

2.2.4 諸外国における低周波音に係る推奨値・ガイドライン等の整理

本項は、我が国において、風力発電施設から発生する騒音および低周波音に関する苦情が発生している現状に鑑み、今後の対応等に資するために、諸外国における風力発電施設から発生する騒音および低周波音に係る推奨値・ガイドラインおよび当該施設の設置条件(主にセットバック)等の状況について、国際会議等から収集された情報を中心に取りまとめたものである。

本項で対象とした国際会議は、

- ・3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009)
- ・38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2009)
- ・Euronoise 2009

であり、その他、関連する情報をインターネットによって検索し収集した。

(1) 騒音限度値

・オレゴン州(米国)

2004年にそれまでの州の騒音規制が見直され、特に風力発電施設から発生する音が取り扱われるようになった [1,2]。それは2つの基準から構成され、それぞれ Table 8 test と Ambient degradation test と呼ばれている。風力発電施設は産業/商業に係る騒音源に分類され、騒音指標として時間率騒音レベルを用い、昼間と夜間に対する最大許容レベルが定められている。

それによれば、風力発電施設から発生する音は、住居において夜間に L_{A50} 値で 50dB を超えてはいけない (Table 8 test)。また、風力発電施設から発生する音によって既存の L_{A10} あるいは L_{A50} の値が 10dB 以上増加してはいけないとしている (Ambient degradation test)。

表 2.2.4.1 新しい産業/商業施設からの騒音の最大許容レベル

騒音指標	昼間(7:00-22:00)	夜間(22:00-7:00)
L_{A50}	55dB	50dB
L_{A10}	60dB	55dB
L_{A1}	75dB	60dB

・ミネソタ州(米国)

同州内には騒音に係る基準“Minnesota Rule 7030 Noise Pollution”があり、居住系地域に対する限度値は夜間に L_{A50} 値で 50dB と定められ、 L_{A10} 値による規制も行われている [3]。詳細は下表の通りであり、地域分類の2と3はそれぞれ商工業系地域と工業系地域に対応する。

この基準の中にセットバックは含まれないが、同州内にある幾つかの郡について風力発電施設に係る条例を調査した結果、商用風力発電施設に対する居住地域からのセットバックが設定されている。例えば Murray 郡の条例では、100kW を越える当該施設に対して 1000 フィート(約 300m) あるいは Minnesota Rule 7030 に適合するために必要な距離のどちらか大きい方と定められている[4]。

表 2.2.4.2 ミネソタ州における騒音基準

地域分類	昼間(7:00-22:00)		夜間(22:00-7:00)	
	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)	L_{A10} (dB)	L_{A50} (dB)
1	65	60	55	50
2	70	65	60	55
3	80	75	80	75

・インド

騒音源を特定せず、受音点における等価騒音レベル(L_{Aeq})によって騒音が規制されている[5,6]。居住地域については、昼間(6:00-22:00)で 55dB、夜間(22:00-6:00)で 45dB が限度値として設定されている。

・チェコ共和国

風力発電施設から発生する音は産業/工場騒音の一種として取り扱われている。騒音指標として L_{Aeq} が採用され、その限度値は昼間に $L_{Aeq,8h}$ 値で 50dB、夜間に $L_{Aeq,1h}$ 値が 40dB に設定されている[7]。

(2) ガイドライン等

・オーストラリア内の州

オーストラリア国内のビクトリア州を除く全州は、南オーストラリア EPA による“Wind Farms Environmental Noise Guideline” (2009 年 6 月)を風力発電施設から発生する音に関するガイドラインとして適用している[8]。

風力発電施設から発生する音に対して、すべての稼働風速範囲において、予測される等価騒音レベル $L_{Aeq,10min}$ の値が郊外地域では 35dB、それ以外では 40dB、あるいは $L_{A90,10min}$ による暗騒音レベルに 5dB 加えた値のいずれか大きい方を超えてはいけないとしている。なお、セットバックに関する記載はない。暗騒音レベルは、連続する 10 分間の測定値を風速値とともに最低 2000 データ取得し、それらを 3 次多項式で回帰して、風速との関係から求めるとしている。受音点は屋外で地上高さ 1.2 ~ 1.5m に設け、風速は風力発電施設のハブ高さで実測するか、別の高さで実測し計算によってハブ高さの風速を算出してもよいとしている。もし風力発電施設から発生する音に純音成分が含まれる場合は 5dB の補正が必要である。

その一方、ビクトリア州のみがニュージーランドの現行の基準である“NZS 6808:1998 Acoustics - The assessment and measurement of sound from wind turbine generators”を適用している[9]。これには、風力発電施設から発生する音の住居等における許容限度に関するガイドラインが示され、風力発電施設から発生する音によって、施設導入前の暗騒音レベル(L_{A95} を適用)に 5dB 加えた値あるいは 40dB のどちらか大きい方を超えてはいけないとしている。

・オーストラリア

上記する州レベルとは別に、オーストラリアの連邦政府は、2007 年 3 月に風力発電施設から発生する音に関する基準(草案)を公表したが、この草案は現時点で発効していない[10]。

その内容は、特定の基準値を示さず、その評価方法を紹介しそれを推奨するものであり、基準値の設定等は個々の州政府の担当部局に委ねていることが特徴となっている。風力発電施設からの発生音の評価方法自体は、この他のガイドラインや基準等に非常に類似し、ある風速条件に対して基準値と暗騒音レベルに特定の許容値を加えた値のいずれか大きい方を超えてはいけない、という併用型である。なお、セットバックに関する記載はない。

・ニュージーランド

風力発電施設から発生する音に関するニュージーランドにおける基準については、2009年2月に改定に向けた草案が公表された[11]。

それによれば、風力発電施設から発生する音に関する評価指標として、現行の L_{A95} から L_{A90} に変更され、基準値として L_{A90} 値で 40dB あるいは暗騒音レベルに 5dB 加えた値のどちらか大きい方を超えてはいけないとしている。特に夕方から夜(22:00-7:00)にかけて静寂な地域(暗騒音レベルが 25dB よりも小さい地域)に対しては、35dB あるいは暗騒音レベルに 5dB 加えた値のどちらか大きい方を超えてはいけないという別の基準も設けている。以上を整理すると、下表の通りである。

表 2.2.4.3 風力発電施設から発生する音に対する基準

暗騒音レベル(dB)	基準値(dB)	基準値(dB)*
> 35	暗騒音レベル+5	暗騒音レベル+5
30 - 35	40	-----
< 30		35

* 静寂な地域に適用

・オンタリオ州(カナダ)

2008年10月にオンタリオ州環境省は、“Noise Guidelines for Wind Farms –Interpretation for Applying MOE NPC Publications to Wind Power Generation Facilities”[12]を公表した後、2009年9月に“Development of Noise Setbacks for Wind Farms –Requirements for Compliance with MOE Noise Limits”を公表した[13]。そこで、健康と環境を保護しながら風力発電施設の開発計画や見直しを容易にするような騒音に対するセットバックの確立が必要であると指摘している。

この中で、セットバックを決めるための技術的な方法が提案され、同州内で典型的と考えられる風力発電施設の開発計画に対して適用されるセットバックの値が示された。具体的には、(1)開発計画の中に含まれるユニット当たりの風車数を 5, 10, 25 機と限定、(2) そのユニットの施設内レイアウトを単純化、(3)風車ユニットが出力の 95%で稼働すると想定した場合の音響パワーレベルを 102dB, 104dB, 105dB, 107dB の 4 種類に設定、(4)受音点高さを 4.5m(2 階層に相当)に設定、(5)風速や施設の稼働状況に関係なく基準値を 40dB ($L_{Aeq,1h}$ 値)に設定、(6)この値を満足する施設内の風車ユニットと受音点の距離を ISO9613-2[14]によって算出する。ここで、変電設備等から発生する騒音は考慮されない。

