

第6章 風車騒音の影響評価手法の提案

6.1 はじめに

風車騒音の既存の影響評価手法については、前述のとおり取り組まれてきたものの、決して十分なものであったとは言い難い。そこで、本業務において、国際的な動向などを考慮して評価手法の提案を行う。この提案は、環境省の戦略指定研究の成果等を踏まえて整理したものであり、風力発電施設の多くが静穏な地域に設置されることを鑑みて、環境影響評価が適切に実施されるための手法として取りまとめたものである。

6.2 風車騒音の影響評価における問題点

6.2.1 環境基準の適用について

環境影響評価法に基づく環境影響評価にあたっては、基本的事項や主務省令で「環境影響評価の参考手法」が示されており、評価の手法は、「環境影響が、実行可能な範囲でできる限り回避又は低減されているかどうか」及び「国又は地方公共団体による施策によって、選定項目に係る環境要素に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標に照らすこととする考え方を明らかにしつつ、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうか」について検討することとされている。しかし、現段階では風力発電施設については統一的な基準や目標がないため、環境影響の回避・低減が十分に行われることが重要となる。

ここで、「基準や目標」については、国内で実際に行われた環境影響評価で、環境基準が受忍限度や基礎指針のように使用されている事例がある。このような用いられ方は、環境基準の性質ないし趣旨からして適切でない。一般に、風力発電施設の設置地域は極めて静穏な地域で類型指定がなされていない地域であるが、既存の風力発電施設の環境影響評価においては、類型指定のない地域に環境基準値を準用したり、さらには A/B 類型の基準値までの排出が許容されるとする考え方を取っているケースも見受けられる。こうした考え方は不適切であり、現在良好で静穏な状況である場合には、原則として引き続きその環境を維持するように努めるべきである。

6.2.2 音環境の変化

第4章で述べたとおり、国によっては、現況（暗騒音）に比べて風車の建設によってどれだけ騒音が増大するかを考慮して評価する手法（相対的評価）が採用されている。これは、静穏な地域でも、全く施設等の新設を認めないのは現実的ではなく、住民に増加量を示して同意を得た上で事業を進めるべきとの考え方によるものである。

環境省の「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報告書（平成23年6月）」においても、下記のように記述されている。

「騒音の評価手法については、環境基準以下であるにもかかわらず、苦情等が発生しうることから、静穏な地域に設置する場合には、風力発電設備の設置により環境騒音がどの程度騒音が増加するかについても調査・予測を行い、その結果を住民等に示して評価すべきである。」

6.3 風車騒音の影響評価手法設定のための検討事項

6.3.1 諸外国における風車騒音の基準の考え方

諸外国における風車騒音の基準の考え方については、第4章で述べたとおりであるが、ここでは各方法の留意点等について記載する。

(1) 一定の値で設定する方法

この方法は単純明快であるが、基準値を設定する際にその地域の暗騒音（残留騒音）の状況を十分に考慮する必要がある。どのような状態（昼間／夜間のような時間区分を含む）、どのような場所での暗騒音（残留騒音）を考慮するか、など判断を示す必要がある。また、値の設定においては、設定根拠について明確な説明も必要である。

(2) 風速に応じた値を設定する方法

個別の条件により、相対的に限度値を定める方法（相対値規制）である。その一つとして、風車の騒音放射がナセル高さでの風速に依存すること、また風速の上昇に伴って風による周辺の暗騒音も上昇することを考慮して、それぞれの場所における風速値と連動させて限度値を設定する方法である。

(3) 暗騒音に一定の値を加えた値を設定する方法

風車騒音の規制値として、暗騒音レベルに一定値を加えた値を設定する方法で、相対値規制の一つである。

この方法による場合、地域ごとに暗騒音（残留騒音）を設定する必要があり、地域特性の把握と暗騒音の測定が大きな課題となる。

(4) セットバック距離を設定する方法

風力発電施設の設計時の必要条件として、対象施設から最も近い住居までの距離（セットバック距離）を規定する考え方がある。このセットバック方式は、騒音源から遠ざかるにつれて騒音が小さくなるという考え方（距離減衰）に基づいているが、実際には風車からの騒音伝搬性状は地形などの影響によってきわめて複雑である。なお、シャドウフリッカーや景観の観点からは考慮する価値はあると考えられる。

