薬群と非服薬群(実際は偽薬という一見本当の薬かどうかわからないものを服用)で効果の差を調べるが、この際、バイアスを排除するためには、服薬前の条件を同一にするために、ア) 2群を無作為に割り付ける(くじびきでどちらの群に入るかを定める)、これによりサンプル数が多くなれば2群はほぼ同一の特性を持つことになる。また、「思い込み」による影響を排除するために、イ) 真薬か偽薬かどちらを飲んでいるかをわからないようにする(盲検化)という工夫を行う。いわゆる「盲検化無作為化比較対照試験」と呼ばれるものである。この方法は、疫学研究デザインとしては、もっともバイアスが制御された方法として、結果の確からしさが高いものとみなされている。しかし、低周波音の健康影響を評価するために、この方法を現実に行うことは不可能である。なぜならば、たとえ、風力発電機の近隣に住む群と、遠方に住む群に無作為に割り付けることができたとしても、どこに住んでいるかについて盲検化することはできず、思い込みによる影響を

排除できないからである。すなわち、近隣に住んでいる（＝低周波音に曝露している）と認知することで影響が出る可能性がある。前述したように、低周波音の健康影響の主たるものであるアノイアンスは、「不定愁訴」の一つであり、思い込みによる影響で発現しうるものである。

以上を考えると、「日常レベルの低周波音曝露により健康影響は発現するか」というリサーチクエスション（RQ）に答える調査は極めて困難であると言わざるを得ない。従って、「どのような人が健康影響を訴えやすいか」（以下 RQ1 とする）または「曝露前の介入によりこのような健康影響の訴えに変化を起こし得るか」（以下 RQ2 とする）という RQ が实际的であると考えられる。

これまでの知見によれば、低周波音曝露による健康影響が出やすい人の特徴として、

- ・ 精神的疾患を有する人あるいは精神疾患の気質を有する人
- ・ その他の身体疾患を有する人
- ・ 強いストレスを受けている人

などが想定できる。従って、RQ1 を検討するためには、調査対象者の低周波音曝露前におけるこれらの状況について把握しておく必要がある。そのためには、精神科領域で通常実施されている性格テスト、抑うつ度テストの他、身体疾患に関する質問票の他、血圧等を含む検査を実施することになる。

次に、RQ2 に関していえば、これはいわゆる「プラシーボ（偽薬）効果」<sup>15)</sup>に類するものと言えるもので、「低周波音が健康に悪影響を及ぼす」という先入観により、何らかの健康影響を生ずる可能性が考えられる。従って、事前の十分な説明等の介入により、健康影響の発現に変化があるかどうかを調べようとするものである。このためには、調査対象者を無作為に介入群と非介入群の 2 群に分ける必要がある。

以上をまとめると、次のような調査が考えられる。

- ア) 風力発電所の設置が今後予定されている地域を対象とする。
- イ) 近隣の住民を無作為に 2 群に分け（距離は均等になるように）、一方には十分な説明と補償等の介入を行い、一方には行わないものとする。
- ウ) 両群の対象者につき、施設稼動前に質問票調査、健康診断を実施する。
- エ) 稼動後、定期的に曝露量調査、質問票調査および健康診断を実施する。
- オ) 有訴率の群間差、曝露前調査結果と有訴状況、曝露量との関連等を検討する。

風力発電所に関わらず、低周波音と健康影響との因果関係を推論するために

疫学研究を実施することは概して困難であると思われるが、上記した物理的計測や主にアンケートによる社会調査などで得られる結果と相補的に利用できる可能性はあり、今後の検討課題になり得るとと思われる。さらに関連して、風力発電所から発せられる騒音等に曝露されることに対するリスク評価手法の活用も考えられ、今後の研究の進展が望まれる。

## 5.8 ガイドラインの策定に向けた考え方の基本的な骨格（案）

これまでに述べた通り、風力発電施設からの騒音等に関する環境影響評価ガイドラインの策定のためには未解決の課題が山積し多角的な研究・検討が不可欠な状況にある。それらを改めて整理し、表 5.1 に示す。なお、低周波音に関係の深い事項は下線で付けている。