なおこの基準値は、上記した“Noise Guidelines for Wind Farms”の中で高さ 10m における風速が 6m/s の場合に相当し、最も厳しい条件を採用して両者を整合させたことになる。

以上の結果、風車数とその音響パワーレベルから受音点までの最低セットバックがマトリックスで示され、その値は550mから1500mとなっている。詳細は下表の通りである。

表 2.2.4.4 陸上型風力発電プロジェクトに対して提案されたセットバック

風車数*	最短の風車ユニットまでの最低セットバック (m)			
	107dB**	105dB**	104dB**	102dB**
25	1500	1250	850	750
10	1200	1000	700	650
5	950	850	600	550

* 受音点からの半径がそれぞれ 3km、2km、1km 内の風車数(25 台、10 台、5 台)を参照。

** 定格出力の 95% で稼働する風車に対する A 特性音響パワーレベル値(基準値は 1pW)。

・ルウェー

風力発電施設の計画段階における騒音管理のための国レベルの新しいガイドラインが 2005 年に施行された[15]。その中には、風力発電施設を含む大部分の環境騒音源に対して、住居等の屋外における推奨値が示されている。騒音指標としては大部分で L_{den} が採用され、それぞれの推奨値は、国際的に見て、一般の人々の約 20-25% がアノイアンスを訴える程度のレベルに設定されている。

ここで、風力発電施設から発生する音に関連して、受音点が地形等によって風に影響される場所とされない場所で異なった推奨値が示されている。例えば、風の影響を受けない受音点(1年のうちの 30% よりも長い期間がシェルターされた状態になる受音点)では、風雑音によるマスキングが期待できないため、推奨値は 45dB、風の影響を受ける受音点では 50dB となっている。



図 2.2.4.1 風による影響を受けない(シェルター状態の)受音点のイメージ(文献[15]より抜粋)

参考文献

- [1] Mark Bastasch: Oregon's Wind Turbine Noise Regulations, 3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009).
- [2] Oregon Department of Environmental Quality: Oregon Administrative Rule Chapter 340 Division 35 Noise Control Regulations, http://arcweb.sos.state.or.us/rules/OARs_300/OAR_340/340_035.html (2010).
- [3] Minnesota Pollution Control Agency: A Guide to Noise Control in Minnesota -Acoustical

- Properties, Measurement, Analysis and Regulation(2008).
- [4] Murray county, Minnesota : MURRAY COUNTY WIND ENERGY ORDINANCE, <http://murray-countymn.com/php/pdfs/WindEnergyOrdinance.pdf>.
 - [5] K. Boopathi *et al.*: ASSESSMENT OF ACOUSTIC EMISSIONS OF A WIND TURBINE IN INDIA , 3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009).
 - [6] G. Madhusoodanan Pillai : The Noise Pollution (Regulation and Control) Rules, 2000, Standardising noise(2000).
 - [7] Ales Jiraska : Measurement and assessment of WT noise in the Czech Republic , 3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009).
 - [8] Environment Protection Authority: Wind Farms Environmental Noise Guidelines(2009).
 - [9] Technical Committee AV/5/6 Wind Turbine Generators for the Standards Council: NZS 6808:1998 Acoustics - The assessment and measurement of sound from wind turbine generators(1998).
 - [10] STANDARDS AUSTRALIA Committee EV-016 -Acoustic-Wind Turbine Generator Noise: Australian Standard Acoustics -Measurement, prediction and assessment of noise from wind turbine generators(2007).
 - [11] Malcolm Hunt and Lindsay Hannah: The Use of Noise Perception Index (NPI) For Setting Wind Farm Noise Limits , 3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009).
 - [12] Ontario Ministry of Environment : Noise Guidelines for Wind Farms Interpretation for Applying MOE NPC Publications to Wind Power Generation Facilities (2008).
 - [13] Ontario Ministry of Environment : Development of Noise Setbacks for Wind Farms -Requirements for Compliance with MOE Noise Limits(2009).
 - [14] International Organization for Standardization : ISO 9613-2:1996 Acoustics -Attenuation of sound during propagation outdoors -Part 2: General method of calculation(1996).
 - [15] Sigurd Solberg and Inge Hommedal: A critical look at the wind turbine noise regime in Norway , 3rd International Conference on Wind Turbine Noise (WTN 2009).

WTN 2009

1.論文タイトル等
Optimization of energy production of a large windfarm with noise constraints: a numerical toolkit
Andrea Bartolazzi, Michelangelo Mariani
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-11
2.概要
大規模なウインドファームを建設した際における効率的な騒音制御方法について検討している。風速条件を考慮しつつ、どの受音点をターゲットとして、いつ、どの風車をどのように制御すれば、効率的なエネルギー供給が得られるかの問題を解決するための計算手法開発した。周辺に200人以上の住民のいる80基の風車が設置されたウインドファームにおける、Matlabを用いた計算ツールキットを紹介している。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Case Study: Wind Turbine Noise in a small and quiet community in Finland
Carlo Di Napoli
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-9
2.概要
フィンランドの静穏な地域における風車騒音事例の紹介。1MWの風車から750mから1.3kmの距離の海岸沿いに避暑用の別荘と地元住民が暮らす区域があり、風車が始動した際、永住者ではなく別荘の住民から多くの苦情が寄せられた。強風時に風下側で、夜通しの測定が行われた。測定結果と音響伝搬のモデル化は、風車騒音が受音側測定点における音圧レベルに与えるあらゆる影響を評価するためには、特定の気象条件で測定されなければならないことを明らかにした。また、本報告では、更なる苦情に対する開発者自身のリスクを最小にするために、設計段階におけるウインドパークから発生する音の大きさを正確に予測する事の重要性を明らかにした。
3. 風車に関するポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・ナセル高さの風速が10m/s 以上のときに約40Hzの周波数でタワーの共振が発生し、タワーからはやかましいガダカタ音が発生した。 ・夜間測定時に、振幅変調された騒音が観測された。振幅変調された騒音の変動幅は12dB、振幅変調の強さの最大の変動幅は5.2dBであった。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): IECに定められた測定点、風車から530m地点 ・使用機器: ・騒音指標: LAeq,LAmax,LAmin ・測定時間: 10分間 ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind farm noise measurements and residual noise estimation by modeling
Roberto Ziliani
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-16
2.概要
風車騒音の特徴把握と、受音点における風車騒音の寄与度を評価することを目的として長期騒音測定がウインドファーム周辺の居住地域で行われた。この地域には尾根沿いに24基の風車が設置されている。A特性と周波数別の音圧レベルデータが風速、風向データと各風車の電力出力データとともに収集された。風車の音響パワーレベルはIEC61400-11に従って測定された。受音点における各風車からの騒音の寄与度は、計算され、関連する風速範囲における受音点での昼間と夜間の騒音レベルは国際的な騒音規準値と比較された。測定された騒音レベルからウインドファームによる騒音の寄与分を差し引くことにより、サイトの背景騒音レベルを算出した。
3. 風車に関するポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・A特性音圧レベルの測定は10分間のLeqとL50を算出している。 ・測定結果から、騒音レベルは風速の増加に伴って増加すること、測定点が風車の風下側に位置する場合と風上側に位置する場合の音圧レベルは同程度であることがわかった。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 近い風車から255-300m地点 ・使用機器: 音響分析器:B&K2260, マイクロフォンB&K4189+屋外用キット:B&K UA1404 ・騒音指標: LAeq, LA50 ・測定時間: 10分間 ・気象条件(風向/風速): ハブ高さの風速: 1~18m/s(風上、風下) ・その他:

1.論文タイトル等
An Alternative Approach to Explaining Wind Farm Noise to Community Groups
Paul Botha, Fraser Clark
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
21-23 Octber 2008
pp.1-3
2.概要
ニュージーランドにおいて、ウインドファームの建設に対する承認を得る際に、地域住民に騒音による影響に関して理解させるための新たな方法を検討した。いくつかの基本的な音響的概念について調査し、ニュージーランドで稼働している風力発電基地の周辺で騒音レベルを調査するDVDの作品を作成した。この作品は、提案されたウインドファームに近接した住民からの相談を引受けるとき、開発業者に用いられるツールとして想定された。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
A study of the seismic disturbance produced by the wind park near the gravitational wave detector GEO-600
Irene Fiori, Lara Giordano, Stephan Hild , Giovanni Losurdo , Emanuele Marchetti , Gillian Mayer and Federico Paoletti
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-25
2.概要
ウインドパークから放射される地震ノイズ(振動)の伝搬予測のための簡易計算モデルを開発し、重力波探知器を設置するにあたっての安全距離を計算した。計算の結果、2MWの9基の風車を有するウインドパークの設置にあたって、各々の風車から重力波探知器の設置された建物まで、6kmの「最低順守距離」を設定した。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Investigation into onshore noise emanating from piling operations during the construction phase of GunfleetSands offshore wind farm.
Martin Patrick Court and Andrew Rutson-Edwards
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-20
2.概要
沖合のウインドファームの建設段階における、杭打ち作業により発生する騒音の陸地側での調査結果の報告。杭打ち作業を開始したところ、住民から騒音の苦情が寄せられ、杭打ち作業による影響を把握するための長期にわたる研究、調査が行われた。住宅地域における対象以外の主な騒音源、気象条件による影響や空気吸収、水面・地表面による反射による内陸側への長距離伝搬についても言及している。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: サウンドレベルメータ: Norsonic 140 type1, Norsonic 131 type1、校正器: Norsonic 1251 ・騒音指標: LAeq ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Vibration and noise of a horizontal axis wind turbine
Maria GOLEC and Zdzislaw GOLEC
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-12
2.概要
<p>デンマークのBonus製とNordtank製風力発電所(定格出力:150kW)の音響振動試験の結果についての報告。音響試験は以下の項目について行われた。(1)タワーとナセルの自由振動試験、(2)レーザー振動計による空気ジェネレータによるタワーの振動測定、(3)高速度カメラによる風車のタービン羽根の回転シーケンスの記録、(4)Bonusタービンの近くの音響伝搬。高速度カメラで記録されたBonus製風車の羽根の回転に関する連続した分析結果によると、風向に従ってナセルが位置を変えるので、検討に用いた方法により得られた2次元の視覚情報では、羽根とナセルの振動変位を測定することはできないことがわかった。</p>
3. 風車に関するポイント
<p>・Bonus製風力発電所(ナセル高さ:30m、羽根の半径11.5m)の近くにおける騒音伝搬の研究では、風車からの半径15m、30m、および45mの円周上に45° 間隔に8つの測定点を配置して測定を行った。測定時、マイクロホンは地表面より0.6mおよび0.3mの高さに設置した。</p>
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 風車から半径15m,30m,45mの円周上に45° 間隔に設置 ・使用機器: 振動騒音解析装置SVAN912AE, 1/2インチマイクロフォン, SCO2-C4,校正器:KA10 ・騒音指標: 周波数分析(平坦特性)、F特性、A特性 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Effects of wind turbine noise on humans
Eja Pedersen
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-11
2.概要
スウェーデンで行われた2つの調査及びオランダで行われた調査について述べている。その地域の人の自己申告による広い意味での健康状況と、予測によって得られたdBAの値を比較している。オランダの調査は、風車のオーナーを除くと共に、風車の音だけに目がいかないように他のストレス調査も混ぜている。オランダの調査は外で過ごす時間が多い夏に調査されている。スウェーデンの1回目の調査結果では、35-40dBAから40-45dBAに向けて睡眠妨害の訴えの増加が激しい。オランダでは40-45dBAから45dBA以上へ向けて増加が激しい。スウェーデンの2回目の調査では、睡眠妨害ははっきりしなかった。スウェーデンの1回目とオランダの調査は平面地域であり、風車が見えるのでその影響があるのであろう。スウェーデンの2回目の調査ではアノイアンスも小さい。
3. 風車に関するポイント
35-40dBAと40-45dBAの間に自己申告の健康影響の増加ポイントがある。風車が見えることは良くないようである。

1.論文タイトル等
Seismic Effect on Residents from 3 MW Wind Tubines
H. H. Bakker, D. J. Benett, B. Rapley
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-13
2.概要
3km離れた住宅で振動のような感覚を受けるとの苦情に関する調査である。一本で3MWの大きな風車である。音と振動を同時計測している。風車と関係のない信号を丁寧に除去している。28Hzのピークレベルは人間の最小可聴値の下限に近い値である。この周波数の音を苦情者に聞かせるとこの音だという。結論として、この振動的な音が苦情者によって知覚されていると結論を出している。
3. 移動音源等に関するポイント
慎重な計測を行っているが、苦情者の苦情の時間と測定された時間・レベルの間に確実な対応関係があるかどうかはまだ信頼性が薄いと感じる。完全なブラインド実験にはないっていいように思われる。過去の実験でも、苦情者に聞かせるとこの音であると答えるが、現実に対応関係がないケースが多い。

1.論文タイトル等
The influence of natural ambient sounds on wind turbine noise
Karl Bolin, Mats E. Nilsson
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-6
2.概要
<p>植物体によるマスキング効果についての研究である。針葉樹と落葉樹によって発生する音を録音しマスキングとして用いた。風車騒音は400m離れた点の音を録音して用いた。被験者は10人である。ラウドネスとアノイアンスについて、自由な数字で大きさを判定する方法(free number magnitude estimation)で評価した。マスキングの値はA特性で、40, 44, 48dBであった。実験手順は複雑で詳細は不明である。はじめに交通騒音とピンクノイズを比較し、個人の心理物理関数を推定した。40dBAの植物音では、効果はほとんど無いが、44dBA、48dBAの植物音では風車の音のラウドネスを減少させる効果は大きい。ただし、風車騒音のレベルが植物音のレベルに近づくとその効果は小さくなる。アノイアンスについては、やはり効果はあるが、ラウドネスの減少効果に較べて小さく、40、44、48dBAと植物音が大きくなるに従ってその効果は減少している。</p>
3. 移動音源等に関するポイント
<p>風が吹くことによって植物体が発生する音は、風車騒音のラウドネスを大きく減少させ、アノイアンスもある程度小さくする。風が強くなると風車騒音は大きくなるが植物騒音も大きくなるので、結果として風が強いときの苦情が相対的には起きにくいことになる。</p>