6.3.2 我が国で取るべき評価手法

風車騒音の影響評価における基準値等を考える場合、「(2) 風速に応じた値を設定する方法」は、風速と風によって生じる暗騒音が一定の関係にあるとの前提に立っているが、実際には風によって生じる騒音は同じ地域でも地形や植生等によって局所的に大きく変化する。したがって、我が国の風車騒音の影響評価を考える場合、この考え方を採用するのは適当でない。

また、「(3) 暗騒音に一定の値を加えた値を設定する方法」では、まず地域ごとに、あるいは局所的な暗騒音の大きさを知る必要があり、これは実際にはきわめて困難である。また、暗騒音に加える一定の値（増分）を決定するためには、地域ごとの暗騒音の実測調査、環境騒音に関するマスキング効果などに関する聴覚生理・心理学的検討、あるいは社会反応調査による検討が必要であり、現時点では採用は困難と考えられる。

さらに、「(4) セットバック距離を設定する方法」は考え方としては分かりやすいが、実際には距離だけでなく、地形や気象条件などによって騒音の伝搬特性はきわめて複雑に変化する。また、風車が複数設置される場合には、単純な距離減衰は期待できない。我が国の「環境影響評価法」において第一種事業として規定された1万kWを越える発電規模の風力発電施設では、数百m程度のセットバック距離では、環境影響評価手続における合意形成は困難と考えられる。

環境省戦略指定研究では、全国各地の風力発電施設周辺において風車騒音の実測調査が行われており、最近接風車からの距離と風車騒音のレベルの関係が調べられている。その結果によれば、距離による減衰のおおよその傾向はみられるものの、現象としてはきわめて複雑であることが示されている。したがって、セットバック距離の設定は必要条件ではありえても十分条件とは言えない。

上記の方法に対して、「(1) 一定の値で設定する方法」は、我が国における他の基準値（環境基準の基準値、騒音規制法の規制値など）がこの方法で設定されており、理解されやすいと考えられる。一方、問題点としては場所によって暗騒音（残留騒音）が一樣ではないことから、値の設定をどの程度にするかについては慎重な議論・考察が必要であるが、風力発電施設が建設される地域は元来静穏な地域（農山村部などで、残留騒音（調査方法は後述する。）が騒音レベルで30dBあるいはそれ以下）が多く、そのような地域に住居が散在している環境を前提として風車騒音の目標値を検討することが適当である。

6.4 風車騒音の影響評価手法の提案

6.4.1 評価の対象とする音

風車の稼働状態は風速に大きく依存し、周辺地域に伝搬する騒音は風況によって大きく変動する。そこで、対象とする騒音は、風車が定格出力で発電している間に発生し、周辺に伝搬する騒音とする。実際には、地域の暗騒音（残留騒音）も同時に観測されるので、事後調査などにおける測定では十分な注意が必要である。

6.4.2 評価の対象とする地点

環境影響評価では、周辺地域（住民等）への影響の有無・程度を考慮するものであり、評価地点には、地域を代表する地点又は特に静穏が求められる地点として、民家周辺をはじめ入院施設のある病院、学校等が選定される。これらの地点は、環境影響評価における調査地点、予測地点、評価地点となる。

風車騒音の影響評価では、夜間の睡眠に対する影響を最も重視する必要があることから、住宅の寝室等の居室内部における暴露状況を評価すべきである。しかし、環境騒音モニタリングとして居室内部に測定点を設けることは、屋内における生活音が測定に影響を与えることや、プライバシーの問題もあることから、特殊な場合を除いて実際に測定を行うことはきわめて難しい。そこで、建物内外の音圧レベルの差（後述）を考慮に入れた上で、屋外における騒音の状態を評価の対象とするのが適当である。その際、住居等のうち、騒音の影響を受けやすい面において評価すべきである。