### 参考文献

- 1) 環境省：報道発表資料「風力発電施設に係る騒音・低周波音の実態把握調査」について（平成 22（2010）年 10 月 7 日）。
- 2) 環境省：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，<http://www.env.go.jp/policy/assess/2-5windpower/index.html>.
- 3) 環境省：戦略指定研究“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，” <http://www.env.go.jp/houdou/gazou/12772/s2-11.pdf>.
- 4) 環境省：平成 21 年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書（2010）。
- 5) 環境省大気保全局：低周波音の測定方法に関するマニュアル（平成 12（2000）年 10 月）。
- 6) 環境省環境管理局大気生活環境室：低周波音問題対応の手引書（平成 16（2004）年 6 月）。
- 7) 大熊恒靖：低周波音測定器，騒音制御，Vol. 4, No. 4, pp. 51-54（1980）。
- 8) ISO 7196：Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements（1995）。
- 9) 橘秀樹：わが国における環境騒音の測定・評価の現状と今後の課題，騒音制御，vol. 34, no. 1, pp. 2-4（2010）。
- 10) IEC：Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques（2006）。
- 11) ISO 9613-1：Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors

- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (1993) .
- 12) JIS Z 8738 : 屋外の音の伝播における空気吸収の計算 (1999) .
- 13) 環境省 : 平成 20 年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書 (2009) .
- 14) International Organization for Standardization: ISO : ISO 226:2003 Acoustics  
-- Normal equal-loudness-level contours (2003) .
- 15) 例えば、<http://ja.wikipedia.org/wiki/プラセボ>.

表 5.1 風力発電施設からの騒音・低周波音に関する環境影響評価の考え方を整理する際の考慮すべき事項と参考情報・論点

段階	項目	考慮すべき事項（選択肢）	検討すべき課題、参考情報・論点等
対象	出力	単機で規定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1000kW を超えると騒音・低周波音に関する苦情（継続）が散見（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・苦情発生の背景等も含めた吟味が今後必要。</li> </ul>
	規模	(1) 設置基数で規定する方法  (2) 総出力で規定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・10 基以上になると騒音・低周波音に関する苦情が急増する傾向（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・2 万 kW を超えると騒音・低周波音に関する苦情が増加する傾向（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・苦情発生の背景等も含めた吟味が今後必要。</li> </ul>
事前調査	時期	(1) “時” を指定する方法：年／季節／月／日／時間（昼／夜）  (2) “時” と共に “特徴” を指定する方法：暗騒音が低い／高い、	<ul style="list-style-type: none"> <li>・場（対象地域）の暗騒音を把握するためには通年、季節、月、日等のある程度の期間を単位とした測定が考えられる。</li> <li>・航空機騒音は風向によって飛行方向が変化することから、季節変化に応じて連続1週間測定を夏と冬の2回、あるいは春夏秋冬の4回等実施するよう記載されている（航空機騒音測定・評価マニュアル）。</li> <li>・現状に多く見られる数日のみの暗騒音の測定（2日が大部分）に対して十分かとの意見がある。</li> <li>・鳥の鳴き声や自動車の通過音、遠くを飛ぶ航空機騒音、微かな道路交通騒音や鉄道騒音等の一過性の騒音や風雑音が暗騒音の測定に大きく影響することが戦略指定研究の実測調査の結果で明らかになっている。</li> <li>・除外音の効果的な処理方法が確立されていない。</li> <li>・無人測定では除外音処理に対応できない。</li> <li>・手作業による除外方法しかないため、単なる長期間測定は避けるべきとの意見がある。</li> <li>・暗騒音の効果的な測定方法の検討が必要である。</li> <li>・戦略指定研究における測定方法の検討を参照すべきである。</li> <li>・ある程度の期間を設定した上で、ある一定の特徴を呈する時を測定する方</li> </ul>

	<p>風向風速とその発生頻度，天候，温度勾配の強弱，風車の回転状況の想定（定格出力状態）</p>	<p>法が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・暗騒音レベルの高低に関連して、天候や出現頻度の高い風向風速，温度勾配の強弱，地形等の影響が考えられる。</li> <li>・風向・風速によって木々の葉ずれ音や海岸近くでは波音の影響もあるので注意が必要である。</li> <li>・建設予定の風車が定格出力状態（あるいはそれに近い状態）で運転する条件を想定した暗騒音の測定が考えられる。</li> <li>・騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきであるとの意見もある。</li> <li>・防衛省の航空機騒音の評価では、騒音の大きい時の印象が強いという考え方に基づいている。</li> <li>・ナセル高さにおける風向・風速と地上におけるそれが必ずしも一致しない場合があり、暗騒音を測定する際の条件設定について継続した検討が必要である。</li> </ul>
<p>場 所</p>	<p>(1)屋外  (2)地域：①最寄りの住居、病院、学校等の近傍，②これらがいない場合は風力発電施設からの水平距離，③風車全高程度の距離（基準点）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前調査段階で屋内での測定は困難である。</li> <li>・静寂が求められる施設への配慮は必要である。</li> <li>・風車音には風上側、風下側、側方で指向性があり注意を要する。</li> <li>・周辺に住居等がない場合でも、ある距離を決めて調査が必要である。</li> <li>・妥当な距離（セットバック）の設定は今後の課題である。</li> <li>・複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについて、セットバックの設定方法も検討する必要がある。</li> <li>・海外情報や国内の苦情発生状況等が参考になる。</li> <li>・セットバックを決めるための技術的な方法を提案している地域がある（本検討調査委員会の昨年度の報告書）。</li> <li>・風車全高程度の距離において暗騒音を測定しておくことが事後調査の際に役立つことが考えられる（事後調査を参照）。</li> <li>・風車の設置場所は概ね静寂な地域であることを踏まえ、暗騒音の測定を経</li> </ul>