1.論文タイトル等
An estimation method of the amplitude modulation in wind turbine noise for community response assessment
Seunghoon Lee (AeroAcustics and Noise Control Laboratory, Seoul National University)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-11
2.概要
風車騒音はレベルが小さくても、容易に知覚される。これは風車騒音の振幅変調特性と関係があると想定される。録音した風車騒音を用いて振幅変調を評定する現実的な方法を提案する。風車騒音の振幅変調の程度とアノイアンスの相関実験の結果、明確な相関が確認された。
3. 風車に関するポイント
風車騒音の環境影響評価には、レベルが小さくても知覚されやすいという特徴にも配慮が必要かもしれない。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 実験 ・使用機器: ・騒音指標: LAeq ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise
George F.Hessler Jr (Hessler Associates,Inc.)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-17
2.概要
最近、筆者は従来設備と発電所に適用可能な騒音影響評価方法について、Noise Control Engineeringに投稿した。これは、新設あるいは既存騒音源による環境騒音(暗騒音)からの増加分を基に評価する方法(NPI)で、長年の米国3州における成功体験に基づいている。NPIの指標は平穏で風のない状態における時間当たりの測定値を基にしているが、これを風車騒音に適用出来るか検討した。その結果、風車騒音の影響評価にも期待出来ることが明らかになった。
3. 風車に関するポイント
環境騒音(暗騒音)に対する風車騒音の増加分と、受音者の感じ方、地域社会の反応予想等から評価するNPI値は大変、参考になる。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 住居地域 ・使用機器: ・騒音指標: NPI指標: 増加音圧レベル(LAeqとLA90の差)の平均値, 環境騒音(BGN): LA90, 発生源: LAeqまたはLCeq, 純音: EPAレポートの配慮すべきロケーションで評価, 低周波音: LCeqとLA90の差が20dBを超える場合は評価 ・測定時間: NPI指標: 夫々の時間, 環境騒音: 168時間(7日), ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
The Use of Noise Perception Index (NPI) for Setting —Wind Farm Noise Limits—
Malcolm Hunt (Malcolm Hunt Associates)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-10
2.概要
<ul style="list-style-type: none"> ・NPIは対象音が環境騒音(暗騒音)を超える程度と受音者反応等に基づいた新しい騒音評価のツールである。 ・ニュージーランドはウインドファーム騒音の上限を住居地域で40dB(LAeq)としていた(1998年規格)が、条件によってはより小さい値が妥当と思われることがある。 ・風車騒音の伝搬予測値と環境騒音(暗騒音の測定値)から騒音限度値を決めるが、その際、NPI指標は参考になる。 ・風車騒音のニュージーランド規格(2009)は下記の通りである。いずれもLA90で評価している。 BGN>35dB→BGN+5dB、BGN=30-35dB→40dB、BGN+5dB(騒音配慮地域)、BGN<30dB→40dB、35dB(騒音配慮地域) ・風車騒音の限度値を35dB(LA90)より小さくすべきではないと言っている。
3. 風車に関するポイント
ニュージーランドの風車騒音の限度値は環境騒音(暗騒音)との関係で定められており、合理的と考える。なお、評価値はLA90を用いている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係):住居地域 ・使用機器: ・騒音指標:LA90 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Impact of Wind turbine noise in the Netherlands
Jan Jabben (RIVM)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-10
2.概要
<p>オランダ政府は具体的に風力発電の将来発電目標を示し、風車の新設可能エリア、住民に対する影響調査等をRIVMに委託している。ここでは、その途中経過を報告している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現状、風車の影響を440,000人の住民が受けており、このうち、1500人が厳しいアノイアンスを被っていると推定している。 ・この中の半数はLdenで30-40dBのところでは発生している。今後、新設による被害を増やさないためには推奨値を大きく定め過ぎないようにすべきである。 ・オランダ国土の風車設置可能なエリアはLdenで40dB→5%(1800km²)、Ldenで45dB→19%(4,320km²)、Ldenで50dB→38%(13,680km²)、である。 ・2011年目標(2GW)達成は、Ldenが40dBエリア、2020年目標(6GW)達成はLdenが45dBエリアで対応出来る。 ・Ldenが40dB以下の場合、ひどいアノイアンス、健康影響は発生しないが、Ldenが45dBを超えるとアノイアンス、睡眠影響、健康影響が増えるものと予想している。
3. 風車に関するポイント
具体的な将来風車発電目標に対する、騒音等の影響について総合的な検討を始めている。なお、評価値はLdenを採用している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係):住居地域(屋外) ・使用機器: ・騒音指標:Lden ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
A critical look at the wind turbine noise regime in Norway
Sigurd Solberg (Kilde Akustikk)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-6
2.概要
<p>・ノルウェーは風車騒音の評価値にLdenを採用している。吹きさらしの受音場所はLden:50dB(Lref:45dB)、風の弱い窪地などは45dB(Lref:40dB)を推奨している。但し、Lrefは風速:8m/s(高さ10m)、負荷:80%の値で、Lden=Lref+5dBの関係がある。</p> <p>・実際の運用に当っては、風の当る、当たらないを評価する方法が明確でない。</p> <p>・すべての住居地域でLden:45dBが示されるべきであるが、このことについて明示されていない。</p> <p>・予測計算は主に風下伝搬を想定しているため、風上伝搬についても検討要求をしている。このことが、返って評価を甘くしているように見える。筆者は事業主に対しては風下のみでの検討で評価するようアドバイスしている。筆者は制度の不備を訴えているように思える。</p>
3. 風車に関するポイント
受音側で風の当る場所と、そうでない場所で推奨値を変えているのは興味深い。予測計算は風下、風上両方の状態を想定して伝搬検討を行なうことになっている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係):住居地域屋外(ウインドシェルタ部に民家が位置する場合とそうでない場合を区別している) ・使用機器: ・騒音指標:Lden ・測定時間: ・気象条件(風向/風速):現状、風下、風上、両方で検討。筆者は風下で評価を推奨している。 ・その他:

1.論文タイトル等
Oregons Wind Turbine Noise Regulations
Mark Bastasch
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-6
2.概要
<p>オレゴン州の騒音規制が2004年申請のプロジェクトから、下記2項目の要求を満たすよう改訂された。</p> <p>(1)騒音悪化証明:風車プロジェクトにより発生する騒音が、一般居住地にて環境騒音(暗騒音)をL50で10dB以上、あるいは36dBを超えないことを示す。</p> <p>(2)表8の証明:プロジェクトによる最大の騒音が、すべての居住地においてL50値で50dBを超えないことを示す。この改訂は効果的な風力開発に伴い、フレキシビリティを持たせたものである。</p>
3. 風車に関するポイント
評価値としてL50を採用している。風車騒音は産業・商業騒音の許容限度で規制している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係):住居地域 ・使用機器: ・騒音指標:L50 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind Turbine Noise in the United States: The Environmental Speed Limit vs. Worst Case Noise Analyses
Tim Casey (HDR Engineering, Inc.)
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-6
2.概要
アメリカは大部分の州で騒音規定が風車に対応していないため、しばしば論争になる。NEPAは最悪の場合を想定した検討ではなく、代表的な運転状態についてのみ、環境影響評価を要求している。環境騒音規定が風車に適用されるまでは、事業主(ディベロッパ)とコンサルタントが、敷地計画と認可の目的のために、環境保護の制限速度と最悪の場合の騒音検討のバランスの上に成り立っている。
3. 風車に関するポイント
アメリカの大部分の州では騒音規定に風車騒音まで言及していない。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Recent developments in assessment guidelines for sound from wind power projects in Ontario, Canada, with a comparison to acoustic audit results
Brian Howe and Nick McCabeb
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-8(9)
2. 概要
<p>カナダ・オンタリオ州の風力発電の騒音評価に関する先進的なガイドラインについて、その特徴と課題、改良の経過を紹介している。また、風車の騒音問題に関する市民の認識と圧力も紹介している。これらを踏まえて、現在審理中の新法の課題を指摘している。</p> <p>現行のガイドラインは、IEC61400-11を採用し、ISO9613を用いて、風車を設置する際の住宅地からの後退距離を割り出している。しかし、音量の予測値と実際の計測値との誤差や、評価者による実務のバラツキ(wind sheerの設定方法等)などから、離隔距離の算定結果にもバラツキが生じる等の課題があり、改善を重ねてきた。新しいガイドラインでは、風力発電の推進のために認可手続きの簡素化を意図し、離隔距離が固定化される見通しであるが、周辺の複数の風車の相乗効果が考慮されていないため実際には現在よりも騒音は大きくなる可能性があることや、業者が風車騒音の低減に関する努力を行わなくなる恐れ、そして政府の自然エネルギーの到達目標に悪影響をもたらすなどの課題があることを著者は指摘している。</p> <p>なお、現行ガイドラインの課題の1つ、予測値と実際の計測値の誤差については、具体的なデータを紹介しながら考察している。</p>
3. 風車に関するポイント
5基の風車から1000mの距離に住む住民から苦情が強まり操業停止になっている発電所があるほか、400～600mの範囲に住む住民からの苦情がメディアに採り上げられ、議論が起こっている。ガイドラインの中では、音が自然の中で違和感を与える場合には5dBのペナルティを与えているが、離隔距離については議論の最中である。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: L90 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): 平均的な夏の夜間の風速分布を適用 ・その他:

1.論文タイトル等
Sound Emission and Sound Propagation for Wind Turbines in Forest Terrains
Martin Almgren, Stephan Schönfeld and Josefin Grönlund
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-13
2. 概要
<p>森林地形にある風力発電機の騒音の特性を調査した。</p> <p>①森林地形にある風力発電機の騒音は、広々とした野原と比較して、音圧レベルが高いという結果を得た。反響の影響と、森の中では高度に伴って気温が上昇する可能性との、2つの解釈を提示している(乱気流やウィンドシアが原因であるとは見いだせなかった)。</p> <p>②風車の音源を試算し、分散型音源よりもハブ高さの点音源のほうが精度が高いという結果を得た。IEC61400-11は、地上10mの風速に基づいているが、ハブ高さの風速に変更するべきだと指摘している。</p>
3. 風車に関するポイント
予測ではNord2000を使用している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 風下150m、330m、520m、風上125m ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): 地上7mで0.5 m/s以下 ・その他:

1.論文タイトル等
ASSESSMENT OF ACOUSTIC EMISSIONS OF A WIND TURBINE IN INDIA
K. Boopathi, Deepa Kurup, R. Katyal, R&D, Dr. S. Gomathinayagam
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-15
2. 概要
インドでは1990年代から風力の開発が始まり、この2、3年で急速に風力発電施設が増加している。本論文ではインドの風力発電所における騒音の評価結果をまとめている。インドの「住宅地向け騒音公害規則」では、日中55dB(A)、夜間45dB(A)の規定値を定めているが、測定対象の風力発電施設の音圧レベルは51～55dB(A)であった。
3. 風車に関するポイント
2999.99Hzに存在するピークは、機械部品(おそらくギアボックス)から発生している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): IEC61400-11に基づく距離 ・使用機器: 厚さ12mm直径1mの合板上のマイク、直径95mmの風防スクリーン ・騒音指標: LAeq ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): 地上10mで4～12m/s以下 ・その他:

1.論文タイトル等
A Comparison of Background Noise Levels Collected at the Portland Wind Energy Project in Victoria, Australia
Christophe Delaire and Daniel Walsh
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-49
2. 概要
オーストラリア・ヴィクトリア州では、風車騒音の評価に「ニュージーランド標準」を使っている。この標準は、風力発電所の稼動前に近隣の住宅地で暗騒音の調査を行うことを義務付けている。本論文は、この標準に則って開発業者が実施した、ポートランド風力発電所の暗騒音調査に関して、結果の概要を示し、考察を加えている。その結果、暗騒音について、①季節変動の明らかな傾向はみられなかった、②風速分布について一部のデータ・ポイントの不足によって適合する回帰曲線を得られないことがあった。ここから、重要な風速6～10m/sの範囲の暗騒音レベルの回帰曲線を得るためには、この風速範囲の上と下についてもかなりの量のデータを集めることが重要だと指摘している。
3. 風車に関するポイント
風車騒音は暗騒音レベルに5dBを加えた値か、または40dBを遵守しなければならない。したがって暗騒音の状態をより正確に把握することが重要となっている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 風力発電所の近隣の住宅地および発電所区域 ・使用機器: ・騒音指標: LA95 ・測定時間: 10分間(10～14日間) ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
National Wind Technology Center Current and Past Testing Activities for Small Wind Turbines
Arlinda Huskey and Jeroen van Dam
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-9
2. 概要
<p>小型風力発電機(ハブ高さ18~30m程度)の騒音の評価方法は確立されておらず、米・国立風力技術センター(NREL)ではIEC基準を準用した独自の基準にもとづいて測定活動を行ってきた。</p> <p>近年、米・風力エネルギー協会(AWEA)と英・風力エネルギー協会(BWEA)がそれぞれ小型風車の騒音評価基準の草案を発表しており、それら2つの方法論と、さらに独自基準(NREL)の方法論にもとづいて測定を行い、その結果を比較した。AWEA(地上10m高さで風速9.8m/s時)の評価する音のレベルの方が、一般的に、BWEAのレベル(ローター中心部で風速8m/s時)よりも大きくなる。</p>
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): BWEAでは、ダイナミックなヨーの動きのために、所定のマイク位置についてはより広い範囲の風向きが承認されている ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Measurement and assessment of WT noise in the Czech Republic
Ales Jiraska
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-21
2. 概要
<p>チェコでは、風車騒音の伝搬の測定の際に、最も近い民家を測定ポジションに加える。本論文では、この方法で測定した4つの地域の風車騒音の評価結果を報告している。</p> <p>①どの地域においても風車騒音は夜間の制限値を上回ることはなく、低周波騒音もごくわずかであった。</p> <p>②冬には地表吸収が低くなるため、住民は冬に風車騒音の苦情を訴えた。</p> <p>③地形と気象の条件が、実際の測定データと理論上のデータの差異を生むことがある。特に、風車と測定地点との間に斜面があるような丘陵地帯で差異が生じた。ISO 9613-2は、地形が複雑なときには実際の騒音の値を保証しないとされている。</p>
3. 風車に関するポイント
<p>日中LAeq,8h = 50dB、夜間LAeq,1h = 40dBが基準とされている。今のところ低周波騒音が問題であるとは解明できていないが、唯一、変速機(発電機のシャフト)の取り付けの不具合は例外として挙げられる。</p>
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: BK2250、2260、2270、主要な風防スクリーン ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
The next version of the IEC 61400-11 measurement method
Søndergaard Bo, DELTA
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg Denmark 17 - 19 June 2009
pp.1-9
2. 概要
<p>改訂中のIEC基準について、主要な変更点を解説し、分析している。 主要な変更点の一部は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・回帰分析からグループ化分析へ。グループのサイズは風速1m/sから0.5m/s幅に ・測定時の平均化時間は60秒から10秒に ・参照風速はハブ高さに ・すべてのスペクトルが分析に用いられる ・小型風力発電機のための別章を設ける
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind Turbine Noise Diagnostics
Werner Richarz, Harrison Richarz
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-12
2.概要
風車の特徴を考慮しながら騒音発生機構を一致させた簡易音源モデルを提案している。ロータ径の80%の位置に点音源を配置している。このモデルを用いて、各ロータ翼が下向きの動きをする間に広帯域騒音が周期的に放射されることを示唆した。音源の動きと指向性が観測される広帯域騒音のパターンに影響されることを示す一方、ロータとタワーの相互作用があまり重要でないと指摘した。予測された振幅変調は1dBから6dBまでの範囲であると結論づけた。
3. 風車に関するポイント
風車騒音の発生機構が簡易音源モデルで説明できることを示した。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Practical effects of atypical divided rotor blades on aerodynamic noise: a glimpse on future prospects for wind farms and micro turbines
Emmanuel Gadaix
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-27
2.概要
不規則に分けられたロータ翼に基づいた革新的な風車設計を紹介している。従来の設計よる風車に比べて乱れが非常に小さく、風洞やフィールドテストでは、この不規則な設計が特に騒音に関して伝統的な風車の特性と異なっていると述べた。
3. 風車に関するポイント
新規の風車設計を紹介し、風洞およびフィールドテストによって従来の風車特性と異なると記述されているが、実際のデータは未提示である。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind Tunnel Testing of Microphone Windscreen Performance –Applied to Field Measurements of Wind Turbines
David M. Hessler, P.E., INCE
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17–19 June 2009
pp.1–14
2.概要
自然に吹く風による音が実際の騒音レベルを上昇させたり下降させたりするかどうか、またマイクロホンを通り抜ける風が自身で擬似信号を生成するのかどうかを調査するために、静音型風洞を用いて様々なウインドスクリーンを試験している。その結果、風はすべてのウインドスクリーンによって相当の擬似信号を発生させ、ウインドスクリーンによってその性状が異なることを示した。10m/s程度の風では低周波数の騒音のみが発生しA特性レベルには影響しないが、C特性レベルには影響が大きいと指摘した上で、風車が低周波音の音源であると広くかつ誤って理解されている原因の一つと主張している。
3. 風車に関するポイント
風車騒音と関連づけているが風雑音の発生とウインドスクリーンによる除去に係る内容である。単独風車からの騒音測定を実施しているが、主眼はウインドスクリーンによる風雑音除去である。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 300m点と5km点(風車騒音から隔離されている点) ・使用機器: 175mmのウインドウクリーンとマイクロホン ・騒音指標: ・測定時間: 1日 ・気象条件(風向/風速): ハブ高さで13m/s、地上1mで6m/s ・その他: 大豆畑で測定