6.4.3 評価量

風車騒音では超低周波音及び低周波数騒音の影響が話題となっている。この問題に関しては、国際的にも関心が高く、多くの研究が行われているが、平成23年度報告書でも紹介したとおり、アメリカ、カナダ及びオーストラリアなどで行われた専門家パネルによる文献調査の結果によれば、風車騒音がアノイアンスの原因となり、それが睡眠妨害、健康影響を惹起する可能性はあるが、低周波数の成分が健康に直接的な影響を与えるという科学的証拠は見出されていないとしている。また、第5章でも述べたとおり、本業務で調査した結果でも、風車騒音が直接的にヒトの健康に影響を与えるという疫学的あるいは病理学的なエビデンスは示されていない。前述の環境省戦略指定研究では、超低周波音及び低周波数騒音の可聴性等について実験室における聴感実験が行われており、一般的な風車騒音では、数10 Hz以下の周波数成分は聴覚（感覚）閾値以下であることが確認されている^{1)~4)}。

上記のとおり、風車騒音の低周波音としての問題については現在のところ科学的根拠が乏しく、今後の研究を待たなければならない状況であるため、環境影響評価

などにあたっては、可聴性の騒音として風車騒音を量的に扱う必要がある。そこで重要となるのは騒音評価尺度である。環境基準など一般環境騒音の評価では、A特性音圧レベル（騒音レベル）が騒音評価の基礎量として用いられている。また、第4章で述べたとおり、風車騒音に係る諸外国の基準等でも、ほとんどがA特性音圧レベルを評価量としている。A特性は、比較的小さな音に対するヒトの聴覚特性（ラウドネス特性）を反映させた形で複合音を評価するために考案された周波数重み付け特性であり、多くの騒音の評価に一般的に用いられているが、超低周波音領域を含む低周波数の成分まで含めて評価する場合に、その適用性を検討しておく必要がある。そこで、環境省戦略指定研究の本年度の研究では、一般的な居住環境における種々の音、沿道・沿線・航路直下における交通騒音、乗物（自動車、鉄道列車、飛行機）内の音、建設工事音などに風車騒音も加えて超低周波音まで含めて録音し、それを実験室内で再生して聴感実験が行われている。この研究では、A特性音圧レベル以外にC特性音圧レベルや精緻な聴覚モデルに基づく Zwicker のラウドネスレベル LL_z 、Moore のラウドネスレベル LL_m も含めてラウドネス反応との対応が調べられている。その結果として、一般環境に存在する多様な音について超低周波音領域までの低周波数成分を含めて評価した場合でも、A特性音圧レベルが優れていることが見出されている。

以上に述べたことから、現段階ではヒトへの影響が明白であり、適切かつ効果的な措置を講ずべき可聴性の騒音に対する対策に重点を置くべきである。そのための風車騒音の評価量としては、騒音レベル（A特性音圧レベル）を採用するのが適当である。

6.4.4 時間区分

「騒音に係る環境基準」では、生活の中心である屋内において、昼間は会話影響、夜間は睡眠影響を適切に防止する上で維持されることが望ましい騒音のレベルが、昼間と夜間の時間区分ごとに示されている。

一方、風車騒音について考えると、その大きさは会話に影響を与える程度ではなく、環境省戦略指定研究で行われた社会反応調査の結果でも、夜間の睡眠に対する影響が大きな問題であることが示されている。一般に夜間は交通騒音など周囲の暗騒音が低くなり、その中で振幅変調音を伴う風車の稼働音が気になって睡眠に影響を与えることが最も大きな問題であると考えられる。

以上のことから、風車騒音の環境影響評価においては、夜間の騒音レベルを重視して目標値を設定すべきである。しかし、風力発電施設の稼働は風況に応じて断続するが、発生騒音の大きさは昼夜の区別はない。したがって、目標値は時間帯の区別はせず、一定の値で定めることが適当である。

6.4.5 地域区分

騒音に係る我が国の環境基準では、特に騒音対策が必要な地域を土地利用状況によって類型化し、それぞれに対して行政上の政策目標値である環境基準値を設定している。これは、地域ごとの暗騒音などの音環境の実態、騒音低減の技術的・経済的問題などが考慮されているためである。風車騒音に関しても、諸外国では地域を類型化して、段階的な規制値を設定している例も多い。しかし、ここでは静穏な環境に立地する風力発電施設を対象としており、これらの地域（主として農山村部で、住居が点在するような地域）には「騒音に係る環境基準」の類型指定はされない地域がほとんどである。