		<p>(3)地点：①noisy façade（騒音等の影響を最も受ける側），②地上1.2～1.5m，③地上4m，④地表面上</p>	<p>ないでその概略値を決める方法も考えられるとの意見もある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本検討調査委員会による実測結果では、倍距離6dBの減衰があることを報告済みである。</li> <li>・発生源側にある場所を選定する必要がある。</li> <li>・ただし、障害物による反射音や回折音等に注意を要する。</li> <li>・<u>「低周波音測定方法マニュアル」や「低周波音問題対応の手引書」では建物から1～2m離れるよう記載がある。</u></li> <li>・地上1.2～1.5mにおける測定が慣例的に実施される。</li> <li>・戦略指定研究による実測調査から、高風速下かつ無人測定では安全な測定が困難との報告がある。</li> <li>・地上4mにおける測定は、風の影響が避けられず測定自身が困難である。</li> <li>・EU諸国における環境騒音測定や日本の航空機騒音の通年測定におけるマイクロホン高さは地上4mである。</li> <li>・<u>地表面近傍は風速が低いため、風による影響をある程度避けることができる。</u></li> <li>・<u>その低減効果については、周波数分析等を用いた比較検討が必要である。</u></li> </ul>
測定量		<p>(1)周波数重み付け特性：A特性，C特性，G特性，あるいはこれらの組み合わせ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音の周波数に対する耳の感度が異なることから、幾つかの周波数重み付け特性が定められている。A特性で測定すると感覚量を近似し、C特性で測定すると音圧レベル（物理量）を近似する。Z特性（FLAT）は重み付けしない特性で、音圧レベル（物理量）が測定される。</li> <li>・<u>G特性は20Hz以下の音（超低周波音）の感覚閾値に基づいて定められた評価加重特性（特に心身への影響評価）であり、ISOによって規定されている（ISO 7196）。</u></li> <li>・<u>G特性音圧レベルで100dBを超えると超低周波音を感じ、120dBを超えると強く感じるとされ、概ね90dB以下では人間の知覚としては認識されないとされている。</u></li> <li>・風車から発生する音の性状が十分把握されていない状況であり、どの指標</li> </ul>

	<p>(2)測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル</p> <p>(3)周波数分布：1/1, 1/3 オクターブバンド別</p> <p>(4)ナセル高さの温湿度・風向風速（実測あるいは推計，既存データの活用）</p>	<p>が適切か判断できないことから、これらの組み合わせも検討する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・諸外国ではA特性音圧レベルの測定が主であるが、一部C特性音圧レベルを併用する事例を本検討調査委員会では報告済みである。</li> <li>・諸外国では様々な指標が用いられ、我が国も発生源毎に騒音指標が統一されていない状況である。その中で等価騒音レベル等の時間平均値に収れんさせる動向がある。</li> <li>・諸外国で <math>L_{Aeq}</math> の 10 分値を用いるところが見られたが、暗騒音や風雑音による影響を受けやすいことを本検討調査委員会では報告済みである（昨年度の報告書）。</li> <li>・本検討調査委員会では、風車音の実測結果から <math>L_{eq,10s}</math>（10秒平均の等価騒音レベル）を連続測定することで、一過性の除外音を比較的除外し易いと報告している。また、<math>L_{eq,10s}</math> から <math>L_{90}</math> や <math>L_{95}</math> に近い値の算出も可能と報告している（<math>L_{den}</math> や <math>L_{dn}</math> の算出も可能）。</li> <li>・<u>低周波音成分に着目する場合、変動する低周波音に対して幾つかの最大値を平均する方法がある（「低周波音の測定方法に関するマニュアル」/変動する低周波音ではレベルが高いところの印象が強い）。</u></li> <li>・音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要である。</li> <li>・風車音には純音性が強い成分が含まれることがあり、その有無を判別するためにも暗騒音の周波数成分を把握することは重要である。</li> <li>・その周波数成分を同定する観点から、可能な限り 1/3 オクターブバンド周波数分析を行うことが適当と考えられる。</li> <li>・純音成分を含む風車音の実測事例が非常に少ないため、データ蓄積とともに分析方法の検討が課題である。</li> <li>・騒音・低周波音の測定条件としてナセル高さ及び(5)測定点近傍の温湿度や風向風速の値が必要であり、実測と推計による方法が考えられる。</li> <li>・実測の場合は対象地域近傍の気象観測データの活用が考えられる。</li> </ul>
--	---	--