1.論文タイトル等
The Parabolic Microphone for Directional Measurements on Wind Turbines
Lars Enggaard
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17–19 June 2009
pp.1–8
2.概要
DELTA社が開発した大型反射板と指向性マイクロホンを組み合わせたパラボラマイクロホンを紹介し、その諸特性を示している。
3. 風車に関するポイント
このマイクロホンシステムで風車翼部分からの騒音を計測でき、その特性の違いに関する情報が得られるとし、併せて異なる翼設計による騒音特性の比較も可能と指摘している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Objective calculation of tonal penalty and its implementation in sound level meters and PC software
Thorvald Wetlesen, Ole-Herman Bjor, Igor Nikolić and Svein Arne Nordby
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-9
2.概要
風車からの騒音放射の測定と解析で純音補正が必要であることに着眼し、ISO1996-2、DIN 45681 (ドイツ)およびIEC61400-11に規定された純音評価の違いを記述し、それが騒音計とPCソフトでどのように実行されるのかを記述している。
3. 風車に関するポイント
風車騒音に対する純音補正に関連する。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Monitoring, Analyzing, and Adjusting Wind Turbine Systems
Daryoush Allaei and Dave Tarnowski
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-10
2.概要
QRDC社が開発した風車の監視・分析・調整システム(MAATS)の宣伝であり、当該システムの特徴を述べている。騒音振動に係る記述はわずかであるが、騒音振動を監視することで風車運転の状態を把握できると考え、それによって風車運転のコストが低減できるとしている。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Comparison of Wind Turbine Manufacturers' Noise Data for Use in Wind Farm Assessments
Sylvia Broneske
Third International Meeting on Wind Turbine Noise
Aalborg, Denmark 17-19 June 2009
pp.1-10
2.概要
風車製造メーカーから提供される騒音に係るデータ(音響パワーレベル)はその測定(あるいは推定)方法が個々に異なるため単純に比較できず、測定の不確かさを含む完全な報告が望まれる。特に、IEC TS 61400-14(不確かさを含む)にそった騒音レベルと標準偏差が提供されることが良いと指摘している。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

Inter-noise 2009

1.論文タイトル等
Perception and environmental impact of wind turbine noise
Kerstin Persson Waye
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
<p>影響の主なものは、騒音と視覚的なものである。計画段階で公平な形での住民の参加があると問題が少ない。オランダ・ドイツ・デンマークの調査によると、騒音レベルとアノイアンスの相関は強くない。その後のデンマークの調査では、見える角度・影の検出・景色に対する態度が騒音のアノイアンスの評価に影響をしている。風車の音に対してバックグラウンドノイズが10dB大きければマスキングすることが出来る。30-35dBAでは非常に悩まされることは少ないが、35-40dBAになると非常に悩まされる%が増える。シュツという音に対する反応が強い。見えることが騒音のアノイアンスを増すことに大きな役割を果たしている。調査したデータに対して騒音レベルは、風速8m/sで風下の条件で計算して苦情等と対応させた。40-45dBAに上がると屋外でのアノイアンスが急激に上昇している。屋外で音に気がつくのは30-35dBAでも50%以上ある。スウェーデンの調査である起伏のある地域の苦情が平坦地域に比べて大きい。北欧では建物の遮音量が大きいので、風車の問題は主に屋外である。特にレクリエーション地域ではこのことは重要である。都会者は静かなところを求めるので、もともとそこに住んでいた人に比べて、敏感である。調査結果の中での自己申告による体の状態であるが、騒音レベルと関連がある。睡眠妨害については、スウェーデンの初めの調査及びオランダの調査では関連があるとの結果であったが、スウェーデンのその後の調査では関連が見られなかった。アノイアンスは、騒音曝露と健康との間を結ぶファクターである。</p>
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): 風速8m/sでの騒音の予測値をいろいろのデータの突き合わせに使っている。 ・その他:

1.論文タイトル等
Measuring noise in high wind speeds: Evaluating the performance of wnd shields
Eoin King, John Maphon, Henry Rice
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
<p>ウインドスクリーンに関する研究報告。必要なデータを漏らさないために少なくとも1週間連続的に測定すべきである。無響室でファンによって風を起こして計測した結果、A特性での値では高周波域の方がウインドスクリーンの有無による差が大きくなっている。</p>
3. 風車に関するポイント
<p>風速が早い場合はバックグラウンドノイズに風車の音が隠れてしまうが、風速が遅いとバックグラウンドノイズが小さく目立ちやすい。修正係数を利用することで風速が早い場合にも計測が可能である。A特性である上に、周波数範囲が広く低周波音部分については不明確である。</p>
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間:最低でも連続で一週間 ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise
George F. Hessler Jr
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
既設の施設と発電所を対象とした騒音の影響評価手順として作成されたNoise Perception Index (NPI指標)について、風力発電施設への応用について述べている。本手法では、風車設置に伴う騒音の増加量の大きさから、影響の度合いを予測している。
3. 風車に関するポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・1時間ごとの暗騒音(LA90)の1日あたりの最小値と、予想される風車からの発生音の大きさ(L_{eq})と風車の稼働時間をもとに、風車の稼働に伴う1日あたりの暗騒音に対する騒音の増加分を計算する。 ・NPI指標の大きさにより、風車騒音の知覚され易さ、ひいては風車設置による社会反応の程度を予測している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 風車より300m, 600m地点 ・使用機器: ・騒音指標: LA90 ・測定時間: 10分間 ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind Turbine Acoustic Activities at the National Renewable Energy Laboratory
Arinda Huskey, Patric Moriarty and Eric Simley
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
本報告は、National Renewable Energy Laboratory (NRWL) のこれまでと最近の風車音に関する研究成果について述べたものである。
3. 風車に関するポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・7種類の小型風車についてのIECに基づく風速別パワーレベル測定結果の報告。 ・風車からの発生音の周波数特性の予測と実測の比較、ローターからの発生音の予測、32本のマイクロホンアレーを用いた実測結果と予測との比較などが示されている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: 10秒間 ・気象条件(風向/風速): ・その他: 屋外測定は基本的にはIECの測定方法に準じて測定