以上のことから、風車騒音の影響評価における目標値の設定にあたっては、地域区分は行わないこととし、現在良好で静穏な地域において風力発電施設の設置が計画される場合を主たる対象とすることが適当である。ただし、都市部に近く広域の交通騒音などの影響を受けている地域や海浜に近くて波浪の音が大きく聞こえる地域など、定常的に暗騒音が大きくなっている地域に風力発電施設が立地する場合には、その状況を個別に考慮して影響評価を行う必要がある。

6.4.6 振幅変調音の扱い方

風車のブレードの回転によって音圧が規則的に変動する振幅変調音は、最近の大型風車では1秒前後の周期で発生する。その一例を図6-1に示す。この音はきわめて気になる音であるため、風車騒音によるアノイアンスを高めている最大の原因と考えられ、ニュージーランドなどの基準では、発生が認められた場合にペナルティを考慮することが規定されている。しかし、振幅変調音は風車騒音では必然的に生じる音であるため、あらかじめその影響を含めて影響評価を行うべきである。環境省戦略指定研究で行われた全国各地の風力発電施設周辺を対象とした実測調査の結果でも、ほとんど全ての風車騒音に振幅変調音が認められている⁵⁾。

また、この研究では、詳細な実測及び聴感評価実験が行われており、振幅変調音の影響が明らかにされつつある。その結果によれば、振幅変調の大きさが2 dB以上になると規則的な変動感が生じるようになり、ノイジネス（やかましさ）も増大する傾向が見出されている。このような傾向は他の多くの研究でも指摘されている。したがって、風車騒音では振幅変調音の聴覚心理的影響も考慮して最大5 dB程度のペナルティを見込んでおくことが適当と考えられる。前述のニュージーランドの規格NZS6808では、純音性、衝撃性、振幅変調音など特殊な可聴特性が含まれている場合のペナルティを最大6 dBとしている。

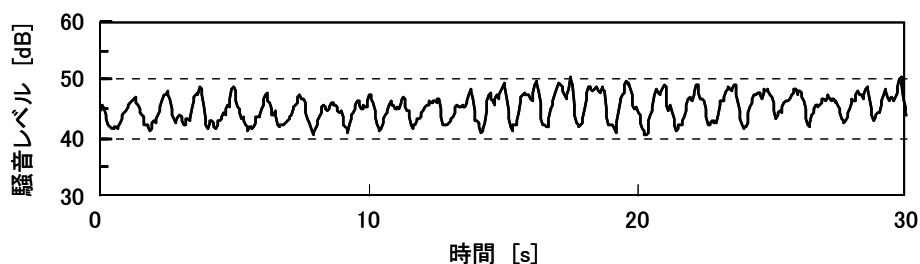


図 6-1 風車騒音の振幅変調音の例 (2,500 kW 風車から 560 m 離れた地点)

6.4.7 純音性騒音の扱い方

風車のナセルに内蔵されている動力伝達装置、発電機、制御装置などから純音性の騒音が発生することがあり、それが著しい場合には聴感上問題となる。この種の騒音は、風車の機種や保守状況によって異なるので、ここでは付随的な騒音として考え、その発生が認められた場合にペナルティとして考慮すべきである。この考え方により、風力発電施設の計画にあたって純音性騒音の発生が少ない機種の選定を促すことになり、また風車の保守点検においても重点項目となる。

なお、純音性騒音の評価・判定に際しては、多くの国で採用されているように、ISO 1996-2 の規定を適用することが考えられる。

6.4.8 風車騒音の影響評価における目標値

(1) 目標値設定にあたっての考え方

風車騒音の影響評価のための目標値の設定にあたっては、その影響の実態を考える必要がある。前述のとおり、環境省戦略指定研究などの研究によれば、風車騒音が特に問題となるのは夜間で、睡眠に対する影響を重視しなければならない。

WHO の環境騒音に関するガイドライン (1999 年) では、健康を保持するための環境騒音の推奨値として、夜間の寝室における騒音のレベルを等価騒音レベルで 30 dB とし、これを保持するための外部騒音は 45 dB 以下に保つべきとしている。これは、窓を開けた状態における建物内外のレベル差は 15 dB 程度であるとの前提に立っている。ただし、このガイドラインでは道路交通騒音などの一般的な環境騒音を対象としていることに注意する必要がある。

(2) 建物の遮音性能

「騒音に係る環境基準」における基準値の設定にあたっては、我が国の一般的住居の遮音性能 (騒音レベルで評価した内外音圧レベル差) として、窓を閉めた状態で 25 dB、少し窓を開けた状態で 20 dB、ある程度窓を開けた状態で 15 dB、窓を開けた状態で 10 dB が想定されている。また、前述の WHO のガイドラインでは、窓を開けた状態で 15 dB が前提となっている。これらの値は、中・高域成分

も多く含む道路交通騒音などを対象としていることに注意する必要がある。

一方、比較的low周波数成分を多く含む風車騒音に対する住居の遮音性能を調査した例は少ない。その中で、落合によれば、風力発電施設周辺で苦情を申し立てている住居における内外音圧レベル差を測定した結果で、窓を閉めた状態の内外音圧レベル差は11～18 dB程度、やや特殊なケースであるが玄関扉を解放した状態でのレベル差は7 dB程度となっている⁶⁾。また、環境省戦略指定研究における実測調査の結果の中では、家屋の内外で同時に風車騒音を測定したデータは少ないが、窓を閉めた状態のレベル差は10～25 dB程度（アルミサッシ二重窓のデータを一部含む）、窓を開けた状態で13 dB（1データのみ）となっている。

以上に述べたように、low周波数成分を多く含む風車騒音に対する一般的な住居の遮音性能（内外音圧レベル差）としては、通風・換気のために少し窓を開けて就寝することを前提として、騒音レベルで10 dB程度と設定するのが適当と考えられる。因みに、イギリスの基準でも、窓を開けた場合の建物内外の騒音レベルの差を10 dBとしている。

(3) 目標値の設定

以上に述べた考察の結果を総合して、風車騒音に係る目標値を考察する。夜間の寝室内の騒音レベルはWHOのガイドラインでは30 dBとしており、これを保持するための外部騒音は45 dB以下にすべきとしている。しかし、low周波数成分を多く含む風車騒音では建物の遮音性能が10dB程度しか見込めないことから、屋外において40dBとなる。さらに、風車騒音にはアノイアンスを高める振幅変調音が必ず含まれていることから、これに対するペナルティを5 dB程度見込む必要がある。これらのことから、静穏な地域に建設される風力発電施設からの騒音の影響評価のための目標値としては、住宅等静穏を必要とする施設の屋外で、騒音レベル（A特性音圧レベル）で35 dBとすることが適当であると考えられる。

この目標値を設定するにあたって検討した事項とその結果をまとめて表6-1に示す。また、諸外国の基準等における設定値との比較を表6-2及び表6-3に示す。これを見ると、ここで推奨する目標値の設定にあたっては、静穏な地域を対象としていること、振幅変調音の影響も含めて考えていること等から、諸外国で設定されている基準値（騒音限度値）と比較して特段大きな違いはない。

なお、この騒音レベルの測定・評価方法としては、風車が定格発電の状態にある10分間の等価騒音レベル $L_{Aeq,10min}$ とし、長時間の測定が可能である場合には、その間のエネルギー平均値を取ることが適当である。

(4) 既存施設への目標値の扱いについて

この目標値は、国内で稼働中の風力発電施設を対象とした実測調査等の結果や、WHO ガイドラインの推奨値等を踏まえて検討したものであり、事業者においては、既存の風力発電施設において、上に述べた目標値を参考とし、環境影響の低減に引き続き努めるとともに、環境影響評価における評価の手法として用いることが期待される。

(5) 残留騒音の高い地域における目標値の扱いについて

ここで設定した目標値は、我が国で一般的な農山村部など残留騒音の低い地域を想定して設定している。したがって、沿岸地域で波浪の音が大きい場所や都市域に近い地域など残留騒音の高い地域にこの目標値を一律に適用することは適切ではない。そのような地域については、風車騒音により現況の騒音レベルを悪化させないことを目標とすることが適当と考えられる。

表 6-1 目標値設定にあたって検討した事項と検討結果

検討課題	検討の視点	検討内容	検討結果
評価の対象とする音	<ul style="list-style-type: none"> 「風力発電施設から発生する音」とするか「暗騒音+風力発電施設から発生する音」とするか。 暗騒音は局所的であり、把握するためには多くの測定が必要となる。ただし、地域区分ごとに暗騒音を設定（想定）する考え方もある。 暗騒音の扱い方が課題と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電施設の多くは、静穏な環境の農山村部に設置 暗騒音（残留騒音）については、自然の音が大部分を占め、地形や風向といった自然条件により場所・時間によって大きく異なり、また大きく変動 自然界の音を人工的に制御することは困難かつ不要 	風力発電施設から発生する音（風車騒音）
評価の対象とする地点	<ul style="list-style-type: none"> 「風力発電施設周辺の民家地点」とすることが考えられる。 環境影響評価においては、暴露される側での評価が基本である。 風向（指向性）、地形等による影響がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 睡眠への影響を重要視することから、寝室等の主要居室内部における騒音を対象とすることが望ましい 客観的測定場所としてはその外部とし、house filter（標準的住宅の屋内外の音圧レベル差）を考慮することが現実的 	暴露側である「風力発電施設周辺の民家等の地点（屋外）」
評価量	<ul style="list-style-type: none"> 人の感覚に適切に対応していることが必要条件である。 日本では、すべての環境騒音の評価に、A特性音圧レベル（騒音レベル）が採用されている。 諸外国のガイドライン、基準等でもA特性音圧レベル（騒音レベル）が主流である。 環境省戦略指定研究の実験結果（実験室実験）における動向の確認が必要。 風力発電施設から発生する超低周波音は影響を及ぼすか。 	<ul style="list-style-type: none"> 環境省戦略指定研究の基礎的な聴感実験の結果より、A特性音圧レベル（騒音レベル）で評価するのが適当。超低周波音は、感じるレベルではない。 諸外国のガイドライン等では、風車騒音の評価量として、A特性音圧レベルを採用している国が多い。 健康影響からの検討によると、風力発電施設から発生する超低周波音からの影響があると十分な証拠はない。 A特性音圧レベルは、人の聴覚特性を考慮した周波数重みづけ特性であり、我が国では、すべての環境騒音の評価で採用 A特性音圧レベルについては、我が国でも、国際的にも多くの知見が得られており、多様な環境騒音を統一的に比較・評価することが可能 	A特性音圧レベル（騒音レベル）
時間区分	<ul style="list-style-type: none"> 評価の時間区分を行う必要があるかどうか。 区分を行う場合、どう区分するか。（何区分、何時から何時まで。） 諸外国の事例からも設定の有無が分かれている。 風力発電施設から発生する音は、風速（風向による指向性はある）の大きさにより決まり、昼夜による発生の違いが生じることは稀である。 風力発電施設の運転調整を行うことを考えた場合、周囲の人間活動の状況により、適切な基準値を設定することで、効率的な運営ができる。 騒音に係る環境基準では、「昼間（6:00～22:00）」、「夜間（22:00～6:00）」の2区分としている。（「騒音影響に関する屋内指針」を参考に、昼間：会話影響、夜間：睡眠影響を考慮） 騒音規制法の「特定工場等において発生する騒音の規制に関する基準」：昼間・朝・夕・夜間の4区分、航空機騒音に係る環境基準における時間帯補正等価騒音レベル（L_{den}）の重みづけは、昼間、夕方、夜間の3区分で行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 風車からの音で問題となっているのは、夜間に多く、そのほとんどが睡眠に関するものである 昼間の会話影響が問題となっている事例は見受けられない 風車から発生する音を対象とした場合、昼夜の違いで発生レベルが変わることはなく、さらに、時間帯ごとに風車を制御することについても困難 	区分なし
地域区分	<ul style="list-style-type: none"> 目標値の地域区分を実施する必要があるかどうか。 設定する場合、どう区分するか。 諸外国の事例からも設定の有無が分かれている。 暗騒音の小さい地域に対する考え方を考慮する必要がある。 暗騒音の違いについて、考慮する必要がある。 あまり細かく設定しても、その根拠設定が難しい。 既存の環境基準との整合性についての検討。（分かりやすさ） 海岸部等、暗騒音の高い地点についての検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 「現在良好で静穏な地域において風力発電施設の設置が計画される場合」を対象とする。 今回定める目標値は、受音側での暴露抑制目標であり、受音側の様々な土地利用状況（地域の類型）によって目標値が変わることは混乱を及ぼすおそれが大きい 同じ土地利用状況（地域の類型）であったとしても、場所によって暗騒音（残響騒音）のレベルは様々であり、また、これは地形や風向によっても異なることから極めて複雑であり、一様な値を設定（想定）することは困難 	設定しない
振幅変調音の扱い方	<ul style="list-style-type: none"> 補正を行う必要があるかどうか。 諸外国における補正値は+5～6 dBが多いが、一定値でない国、補正が考えられていない国もある。 日本における実験結果による検討も必要である。 日本においても、swish音やthump音の振幅変調性の音の発生が、風力発電施設からの音の中の問題点として重要視されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設の風力発電施設の音の状況や諸外国の文献等を見てきたところ、現時点における風車から発生する音について、振幅変調音は、すべての風車に例外なく含まれていると判断される。 	振幅変調音を考慮した目標値を設定
純音性騒音の扱い方	<ul style="list-style-type: none"> 補正を行う必要があるかどうか。 諸外国における補正値は+5～6 dBが多いが、一定値でない国、補正が考えられていない国もある。 純音が認められる場合にはその騒音に対してより騒々しく感じるものがしばしば経験される、と言われている。 	<ul style="list-style-type: none"> アノイアンスに影響を及ぼしている可能性があること、機種等によって発生の有無が異なり、低減対策が可能であると考えられること、多くの場合、供用後に発生の有無が判明すること、等を勘案し、目標値の設定に関しては考慮しない。 実際の運用は、別途ペナルティを与えることを考えてもよい。純音性の評価方法については、ISO 1996-2に記載されている。 	別途、考慮する
風車騒音の影響評価における目標値	<ul style="list-style-type: none"> 人の感覚に対応している値を決定する。 環境省戦略指定研究による検討結果を踏まえる必要がある。（整合性） 既存の基準値、規制値等との整合性（諸外国等）を確認する必要がある。 医学的見解（疫学、病理学）からの検討も踏まえる。 	<ul style="list-style-type: none"> 戦略指定研究による検討結果、医学的見解（疫学、病理学）、諸外国のガイドライン値等に基づいて決定 屋内における睡眠影響を考慮 屋内外のレベル差を考慮 振幅変調音の心理的影響を考慮 	35 dB

表 6-2 諸外国の基準等における設定値との比較

国名 (年次)	各国における設定値 (基準値、ガイドライン値)	備 考
日本 (本報告による提案)	・ L_{Aeq} : 35 dB	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標値 ・ 風車騒音で設定 ・ 振幅変調音を含む
デンマーク (2006)	・ L_{Aeq} : 37~44 dB [風速に応じて変化]	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国レベルの基準値 (絶対限度) ・ 風車騒音で設定 ・ 純音成分に対して 5 dB のペナルティ有
ノルウェー (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 50 dB (受音点が地形等によって風に影響される場所) ・ L_{Aeq} : 45 dB (風の影響を受けない場所) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドラインによる基準値 (推奨値) ・ 暗騒音+風車騒音で設定 ・ 振幅変調音に対してのペナルティ無
スウェーデン (-)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 40 dB (一般地域) ・ L_{Aeq} : 35 dB (静穏を要する地域) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドラインによる基準値 (推奨値) ・ 風車騒音で設定 ・ 純音成分に対して 5 dB のペナルティ有
オランダ (2010)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{den} : 47 dB (終日) ・ L_{night} : 41 dB (夜間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国レベルの基準値 (限度値) ・ 風車騒音で設定 ・ 振幅変調音に対してのペナルティ無
ドイツ (1998)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 45~70 dB (昼間) ・ L_{Aeq} : 35~70 dB (夜間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術指針による限度値 ・ 暗騒音+風車騒音で設定 ・ 振幅変調音に対してのペナルティ無
イギリス (1996)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 35~40 dB 又は暗騒音+ 5 dB (昼間) ・ L_{Aeq} : 43 dB 又は暗騒音+ 5 dB (夜間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民の保護に対し提案する値 (騒音限度値) ・ 風車騒音で設定 ・ 振幅変調音に対してのペナルティ無
チェコ共和国 (-)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 50 dB (昼間) ・ L_{Aeq} : 40 dB (夜間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドラインによる基準値 (騒音指標) ・ 風車騒音で設定 ・ 純音成分に対して 5 dB のペナルティ有
カナダ (オンタリオ州) (2008)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 40~51 dB (農山村部) ・ L_{Aeq} : 45~51 dB (都市部) [風速に応じて変化]	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドラインによる基準値 (限度値) ・ 風車騒音で設定 ・ 変電トランスに対して 5 dB のペナルティ有
ニュージーランド (2010)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 40 dB 又は暗騒音+ 5 dB (昼間) ・ L_{Aeq} : 35 dB 又は暗騒音+ 5 dB (静穏地域の夕、夜間) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国レベルの基準値 (限度値) ・ 風車騒音で設定 ・ 純音性、衝撃性、振幅変調音に対して最大 6 dB のペナルティ有
オーストラリア (南オーストラリア) (2009)	<ul style="list-style-type: none"> ・ L_{Aeq} : 35 dB 又は暗騒音+ 5 dB (農山村部) ・ L_{Aeq} : 40 dB 又は暗騒音+ 5 dB (それ以外の地域) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドラインによる基準値 (超過してはいけない値) ・ 風車騒音で設定 ・ 純音成分に対して 5 dB のペナルティ有

表 6-3 諸外国の風車騒音に係る基準・ガイドライン等の比較

国・地域	地域区分	時間区分	暗騒音考慮	風速依存性	特異音補正	評価量	騒音レベル: L_{Aeq} (dB)						
							30	35	40	45			
デンマーク	○	×	×	○	○	L_{Aeq}		風速: 6 m/s	8 m/s				
ノルウェー	○	×	×	×	×	L_{den}			風の影響: 低				高
スウェーデン	○	×	×	×	○	L_{Aeq}							
オランダ	×	○	×	×	×	L_{night} (L_{Aeq})							
ドイツ	○	○	×	×	×	L_{Aeq}							
イギリス	×	○	○	×	×	L_{A90}				静穏を要する昼間			夜間
チェコ	×	○	×	×	○	L_{Aeq}							
カナダ・ オンタリオ州	○	×	×	○	○	L_{Aeq}							
ニュージーランド	○	△	○	×	○	L_{A90}				特に静穏を要する地域: 夕夜間			
オーストラリア・ 南オーストラリア州	○	×	○	×	○	L_{Aeq}							

注: この表では、各国の基準のうち、静穏を要する地域と時間帯（主に夜間）に着目して整理した。
 なお、 L_{den} 、 L_{A90} による値は、それぞれ、 $L_{den} - 6 = L_{Aeq}$ 、 $L_{A90} + 2 = L_{Aeq}$ で近似した。

暗騒音考慮: 「一定値」と「暗騒音に一定値を加えた基準値」の併用
 風速依存性: 「風速に応じて変化する基準値」を設定
 特異音補正: 振幅変調音や純音等について補正（ペナルティ）を考慮

■参考文献（第6章）

- 1) Tachibana H., Sakamoto S., Yokoyama S., Yano H. : Audibility of low frequency sounds – Part 1: Experiment on hearing thresholds for pure tones. Proc. 15th International Meeting on Low Frequency Noise and Vibration and its Control, 271-277. (2012)
- 2) Yokoyama S., Sakamoto S., Yano H., Tachibana H. : Audibility of low frequency sounds – Part 2: Audibility of low frequency components in wind turbine noises. Proc. 15th International Meeting on Low Frequency Noise and Vibration and its Control, 350-367. (2012)
- 3) 横山 栄, 坂本 慎一, 矢野 博夫, 橘 秀樹 : 風車音の可聴性に関する聴感実験. 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会, CD-ROM. (2012)
- 4) 横山 栄, 辻村 壮平, 坂本 慎一, 矢野 博夫, 橘 秀樹 : 風車音に含まれる低周波数成分に関する聴覚閾値実験. 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, CD-ROM. (2013)
- 5) 小林 知尋, 福島 昭則, 岩瀬 昭雄, 橘 秀樹 : 風車騒音に含まれる Swish 音の物理特性について. 日本騒音制御工学会 2012 年秋季研究発表会, 189-192. (2012)
- 6) 落合 博明 : 風車音の実測調査結果について—一般住環境における騒音・低周波音の測定結果との比較—. 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 181-184. (2012)