		<p>(5)測定点近傍の温湿度・風向風速（実測あるいは既存データの活用）</p> <p>(6)周辺の地形条件（居住地域からの方角等）、残留騒音源（風車音以外）の把握</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・推計の方法が IEC61400-11 で定められていたが、実測との不整合を理由に見直されている。</li> <li>・(4)に記載。</li> <li>・我が国の風車の立地状況を勘案すれば、地形条件による反射や回折等を考慮せざるを得ない場合も想定される。</li> <li>・具体的にどの程度の影響を及ぼすか等は実測データの蓄積等を通じて今後検討する必要がある。</li> <li>・仮にこれらの影響が無視できない場合、予測計算等にどう反映させるかも検討課題である。</li> <li>・風車以外の騒音発生源の有無（残留騒音）も測定および予測結果等を正しく評価するために不可欠と考えられる。</li> </ul>
方 法		<p>(1)機器：サウンドレベルメータ（あるいは低周波音レベル計）＋データレコーダ（あるいはレベルレコーダ）＋20cm 径防風スクリーン</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サウンドレベルメータ（低周波音の場合は低周波音レベル計）には風雑音の影響を防ぐために 20cm 径防風スクリーンが必須である。</li> <li>・二次的な防風スクリーンの使用も有効である。</li> <li>・幾つかの二次防風スクリーンが販売されているが、受音側の測定で使用可能かどうかは検証が必要である。</li> <li>・風雑音の影響を防ぐ観点から、マイクロホンの向きにも注意を払う必要がある。</li> <li>・サウンドレベルメータ等には最近、周波数分析機能を有するものがあるので、測定時に併用することも考えられる。</li> <li>・データレコーダへの収録やレベルレコーダへのレベル波形の書き出しは後処理で除外音を取り除く場合に有効である。</li> <li>・暗騒音と風車音の分離は、録音の確認では不十分な場合が多いことが本検討調査委員会で指摘されている。</li> <li>・一過性の騒音等を判別するために、発生源近傍と同時に測定することも有</li> </ul>



			<p>して距離減衰, 空気の音響吸収による減衰, 地表面減衰, 障害物による減衰およびその他 (植栽, 工場立地および家屋群による減衰) を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・音源の指向性や気象影響による補正 (音が伝搬し易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ある。</li> <li>・オクターブバンド毎の周波数 (63Hz~8kHz) に対して計算が可能である。</li> <li>・風力発電施設の (見かけの) 音響パワーレベル値 (オクターブバンド毎, 低周波音領域を含む) が必須であり、指向性に関するデータの入手も求められる。</li> <li>・製造メーカーから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要である (ラベリング制度の活用)。</li> <li>・指向性について予測への寄与度を見極める必要がある。</li> <li>・風車音を点音源として扱えるかどうかの検討が必要である (本委員会では面音源的な扱いが適切ではないかとの意見もあった)。</li> <li>・我が国特有の地形の影響等の考慮も可能かも知れないが、知見の蓄積はほとんどなく今後の課題である。</li> <li>・<u>通常、低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。</u></li> <li>・我が国の風車の立地状況から考え、“その他” による減衰項の影響がどの程度かについても検討が必要である。</li> <li>・風車音のうなり (大きなレベル変動) を考慮する必要があるかを実測結果をもとに検討が必要である。</li> <li>・予測計算のための運用上のデータが揃うかどうか、また検証用データが入手可能かどうか等の面からも検討する必要がある。</li> </ul>
評価	評価量	(1)周波数重み付け特性 : A 特性, C 特性, G 特性, あるいはこれらの組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風車から発生する音の性状が十分把握されていない状況であり、どの指標が適切か判断できないし、これらの組み合わせも検討する必要がある。</li> <li>・海外ではA 特性音圧レベルによる評価が主であり、一部C 特性音圧レベルを併用する事例を本検討調査委員会で報告済みである。</li> <li>・<u>20Hz 以下の音 (超低周波音) に対する評価加重特性の G 特性では、その</u></li> </ul>

		<p>(2)測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル</p> <p>(3)周波数分布：1/1, 1/3 オクターブバンド別</p>	<p>音圧レベル値が100dBを超えると超低周波音を感じ、120dBを超えると強く感じるとされ、概ね90dB以下では人間の知覚としては認識されないとされている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 昨年、今年の本検討調査委員会による実測結果の解析では、風車近傍においても超低周波音の音圧レベルは閾値を15dB以上下回っている。</li> <li>• 超低周波音はG特性、20～100HzはC特性で評価する考え方もある。</li> <li>• 本委員会では、<math>L_{eq,10s}</math>（10秒平均の等価騒音レベル）を連続測定し、一過性の除外音を取り除いた後で処理する方法を報告している（<math>L_{eq,10s}</math>から<math>L_{90}</math>や<math>L_{95}</math>に近い値の算出も可能、<math>L_{den}</math>や<math>L_{dn}</math>の算出も可能）。</li> <li>• 実測データの蓄積が極めて乏しいため、今後それらの妥当性の検討が不可欠である。</li> <li>• 風車音に含まれる純音成分の有無を見出すためにも暗騒音の1/3オクターブバンド周波数分析が有効である。</li> </ul>
評価方法		(1)一定の値を基準値として設定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 単純で分かり易い。</li> <li>• 基準値を設定する際に暗騒音の状況に十分配慮する必要があるが、どの状態、どの場所における暗騒音をベースとするか、判断が難しい（基準値の明確な設定根拠が必要である）。</li> <li>• 現状のアセスメントでは環境基準（として定められたある類型に該当する値）との比較が散見されるが、風力発電施設が開発される地域の大部分は環境基準の設定が行われていなし、そもそも環境基準は「現状の騒音が高い状況にありそれを低減するための行政的な目標値」であり、その値まで騒音を高くしてよいというものではない。</li> <li>• 環境基準の意味を事業者等に改めて周知する必要がある。</li> <li>• 他の主要な騒音源の場合と同様に、時間区分（例えば、昼間と夜間）で基準値を変えるかどうかを検討する必要がある。</li> <li>• 騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきとの意見があり、風車が定格出力時（あるいはそれに近い状態）に対して評価すべきか（平均</li> </ul>

	<p>(2) 風速に応じて変化する基準値を設定する方法</p>	<p>風速を予測に適用するのは不可) 等の検討が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・純音成分にはペナルティを課すかどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか、も検討課題である。</li> <li>・ペナルティは一定値か可変値か、値はいくつか、何に対して可変か等も実測データの蓄積とその分析結果をもとに検討する必要がある。</li> <li>・風速（暗騒音）上昇とともに基準値が上昇するため風車音の現象に適合しているが、基準値の設定が困難である。</li> <li>・設定根拠が示せるか、設定のための大規模な実測調査が伴うかも知れない、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題である。</li> <li>・ナセル高さで地上で風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確かさが増大するため、風速をどこで代表させるのかを長期観測等をもとに検討しなければならない。</li> <li>・地上 10m 高さにおける実測値に基づいたナセル高さにおける予測結果が実際と合わないケースがあると指摘されている。</li> <li>・ナセル高さの予測誤差がパワーレベルの設定に不確かさを生じさせる場合があり、今後の課題である。</li> <li>・純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、値はいくつか、何に対して可変か）を課すかどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等の課題がある。</li> <li>・時間区分の概念が不要である。</li> <li>・国際的には一定の値による評価に収れんする方向にあるようである。</li> </ul>
	<p>(3) 暗騒音に一定値を加えた基準値を設定する方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・厳格な暗騒音の決定が必要であり、適正な除外音の処理、風雑音の除去方法の確立等が課題となる。</li> <li>・同一地域内でも騒音源の位置関係によって暗騒音を一律に扱えない場合があり煩雑な面がある。</li> <li>・増分を決定する根拠が必要である。</li> <li>・純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、何に対して可変か）を課す</li> </ul>

	<p>(4) 風力発電施設から住居までの距離を設定する方法</p> <p>(5) 最小可聴値による方法</p> <p>(6) 心身影響による方法</p>	<p>かどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等の課題である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域毎に暗騒音レベルをあらかじめ設定しておくことが実用的であるとの指摘が本検討調査委員会であった。</li> <li>・時間区分の概念が不要である。</li> <li>・国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。</li> <li>・明快な判断基準である。</li> <li>・ナセル高さの何倍、全高の何倍という事例が諸外国にあるが、過大な安全率は開発の障害になる可能性がある。</li> <li>・設定の根拠を示さなければならない。</li> <li>・複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについて、セットバックの設定方法を検討する必要がある。</li> <li>・距離の設定に当たって予測計算の確立が必要である。</li> <li>・その場合、正確な音源特性の把握、正確な予測モデル、純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、何に対して可変か）を課すか否かなども検討課題である。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>低周波音に対する評価方法である。</u></li> <li>・風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>・C特性音圧レベルによる値が評価に適用できないか等も考えられるが、実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠であり、今後の課題である。</li> <li>・<u>低周波音に対する評価方法である。</u></li> <li>・風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>・単一値（<math>L_G=92\text{dB}</math>）や睡眠影響（<math>L_G=100\text{dB}</math>）で評価する考え方も適用可能</li> </ul>
--	--	--

	(7) 気になる-気にならない曲線による方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>かどうかが検討が必要である。</li> <li>少なくとも、現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> <li>低周波音に対する評価方法である。</li> <li>風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>屋内における心理評価であり、客観性の観点から、まずは物理量による評価が好ましいかも知れない。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> </ul>
	(8) 物的影響による方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>低周波音に対する評価方法である。</li> <li>風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない（例えば、「風車全高の〇〇倍以上離れれば物的苦情は発生していない」という判断基準が見出せるかも知れない、事例の積み上げは不可欠）。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> </ul> <p>(注) 景観やシャドーフリッカとの相乗効果が騒音等への苦情として表面化しているとの指摘があり、騒音等の評価だけではなく、景観も考慮した評価方法の確立が必要かも知れない。</p>
評価条件	風速条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間の平均風速を適用することは適当ではない。</li> <li>定格出力時の稼働条件における予測・評価が必要であるとの意見がある。</li> </ul>
情報	評価の流れとその結果を住民に十分説明	「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」の中で

	公開		開催された「風力発電施設と騒音・低周波音に関するヒアリング」において、住民への情報公開の重要性が指摘されている。
事後調査	時期	「事前調査」に依る	
	場所	「事前調査」に依る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・苦情発生箇所については、屋内も含めて苦情申し立ての場所において測定する必要がある。</li> </ul>
	測定量	「事前調査」に依る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実測を中心に実施する必要がある。</li> <li>・苦情発生箇所における長期監視の場合は、その内容に応じた測定量の絞り込みを検討する必要があるかも知れない。</li> </ul>
	方法	<p>(1)「事前調査」に依る</p> <p>(2)推計による方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風車音と苦情の対応関係を判断するために、風車側と苦情者側における同時測定、風車稼働の ON/OFF が不可欠である。</li> <li>・苦情内容を十分吟味した上で低周波音が一因として疑われる場合に備え、「<u>低周波音問題対応の手引書</u>」に記載の方法を参考に風車音へ適用できる方法を検討する考え方もある。</li> <li>・苦情発生箇所では長期監視が必要なケースも考えられる。</li> <li>・様々な因子が苦情発生の背景にあると考えられるため、それらの因果関係を解明するための疫学的調査手法やリスク評価手法の検討も課題として挙げられる。</li> <li>・風車全高程度の距離における風車音の測定値から推計によって遠方の特定地点（信号／雑音比が確保できない場合がある）の値を求める方法も考えられる。</li> <li>・この場合騒音の推計方法の確立が必須であり、基準点における十分な信号／雑音比を確認することが重要である。</li> <li>・本検討調査委員会では実測結果から倍距離 6dB の減衰傾向を報告済みである。</li> </ul>
	評価量	「事前調査」に依る	

評価方法	「事前調査」に依る	
評価条件	「事前調査」に依る	
情報公開	事後調査の結果を住民に説明	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もし事前調査の結果と乖離があれば、住民との意見交換を経て、必要に応じた対策措置を講じる必要がある。</li> <li>・対策措置の立案のために予測計算を実施することもある。</li> <li>・施設稼働後の騒音・低周波音に関する状態について、密な意見交換による合意形成に努める必要がある。</li> </ul>