1.論文タイトル等
Measurement and analysis of wind-induced background noise levels for wind turbine generator impact assessment
Paul R. Donavan
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
風力発電所の予定地で地上50mの風速(1時間平均)と環境騒音(1時間のLAeq、L50、L90)の測定を行った結果から風速と環境騒音の関係が述べられている。風雑音は風速と6乗の関係になっていることが示された。風速毎に風車騒音と風雑音の予測計算を行い、双方を考慮したアセスメントの手法が述べられている。
3. 風車に関するポイント
風力発電機(1~3MWの8機種)の風速に対するパワーレベルのデータが示されている。風速毎の風力発電機と風雑音の予測計算結果を用いて、場合によってはカットイン風速を変更して運用すると基準値以下となる等の例が述べられている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 人間の活動から離れた場所、マイク高さ1.5~4m ・使用機器: Larson-Davis 812 or 820 ・騒音指標: LAeq,1h、1時間のL50とL90 ・測定時間: 2日~7日間の自動測定 ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind-induced pseudo-noise and leaf-rattle noise
Paul Schomer and Geoffrey Beck
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
国立公園内での暗騒音の測定により、ウィンドスクリーン使用時の風雑音(1/3オクターブバンドレベル)と風速の関係を整理した結果が述べられている。また、木の近くの測定点での葉音の測定結果も述べられている。
3. 風車に関するポイント
風車とは直接関連しないが、風車音測定の際に重要な風雑音の実測例が示されている。1件目の論文の関連研究。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Measuring background noise with an attended, mobile survey during nights with stable atmospheric conditions
Clifford P. Schneider
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
風力発電施設設置前の暗騒音の調査に関して、夜間で安定した大気の状態での暗騒音の測定結果が述べられている。地上の風速が2m/s以下でもハブ高さ80mでの風速が4m/s以上の場合は「cut-in」風速を超えているので、発電が開始される。このため、地上の暗騒音は小さいが、風車音は発生する。このケースを「worst-case」として暗騒音の測定結果を示している。
3. 風車に関するポイント
風車設置前のアセスメントの段階の暗騒音調査についての報告。気象条件(stable condition)での暗騒音の測定を行っている。また、ハブ高さの風速状態についても考慮して検討を行っている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Nuisance noise and the defense of a wind farm
Robert D. O'Neal, Richard M Lampeter (Epsilon Associates,Inc.)
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
過去数年間で風車騒音について多く起訴がある。これらの中で最も有名なケースは、テキサス・アビリーンのホース・ホーロー・ウインド・ファーム周辺の地主グループがFPLエナジー（最大の風力発電事業主）を訴えたものである。詳細に調査が行なわれた結果、12名の陪審員は問題ないとの判決を下した。ここで、11名の原告住居の風車との距離は518～4328mである。 風車はGE製、1.5MW、風速9m/s以上でパワーレベル104dBA(±2dBA)、風速が9m/sを超えればレベルはさほど増えない。
3. 風車に関するポイント
風速が9m/sを超えると騒音はさほど大きくならない。評価は屋外夜間 EPAのLdn: 45dBとWHOの45dBA (Leq)の両方を用いている。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 住居地域屋外 ・使用機器: ・騒音指標: Leq, Ldn いずれもA特性補正 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind farms and noise
Ramani Ramakrishnan (Department of Architectural Science Ryerson University)
Inter-noise 2009 in Ottawa, 2009 August 23-26
2.概要
オンタリオ環境省は、風車と騒音について包括的に再調査を行なった。この中には、世界の論文、騒音政策、気象影響についての文献、騒音レベル・ウインドファームの騒音特性・人の反応についてのアセス手順を含んでいる。ここではその概要を紹介している。評価値はLAeq、LA90などである。厳しい限度値は35～36dBである。アメリカの多くの州は50dBあるいは、それ以上を許容している。オンタリオ州のアセス制限値は風速(4～11m/s)毎に決められている。Rural: 40～53dB, Urban: 45～53dB。600kW風車下で超低周波音を計測した例もある。70dBGで許容レベル85dBGより十分小さいとしている。
3. 風車に関するポイント
アメリカの許容値は50dB、あるいはそれ以上で大きめである。超低周波音は問題ない。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): 住居地域屋外 ・使用機器: ・騒音指標: LAeq, LA90 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

Euronoise 2009

1.論文タイトル等
Exposure-response relationships for annoyance by wind turbine noise: a comparison with other stationary sources
Sabine A. Janssen, Henk Vos, Arno R. Eisses, Eja Pedersen
Euronoise 2009
2.概要
スウェーデンおよびオランダの調査結果を基に、風車騒音とその推定されるパーセント・アノイド居住者数との関係を検討した。個別の状況因子については、風車による便益を受けているか、および住居から風車が見えるか、の2つが特に影響の大きい因子である。ただし、年齢および感度については、他の騒音源によるアノイアンス研究と類似の結果だった。曝露-反応関係については、産業騒音でのものと比較してLdenで40dBを超えるとパーセントアノイドは急速に高くなる。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: Lden - パーセントアノイド ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Why is wind turbine noise noisier than other noise?
Frits van den Berg
Euronoise 2009
2.概要
風車騒音の特性に関するエビデンスをレビューする。同一レベルでも風車騒音は他の騒音源と比べてアノイアンスが高い。これは音響的には、風車に特有の騒音の日変動と、回転によるレベルの急激な変動の為かも知れない。また、視界に入ること、および受益/被害の認識とも関係している可能性がある。賛成者は昼について述べ、他の騒音源と変わらないと言い、反対者は夜について語り、目立つと主張する。別々の物理条件から、異なる態度が起こっている。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind turbine noise in the Netherlands: a modelling and monitoring approach.
Eric Schreurs, Jan Jabben, Edwin Verheijen
Euronoise 2009
2.概要
産業騒音の伝搬モデルと風車用の音源モデルとから風車騒音モデルを開発した。発電パワーと昼夜別の平均風速を与えて、1,800の風車情報から、オランダのノイズマップを作成し、騒音影響を分析した。現在オランダで、10万戸以上が風車からのLdenで30dB(A)以上の騒音を被っており、その内、1,500戸はsevereなアノイアンスを被っていると見積もられた。この戸数は、道路交通騒音のseverely annoyedに比べて少ない。典型的な風車の音響パワースペクトルを用い、Harmonoiseモデルで推計した結果、800m地点での低周波数域はISOの感覚閾値より小さく、この場合のLdenが屋外で40dBであるため、健康影響も無いだろうと予想された。500m地点では100Hz辺りで閾値を超え(この場合のLdenが45dB)、アノイアンス、睡眠妨害や健康被害につながる可能性が指摘された。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Comparing the regulatory constraints imposed on wind farm developments in the UK (particularly Scotland) with those commonly used and proposed in Australia and New Zealand and commenting on the potential economic cost of these constraints with respect to the energy producing potential of future developments
Matthew J. Harrison
Euronoise 2009
2.概要
スコットランドおよびUKでは10年以上続いた規格に従って、風車騒音がアセスされている。最近のオーストラリアのガイドラインをレビューし、仮に英国でこの類似の基準を採用したならどうなるのかを検討した。もし、LAeqという指標を採用した場合には、潜在的に現在のアセスメント基準が2dB厳しくなるだろう(若干異なるこのアセスメント方法によって、同様の背景騒音をもたらすことを前提にしている)。設置に必要な土地とともにバッファ面積も必要となると想定すれば、2dBという比較的小さな基準の変更が面積当たりの発電量に大きく影響を与えるかも知れない。明らかに、ウインドファーム周辺の影響を受ける土地は十分に処置されておらず、また、基準を変更することに伴い増加するバッファゾーンが経済的影響、特に、インフラ整備のコストがどうなるか、はウインドファームのロケーションに関係してくることだろう。田舎にはより多くの設置が予想されるが、ここでは、比較的小さな基準の変更がもたらす経済的インパクトは特に重大なものとなる。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Investigation of day-/nighttime differences in sound emissions of high wind energy systems
Oliver Bunk
Euronoise 2009
2.概要
<p>風車の羽根は種々の風条件に曝される。昼間はローター全体がプラント層内にあるが、夜間はこの層は降下して、風車は一部エクマン層に入る。この層にはしばしば高度に依存した風向シアーがある。夜間には異なる風が羽根に当たるので、昼間よりも大きな騒音発生となる場合がある。風のturbulenceに関しては、逆に、夜間しばしば弱く、騒音発生も少なくなる可能性がある。</p> <p>昼間と夜間での違い:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 夜間の方が風プロファイルに大きなばらつきがあった。 2. 本文で述べた音響パワーが増加した夜の風プロファイルは、非典型的なもので、高度とともに幾分下がっていた。測定した日以外には全く起こらなかった。 3. turbulenceは昼に比べて夜間には少ない;しかし夜間測定で2回だけ、80m高さでturbulenceが一番強く、これは他のすべての測定とはかけ離れたものだった。 4. 夜間の音響パワーレベルは昼間の低風速時よりも幾分低い。測定レンジの高い方では、ほとんど同一の音響パワーレベルであった。しかし、大きな違いはない。 <p>結論としての3つ要点:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 夜間測定では一般に昼間よりも音響パワーが高いことはない。 2. 一度だけ起こった(昼間よりも)大きな音響パワーレベルの原因については調べたが何も得られなかった。 3. 著者らのコンサルティング会社の見解によれば、風車のこの音響放射は昼間に代表的な方法で測定される可能性がある。
3. 風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Wind turbine sound – how often is it heard by residents living nearby?
Eja Pedersen, Kerstin Persson Waye
Euronoise 2009
2.概要
<p>風車の騒音は風速によって変わるので、一般には標準条件、10m高さで風速8m/sのdownwindを使用して受音レベルを議論している。本来なら「環境影響評価」に含まれるべき、より総合的な音の記述が必要である。本研究の目的は、音が聞こえる頻度の測定が可能か、また、その頻度と標準化した受音レベルあるいは風車の動作とを関連づけることができるか、を調査することである。風車地域3箇所の24人に3週間、屋内および屋外にいて、聞こえた時に日誌を付けてもらった。聞こえたのは、屋外に居た時間の0から100%に亘っており、大きく違っていた。この率は距離等で標準化した受音レベルが大きくなると、高くなった。2つの地域においては、一番近い風車のデータを得ることが出来た。その音は5m/s以上の風速では、低い時に比べて、より容易に聞くことが出来たが、さらに風速が上がると聞こえにくくなるというようなことはなかった。この音が聞こえる確率は風車の発電と一番密接に関係していた。</p>
3. 風車に関するポイント
<p>今回、高風速時にマスキング効果が見られなかったことから、現在の標準化風速8m/sが地形等によっては騒音のワーストケースではない、という疑いがある。聞こえと標準化(換算)騒音レベルとは弱い正の相関があった($R^2=0.32$)。ロータ回転数および発電電力とハブ高さ風速との間には明確な関係(カーブ)があった(600kWと1.5MW風車)。</p>
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

国際会議以外の文献等

1.論文タイトル等
Wind Turbine Sound and Health Effects –An Expert Panel Review
W. David Colby, Robert Dabie, Geoff Leventhall, David M. Lipscomb, Robert J. McCunney, Michel T. Seilo, Bo Søndergaard
2.概要
<p>米国とカナダの風力エネルギー協会(AWEAとCanWEA)は、2009年の初めに発電用風車による健康影響の問題について得られている最新の文献調査を実施するために、科学的勧告委員会を設置した。この学際的な委員会は、米国、カナダ、デンマークそして英国の医師、聴覚学者、音響専門家で構成された。この委員会の目的は、立法者、規制者そして発電用風車音に関する相反する情報を理解したい人々に対して信頼できる参考資料を提供することであった。</p> <p>この委員会は、音と健康影響ならびに発電用風車に伴って発生する音に関する多数のピアレビューされた文献についての広範な再検討、分析そして議論を行い、様々な視点から発電用風車の音への曝露による妥当と考えられる生物学的な影響を評価した。</p> <p>最新の知識に関する再検討、分析そして議論の後に、この委員会は次の結論に関する合意に至った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用風車によって放射される可聴あるいは可聴以下の音が直接的で有害な生理学的影響を有するという証拠はない。 ・ 発電用風車から地盤中を伝搬する振動はあまりに弱く、人によって知覚されたり、人に影響を及ぼしたりしない。 ・ 発電用風車によって放射される音は特有ではない。その音の大きさや周波数、そして労働条件下での騒音曝露に関する委員会の経験(知識)に基づけば、発電用風車からの音が直接的で有害な健康影響を有することを信じるに足る理由は見当たらない。
3. 風車に関するポイント
<p>本報告書は、7名の専門家によるレビューである。風車音(振動を含む)と健康影響について、最新の科学的な知見に基づいて医学面からも十分に検討を行っている点で注目される内容である。ただし、音が聞こえることによる心理影響についてはあまり述べられていない。</p>
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間:最低でも連続で一週間 ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Guidelines for selecting wind turbine sites
Kamperman G.W. and R. R. James
Sound and Vibration: 8-12. July, 2009
2.概要
風力発電施設から発せられる音によって周辺住民から苦情が発生し、健康影響に関する懸念もあるという観点から、産業規模の風車からの音響放射に対する安全な限度を確立するために付加的な規制が必要かどうかを、欧州、カナダ、米国に設置された風力発電施設に対して実施された騒音に関する数多くの研究のレビューを通じて検討している。A特性による値だけで風車音を規制することが不適切であると述べ、A特性では考慮されない低周波数成分を取り上げるためにC特性を併用し、その値による限度を追加することを提案している。
3. 風車に関するポイント
風車から発せられる低周波成分を考慮するために、C特性によるレベルを提案している。
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: LCeq, LA90 ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): ・その他:

1.論文タイトル等
Environmental Protection, Law and Policy (2nd.ed.2007)
Jane Holder & Maria Lee
2.概要
風力発電事業にかかる、中央政府、地方政府の役割、環境影響評価、紛争、不服申し立て等について述べられている。
風車に関するポイント
4. 特記事項(測定方法について)
<ul style="list-style-type: none"> ・測定場所(風車との位置関係): ・使用機器: ・騒音指標: ・測定時間: ・気象条件(風向/風速): 風速8m/sでの騒音の予測値をいろいろのデータの突き合わせに使っている。 ・その他: