

ジャパン・リニューアブル・エナジー 株式会社 様

南房総市千倉町大川

宇山靖政

風車建設に関する質問

貴社におかれましては、房総半島の千倉地区での風力発電設備（以後、風車）の設置に向けて、様々な準備を進められているところだと思います。

風車に関して、賛成する人もいれば、反対する人もいます。風車の耐用年数が20年と言われているので、風車が立ってしまってからでは、問題が起こっても、簡単には（20年くらいは）取り壊せないし、建設するときに破壊した山肌や地形が元に戻るまでには、さらに長い年月が必要となります。

建設前には、十分な調査研究をすることが必要だし、様々な観点からの検討や議論が必要だと考えます。貴社も住民向けの説明会を開催するとは思いますが、時間が限られた説明会では問題点を十分に検討することはできないと考えます。

私（千倉町大川の宇山李兵衛）もいろいろ調べてみました。また、地元の方々とも相談して、疑問点を整理しました。以下に記載する疑問点に対する回答をもらえたならば、印刷して住民の方に配布し再確認と問題点の整理をしてから、説明会に参加できるようにしたいと思っていますので、

全ての項目に関して、しっかりととした回答をお願いします。

検討に時間が必要ですので、遅くとも説明会の1年前には回答して下さい。

住民の中には子供たちもいます、数学や物理学やコンピュータが苦手な人もいると思います。

これらの人たちも、時間をかけて学習すれば理解できるようになります。特に、子供たちが問題意識を持って学習すれば、大人の10倍から100倍のスピードで物を理解し覚えることが出来ます。

貴社は、誠意を持って回答を準備してくれると思っています。回答を読む人たちが、どのような本を学習すれば、理解できるのかが明確になるように、分かりやすく丁寧で詳しい回答と共に、専門的な参考文献や論文をきちんと示してくれることを期待します。

回答は、赤い字でワード文書の中に記載してください。

回答を記載したワードファイルを送ってもらえたなら、印刷して関連地区の住民に配布すると共に、出来るだけ多くの専門家の方にも検討してもらう予定です。

風車に賛成の方も反対の方おられるでしょうが、説明会の前に、風力発電について十分に時間をかけて風車を建設する会社の回答を文書で読み、しっかりと準備して充実した説明会にしなくてはならないと思います。

とても残念なことがあります。

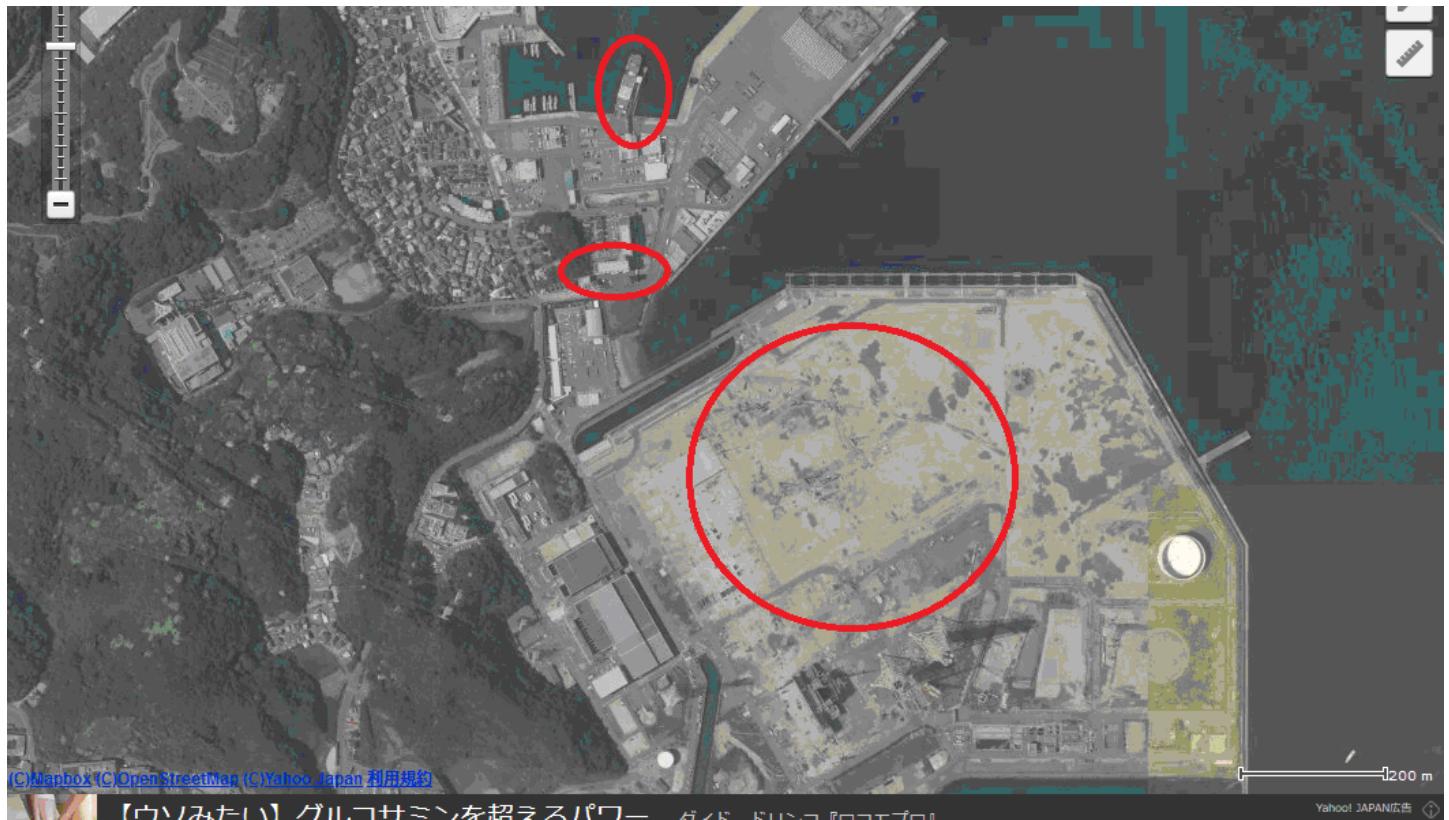
問題点を明確にして、検討項目や内容を分かりやすくするために、

“ジャパン・リニューアブル・エナジーが他の地域の風車建設の住民説明会で配布した資料をください。”と頼んだが、“資料は渡せない。”とのことでした。

その地域の住民には公開しているのに、なぜ、提供できないのか、理解に苦しみます。

私（宇山靖政）の経験と心配

風車については、超低周波音の観点や、景観などの観点から、様々な問題が指摘されていますが、私も、超低周波音ではないかと思われる事柄について経験したことがありますので、その報告から始めたいと思います。



私（宇山靖政）は、久里浜の火力発電所に最も近いマンションの5階に住んでいたことがあります。

一番上の丸印は停泊しているフェリー、その下の丸は私が住んでいたマンション（ラブリーハイツ久里浜）、大きな丸印が、久里浜の火力発電所です。私の部屋は、発電所側だったので、障害物も無く、発電所が丸見えでした。距離は400mくらいです。

そのマンションに住み始めてから数年間は、久里浜火力発電所では旧式の発電機が動いていました。

日曜日や土曜日は部屋で過ごしていました。昼間に生活しているときや、夜テレビを見ているときは、ほとんど気にならないのですが、テレビを消して寝ようとすると、1秒間に1回くらいの割合で、ウーン、ウーン、、、と言うような周期的な刺激（音、ゆれ、圧力なのは不明）を受けて、なかなか寝付けなかつたと言う経験をしました。

住んでいたマンションには、雨戸が無くて分厚いガラス戸で風雨をしのぐ構造でした。

その頃は、神奈川県の県立高校で数学を教えていました。寝不足で間違ったことを言ってしまい、あわてて訂正することもありました。少しくらい間違えても、すぐに訂正すれば生徒や私が死んでしまうと言うことは起こりません。

その後、発電機が古くなったとの理由で発電をしなくなつてからは、静かになって良く眠れるようになりました。

しばらく経って、東北大地震がありました。その影響で全国的に電力不足となって久里浜の火力発電所で発電を再開するということになりました。

また、ウィーン、ウィーン、、、となって眠れなくなるのかと心配したのですが、発電機が最新型のガスタービンエンジンを使った発電になりました。

この発電機は動いていてもかなり静かでした。ガラス戸を開けていても、少し高めの小さな音がするだけでした。夜になってガラス戸を閉めれば音を感じることは全く無かったのでぐっすり睡りました。

平成16年に、この地域に風力発電所建設の動きがあったときは、私は神奈川県民でしたが、今回は、大川の宇山空兵衛であり、この地区の住民です。当然、風車からの音波や振動の影響をとても心配しています。平成16年に風車建設を企てた会社は、ひどい会社でした。その会社が住民に説明会で配布した資料は住民をごまかそうとするものでした。（詳しい理由は後半で書きます。）

国の調査でも、広い範囲の人々が風車の被害を受けていることが分かります。

風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、図2のとおりである。苦情等が発生したことのある67施設において、苦情を寄せている者のうち、風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、20mから3,000mの範囲だった。施設数では、「200m未満」が14箇所と最も多く、次いで「1,000m以上」が12箇所だった。

また、苦情者宅までの距離が「200m未満」では、14箇所のうち、12箇所で苦情が継続している。

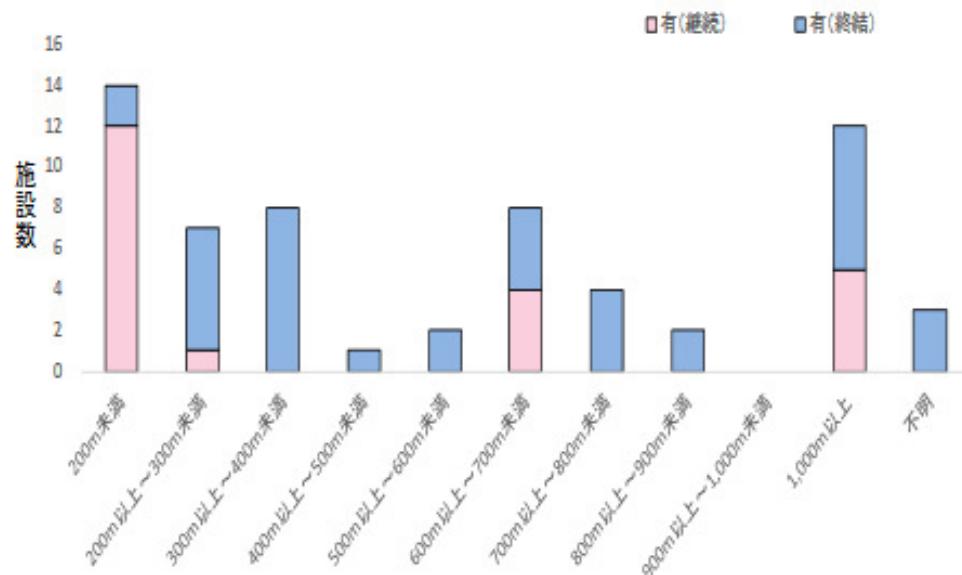


図2 風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離

すでに風車が立っている伊豆の方では、我慢できなくて転居した人もいるようです。

長州新聞の記事

石狩風車の低周波音測定結果と健康被害 元札幌医科大学講師・山田大邦氏の論文より

2018年2月8日

では、

2007年末、東伊豆の別荘地では1500基×10基の風力発電が運転を始めた直後から、住民のなかで健康被害が続出した。この因果関係を調べるため、事故で風車が停止しているとき、団地自治会が独自に疫学調査を実施した【表1】。不眠、血圧、胸・腹・歯・鼻・耳痛などの症状が、風車が停止することで大きく改善したことがわかる。

表1 東伊豆での風車停止中の被害改善調査(%)

風車からの距離(m)	500m未満	500~700m未満	700~900m未満	900m以上	生理的因素
不眠	71	27	13	0	距離が離れると改善
血圧	18	15	0	0	距離が離れると改善
リンパ腺の腫れ	6	2	0	0	距離が離れると改善
胸腹歯耳鼻痛	41	39	25	0	距離が離れると改善
煩い・イライラ	59	61	75	0	心理的因素も
頭痛・肩こり	41	39	81	33	心理的因素も
全体で改善	94	76	94	33	心理的因素も

注：事故停止中、住民121人中の77人が回答した。改善63人(改善率82%)。調査結果に転居(10戸)避難者は含まない。出典：三井大林熱川自治会(2009)。

この結果を受けて住民が動き、今後は夜間に住宅直近の風車3基を停止すること、次に近い風車2基の回転数を4割減らすことーーという内容の協定を、自治会と事業者と東伊豆町の三者で結んだという。これによって睡眠障害は7割減った。ただし、それでも耐えられず転居した家族もいる。

とのことです。

不眠が特に目立ちます。

これは、七浦地区の人にとっては重要な問題です。安眠できなければ、朝早く起きたときに眠気が残ります。良く眠れなければ体力も落ちます。

夏に、朝早く起きて海老網の手伝いをしている方の睡眠時間は極端に短くなってしまいます。眠くてぼんやりした頭で、バイクに乗って港に向かう。とても危険なことです。

車を運転するときに、居眠り運転をする可能性も高くなります。人身事故も十分予想されます。

夏に、草刈や草取りの農作業をする人も多いです。体力が落ちている人が、炎天下で農作業をしたら、熱中症になってしまいます。

熱中症で畑に倒れているところを、他の人に見つけてもらって、病院に行った方もいるとの話も聞いています。

海に潜って、アワビを探る人にとっても、睡眠不足は大変危険です。体調不良で潜っていて気分が悪くなるのは、良くあることです。疲れなくて体力が落ちれば、漁獲高にも影響します。場合によっては、死亡事故となる可能性もあります。

良く眠れない原因となる風力発電施設を作ることは、私たちの命を縮めることであり、漁業による収入の減少を招くことです。

風車が立ったならば、私は10km程度離れた場所に部屋を借りて、夜はそこで眠るつもりです。とうぜん、うるさくて気が散る自宅に戻ってくる回数が減ることも考えられます。

そこで、心配なのがイノシシの捕獲です。イノシシですが、最近は私の家の庭先で大暴れしています。

私は、朝6時頃にイノシシ罠を見回っています。イノシシが掛かっていなければ、畑仕事はぎりぎりまでサボって、本来のお仕事（数学、物理学の勉強、暗号の研究、Waveletなどの振動解析の研究）をしています。

10キロはなれたところで寝ると、イノシシ罠の見回り時間が確保できなくなります。もちろんお金儲けが絡むので、本来のお仕事の時間を減らすわけにはゆきません。

私の代りに、イノシシ退治をしてくれるのは誰になるのだろうか？

誰もイノシシ退治をする人がいなくなつて、イノシシがさらに暴れまくったら、近いうちに人間も怪我をすることになる。いまの状態よりもさらに被害は拡大するでしょう。農作物も食い荒らされ、農道や住宅の崖が破壊され、水路や川が埋まり水害となる。

定年退職したあとに、ふるさとの大川に帰ってくる人も減ってしまうと思います。

こんなことが、私の心配です。

各地の被害状況

日本各地に、風車の被害を訴える方々が沢山います。たとえば、次のような著書もあります。

被害情報 1.

風力発電の被害 新書 – 2016/1/1

由良守生(著)

巨大な風力発電は必ず有害な低周波音(低周波空気振動)を発生させて、周辺の人々に悪影響を与えます。ヨーロッパやアメリカでは、既にたくさんの被害報告や研究論文が公開されています。

日本では水俣病方式で被害が隠ぺいされてきました。日本騒音制御工学会など、環境省の異常な報告書を比較してみると明らかです。被害が明らかであるのに、行政主導で全国に風力発電の建設が進められています。被害を隠蔽するためのいろんなトリックが仕掛けられています。

国策として、地域対策、被害者の弾圧があります。まるで全体主義、ファシズムです。低周波音の被害者となると、耳鳴り、目まい、頭痛などにより生活が一変します。性格の変化、人格の崩壊があります。家族の者でさえ理解できない苦しみに狂います。

被害確率は、重傷者で 100 人に一人か二人です。しかし本人ですら気がつかない脳溢血や心筋梗塞といったリスクを含めると、30 パーセントに及ぶと汐見文隆医師など識者や海外の文献では報告されています。由良町では被害範囲は 2 km ほどです。

体調のよくない人はすぐに亡くなりました。水俣病でもそうですが、被害調査をしないのです。アンケートもしません。

被害者や被害地域は厳重に管理されています。いったん管理されるようになると、囚人のようになります。被害の本質が分からぬようになるようです。人として考えることができなくなり、受け売りの言葉だけで話すようになり、薄っぺらな人になります。ロボットのようになる、と支援者の人たちは言います。

これに対する行政や議会の悪辣さには驚きます。これほどまでに議員の劣化、悪化が見られることもないでしょう。社会がなおざりにしてきたツケが、このありさまなのだと思います。風力発電の被害とは何か、由良町からの報告です。

被害情報 2.

南伊豆風車（被害）紀行（2）～承前
によれば、



風車を眼前に、「子供たちのことをなぜ考えないのか」と嘆く住民

この集落に住むひとりは、かつて産廃処分場問題で苦労されたそうで、ここに引っ越してきたとき「これだけ道が細ければトラックも通れない。ここなら産廃もゴルフ場も来ないだろう」と考えたそうです。ところが、山の反対側から風車が……。なんとも悲しい話です。

集落の一番奥に住むかたとお話をできました。

この家からいちばん近い風車までは 540m。その風車も含め、家の背後に風車群が迫っています。ところが、このかたのお話は驚くべきものでした。

試験運転が始まるなり、奥様がたちまち胸の圧迫感や頭痛、吐き気など、典型的な風車病（超低周波振動によると思われる健康被害）の症状に襲われたのですが、それがひどいのは、目の前の近い風車ではなく、北東方向にある 1km 離れた風車が回っているときだというのです。

試験運転中は、すべての風車を稼働させているわけではなく、何基かは止めて、何基かを動かすということを繰り返しやっています。

止めた風車の羽根（ブレード）は、羽根の付け根を回転させて、風を羽根に受けないようにします。

風が、↓↓ こう吹いてくるとすると……、

羽根を風に向かって（つまり風車の正面に対して）／ではなく、| のように傾けて、風をそのまま素通りさせるわけです。

分かりますかね。風車を真上から見たとして、

↓↓風がこう吹いているとき、
／ブレードの角度がこうなっていると回るわけですが、

↓↓風に対して、
|このように羽根をまっすぐにしてしまえば、

風は通り抜けてしまい、ブレードはほとんど回らない、というわけです。

ですから、止まっている風車は、回転していないだけではなく、正面から見たとき、羽根が細くなっているので分かります。

いちばん近い風車（家から 540m）がぶんぶん回っているときは、音はすごいものの、身体が受けるダメージはそれほどでもなく、それが止まっていて、北東方向の 1 km 離れた風車が回っているときのほうがダメージがはるかに大きいというのです。

これは予想もしていなかった話でした。

風車の低周波被害は、単純に近ければ近いほどひどいだろうと思っていましたが、そう単純なものではないということなのです。

問題の 1 km 離れた風車というのは、そのお宅からはある場所に立つと、山と山の間に姿が半分くらい見えています。おそらく、そこから家までのびる谷戸が、バックロードホーンのような働きをして、低周波の通り道になり、あるいは増幅させるような効果を持っているのかもしれません。

似たような証言は他の家でもあり、風車が山陰に隠れて見えない、1.5km くらい離れた家では、その見えない風車からの音は聞こえないのですが、回っているとき、ぴったり連動して住民が吐き気や胸の圧迫感、頭痛、耳鳴りなどに襲われていることが分かったそうです。

そのかたは、当初、見えない風車のことなど気にていなかったのですが、昨年暮れから急に、そして、あまりに頻繁に気持ちが悪くなるので、体調がおかしくなる時間帯を記録していたところ、それが風車の稼働している時間とぴったり重なったのです。

今、風車の周辺の住民たちの間では、様々な疑心暗鬼が渦巻き始めています。

はっきり聞こえない音で体調がおかしくなることなどあるのだろうか……。しかし、風車が稼働してから、突然、身体がだるくなったり、音もしないのに圧迫感に襲われて疲れなくなったり、吐き気や頭痛に襲われることが多い。これはやはり風車のせいではないのか……。しかし、風車が目の前にある××さんの家などと違って、我が家は風車が見えない、少し離れた場所にある。うちでクレームなど言いだしたら、まるで補償目当てのように、変に思われるのではないか。村八分にされるのではないか……。いやいや、△△さんの家は、黙っているけれど、業者とこっそり示談金交渉をしているらしい。うちも黙っていたらバカみたいだ……。

静かに仲よく暮らしていた住民たちの間に、こうした、声にならない声が溜まっているといいます。風車はまだ試験運転の段階で、本格稼働はこれからです。一部をこわごわ（？）動かしている今でさえこれだけの被害が出ているのですから、全機が一斉に動き始めたら一体どういうことになるのでしょうか。想像を絶する地獄になることは間違いないでしょう。

町はすでに、苦情や相談は事業者との個別交渉へと導き、諸手を挙げて誘致した自分たちの責任から逃げる

ことで精一杯のようです。

隣の下田市は、市長が風車を拒否する姿勢を貫いていて、住民説明もろくにしないまま、早い段階で誘致した南伊豆町とは対照的です。行政の責任者がどれだけまともな感性、判断力を持っているかで、住民の運命はこうも違ってくるのだと、痛感させられます。

お話を伺った住民（70代くらい？男性）は、繰り返し繰り返し言っていました。

「建てられてしまったらおしまいです。何を言っても、何をやってもだめ。とにかく、絶対に建てさせないこと。建てられたらもう遅いんです」

このかたは、ご自分は今のところ目立った体調異変はないそうですが、奥様がたちまち体調を崩し、今は半別居状態になってしまいました。

彼はまた、こうもおっしゃっていました。

「ぼくは今のところ元気だし、ひとりでもここに住んでいこうと思っているけれど、小さいお子さんやお孫さんがいらっしゃるかたたちがしっかり声を上げないのが不思議でしょうがない。孫子の時代のことを真剣に考えていないんじゃないですか。子供たちが住めないような土地にして、どうするんですか」

この町はどうなっていくのでしょうか。ゴーストタウンになるのか。それとも、風車病の町として有名になるのを恐れ、残った住民たちが締口令を敷き、どんどん閉鎖的になっていくのか……。

町の中を見ていくうちに、見たくないものを見てしまった、知りたくないことを知ってしまったという、何とも言えない重たい気分に襲われていきました。

そう、まさにこの感じ、このどんよりした空気が、今、全国の風車現場で広がっているのです。わが村でもまったく同じです。



目の前のこれらの風車が回っているときより



右端の山と山の間に見えている遠くの風車が回ったときのほうがダメージが大きいという山の中に入していく道を進むと、風車の建設現場の爪痕も見ることができます。この沈砂池は、工事のとき、大量の泥水が海や住宅地に流れ込んだため、対策として作られたものですが、大雨の後はこれがあふれてしまい、さらにもう一つ作ったそうです。これも全国の風車建設現場で起きている典型的な公害。滝根小白井ウインドファームでも、建設中から降雨後の泥水流出がひどく、下流の夏井川では岩魚や山女が産卵できなくなり、夏井川漁協が事業者に補償を求めました。



沈砂池ひとつではとても間に合わなかつた泥水流出公害



「お尻（ナセル）がこっちを向いたときが怖い」と住民は言う。風下になったときという意味だ



風車と風車の間隔が狭すぎて、相互干渉は避けられないだろう

まさに「建ててしまえばなんでもいい」という姿勢が見え見え

間近に風車を見ているうちに、だんだん気持ちが悪くなってきてしまいました。見ているだけで気分が悪くなるのですから、ぶんぶん回っているときはどういうことになるのか……。車で通過する人は、「下田を過ぎたあたりで気分が回復した」という人もいるとか。なるほど、よく分かります。

国、環境省の被害調査

環境省も調査をしました。

被害を苦情と表現するなど、極めて問題の多いものですが、その中でも被害があることが把握されています。

調査報告 1.

超低周波音（20 Hz以下）の存在については、

平成21年に環境省は風車騒音に関する調査を行いました。（資料1，2）でも明らかになりました。

資料1

風力発電施設から発生する騒音・低周波音の調査結果(平成21年度)について（お知らせ）

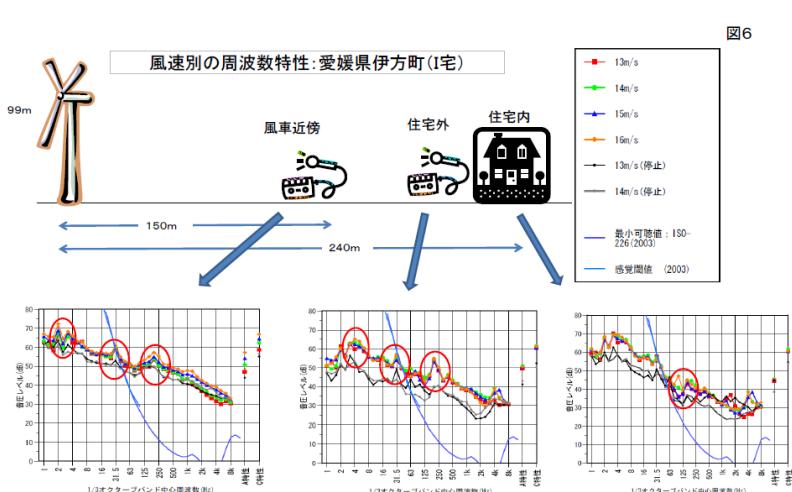
風力発電施設に関して低周波音の苦情が寄せられていることから、環境省は、愛知県豊橋近傍測定点の騒音・低周波音の音圧レベルが低下しました。田原市及び伊方町の苦情者宅内では風力発電設備の稼働・停止により音圧レベルの変化が観測されたが、豊橋市の苦情者宅内では稼働・停止による明確な音圧レベルの変化は確認できませんでした。

（風車音の測定は風の吹いている条件下で行わなければならないため、風雑音の影響を更に除去する方法の検討が必要です。

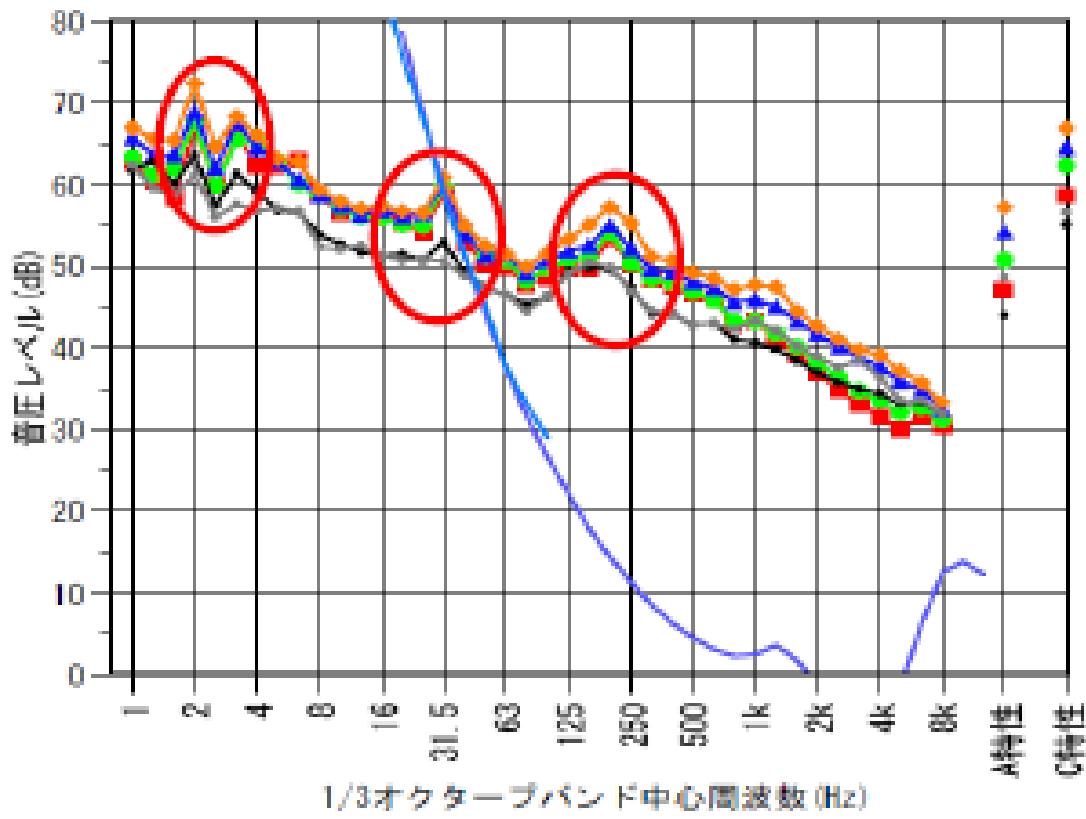
本調査で整理された課題を踏まえ、環境研究総合推進費（旧 環境研究・技術開発推進費）の平成22年度戦略指定研究開発領域公募課題「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」により詳細な調査・解析を行い、実態の解明に努めていくこととしています。

さらに、調査結果として

資料2



があり、



その一部を拡大したものが上の図です。

このグラフでは、1 Hz、2 Hz, 31.5 Hz, 200 Hz付近に山があります。

調査報告 2.

風力発電所に係る環境問題の発生状況「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（資料編）」より抜粋

（平成23年6月 環境省総合環境政策局）

に、次のような記述がある。

【風力発電所の現地調査のうち、騒音・低周波音に関する主な状況】

- ・建設前に実施した環境影響評価における予測結果よりも、実際の騒音レベルの方が大きい事例があった。
- ・風車から離れている住民（1 km程度）から、眠れない等の苦情が寄せられている事例があった。
- ・騒音の環境基準を満たしている地点からも苦情が生じている事例があった。
- ・苦情を受けて、苦情者宅で騒音の測定調査を実施している事例があった。
- ・騒音対策として、風車の夜間停止や出力抑制、苦情者宅での騒音対策工事（二重サッシ、エアコンの設置）の実施や、風車に高油膜性ギアオイルを取り付けた事例があった。

調査報告 3 .

2018 年に環境省の調査結果では

風力発電施設から発生する騒音等に対する取組について環境省水・大気環境局大気環境課大気生活環境室のなかに、次のような記述も含まれています。

2. 風力発電と騒音に関する苦情

風力発電に伴い発生する騒音は、交通騒音等と比べ、著しく大きなものではない。ただ、風力発電施設がもともと静穏な地域に作られることが多いため、騒音に関する苦情が発生する場合がある。

調査報告 4 .

景観との関連における調査結果では、

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 (環境省)

報告書の 8 章には

8.2 今後の課題 今年度の検討調査業務を実施して見出された風力発電施設からの風車騒音に関する今後の課題について、以下に整理した。

8.2.1 今後における新たな知見による目標値の見直しの必要性本業務においては、風車騒音の影響について現時点で得られる研究並びに基準等の情報を収集し、当面の行政的取り組みとして環境影響評価における目標値を設定した。しかし、風車騒音の影響はきわめて複雑であり、今後の医学（疫学、病理学）、聴覚、社会心理学的な研究の進展に期待するところが多い。これらの研究の進展に応じて、また環境影響評価の経緯を慎重に見守りながら、本業務で提案した目標値並びに環境影響評価の進め方について、必要に応じて見直していくことが重要である。

8.2.2 情報収集風車騒音の環境影響評価においては、風車騒音の伝搬に係る予測手法の妥当性の検証とともに、それら手法の相互比較による予測精度の検証を今後実施する必要がある。そのためには、測定条件を明確にすることが必要で、風雜音等も十分に配慮された測定データの拡充と蓄積が不可欠である。それと同時に、騒音源である風車の騒音放射特性のデータの公開性が重要である。現状では、風車の音響パワーレベルや周波数スペクトル等のデータは、顧客からの要請に応じて、個別に開示されるのが通常であり、一般には公開されていない。これらの騒音源に係る基礎データは、当該環境影響評価において最も基本となるもので、情報の公開が強く望まれる。

との記載がある。

環境省の公開している資料

風力発電施設から発生する騒音等に対する取組について

環境省水・大気環境局大気環境課大気生活環境室

には、次のようなグラフと解説がある。

風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、図2のとおりである。苦情等が発生したことのある 67 施設において、苦情を寄せている者のうち、風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、20mから 3,000m の範囲だった。施設数では、「200m未満」が 14 箇所と最も多く、次いで「1,000m以上」が 12 箇所だった。

また、苦情者宅までの距離が「200m未満」では、14 箇所のうち、12 箇所で苦情が継続している。

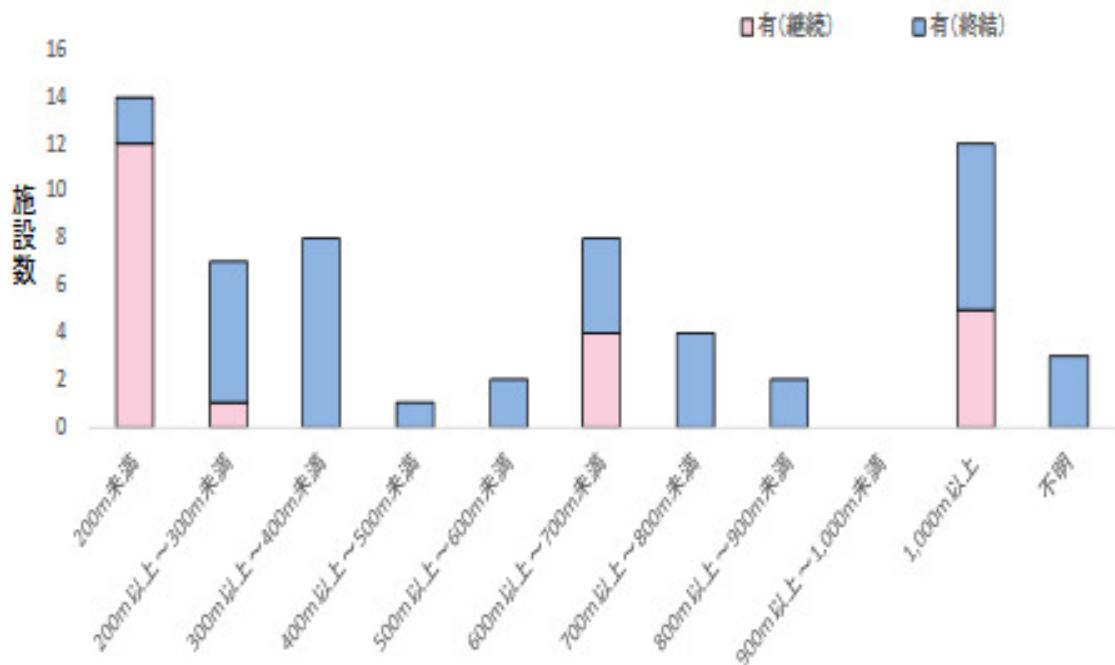


図2 風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離

定格出力と最も近い苦情者宅までの距離を図3に示す。苦情を寄せている者までの最短距離は、定格出力に関係なく1,500m以内(3,000m・2,000kWの苦情原因は景観によるもの)に収まっている。苦情を寄せている数は、20kW未満と2,000kW前後に大別され、20kW未満では200m以内に集中しているが、それ以上大きくなると定格出力の大きさと苦情を寄せている最短距離に比例関係はなく、1,500m以内ではどの距離でも苦情が起こりえる状況という結果になった。

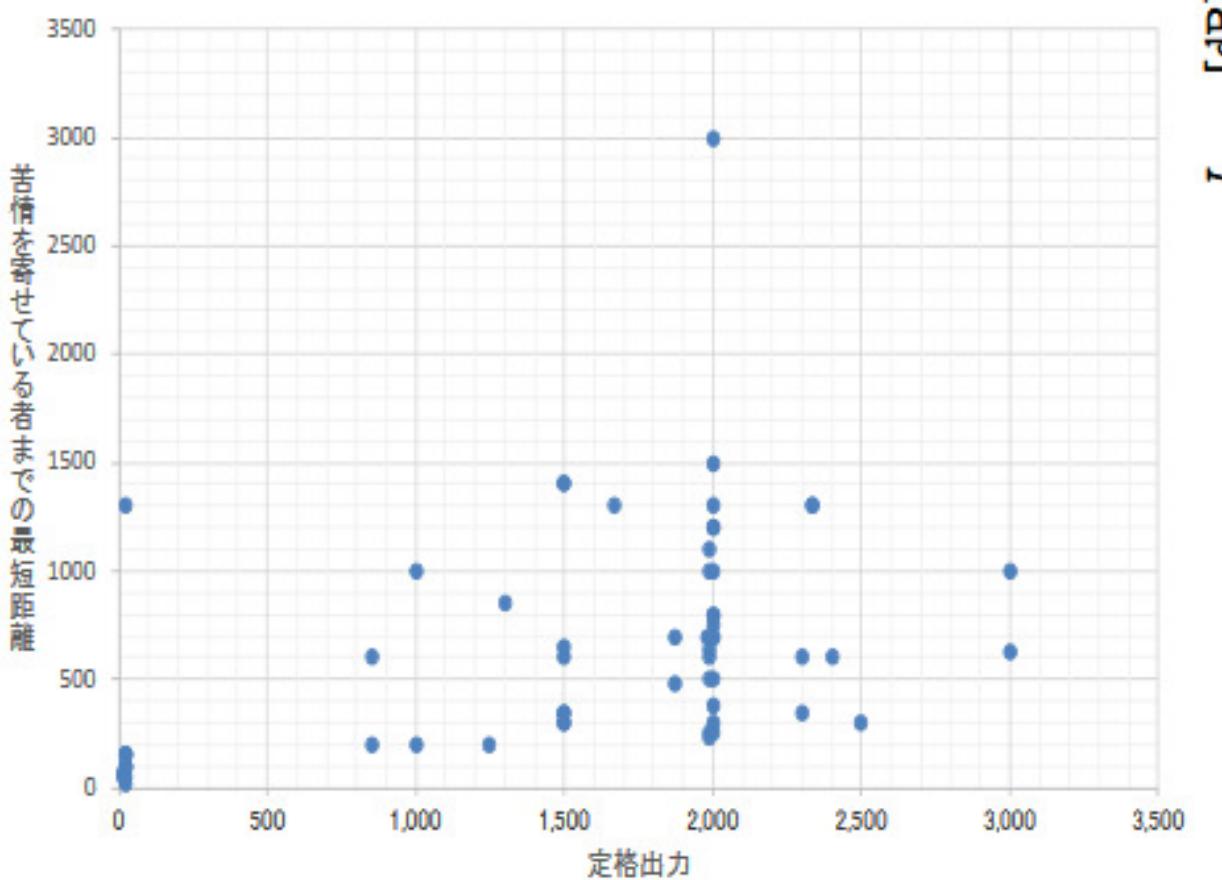


図3 定格出力と最も近い苦情者宅までの距離

ここには、

“苦情者宅までの距離は、20mから300mの範囲だった”

との記述がある。

これは、少なくとも300mの範囲までは健康被害が発生する可能性があることを示しています。

国の調査結果及び問題点

1：問題がどこで起きるのかを認識しない。

“環境省の、参考資料「低周波音の基礎知識」の記述では、

(1) 我が国における低周波音苦情の特徴

低周波音の苦情内容が海外では生理的・心理的苦情が大部分であるのに対して、我が国では物的苦情も相当数ある。苦情が発生する最低音圧レベルが海外より小さいことがあるが、その原因として我が国の家屋構造から低周波数域では人が感ずる音圧レベルよりも小さい音圧レベルで建具が振動する場合があること等が考えられる。“

とあるのだが、建具の共振の記述はあるが、家全体としての共振については記述が無い。家全体としての固有振動数については、熊本地震の被害調査から 0.5Hz から 1Hz であることが判明している。当然、家全体としての共振も考えられる。(私の家では、0.5Hz、0.7Hz、50Hz の振動が計測されました。)

国の記述で、“(風車音の測定は風の吹いている条件下で行わなければならないため、風雑音の影響を更に除去する方法の検討が必要です。”

や、

“環境省、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」に、

5.1.5 測定場所および測定点の選定

測定点は、原則として問題となる場所の屋外とするが、必要に応じて屋内にも設ける。“

とある。

苦情や被害は、

【風力発電所の現地調査のうち、騒音・低周波音に関する主な状況】

・風車から離れている住民(1km程度)から、眠れない等の苦情が寄せられている事例があった。
とあり、“眠れない”という問題は夜間の室内で起こる。だから、測定は夜間室内で長時間行い、室内での現象を解明する必要がある。室内ならば、風雑音の心配は無い。超低周波音の問題は、騒音の問題でもあり、振動の問題もある。

原則を

“測定点は、原則として問題が起きている室内とするが、必要に応じて室外にも設ける。測定は、精密騒音計と振動レベル計を必ず併用し、精密な周波数分析が出来るデータを収録する。”

と変える必要がある。

2：検討範囲を意識的に狭くする。

問題を聴覚で聞き取れる周波数の問題に限定し、共鳴による家全体の振動や、気圧変動の影響、音響キャビテーションの問題などを考察しない。不眠の状況を数値化して調べる方法があるのにその実行を提案しない。

3：交通騒音との明確な違いを無視する。

“2.風力発電と騒音に関する苦情

風力発電に伴い発生する騒音は、交通騒音等と比べ、著しく大きなものではない。ただ、風力発電施設がもともと静穏な地域に作られることが多いため、騒音に関する苦情が発生する場合がある。“

東海道新幹線は東京駅の始発が6時、東京着の最終は23時45分です。新幹線は夜中の走行はしません。閑静な地域では、夜間の交通量はほぼ0である。風車の騒音開始時間と終了時間は無い。24時間連続運転をしているのが風車です。

これは重要な相違点である。

4：聴覚閾値、感覚閾値、知覚閾値の意味を曖昧にしている。

“環境省、‘低周波音の測定方法に関するマニュアル’”には、

(3) G特性 1-20Hz の超低周波音の人体感覚を評価するための周波数補正特性で、ISO-7196 で規定された。可聴音における聴感補正特性である A特性に相当するものである。この周波数特性は、10Hz を 0dB として 1-20Hz は 12dB/oct.の傾斜を持ち、評価範囲外である 1Hz 以下および 20Hz 以上は 24dB/oct.の急激な傾斜を持つ(図-1.1、表-1.1 参照)。1-20Hz の傾斜は超低周波音領域における感覚閾値の実験結果に基づいている。

“環境省の、参考資料 一低周波音の基礎知識一 の記述には、

d.1 感覚閾値

低周波音の感覚閾値(低周波音を感じる最小音圧レベル)については多くの研究者によって検討がなされている。図-d.1 は様々な研究者によって得られた感覚閾値である 1)。これらの閾値は実験方法や実験施設の違いによって 5~10dB 程度の違いがある。大部分の結果は可聴音の閾値(ISO-226(最小感覚閾値の部分については 1996 年に ISO389-7 に改訂されている))の延長線上にあり、周波数が低くなるに従い閾値は上昇している。数 Hz~50Hz 位を代表する傾斜はほぼ -12dB/oct.となっており、この傾斜が ISO-7196(超低周波音の心理的・生理的影響の評価特性)においても採用されている。

通常、音としては知覚されないとされる超低周波音については、ISO-7196 によると、平均的には、G 特性音圧レベルで 100dB を超えると超低周波音を感じ、概ね 90dB 以下では人間の知覚としては認識されないと記されている。G 特性の基になった超低周波音の感覚閾値は欧米の実験結果に基づいている。これらの値は平均値であり、例えば中村らの実験結果によれば閾値には±5~10dB 程度の幅があり、山田らによれば、標準偏差の 2 倍である±10dB の範囲に大部分の人が入るとされている 2)。“

とある。

さて、聴覚は耳で音として認識すると言う意味だろうが、感覚閾値の感覚とは何を意味するか、聴覚、皮膚での触覚、半規管での感じる揺れの感覚、大気圧圧力変動を内耳の前庭器官で感じるときの感覚、より物理的に音響キャビテーションでの影響。さらに、知覚閾値の知覚とはどんな意味で使っているのだろうか、定義を明確にして欲しいところである。

5：問題の解明に向けた具体的指針を提起する気が無い。

“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 (環境省)

報告書の 8 章には

8.2 今後の課題 今年度の検討調査業務を実施して見出された風力発電施設からの風車騒音に関する今後の課題について、以下に整理した。

8.2.1 今後における新たな知見による目標値の見直しの必要性本業務においては、風車騒音の影響について現時点で得られる研究並びに基準等の情報を収集し、当面の行政的取り組みとして環境影響評価における目標値を設定した。しかし、風車騒音の影響はきわめて複雑であり、今後の医学(疫学、病理学)、聴覚、社会心理学的な研究の進展に期待するところが多い。これらの研究の進展に応じて、また環境影響評価の経緯

を慎重に見守りながら、本業務で提案した目標値並びに環境影響評価の進め方について、必要に応じて見直していくことが重要である。

8.2.2 情報収集風車騒音の環境影響評価においては、風車騒音の伝搬に係る予測手法の妥当性の検証とともに、それら手法の相互比較による予測精度の検証を今後実施する必要がある。そのためには、測定条件を明確にすることが必要で、風雑音等も十分に配慮された測定データの拡充と蓄積が不可欠である。それと同時に、騒音源である風車の騒音放射特性のデータの公開性が重要である。現状では、風車の音響パワーレベルや周波数スペクトル等のデータは、顧客からの要請に応じて、個別に開示されるのが通常であり、一般には公開されていない。これらの騒音源に係る基礎データは、当該環境影響評価において最も基本となるもので、情報の公開が強く望まれる。“

との記載がある。

もし、解決する気があるなら、騒音計測、震動計測を風車建設前と建設後に季節ごとに行いその結果を誰でも分析可能な形態で公開することを義務付けるだろうし、

医学（疫学、病理学）に関しては、風車を中心にして半径3kmの全ての住民に対しての、唾液コルチゾール検査を風車建設会社が費用負担して実施することを義務付けるだろう。「副腎疲労（アドレナル・ファティーグ）」は、近年、体調不良で検査をしても原因がわからないという不安を訴える患者様が増えています。現代人は、日常的にさまざまなストレスを受けています。副腎から分泌されるコルチゾールは、このストレスから私たちの心身を守ってくれています。

しかし、強いストレスが慢性的に続くと、副腎も疲れ、コルチゾールの分泌が追い付かなくなり、身体にさまざまな症状が現れます。このコルチゾールの分泌についての検査は、1回1500円で行えます。

問題があるとの認識があるのならば、原因を究明する具体的な方法があるのだから、それを実施することを提案するべきである。

質問1：観測データの積極的な公開についての貴社の実績と公開についての方針を伺いたい。

“現状では、風車の音響パワーレベルや周波数スペクトル等のデータは、顧客からの要請に応じて、個別に開示されるのが通常であり、一般には公開されていない。これらの騒音源に係る基礎データは、当該環境影響評価において最も基本となるもので、情報の公開が強く望まれる。”

とあり、“音響パワーレベルや周波数スペクトル等”が明確になる形での情報公開は、企業の社会的責任であると考えるか、貴社がどのように考えるか？

(答え)

質問2：“風車騒音の影響はきわめて複雑であり、今後の医学（疫学、病理学）、聴覚、社会心理学的な研究の進展に期待するところが多い。”

とあるなかで、医学（疫学、病理学）に関しては、風車を中心にして半径3kmの全ての住民に対しての、唾液コルチゾール検査を貴社責任で行い、医学的、統計的なデータによって、原因究明をする必要があると考えるが、貴社はどのように考えるか？

(答え)

風車建設を推進する人たちの考え方と問題点

回覧板で、風力計の設置についてのお知らせが回ってきたので、私は、ジャパン・リニューアブル・エナジー 株式会社 へと電話をして、後で質問状を送るから、丁寧に答えてくれとお願いしました。

その後、会社から連絡があり、一度会って話を聞きたいということだったので、宮下さんのお宅で会うことになりました。このときも、期限は切らないが、説明会の前には質問項目のすべてについて、文書で回答してくれるようにお願いしました。

私は、ジャパン・リニューアブル・エナジー が他の地域での風車建設の住民説明会で配布した資料があるだろうから、それを持ってきてくれと頼んだのだが、“資料は渡せない。”とのことでした。

会って話したときに、資料は環境省のものに沿って作ってあると言っていたので、

1. 平成16年（2004年）に、この地域に風車を建設しようとしていた“クリーンエナジーファクトリー株式会社”が作成した資料
2. 陸上風力ゾーニングマップ根拠資料 （鳴門ゾーニングプロジェクト協議会）
3. 町田氏による講演資料（環境省の資料などを基にしている）
4. ジャパン・リニューアブル・エナジーがネット上に公開した資料

“JRE 酒田風力発電所更新計画環境影響評価方法書についての意見の概要と事業者の見解”

について、問題点を検討します。

平成16年（2004年）に、“クリーンエナジーファクトリー株式会社”が作成した資料について

平成16年に、低周波に関してクリーンエナジーファクトリー株式会社が作成し大川地区の説明会で配布した資料の主な内容は、

中野有朋氏による、テレビ朝日が風車に起因する低周波音の問題を報道した内容についての反論と、中野氏の低周波音に関する理論からなります。

中野氏の特徴は、“風車から原理的に超低周波音は発生しません。”と主張するところです。

風車から原理的に超低周波音は発生しません

- 音は物体の振動によって発生します。「振動する物体の寸法が音の波長」が基本原理です。
- 超低周波音は1Hz~20Hzで波長は340m~17mの大きな波です。この寸法の物体が振動しないと超低周波音は発生しません。
- 風車には増速機、発電機などから構成されていますが超低周波音の波長より十分小さい寸法なので超低周波音を発生することはできません。

環境省が超低周波音の調査をしたのが平成21年です。その調査の前なので、嘘について住民を騙そうとしたのです。国の調査でも、風車から超低周波音が出ていることは明らかになっています。学者が、その権威を使って嘘についてはいけません。めちゃくちゃな“原理”を主張してはいけません。

所詮嘘なのだから、中学生程度の知識があれば見破れます。むかしの勉強を思い出せばすぐ分かります。

まずは、お金から。(配布された資料ではないが、風力計の設置に関する契約書です。)
風車を作る会社に土地を貸すと、地権者にお金が入ります。

覚書

案

一部省略

借り受けることに以下のとおり合意した。

1. 乙は土地の使用料として、下記の金額ならびに支払い方法に基づき甲に支払う。

金額	金 100,000 円
支払期日	平成 16 年 4 月 15 日
支払方法	銀行振込払い

2. 乙が実施する風況測定に伴う土地賃貸借契約期間は下記に記載の通りとする。ただし、測定期間終了後乙の申し入れがあり、甲がこれに同意した場合は、さらに一定期間延長できるものとする。

契約期間	平成 16 年 4 月 1 日 乃至 平成 18 年 9 月 30 日
------	-------------------------------------

3. 乙が、風況測定を目的として、甲より借り受ける土地の面積は概ね下記の通りとする。

面積	2,472m ² の内 500m ²
----	--

4. 乙は風況観測塔建設並びに測定の障害となる周辺の伐開を行うことが出来るものとするが、その際生じた伐開物については乙の責任で処理するものとする。

5. 乙は風況測定終了後、速やかに観測塔を撤去し、甲に借地を返還する。

6. 本覚書に定めのない事項並びに本覚書の解釈上疑義が生じた場合は、甲乙誠意をもって協議の上これを解決する。

本覚書締結の証として本書 2 通を作成し、甲乙各々 1 通を保持する。

平成 16 年 3 月 31 日

一部省略

乙 (借主)

神奈川県横浜市金沢区釜利谷西 5-17-14

株式会社システムズ

代表取締役社長 大村 朔平 印

最初に、当時の建設予定地ですが



上の地図の右側の赤丸の所です。

昔、この会社の人と話したときに、“この場所になった理由は、国定公園に指定されている土地が多くて、国定公園に指定されていない場所を探すと、赤い丸のところになってしまふ”といっていました。いまも、国定公園であり、風力計を立てる場所や、送電線の費用を考えると、同程度の規模だと推測できます。

まず、風車の並び方が問題です。韓国が北朝鮮向けに作っていたスピーカーの巨大な壁を連想させる形です。スピーカーを積み上げて壁を作つて音を出すと、平面のような性質を持つ音波となって、遠くまで良く響くのです。もちろん、その規模は風車の方がはるかに強大であることは、下の写真と上の地図を比べれば明らかです。



高さ100mの風車が10基並んだ姿は、上の北朝鮮向けのスピーカー壁とは比べ物にならないくらい大きな物です。風車の並び方を見れば、巨大な壁状のスピーカーによる攻撃を受けている北朝鮮よりも、はる

かに大きな被害を受けます。大川、白間津の方へは、平面波の性質を持った音波がやってくることになります。

また、大川、白間津からの風車までの距離は 1000m 前後です。規模は 2500 kW が 10 基となっています。

これと、次の図による調査結果と比べてみれば、その被害の大きいことは明らかです。

風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、図 2 のとおりである。苦情等が発生したことのある 67 施設において、苦情を寄せている者のうち、風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離は、20m から 3,000m の範囲だった。施設数では、「200m 未満」が 14 頃所と最も多く、次いで「1,000m 以上」が 12 頃所だった。

また、苦情者宅までの距離が「200m 未満」では、14 頃所のうち、12 頃所で苦情が継続している。

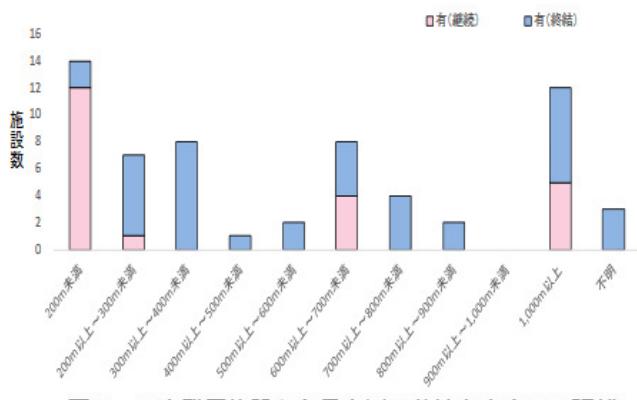


図 2 風力発電施設から最も近い苦情者宅までの距離

定格出力と最も近い苦情者宅までの距離を図 3 に示す。苦情を寄せている者までの最短距離は、定格出力に関係なく 1,500m 以内 (3,000m・2,000kW の苦情原因は景観によるもの) に収まっている。苦情を寄せている数は、20kW 未満と 2,000kW 前後に大別され、20kW 未満では 200m 以内に集中しているが、それ以上大きくなると定格出力の大きさと苦情を寄せている最短距離に比例関係はなく、1,500m 以内ではどの距離でも苦情が起こりえる状況という結果になった。

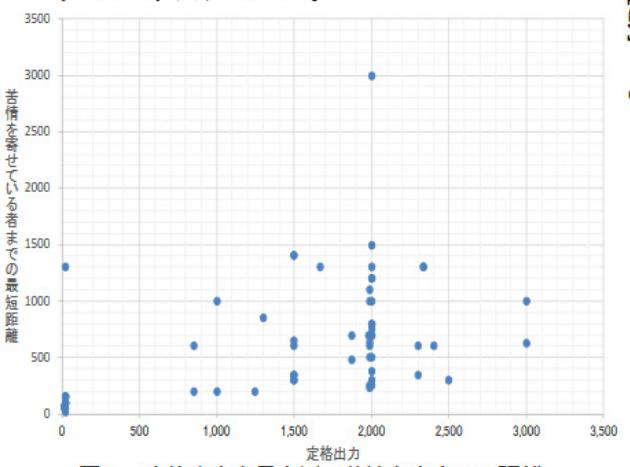


図 3 定格出力と最も近い苦情者宅までの距離

範囲 (1000m 程度) も規模 (2500 kW) もぴったりです。

この計画が実現されていたら、七浦郵便局から風車までの距離は 1000m 程度です。

大川、白間津地区では、被害が特に大きくなつたはずです。

風車の並び方と平面波の減衰

音の減衰については、音源が直線状の音源ならば、波面は円柱状であり円柱の側面の表面積は半径の1乗に比例する。ここでは、円柱が長いとして円柱の底面と上部の面積は無視する。側面積は高さを h とすれば、 $2\pi rh$ となり、よって音の強さは、音源としての直線からの距離に反比例する。

80mの音源は直線状の音源であり、音波の強さは距離の1乗に反比例する。と思われる。

ただし、直線状の音源(風車)が1列に並ぶと、風車が巨大なことから、平面波となり、距離によって面積が増えることもなくなるので、距離による減衰も余り期待できない。空気の分子の運動エネルギーに変化する部分の波長が長いので、ほとんど無い。

音源の性質を決定するには、超低周波の計測機器を直線状に並べて同時に計測すればよい。3km先まで被害が出るようなら平面波としての特徴を持っているかもしれない。調査が必要です。300mごとに10台並べればよいと思います。

空気分子の熱エネルギーへの変換による音の減衰について

音のエネルギーは、波面の広がりを考えた場合の減衰よりも著しく減衰する。これは、エネルギーが分子運動などの熱エネルギーとして失われるからである。

平面は、波面の広がりは無いのであるが、エネルギーの吸収がある場合に、

x 軸方向の平面の音圧は、 $P = P_0 e^{-\alpha x}$ となり、 α を減衰定数という。 α の実測値は、振動数を v とすれば、
空气中では、 $\alpha = 2.0 \times 10^{-11} v^2$ 、海水中では、 $\alpha = 2400 \times 10^{-15} v^2$, ($8 * 300 = 2400$)
である。

振動数が、8000Hz(聴力検査のピーという音)のばあいは、音源から1000m離れると
空气中では、 $\exp(-2.0 \times 10^{-11} * 8000 * 8000 * 1000) = 0.278$

海水中では、 $\exp(-2400 \times 10^{-15} * 8000 * 8000 * 1000) = 0.8576$

倍の減衰となるが

振動数が、200Hz(普通の声は100Hz~300Hzくらい)のばあいは、音源から1000m離れると
空气中では、 $\exp(-2.0 \times 10^{-11} * 200 * 200 * 1000) = 0.9992$

海水中では、 $\exp(-2400 \times 10^{-15} * 200 * 200 * 1000) = 0.9999$

倍の減衰となるが

振動数が、2Hzの場合には、

空气中では、 $\exp(-2.0 \times 10^{-11} * 2 * 2 * 1000) = 0.9999992$

海水中では、 $\exp(-2400 \times 10^{-15} * 2 * 2 * 1000) = 0.9999999$

となり、熱エネルギーに変換されたことによる減衰はほとんど無い。

したがって、音の減衰は波面の形を考る必要がある。

予想される自然破壊について検討します。

近年、風車は大型化しています。2018年5月に引渡しを終えた印南風力発電所の風車は高さ78m、直径86m、ブレード長42m。1基あたりの発電量は2000kW。

これを山に運ぶには、道を整備し、建設の土台を作らなくてはなりません。

山を切り開き、道路を造成する。



1

建設地の造成。



2

地中に鉄筋コンクリート製基礎を施工。



3

館山のほうから、戦車道を拡張して運ぶか、白間津のほうから道を作って運ぶことになると思います。

斜面が急ならば、広い道を確保するには工事する幅はかなり広くなります。

道を使える状態で維持するには、土手をしっかりと作らなくてはいけません。工事の規模は相当大掛かりなものとなります。風車は台風などで壊れるので、修理のためにも道を確保しておかなくてはなりません。

風車に掛かる風の力はかなり強くなると思います。強固な土台が必要です。

風車自体の振動は、この土台を伝わって岩盤まで届きます。岩盤中を振動が伝わることは明らかです。いろいろ調べてみたが、岩盤を伝わる振動に関して、風車の場合の計測確認したものはまだ見つけられません。

次の写真は他の地域での風車群の写真ですが、道路は舗装されていない。雨がしみこんで土砂崩れの心配がある。

下の写真の山は、大川、白間津の山よりはなだらかです。大川でも近年、台風や大雨で土砂崩れがあり、川が埋められて被害が出たことは、皆が覚えていると思います。ここ数年、台風は大型化し、局地的な大雨もよく降ります。

風車の建設工事後の、自然災害の拡大が懸念されます。



白滝山の惨状

質問 3：急峻な斜面が多い地域で、工事用道路の道幅は何メートルか、道を維持するために工事する土手の高さは何メートルか、工事で出た土砂はどのように処理しているのか？

風車設置場所として造成される平らな場所はどの程度の広さなのか？関連して影響を受ける斜面の部分はどの程度か？図示して説明してください。

道路と土手の図、構造も示してください。

(答)

質問 4：工事用の車両はどのような車か、工事中は何台くらいが、どこをどのように通るのか？

(答)

質問 5: 平成 16 年に風車建設を企画した、会社は倒産した。別の会社は風速計の塔を建てたまま倒産した。風力計を解体して、土地を元の状態に戻す資金も、責任者も見当たらない。

風車建設後に貴社が倒産した場合、風車の解体資金、道路の撤去と現状復帰のための資金はどの程度、どのようにして確保しているのか、もし、資金が確保されているならば、風速計が撤去されないのはなぜか。

風車の解体費用、道路撤去と現状復帰の費用、資金の管理状態と金額、執行責任者について、予算の見積もり根拠や、倒産した会社の風速計が撤去されない理由と共に答えてください。

倒産後の風車撤去や道路を元の状態に戻すには、多額の費用と長い年月が掛かる。例えば、道路建設の為に移動した土砂を元の位置に戻す。伐採した木の代りに植樹する場合の費用。もちろん木は植樹しただけでは育ちません。人が山に入って下草刈りをして、日当たりを確保しなくては成りません。これを年に 2 回、10 年程度継続する必要があります。下草刈りの人手確保、日当、機材などの費用はどの程度として計算しているのか。また、撤去した風車のゴミ処理はその費用と処理方法を含めて明確にして下さい。

(答)

質問 6: この地域では、道路わきの斜面をイノシシが掘ります。セメントで舗装してある農道の下が空洞になっている場所も沢山有ります。このときの土砂で、水路が埋まってしまうこともあります。

当然、山の中に建設した道路もこの被害を受ける。土砂が流出し、大雨のときに河川が氾濫する事も十分予見されます。このような予見されている被害が起こったときの責任についてどのように考えますか？

(答)

質問 7: 風車に強い力が加われば、それを支える基盤にも大きな力が掛かります。風車の土台を作ると同時に打ち込む杭の長さや太さなどの工学的な性質の詳細を明らかにして下さい。また、台風の時に風車に掛かる力は何ニュートンと予想しているか、根拠も含めて答えてください。

(答)

質問 8: 大川地区の山肌は切り立った崖（岩が露出している部分は、縦 100 m 程度）のようになっている場所も多く、時々崖崩れが起きていることは認識しているか、大川、白間津地区の地盤の特徴に関してはどのように把握しているか、岩石の硬さ、脆さについては調査しているか、それをふまえて、風車の振動の、地中での伝達とその影響についてどのように考えるか、そして、その根拠はどのような調査や実験によるものなのか？

(答)

質問 9: 工事をすれば、竹、木、腐葉土、が失われます。山芋（長芋）やどんぐり、竹の子はどのくらい減ると予想しているか、消失する面積、消失する樹木の本数と種類、減少する竹の子の量、どんぐりの量などを、立ち木の現地調査と建設計画にふまえて明確に答えてください。

(答)

質問 10：工事によって、イノシシの餌（竹の子、どんぐり、山芋など）が減り、お腹が空いたイノシシが里へ下りて来て、農作物を荒らし、家の庭を荒らし、土手を崩して川を堰き止めます。影響の及ぶ範囲をどの程度だと考えるか？農作物の被害の増加をどの程度だと考えるか？

(答)

質問 11：イノシシが来れば、畠に、電気柵、金網、を新たに設置する必要が起こります。その費用はどの程度だと予測するか。

畠に設置した電機柵では、電池代金はもちろん、こまめな草刈が必要となる。このための電池代金、ガソリン代、人件費の負担増加についてどのように考えるか？

民家の庭を掘り返す。その修復費用はどの程度だと考えるか。

市の管理する川の土手を破壊したときの、修復費用の増額はどの程度だと考えるか？

イノシシ増加で、人への被害が発生したときの責任についてどのように考えるか？

それらの計算根拠と共に答えよ。

(答)

CO₂について

質問 12：山の利用状況を考えると、大川、白間津の山に生えている木々は、樹齢 50 年以上の物がほとんどです。工事で伐採される山の木は何本だと考えるか、その根拠は何か。

(答)

質問 13：山の木、竹、草は、CO₂ を固定しています。道路や敷地を確保するために、木を伐採することで固定される CO₂ の量が減少します。減少量は年当たりどの程度と考えるか、根拠と共に示せ。

(答)

質問 14：風車の製造で使われるエネルギーの量はどの程度か、風車の建設に関連して使われるエネルギー量はどの程度か、風車のメンテナンスで使われるエネルギー量はどの程度か？

(答)

“クリーンエナジーファクトリー株式会社”が作成した資料ですが、

最初は、“環境影響調査（風車建設後の影響）は、縦覧させて頂き確定した方法により実施しています。”とあり、その調査結果によれば、風車建設による住民への影響は無いと主張するのです。

まず、方法書の縦覧だが、方法が簡単に書かれていて、住民からの意見が無ければそれを住民が認めたと言うことになる。その方法を認めて、その方法に従って調査で問題が無いのだから、その後に見つかった問題に関しては、責任をとる気はないと言ふことになる。

環境影響調査項目について

- 環境影響調査(風車建設後の影響)は、縦覧させて頂き確定した方法書により実施しています。
- 6月末の調査完了により、評価書案を取りまとめ、7月に皆さまに縦覧してご意見を頂き、最終評価書を整備します。

風車影響	環境調査項目	内 容
人体に及ぼす影響	◎	騒音・低周波音
		電磁波
		地盤振動
自然環境	◎	動物(鳥獣昆虫等)
	◎	植物
	◎	景観
	◎	電波障害
		水質・森林保水

風車サイト、道路の位置を確定して、森林法
林地開発にもとづく設計・対策を行い千葉県
への相談と指導を経て審査を受けます。(こ
の中で水質調査・保水対策を行います)

- 携帯電話(ドコモ、au)は8億Hzの電磁波であり、風力施設の電磁波は80Hz程度(1千万分の1)です。
- 世界保健機構(WHO)は基準値として電界10kV/m、磁界500μTを掲げています。
- 既存サブでの測定では電界0.05~0.12V/m(基準の8万分の1)、磁界0.01~0.08μT(基準の6千分の1)でありました。よって電磁波による影響はないため環境調査項目に挿入していません。

風車周辺の家屋の振動

- 環境省の調査では、「振動による物的な被害感を生じない限界」は、振動レベル70dB程度とされています。
- 「健常者の振動を感じるレベル」は55dBであり、これ未満は感じられません。
- 既存の風車から220m離れた住宅屋外地面で測定した振動レベルは計量器下限界値30dB以下でした。
- 30dBであったとしても振動を感じるレベルの1万分の1であり風車で家屋が揺れるということはありません。

(出典:中野論文より)

5

縦覧開始から意見募集の締め切りまでは1ヶ月程度なので、有効な意見書を住民が出すのは困難です。計測項目、計測方法、計測機材、測定したデータの形式、データの解析方法、解析に使うプログラム、建設予定地の地質、地形、生態環境など、事前に調べておくないと意見書は書けません。

また、騒音・低周波、電磁波と急に言われても、すぐには、理解も議論も出来ません。不意打ちにあって気がついたら負けていたと言う状態になります。

理論で考えるのも1つの方法ですが、具体例を見ながら考えることも可能です。考えるヒントは私たちの日常の生活や日ごろの働き方の中にある。説明会や、意見募集の前に、しっかり準備しておきたいと考えます。

上のページで特にひどい部分は、

風車周辺の家屋の振動

- 環境省の調査では、「振動による物的な被害感を生じない限界」は、振動レベル70dB程度とされています。
- 「健常者の振動を感じるレベル」は55dBであり、これ未満は感じられません。
- 既存の風車から220m離れた住宅屋外地面で測定した振動レベルは計量器下限界値30dB以下でした。
- 30dBであったとしても振動を感じるレベルの1万分の1であり風車で家屋が揺れるということはありません。

(出典:中野論文より)

です。

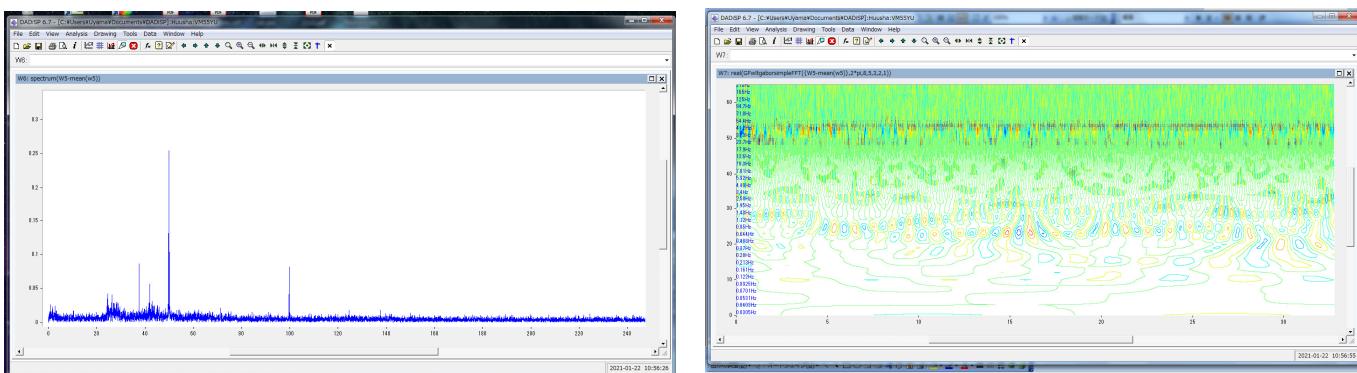
振動の影響は、国より公害の1つと定義されています。その種類には、産業機械作業振動、工事・建設作業振動、道路交通振動、鉄道振動等があり、法により基準が定められています。

しかし、その基準に該当するものが特定の機械設備であることや、該当しないものが振動源とされる場合がある等様々な事例があり、この問題をより難しくさせています。

2	65～75	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。 眠っている人の一部が、目を覚ます。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。
1	55～65	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる。	コップ等の水がわずかに揺れる。
0	55以下	人は揺れを感じない。	

記述は、振動に関しての上記のような情報を基にしているのだろうが、“住宅屋外地面で測定した振動レベルは計測器下限界値30dB以下でした。”との事記述は、不良品の計測器を使ったとしか思えない。

検定付きの、リオン社の振動レベル計で、風の弱い日に自分の家で測ってみたら、



上のような結果でした。上下振動をしていることは明白です。

このような揺れが捕らえられない計測器は全く役に立たない。特に、家の共振を考えるには、周波数ごとの強さを正確に測ることが必要です。

CEF千倉ウインドファーム環境影響調査評価書 騒音・低周波音：評価結果（説明資料）

H21年6月

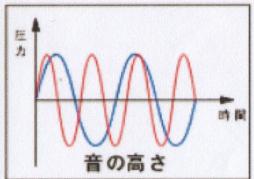
本書は「CEF千倉ウインドファーム環境影響調査評価書の騒音・低周波音」の説明資料です。

【音とは…】

- 音は、毎秒340mの速さで伝わる波（音波）です。私たちは、空气中を伝わる波を聞いています。
- 「人間が感じることのできる音」（可聴音）の周波数は、およそ20Hz～2万Hzです。
- 低周波音（100Hz以下）も超低周波音（20Hz以下）も超音波（2万Hz以上）も可聴音と同じ音波です。
超低周波音や超音波は「人間が感じることができない音波です。」

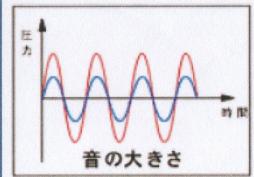
音の高さ（周波数の違い）

- 私たちが高い音、低い音といっています。同じ「ア」の音声でも、高い声の「ア」と低い声の「ア」があります。
- これは、「ア」の音波の形は同じでも、周波数が異なるためで、周波数が高い音はかん高く、周波数の低い音は低く・重々しく聞こえます。



音の大きさ

- 同じ音の高さ（周波数）の「ア」と言う声でも、大きな声の「ア」と小さな声の「ア」があります。
- これは、同じ波の形をしていても、大きな声の「ア」は振幅が大きく、小さな声の「ア」は振幅が小さいからです。
- 音（振動）の世界では、音の大きさを表わす言葉として「レベル」を使用します。
「音の大きさ」とはいわないで「音のレベル」は「何デシベル(dB)」といいます。



6

ここでも、すり替えがあります。

“人間が感じることができない音波です。”との事ですが、聴覚では困難でしょうが、人間の感覚は他にもあります。それを無視するように誘導してはいけません。

- ◆超低周波音の範囲には、基準法はありません。
- ◆環境省は「心身に係る苦情の参考値」として、92デシベルを掲げ、1/3オクターブバンド中心周波数でもそれぞれ参考値を掲げています。

通常の可聴音の範囲では、「騒音環境基準」にて、
住居地域は
・昼間55デシベル
・夜間45デシベル
以下と定められています。
(基準の詳細は別紙)

法規則→	参照値	環境基本法(騒音環境基準)
評価方法→	G特性音圧 1/3オクターブバンド	A特性音圧(=騒音レベル)、等価騒音レベル(時間平均)



「1/3オクターブバンド中心周波数」とは、オクターブの中を3分割した周波数をいい。それについて音圧レベルの参考値が掲げられています。

「A特性・G特性」とは、音の高さ(周波数)によって聞こえる感度が違うので、聞こえる大きさに補正した値にすることをいいます。

7

ここでのごまかしで目立つのは、

「A特性・G特性」とは、音の高さ(周波数)によって聞こえる感度が違うので、聞こえる大きさに補正した値にすることをいいます。

A特性は、同じデシベル値のときに、高い音も、低い音も同じ程度の大きさに聞こえるように調整する働きがある。

1 Hz から 20 Hz の部分は、人間には聞こえない超低周波音のはずなので、聞こえる大きさに補正すると言う意味が不明です。

音の大きさ(音のレベル)について

デシベルとは、音のレベル(音の大きさ)を表す単位です。

デシベルを簡単にいって最小の可聴音の何倍になっているかを表す単位です。

「騒音環境基準」(住居地域)では
・昼間55デシベル
・夜間45デシベル
以下となるよう定められています。

音のレベル (音の大きさ) デシベル	状況
130	最大可聴音
120	飛行機のエンジン
110	自動車の警笛(前方2m)
100	電車が通るガード下
90	大声の独唱、騒音工場内
80	電車の車内
70	騒々しい事務所
60	静かな乗用車、普通会話
50	静かな事務所
40	市内の深夜、図書館
30	郊外の深夜、ささやき声
20	木の葉のふれ合う音
10	
0	最小可聴音

音の大きさに〇〇デシベルの差があるとは?	大きさは何倍なのか
60デシベルの差とは→	百万倍の差
50デシベルの差とは→	10万倍の差
40デシベルの差とは→	1万倍の差
30デシベルの差とは→	1千倍の差
20デシベルの差とは→	100倍の差
10デシベルの差とは→	10倍の差

$$dB\text{の差} = 10 \log(1/A)$$

【環境調査結果】

大川・白間津区の調査地点(風車直近の610mと750mの2地点)での調査結果では、風車稼働後の騒音は、この環境基準範囲内であり、影響は軽微です。(後述)

8

この表での数値は、

環境基本法第16条第1項の規定に基づく、騒音に係る環境上の条件について生活環境を保全し、人の健康の保護に資する上で維持されることが望ましい基準(以下「環境基準」という。)は、別に定めるところによるほか、次のとおりとする。

第1 環境基準

1 環境基準は、地域の類型及び時間の区分ごとに次表の基準値の欄に掲げるとおりとし、各類型を当てはめる地域は、都道府県知事(市の区域内の地域については、市長。)が指定する。

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
A A	50 デシベル以下	40 デシベル以下
A及びB	55 デシベル以下	45 デシベル以下
C	60 デシベル以下	50 デシベル以下

(注)

1 時間の区分は、昼間を午前6時から午後10時までの間とし、夜間を午後10時から翌日の午前6時までの間とする。

2 AAを当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を

要する地域とする。

- 3 Aを当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
- 4 Bを当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
- 5 Cを当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

の値について書いていると思われる。

風車の場合は、つぎのように、基準値は無く、参照値しかない。

しかも、この参考値は、中野氏自身が述べているように、

▶ 参照値は「10%値」であると環境省「低周波音問題対応の手引書」に明記されています。10%の人が不快を感じ90%の人は不快を感じないということを表す値なのです。この報道は全く反対を記入しておられ何故誤りとなつたのでしょうか。

と言うような数値であり、10%の人が不快に感じる場合を許容できないので、基準値としては扱わないようにと、環境省からの通達もある。

基準値と参考値は別物であり、風車の問題では参考値が問題となり、参考値を満たしても、10%の住民に被害が出ると考えられる。これらを混同してはいけない。

低周波音（低周波騒音）の基準値と参考値

低周波音に関しては普通騒音の受容限度のように明確な基準値はありません。低周波音の一つの基準値として環境省から「参考値」を設定しています。参考値は大きく分けて物的苦情に関する参考値と心身に係る苦情に関する参考値の二種類に分けられています。

心身に係る苦情に関する参考値

心身に係る苦情とは一言でいえば人間が不快に感じたり、心身に支障をきたすことに関する苦情です。低周波音に関する感じ方は個人差が大きいため、大部分の人が被験者が許容できなくなる音圧レベルが参考値とされています。このように「心身に係る苦情に関する参考値」は普通騒音における受容限度と近い考え方となっています。低周波音は人間の耳には聞こえにくく、高周波数になるほど可聴域に近づくため、参考値は以下のように周波数が高まるほど小さくなっています。

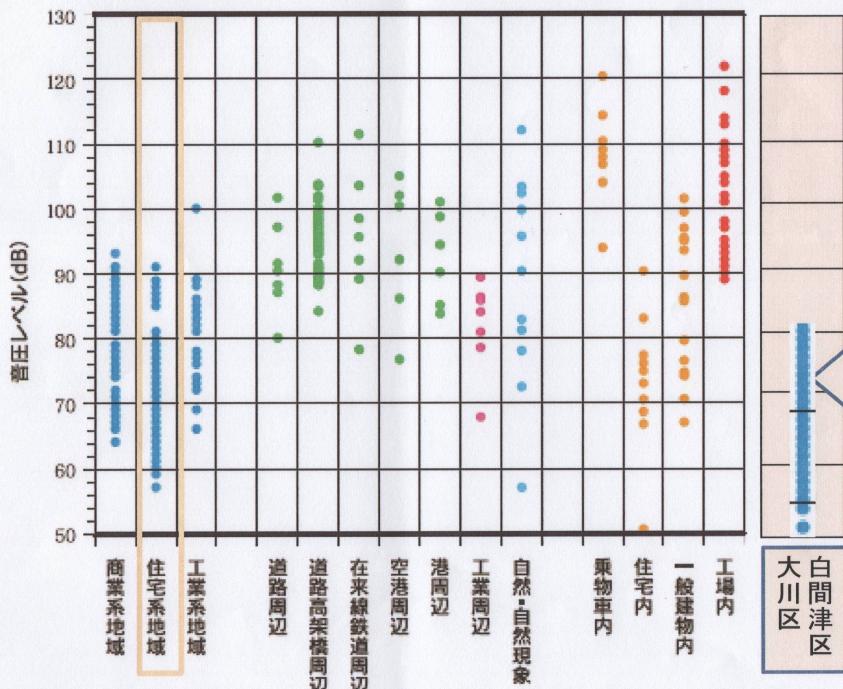
つぎは、低周波音の存在について

低周波音はどこにでも存在します。

出典:環境省「低周波音の測定方法に関するマニュアル

人が聞き取れる音と同じように、低周波音は私たちの身近に存在します。

しかし、大きな低周波音はどこでも発生しているわけではないので、低周波音が存在しても問題が生じることは少ないので。



身の回りのいろいろな場所における低周波音の大きさの例

【環境調査結果】

- 大川・白間津区の調査地点(風車直近610mと750mの2地点)の現状の低周波音の範囲です。
- 風車稼働後も低周波音は、この範囲内に入り、影響は軽微です。

(後述)

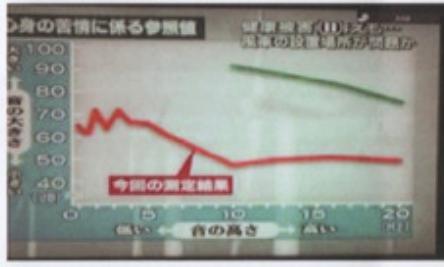
9

確かに、低周波音は存在するでしょう。自分の家で測った低周波音と千葉県が測った風車の近くでの低周波音を比べてみれば、すぐ分かるが、問題は超低周波音は、何が原因で、どんな場所に、どの程度の強さで、どのような周波数成分で存在するのかということです。

計測結果は、あとの方に掲載してあります。

配布された資料には、中野有朋氏の素晴らしい経歴とともに、中野氏の、テレビ朝日の報道に対する意見が述べられています。

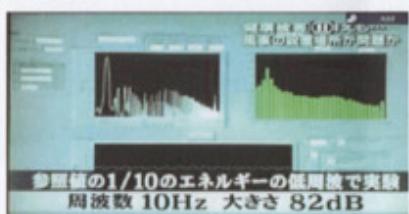
【報道内容より】



- TVの「今回の測定値」では、10Hzの音圧レベルは50dB程度となっています。緑線の参照値90dBより40dB小さく(1万分の1)です。
- 20Hzの場合は、30dB程小さく千分の1の大きさ(レベル)です。
- 1Hzから10Hzに対する参照値はありませんが、1Hzの感覚閾値(感じることができる値)は130dB以上であり、5Hzでは110dB以上です。これは多くの文献にあり、これらをもとに超低周波の国際規格も定められています。
- 「今回の測定値」の1Hzは70dBですから感覚閾値130dBより百万分の1も小さい値であり、5Hzの場合は40dB小さく1万分の1です。
- このような微少な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。

【報道内容より】

10Hzの音圧レベル82dBの超低周波音で体感実験をして、人体に感じると報道されています。



- TVの「今回の測定値」では10Hzの音圧レベルは50dBとなっています。これは参照値90dBの1万分の1の大きさです。実験に使用された82dBは測定値の千倍の大きさです。
- 実際に出ている音波はプロードバンドでありますが、実験には10Hzの純音波が使用されており全く異なる音波です。
- 実際に測定された10Hz50dBの音圧で実験されれば感じることはできません。

この中の次の部分に、

TVの「今回の測定値」では、10Hzの音圧レベルは50dB程度となっています。緑線の参照値90dBより40dB小さく(1万分の1)です。
20Hzの場合は、30dB程小さく千分の1の大きさ(レベル)です。
1Hzから10Hzに対する参照値はありませんが、1Hzの感覚閾値(感じることができるとする値)は130dB以上であり、5Hzでは110dB以上です。これは多くの文献にあり、これらをもとに超低周波の国際規格も定められています。
「今回の測定値」の1Hzは70dBですから感覚閾値130dBより百万分の1も小さい値であり、5Hzの場合は40dB小さく1万分の1です。
このような微少な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。

最後の部分"このような微少な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。“は、被害の訴えそのものを押さえ込む目的でしかない。

参考値については、中野氏自身が

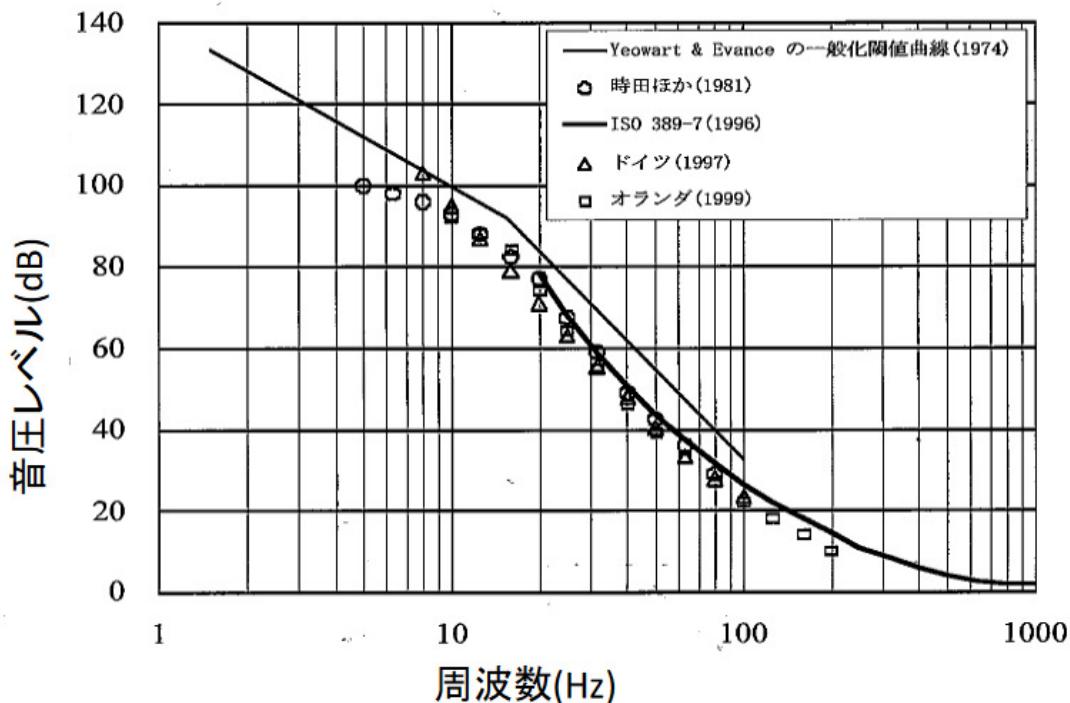
- 参照値は「10%値」であると環境省「低周波音問題対応の手引書」に明記されています。10%の人が不快を感じ90%の人は不快を感じないということを表す値なのです。この報道は全く反対を記入しておられ何故誤りとなつたのでしょうか。

と述べている。参考値よりも小さくても10%の人が不快を感じるならば、その被害はかなり大きいといえます。理論では、被害が無いはずなのに現実に被害が起きているならば、理論が間違っていると考えるべきです。

また、“1 Hz の感覚閾値（感じることが出来る値）は 130 dB 以上であり”とあります。疑問に思うのは、どのような実験に基づいてこの主張をしているのかということです。

例えば、あとで検討する町田氏の講演会資料に、次のものが有ります

低周波音の閾値(最小可聴値)



*これまでの研究によると、閾値以下では不快感等は生じないと考えられている

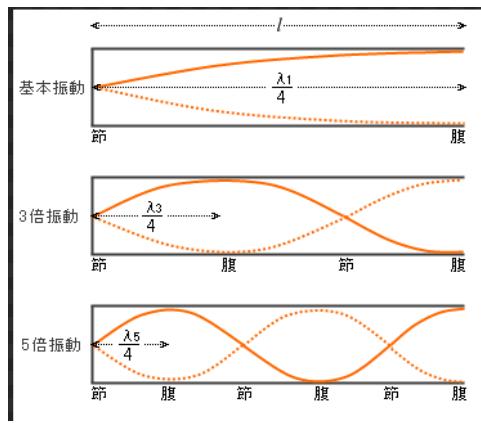
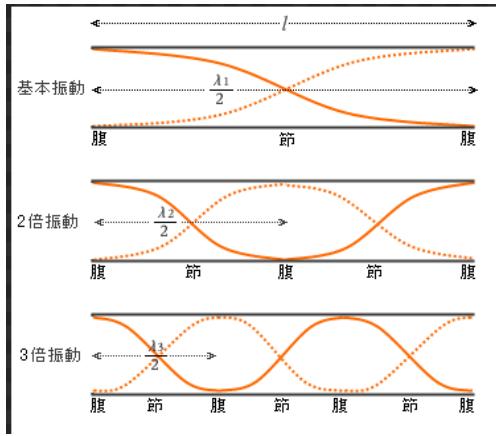
13

上の図のなかで、○、△、□の印があります。これは、実験結果を示すものです。5 Hz のところに○印があるが、それより左には無い。5 Hz の音までは何らかの実験ができたと理解します。

“1 Hz の感覚閾値（感じることが出来る値）は 130 dB 以上であり”との記述は 5 Hz 以上の“聴覚”についての実験結果を延長した物と理解します。

実際に、実験をするには、1 Hz の音が必要です。低い音を出すのは難しいと思います。
小学校、中学校のときに笛を吹いた経験があると思います。低い音を出すときは穴を指で塞ぎます。
つまり、管が長くないと低い音は出ないので。

笛のような物を使って、1 Hz の音（波長を 340m とする）を出すには、
両側が開いている管ならば、長さはその 1/2 で 170m の管が必要です。
片側が閉じている管ならば、波長の 1/4 で、85m の管が必要です。開口端補正を考えると長さは 80m 前後となります。



低い音を出すスピーカーは大きな物になります。本当に実験したのでしょうか？あるいは、他の方法で実験したのでしょうか？

身近にある物でこのような長さの管は、1つしか見当たりません。もちろん、風車のタワーの部分です。

閉管にできる定常波と倍音に関しては、次のようにになります。



基本振動と同じ形が、3倍振動の図には3個入っています。

基本振動の波長の $1/3$ で、音の速さはどちらも同じなので、振動数は3倍になります。

同様に、5倍振動の場合は、基本振動の形が5個入っています。

波長は基本振動の $1/5$ なので、振動数は5倍になります。

これは、中学生や高校生の常識です。

共鳴については、

共振現象の内、音に関するものを共鳴といいます。

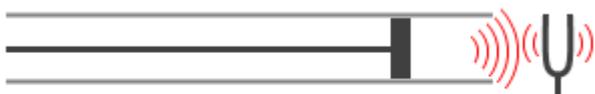


同じ固有振動数を持つ共鳴箱付き音叉（おんさ）を2つ用意して、片方を鳴らします。すると、もう片方

も鳴り始めます。叩かれた音叉が下の共鳴箱を揺らし、空気を伝わって隣の共鳴箱を揺らし、上の音叉を揺らして鳴らします。

固有振動数が違う音叉同士では共鳴は起こりません。

気柱の共鳴



長さを変えることができる気柱の近くで音叉を鳴らし、気柱

の長さを 0 から徐々に長くしていくと、気柱の固有振動数と音叉の固有振動数が一致したところで、気柱は音叉に共鳴して大きく鳴り出します。

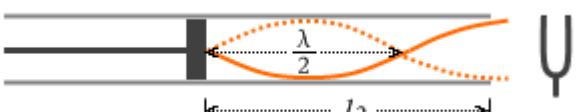
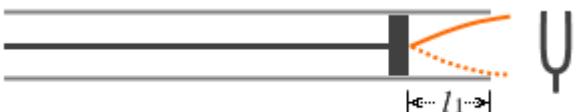


さらに気柱を長くしていくと共鳴しなくなり音は止みます。



さらに気柱を長くしていくと再び共鳴が起こります。

1回目に鳴ったときと2回目に鳴ったときの気柱の長さの差から、音叉の発する音の振動数が特定できます。



このときの波長 λ を求めてみます。

1回目に鳴ったときと2回目に鳴ったときの波の様子は左図のようになっているはずです。

この図から、

$$\lambda_2$$

$$= l_2 - l_1$$

$$\therefore \lambda = 2(l_2 - l_1)$$

ということがわかり、 $v = f\lambda$ という関係式に代入すると（音速を V とします）、

$$f = V/\lambda$$

$$= V/2(l_2 - l_1)$$

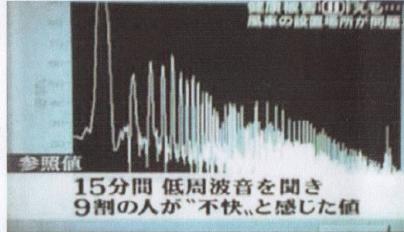
となり、音叉の発する音の振動数がわかります。（開口端補正については今回は無視。）

風車のタワー部分は空洞であり、巨大な共鳴箱の役割をします。

中野氏は、テレビ朝日の報道内容で間違っている所があると言っています。

【報道内容より】

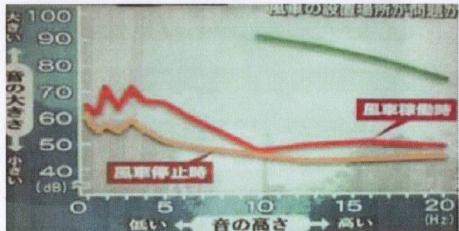
参照値は15分間低周波音を聞き9割の人が不快と感じる値であると報道されています。



また「参照値は被害の目安」とあると報道されています。

【報道内容より】

発電していないときに比べて発電時には20倍も30倍も低周波音が大きくなり問題です。と報道されています。



- 参照値は「10%値」であると環境省「低周波音問題対応の手引書」に明記されています。10%の人が不快と感じ90%の人は不快と感じないということを表す値なのです。この報道は全く反対を記入しておられ何故誤りとなつたのでしょうか。

- 参照値は環境省の「低周波音問題対応の手引書」には、「被害の目安」とは明記されていません。「低周波音の状況を的確に判断するための目安となる値」であり、対策の目標値、環境アセスの目標値、作業環境のガイドライン、規制基準として策定したものではありません。と明記されています。

- 「今回の測定」のグラフでは、発電していないときの1Hzの音圧レベルは60dB程度です。これは人体に感じられる超低周波音の1千万分の1の大きさです。
- また発電時には70dB程度で、百万分の1の大きさです。
- 全く人体に感じられない超低周波音でありますから60dBから70dBへの上昇は無視できる大きさです。

参考値の件ですが、TV報道は10%と90%の扱いが反対であって、間違っている。これは、“10%の人が不快と感じ、90%の人は不快と感じない”と言うことを表す値だと言っています。その通りでしょう。

七浦地区の人口は、

人口

	男性	女性	総数	世帯数
千倉町白間津	239	265	504	210
千倉町大川	213	226	439	175
千倉町千田	219	251	470	181
千倉町平磯	178	210	388	182
合計			748戸	

1801人10%は180人です。

住民の10人に一人が騒音で悩む、隣近所で2、3人は悩むことになります。十分多い人数だと思います。

ます。

また、本当に10%かどうかは、被害地域の聞き取り調査を、風車を中心に半径3kmの範囲において行い、その結果も合わせて公開して、検討する必要があります。

調査方法は、単なる聞き取りだけでなく数値化できる方法“唾液コルチゾール検査”も併用すべきです。

もちろん、“このような微小な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。”というような誤った情報を流しているのだから、調査方法（誰がどのような形態で）は、プライバシーを保護できる形で行う必要があります。さらに、データとして客観的に数値化できるものも含める必要があります。

被害を表明させないための圧力が有る中での調査です。慎重に扱う必要があります。

中野氏は、他の人を批判するときは、周波数に拘ります。

【報道内容より】

海外の教授によるラット実験で低周波音でラットの肺に影響があったと報道されています。



- この教授は「健康被害があったケースと同じレベルの低周波が検出されました。」とお話ししていますが、周波数が何Hzで、音圧レベルが何デシベルなのかは、示されていません。
- また、ヘリコプターの音によるラット実験がされていますが、これも周波数が何Hzで、音圧レベルが何デシベルなのかは、示されていません。
- ヘリコプターの音と「今回の測定値」の音波は全く違ったものです。ヘリコプターの音ははっきり聞こえる可聴音ですし、「今回の測定」の超低周波音は聞こえない音です。

上記につづく中野氏論文より抜粋

超低周波音・低周波音とは

- 國際規格ISO7196で1Hzから20Hzを超低周波音、20Hzから2万Hzを可聴音と定めています。
- 超低周波音は聞こえない音波です。しかし、その大きさが極めて大きいときには、人体の全身に分布している振動受容器というもので感じられることがあります。

- 國際規格ISO7196では、健常者の人体に感知される超低周波音の大きさは100dB以上(G特性)であり、90dB以下では感知されることは少ないとされています。(環境省の「低周波音問題の手引書」では、これを参照値として、92dBとし屋内の目安値としています)

確かに、

- この教授は「健康被害があったケースと同じレベルの低周波が検出されました。」とお話ししていますが、周波数が何Hzで、音圧レベルが何デシベルなのかは、示されていません。
- また、ヘリコプターの音によるラット実験がされていますが、これも周波数が何Hzで、音圧レベルが何デシベルなのかは、示されていません。
- ヘリコプターの音と「今回の測定値」の音波は全く違ったものです。ヘリコプターの音ははっきり聞こえる可聴音ですし、「今回の測定」の超低周波音は聞こえない音です。

周波数とその周波数での音圧レベルと明記すべきです。これを指摘する中野氏も、1/3オクターブ解析を越えて、FFTやWaveletを使ういましょう。まさか、1/3オクターブ解析で周波数がなんHzで音圧レベルが何デシベルなのかを示せるとは言わないでしょうね。

他人に、周波数や音圧レベルをきちんと述べる要求をしたにもかかわらず、家全体の共振で特に問題となる周波数 0.5Hz から 1Hz に関する詳細な検討をしていません。

振動ですから、騒音計での音圧の測定の他に、室内での振動を、新郎レベル計を用いて計測し、その周波数と風車の超低周波音の関連を計算するべきなのに、なぜやらないのでしょうか？

風車周辺の超低周波音

- 風車の超低周波音測定の中で最も大きい測定値は約73dB(GT特性)です。(風車から5m離れた屋外の地上1.5mの高さで昼間測定値)。
- この73dBは、人体に感知されるレベルを90dBとしても、17dB(50分の1)も小さい値です。
- よって、「人体に感知される超低周波音」は、風車周辺にはありません。

風車周辺の家屋の振動

- 環境省の調査では、「振動による物的な被害感を生じない限界」は、およそ70dB程度(振動レベル)とされています。
- 健常者の振動を感じるレベルは55dBであり、これ未満は感じられません。
- 風車から220m離れた住宅の屋外地面で測定した振動レベルは計量器の測定下限値30dB以下がありました。
- 30dBであったとしても振動を感じるレベルの1万分の1であり、人体に全く感じられない振動です。風車で家屋が揺れるということはありません。

風車周辺の住宅内の超低周波音

- 風車周辺の住宅の超低周波音測定の中で最も大きい測定値は約70dB(GT特性)です。これは、風車から220m離れた住宅屋外、地上1.5mの高さで夜間測定した値です。
- この70dBは、人体に感知されるレベルを90dBとしても、20dBも小さい値で、1/100の大きさです。
- よって、人体に感知されず感じられないので睡眠に対する影響も全くないと判断されます。

建具のがたつき

- 人体に感知される超低周波音の音圧レベルよりも小さい音圧で住宅の窓や戸などの建具ががたつくことがあります。これは共振現象です。
- 建具の固有振動数と超低周波音の周波数が一致すると、建具はエネルギーを吸収して、振動は増大し、大きい振動となります。これを共振といい建具はがたがたします。共振しなければがたつきません。
- 環境省は15種類の障子、雨戸、ガラス窓などを実験し、がたつき始める最低の音圧レベルを示し、がたつきが起こる大きさの目安として使用しています。

周波数 Hz	5	10	20
a がたつき閾値 dB	70	75	80
b 感覚閾値 dB	112	100	91
c 測定値 dB	66	57	56

- 風車から220m離れた住宅での音圧レベルは上表の通りであり、がたつき音圧レベルを大きく下回っています。よって、風車によって建具ががたつくことはありません。

振動レベルの計測器の測定下限値が30dBで測れないなら、“振動レベル計が不良品で感度が低すぎる。”新しい物があるので、私が測ってあげます。不眠の問題が起きる室内で測ってみましょう。

この資料での、中野氏の主張を纏めると、

風車の回転音

- 扇風機の羽根の回転は、早く回るので羽が目には見えませんがブーンという音が聞こえます。これが回転音です。これは羽の回りの空気が逃げるひまがないので圧縮されて音波が発生します。
- この音は「回転数に羽の枚数を掛けた周波数」の回転音になります。
- 風車の場合は羽が見えるくらい回転音が遅い(1分間に16~18回転程度)ため、羽にあたる空気が回りに逃げ空気がかき回されているだけで回転音は発生しません。

風車の渦流音

- 回転する羽の周辺に発生する渦がつぶれる音で、風切り音です。
- 渦流音には広範囲の周波数成分が含まれ、主に耳に聞こえるのは高周波音です。
- 羽が風車の真下にきたときに最も大きく聞こえますが、超低周波音ではありません。
- 耳に聞こえる高周波の変動する風切り音が聞こえることとなります。

(4)

風車から原理的に超低周波音は発生しません

- 音は物体の振動によって発生します。「振動する物体の寸法が音の波長」が基本原理です。
- 超低周波音は1Hz~20Hzで波長は340m~17mの大きな波です。この寸法の物体が振動しないと超低周波音は発生しません。
- 風車には増速機、発電機などから構成されていますが超低周波音の波長より十分小さい寸法なので超低周波音を発生することはできません。

風車の騒音

- 風車には増速機、発電機などから構成されています。これらから低周波音を含む機械騒音が発生します。
- 騒音に対しては適切な測定を行い適切な対処を行うことによって解決することが可能です。

(5)

【結言】

三崎地区風力は、風車周辺および住宅内では「健常者の人体に感知される超低周波音」は存在せず、建具をがたつかせる超低周波音も存在しないことから、周辺の生活環境を保全する上において支障はないものと考えられます。

となります。

この結語の部分はひどすぎます。

中野氏の超低周波音に関する主張は、“健常者の人体に感知される超低周波音は存在せず、建具をがたつかせる超低周波音も存在しない”という点に要約されます。

中野氏に言わせれば、超低周波音の存在を主張する人は、健常者ではないと言うことになる。

風車の会社に対する付度があまりにもひどすぎます。

特に。

風車から原理的に超低周波音は発生しません

- 音は物体の振動によって発生します。「振動する物体の寸法が音の波長」が基本原理です。
- 超低周波音は1Hz~20Hzで波長は340m~17mの大きな波です。この寸法の物体が振動しないと超低周波音は発生しません。
- 風車には増速機、発電機などから構成されていますが超低周波音の波長より十分小さい寸法なので超低周波音を発生することはありません。

となっている部分は、大きな間違いを含んでいます。

“音は物体の振動によって発生します。「振動する物体の寸法が音の波長」が基本原理です。”
例えば、ギターですが、



ギターの弦は、同じ長さです。もし、中野氏の基本原理が正しいならば、同じ波長の音が出る。すなわちどの絃を弾いても、同じ高さの音が出るはずです。

そんなことはありません。弦の太さ、重さ、張りの強さ、長さが波長を決める要素です。

弦の固有振動数

弦を伝わる波の速さ v [m/s] は、弦の張力を S [N]、1m 当たりの質量（線密度）を ρ [kg/m] とすると、

$$v = \sqrt{S/\rho}$$

という式で与えられ、弦の長さを 1 とすると

$$\text{弦の固有振動数は、 } f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{S/\rho} \quad (n=1,2,3,\dots)$$

です。

この式から、 f_n を大きくする（音を高くする）には、

弦の長さ l を小さくする。張力 S を大きくする。線密度 ρ を小さくする。

ということがわかります。

中野氏の基本原理は、信仰としか言えません。このような理解では高校を卒業できません。

アマゾンの通販で、音叉のセットが売っています。周波数は 256Hz から 512Hz です。周波数が 2 倍になると波長は半分になります。中野氏の主張に従えば、音叉の長さは半分になるはずですが、長さはほとんど変わりません。現実が基本原理に反しています。



Akozon 音叉アルミニウム8周波数音叉楽器振動工具セット

ブランド: Akozon

新品(2)点: ¥5,819 + (無料配送)

- ● ● 音叉---これらの音叉は物理クラスで使用して、音の発生を確認し、音と音声の関係を説明することができます。
- ● ● 8周波数---楽器のチューニング基準として、異なる周波数の8つの音叉を使用できます。周波数: 256Hz、288Hz、320Hz、341.3Hz、384Hz、426.6Hz、480Hz、512Hz。
- ● ● 素晴らしいプレゼント---木製の外装と高級アルミニウム合金素材は、音楽のような人にとって魅力的な贈り物になる可能性があります。それは多くの用途があります。
- ● ● 幅広い用途---高級アルミ合金材料と木製外装の使用で、木槌が付いています。音楽室、ヘルスクラブなどに適用できます。
- ● ● 力スター サービス---ご購入後に問題が発生した場合は、お気軽にお問い合わせください。私たちはお客様のすべての質問と問題を解決するための最高のサービスチームを持っています。

また、笛を吹けば音が出ます。

笛の穴をふさげば、音の高さが変わります。音の高さが変わることは音の波長が変わることです。さて、振動する物体の寸法はどのように変化したのでしょうか？

笛が、長くなったり、短くなったりはしません。共鳴する気柱の部分の長さは変化します。

さて、笛の場合は、振動する物体とは、何なのでしょうか？その大きさはどの程度なのでしょうか？

中野氏の基本原理から、説明をして欲しい所です。

気柱の共鳴では、閉管の場合は音の波長に対してその 1/4 波長分の長さがあればよい。

(もちろん開口端補正が入るので、それよりも少し短くて良い。)

$340\text{m}/4 = 85\text{m}$ であり、80m程度の空気の入った管で、片側が閉じている物があれば 1 Hz の超低周波音と共に鳴ると、学校の物理の時間では教えていました。あとは、そこに存在する、80mの長さの気柱を断熱圧縮する原因となるものが見つかれば良いのです。

なぜ、目の前にあるタワーの部分が見えないのか、とても不思議です。大きな物が見えなくなる現象は家具の共振を扱うときにも起こります。目の前にある日本家屋が見えなくなるのです。

数学の理論で、変分法といわれるものがあります。この理論では、

“決まった長さのロープで輪を作る。その輪で囲った地面の面積が最大になるのは、どんな形に囲ったときか？”

と言うような問題が扱われます。

答えは円です。丸い形が少しゆがんで橢円形になると、囲まれている面積は減少します。

私は、この中野有朋さんとは、メールのやり取りをしたことがあります。

メールで、

“先生の素晴らしい理論に感銘を受けました。風車騒音に関心がありますので、ご指導いただければ幸いです。”

と書いて、彼の考えを聞きました。2, 3回メールのやり取りをした後で、

“風車のタワーの部分の気柱を考え、鉄に関する低周波のエネルギー透過率と、開口端補正によって気柱の長さが $1/4$ 波長になると考えれば、超低周波の波長とぴったり合うし、気柱の運動と変分法を使って考えれば、気柱が断熱圧縮されことがすぐに分かるので、これが超低周波の発生原因ではないか？”

と聞いてみました。

返事は、中野氏が観測した風車では、

“私が調査した風車のタワーの中には、荷物が詰まっていて気柱は存在しなかった。”

とのことでした。さらに、

“私も実際にその風車を見に行くので、その、荷物が詰まった風車のある場所を教えて下さい。”

と頼んだら、

“その場所は忘れた。”

との返事が来た。

中野 有朋(ナカノ アリトモ)

昭和31年、早稲田大学第一理工学部応用物理学科卒。石川島播磨重工業(株)(IHI)入社。昭和52~59年、石川島防音工業(株)代表取締役社長。昭和62~平成3年、IHI技監。

日本音響学会理事、日本騒音制御工学会副会長・理事、宇都宮大・東海大・早大大学院講師、横浜市環境審議会委員・環境影響評価審査会委員、日本産業機械工業会環境装置部会副部会長など歴任。現在、中野環境クリニック所長、騒音対策コンサルティングに従事。栃木県大規模小売店舗立地審議会委員、栃木県環境審議会専門委員、日本産業機械工業会環境装置部会顧問。工学博士、技術士(応用理学)

中野氏は、日本音響学会理事、日本騒音制御工学会副会長・理事、だそうです。

彼は、政府や企業への忖度をして、学者のふりをしながら、学問とは無縁の信仰を広め、被害者の声を封じ込めようとする。

あまりにもひどすぎます。

せめて、中身が詰まっている風車の場所だけは思い出して欲しいものです。

中野氏の論文を引用しての会社の結論は、

参考：超低周波音（低周波音含む）について

最近、低周波音ということで新聞やテレビ、ブログなどで不安なことが取り上げられています。

●低周波音とは聞こえない音。

低周波音の内、20ヘルツ～100ヘルツは、耳に聞こえる低音のことです。

超低周波音は1ヘルツ～20ヘルツで聞こえない音波です。超低周波音は「可聴音の下限周波数以下の音響振動」といっています。

●頭が痛い、眠れない、肩がこる、めまい、吐き気、耳鳴り、これらは低周波音のためである。

【「低周波音の測定方法に関するマニュアル」H12年10月環境庁大気保全局より抜粋】

研究結果によれば揺れやすい建具の場合、20Hz以下の低い音圧でがたつくことがわかっている。

文献に取り上げられた低周波音の苦情は物理的苦情が多数を占めている。

物的苦情は殆どの場合20Hz以下の周波数域で発生している。

心理的・生理的苦情は「気分が悪い」「発生音がうるさい」といったものであるが、苦情発生時の低周波音はいずれも可聴域の低周波音成分が卓越している。

【超低周波音・低周波音に係る最近の課題2009/4 日本騒音制御工学会講演論文 中野有朋より抜粋】

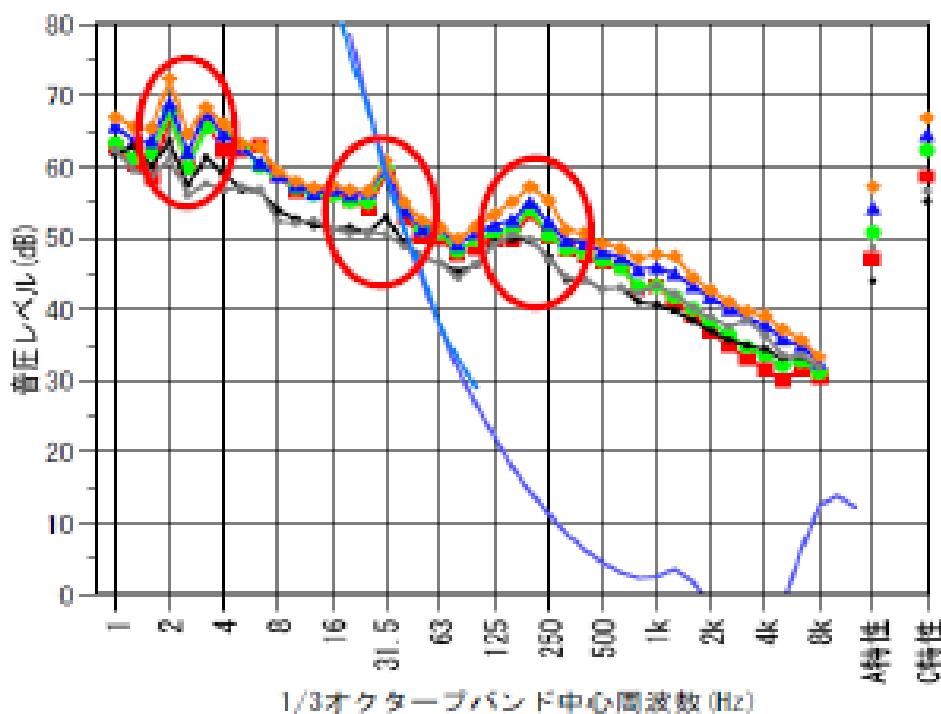
聞こえる音が非常に大きい場合、不眠、血圧上昇など生理的悪影響がおこります。超低周波音も低周波音も音波ですが、人体に感じられない超低周波音があっても、これが原因でおこることではありません。これらは騒音（可聴音）の範囲で対応すべき事項です。

建具ががたつく位では人体に悪影響はありません。超低周波音は人体を貫通するわけではなく、剛性則で十分に遮音できます。

でした。これは、平成16年の頃の主張です。低周波音は遮断することが非常に困難です、マンションの分厚いガラス戸も貫通します。

平成21年に環境省は風車騒音に関する調査を行いました。（資料1，2）

風力発電施設から発生する騒音・低周波音の調査結果(平成21年度)について（お知らせ）のなかに、次のグラフがあります。



このグラフは、1Hz、2Hz、3.5Hz の超低周波音と呼ばれるものが存在することを示しています。

中野氏の理論では存在しないはずの、超低周波音が計測されてしまった。

原理的には発生しないはずの超低周波音はなぜ存在するのでしょうか？明確な説明が必要です。

いまも、原理的に超低周波音は発生しないと言い張るのでしょうか？

ところで、ギターと言う楽器があります。音が出ます。



ギターの胴を長くして、プロペラ（ブレード）を付ければ、風車と同じ形になります。ギターと風車はお仲間です。

ギターで音が出るなら、風車からも音は出ます。胴の長さが長くて、弦に相当する物もあるので、超低周波音は原理的に発生するのです。

風車の弦を爪弾く物はいろいろあります。

名古屋産業科学研究所 研究部 2014 年度研究年報 卷頭論文

発電用風車ブレードとタワーの振動解析と制振

石田 幸男（名古屋産業科学研究所 上席研究員）

や

ISSN 2186-5647

- 日本大学生産工学部第45回学術講演会講演概要 (2012-12-1) -

1-34

CFRP製風車ブレードの振動及び曲げ実験と解析

日大生産工(院) ○宮内 貴史 日大生産工(院) 呉 丹
日大生産工 坂田 憲泰 日大生産工 遼 吾一 (株)ジーネス 品川 議夫

などを見れば分かります。

中野氏はネット上で展開している主張を少し変えたようです。

ネット上には、次のような物もある。

風力発電装置発生音波の感覚的表示 —低周波音などでていないことが一目瞭然—

中野有朋（中野環境クリニック）

超低周波音、低周波音及び騒音の実際問題においては、G特性音圧スペクトル及びG特性音圧レベル並びにA特性音圧スペクトル及びA特性音圧レベル(騒音レベル)などの感覚的表示が一般に用いられ、物理的表示が用いられるることはほとんどない。特に対策の実務においては用いられることはないとあってよい。それにも拘らず、風車関連の音問題においては、意図的にか、物理表示が多く用いられている。ここでは環境省公表風車騒音の物理測定データ(参考資料1)を感覚表示で表してみた。

1. 愛知県豊橋市の場合

図1、図2は、公表されている、愛知県豊橋市の、風車近傍(100m)及び住宅内(680m)の、最も音圧レベルの大きい風速10m/sの場合の平坦特性による1/3オクターブ分析結果、つまり物理測定結果である。簡単のために、この結果からオクターブ分析結果を求め、これにAおよびG特性補正を加えA、G特性音圧スペクトルを求めた。これが図3である。これが我々の耳に聴こえている音である。なおA及びG特性補正值は表1に示す。

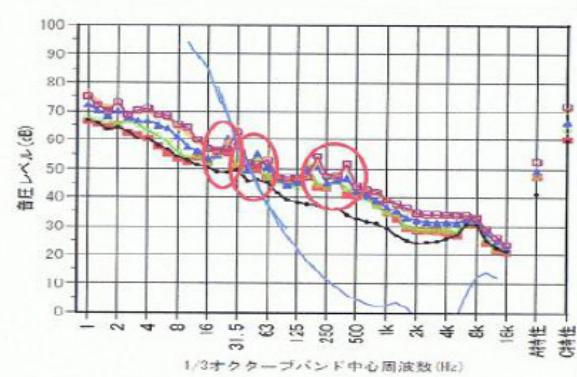


図 1

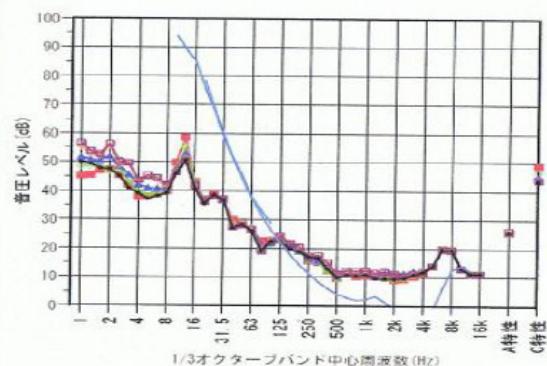


図 2

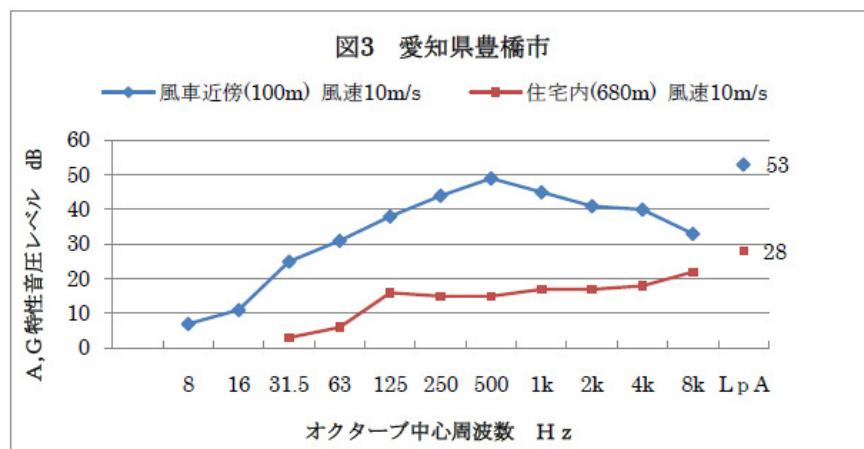


表1 A及びG特性補正值

オクターブ中心周波数 Hz	1	2	4	8	16	31.5	63
補正值 dB	-103 (-43)	-88 (-28)	-76 (-16)	-64 (-4)	-52 (8)	-39	-26
オクターブ中心周波数 Hz	125	250	500	1k	2k	4k	8k
補正值 dB	-12	-9	-3	0	+1	+1	-1

*16Hz の G 特性補正值は A 特性補正值より 60 dB 大きく定められている。資料 2、3 参照

具体例を一部省略しました。

5. 結果の検討

いずれの場合も、風車近傍においては、我々の耳に聞こえる音は、周波数 500Hz 付近を中心とする騒音であり。顕著な低周波数成分は見られない。騒音レベルも 53~58 dB程度である。住宅内の場合は、レベルが低いため、また暗騒音も明らかでないため、必ずしも、風車騒音によるものとはいい難いが、騒音レベルは 28~45 dB程度である。また顕著な低周波成分も見られない。

通常の騒音問題と何ら変わることはない。低周波音、低周波音と騒ぐような騒音ではないことは一目瞭然である。

公表されている物理測定結果、例えば図 1、2 をみて、これが我々には図 3 に示すように聴こえているということを、一般に、直ちに、判断できるであろうか。これが誤解のもとなっている。

図 1、2 等を基に「騒音・低周波音を観測、住民早くガイドラインを」「風車から低周波音確認、環境省住民らの苦情裏付け」「低周波音風車から、伊方・三崎地区で環境省推定」などと新聞数紙で誤報されている状況である。

6. 結言

今後、風力発電装置の発生音波の表示には、平坦特性を用いた物理表示は誤解のもとなるので、一般騒音の場合と同様に、A および G 特性を用いた感覚表示を用いるべきである。

一部で言われているように、物理表示にすると低周波音が出ているように見えるので…、などという意図的なことはあってはならない。現状では、物理的表示をしているものは何らかの意図があると考えてよいようである。また平坦特性測定結果を基に基準や測定方法等を定め、将来に禍根を残すことのないようにすべきである。

- 参考資料 1. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12319>
 2. 中野：騒音・振動環境入門、オーム社、2010/0
 3. 同上：超低周波音-基礎・測定・評価・低減対策、技術書院、202/8

中野氏は、平成16年頃は、“風車から原理的に超低周波音は発生しません”と言う主張をしていたが、平成21年に環境省は風車騒音に関する調査を行い、その結果、超低周波音が計測されてしまった。

でも、彼は頑張ります。

風力発電装置発生音波の感覚的表示 —低周波音などででていないことが一目瞭然—

中野有朋（中野環境クリニック）

そこで、G特性を使って、測定された値を小さい値に変換する努力をし、さらに、大きな数値を引いて、その結果がゼロやマイナスになるのを根拠にして、超低周波音の影響は無いはずだといっている。

いくら引き算の結果がマイナスでも、原理的に存在しないはずの、超低周波音が存在するのだから、中野氏の“原理”が間違っている。

G特性で考えれば、影響が無いはずなのに、苦しんでいる人、不眠を訴える人、息苦しさを訴える人が存在する。

選択は、“G特性の考えが間違っているのか、現実が間違っているのか？”のどちらかであるが、G特性の数値に反して、被害を訴える人が存在するのだから、G特性の考え方方が間違っている。

また、

“低周波音トラブルの多くは誤解トラブル

中野環境クリニック所長 中野 有朋 “

では、

“周波数1及び2Hzのがたつき閾値は、音圧レベル70dB程度であるが、図の直線をさらに低い方に伸ばし、この直線の値を超えているから建具ががたつくなどという誤解である。

建具ががたつくのは建具の固有振動数が超低周波音の周波数範囲にあり、超低周波音の周波数との共振によるものである。

この直線は異なった15種類の建具の最低共振レベルを結んだものである。つまり共振を起こすには、最低、この直線程度の音圧レベルが必要であるという直線である。従ってこれを超えても共振しなければがたつかない。これを超えると必ずがたつくということではない。

また通常の建具には、5Hzより低い固有振動数を持つものはないことが確認されている。従って伸ばした線の音圧レベルを大幅に超えても共振は起こらず建具はがたつくことはない。”
と述べている。

“通常の建具”の固有振動数は確かに、5Hz以上であるが、日本の多くの家屋の家全体としての固有振動数が、0.5Hzから1Hzであることは、熊本地震の結果からも明らかになっている。

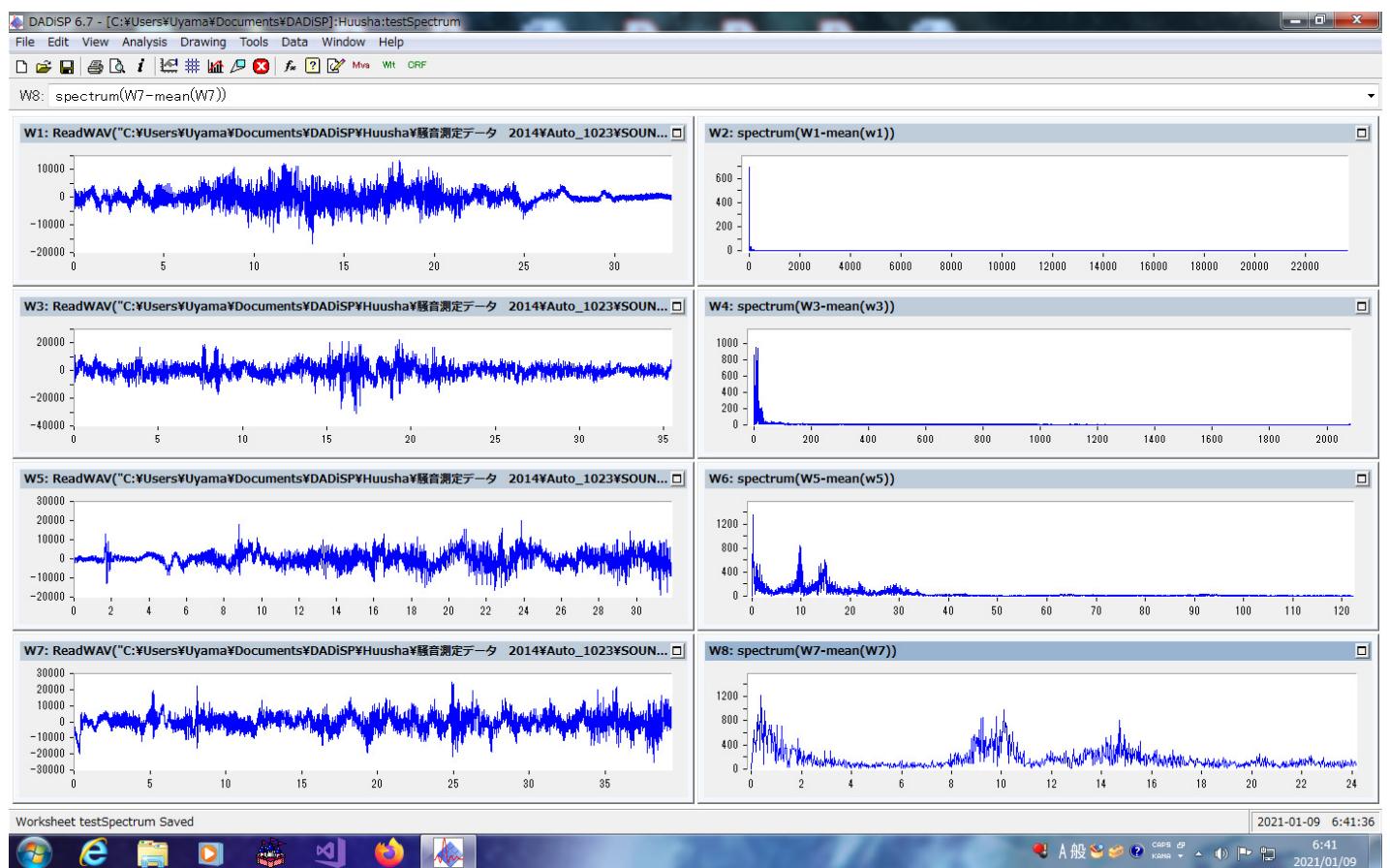
風車内の小さな部品は見るが高くそびえるタワー全体を見ようとしない。家の中の建具を見るが家全体を見ようとはしない。低周波の問題を述べるのだが、その周波数をきちんと測ろうとはしない。不思議な考え方をする人である。

なお、共振については、

“お寺に行くと大きな釣り鐘があります。この釣鐘を動かします。力を入れて押しても釣り鐘はびくともしません。しかし指で押しているとしばらくすると釣り鐘が揺れ出します。これは、指で釣り鐘を右に押すと、目には見えませんが少しだけ釣鐘は右に動き始めます。右に動いた釣鐘は振り子のように左に戻って、また右に振れます。このときタイミング良く指で釣り鐘を右に押してやります。このように釣り鐘が右に振れるときに指で右に押してやることを繰り返すと、釣り鐘はやがて大きく振れてきます。ずっと力を加えていると左に戻ってきた釣り鐘の動きを止めることになります。釣り鐘の持つ振れの固有周期（中心から左右に振れて中心に戻ってくる時間）をうまく利用し、右に振れるときに同じ周期で指で右に押してやります。この現象を共振または共鳴といいます。ブランコをこぐとき、ブランコの振れる方向に合わせて力を加えるとブランコはよく振れます。力の入れる方向が逆になるとブランコはうまく振れません。これもまた、ブランコの持つ固有周期に合った周期で力を加えることによってブランコは大きく振れるのです。”

よって、音圧レベルが弱くても長時間継続すれば共振現象は起こります。風車の超低周波音はこのような性質を持っています。

風車の低周波音の周波数については、次のようなデータもある。



これは、千葉県への情報公開請求で、

“千葉県環境研究センターに保管されているデジタルデータのうち、精密騒音計 NL-62 で計測され、波形収録プログラム NX-42WR によって収録されたデータのファイルで 2014 年度に作成されたもの全て。”と要求して公開してもらったデータです。

左側は 30 秒間の計測を何度も繰り返した結果です。右側はその周波数成分を調べた物です。

1 番目の段は、サンプリング周波数が 48 kHz なので、24 kHz 成分まで計算可能ということ。

2番目の段は、100H z以下の低周波成分が強く、1000H z成分まで存在すること。

3番目の段は、30H z以下の成分が強いこと。

4番目の段は、0.5H z、10H z、15H zあたりの成分が特に強いこと。

を表しています。

また、このデータはファイルの名が、

¥Auto_1023¥SOUND¥NL_001_20141023_214623_110dB_1023_0000_SL0002.wa

¥Auto_1023¥SOUND¥NL_001_20141023_214935_110dB_1023_0000_SL0006.wa

¥Auto_1023¥SOUND¥NL_001_20141023_215205_110dB_1023_0000_SL0011.wa

¥Auto_1023¥SOUND¥NL_001_20141023_215518_110dB_1023_0000_SL0015.wav

であることから、それぞれ

2014年10月23日の21時46分23秒から30秒程度の計測

2014年10月23日の21時49分35秒から30秒程度の計測

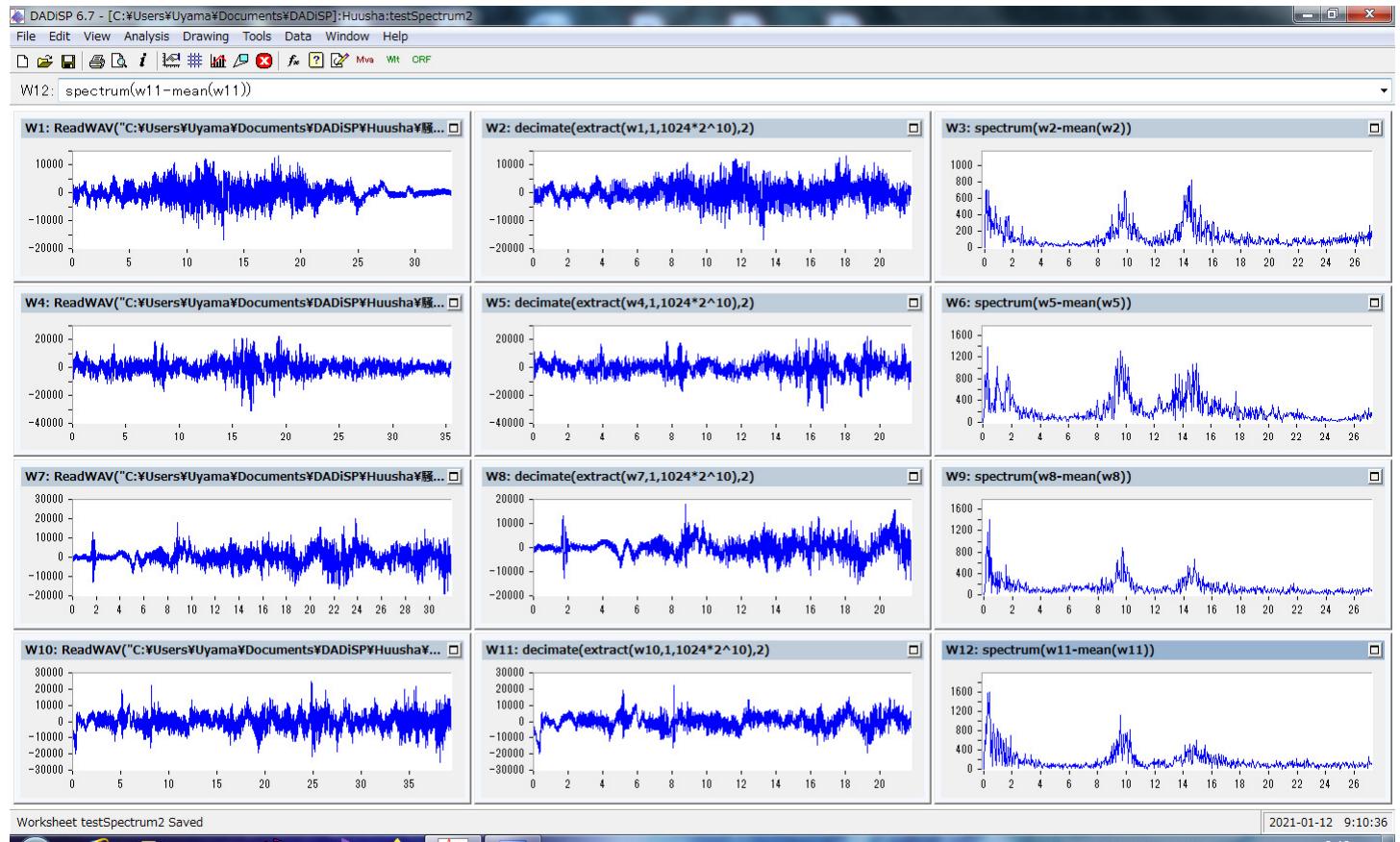
2014年10月23日の21時52分05秒から30秒程度の計測

2014年10月23日の21時55分18秒から30秒程度の計測

結果を表していることが分かります。

グラフから、30秒の間でも、風車の動きは大きく変化することがわかります。

それぞれの観測での、超低周波成分を比較しやすい形で表示すれば、右端の図になります。



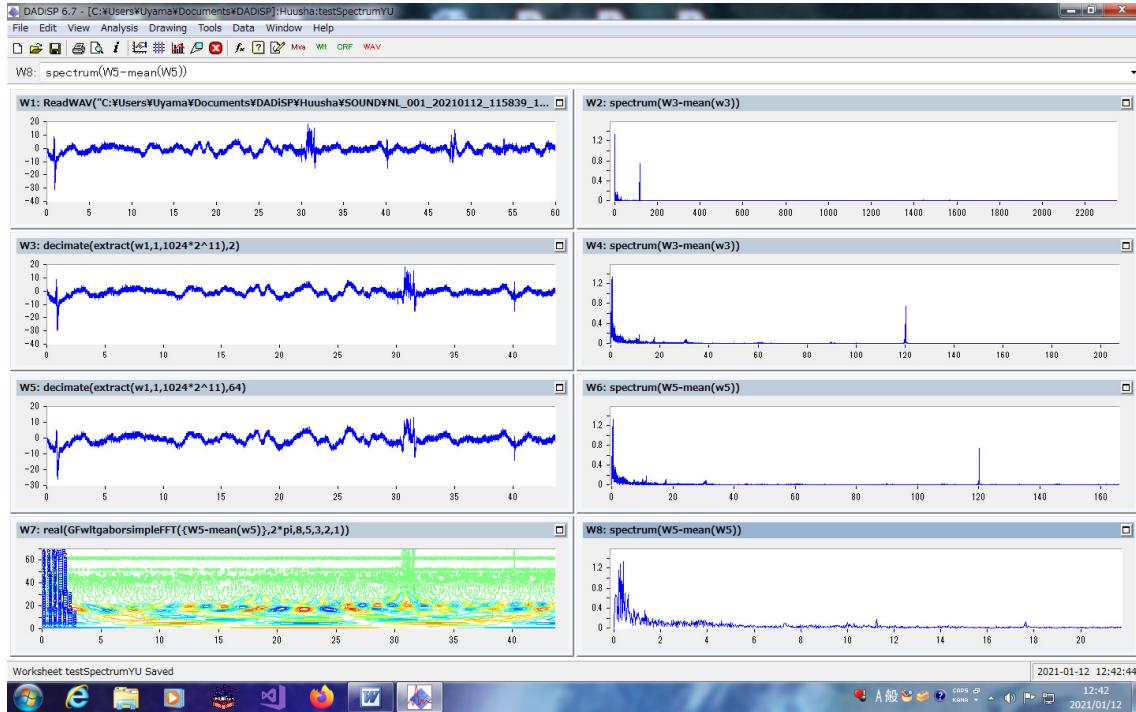
この風車では、1H z、10H z、15H zあたりで強くなっていることが分かります。

日本家屋の固有振動数と言われる、0.5H zから1H zあたりの周波数もかなり強いことが分かります。

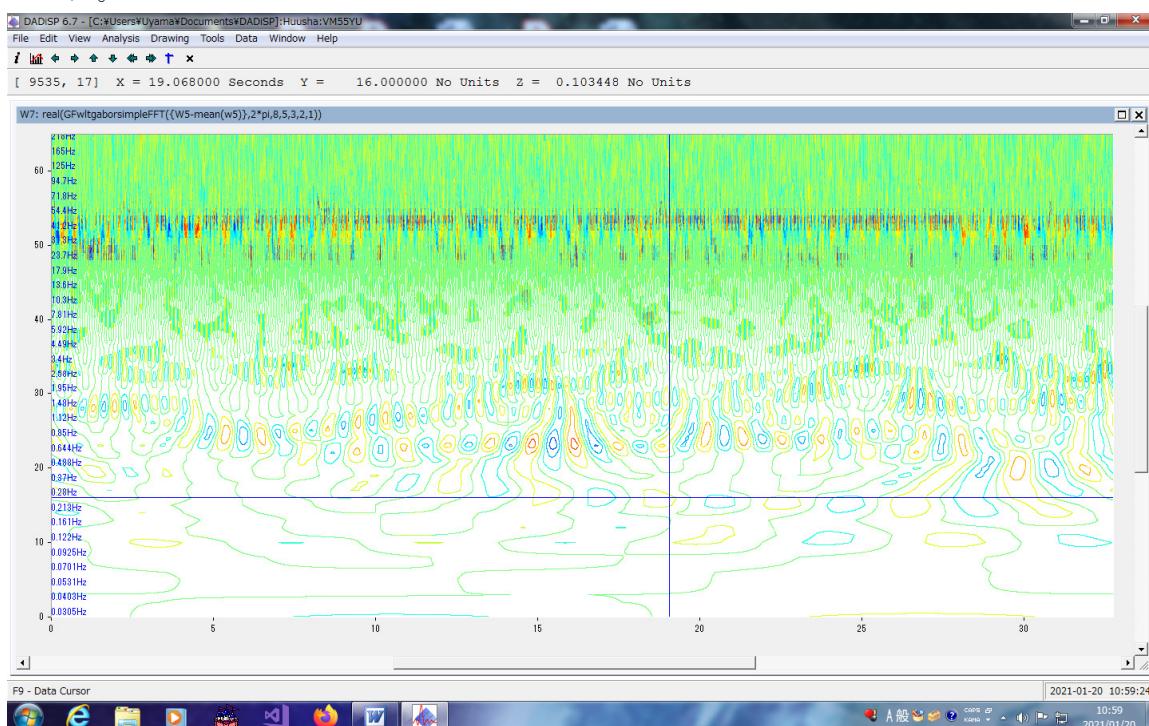
情報公開請求では“千葉県環境研究センターに保管されているデジタルデータのうち、振動レベル計VM-55で計測され、波形収録プログラムVX-55WRによって収録されたデータのファイルで2014年度

に作成されたもの全て。”との要求もしたが、機械は持っているが計測はしていないとの事でした。

自分の部屋で測ってみました。(2021年1月12日、風はおだやか。)
使っているパソコンの音が120Hzで計測されています。
超低周波音もありますが、私の部屋での強さは13、風車での強さは1600です。



振動レベル計で私の家の夜間の振動を測った結果では、0.5Hz、0.7Hz、50Hzにピーク値が観測されました。



これは、家の固有振動数と冷蔵庫を介しての交流電源の周波数が観測されたと考えられます。

さて、中野氏の論文は、低周波音の計測と 解析 の方法についてすばらしいヒントを与えてくれます。

1 . G 特性の値を使用しないで、音圧そのものを扱う。聴覚の問題として扱うだけでは無く、他の様々な感覚の問題として考える。さらに物理的な問題として音響キャビテーションなども考えるべきである。何しろもともと聴覚では捕らえきれない超低周波が問題であり、私たちは、日本家屋に住んでいるのだから。

2 . 1/3 オクターブ解析よりも、FFT や SPECTRUM や Wavelet を使うほうがより物理的な解析を可能にしてくれます。1/3 オクターブ解析では周波数がわからないので共振の問題を扱えない。騒音計、振動レベル計での計測をし、生データを使って解析する。

3 . いろいろな方法で分析可能なデータを収集する。医学的な数値の収集、騒音計のデータ、振動計のデータなどを収集して、比較しながら検討する。

4 . 音の指向性や減衰率を計測できるように同時に多数の地点で計測する。

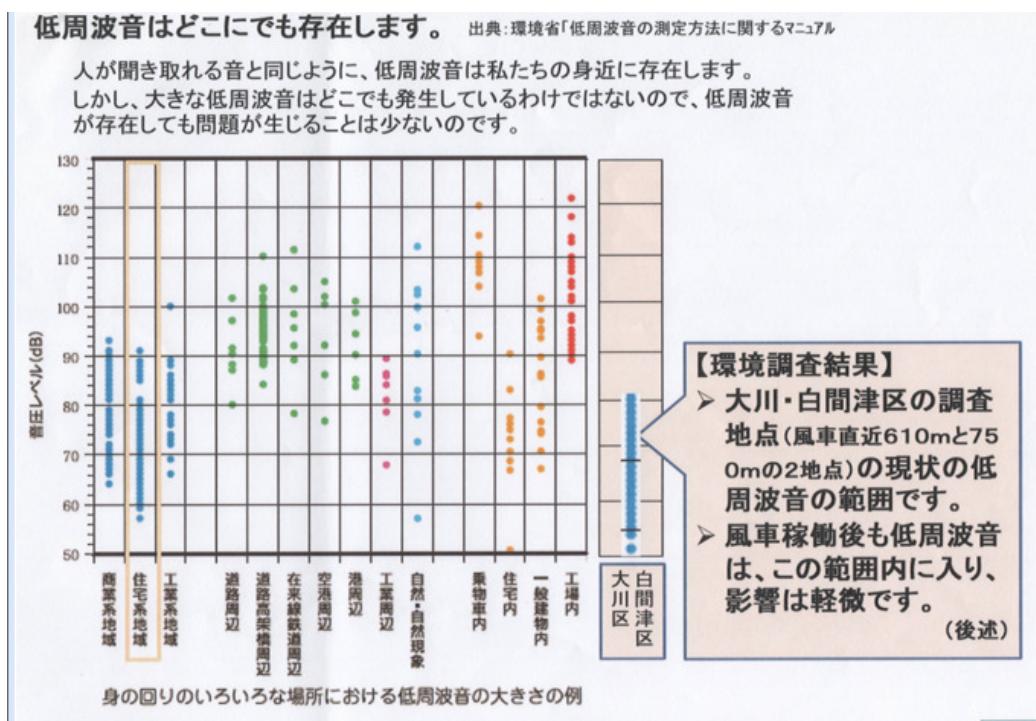
5 . データの収録と公開を徹底する。収録は、室内、室外、風車の近傍、周囲とし、振動、音 データは観測された圧力や加速度の変動そのものを公開して、誰でも分析できるように生データを公開する。

6 . 知覚閾値、感覚閾値、聴覚閾値の意味を明確化する。

中野氏の方法は、問題解明の大きなヒントになります。

中野氏の主張とは別に、配布資料の中に、もう一つ触れておかなくてはならない部分がある。

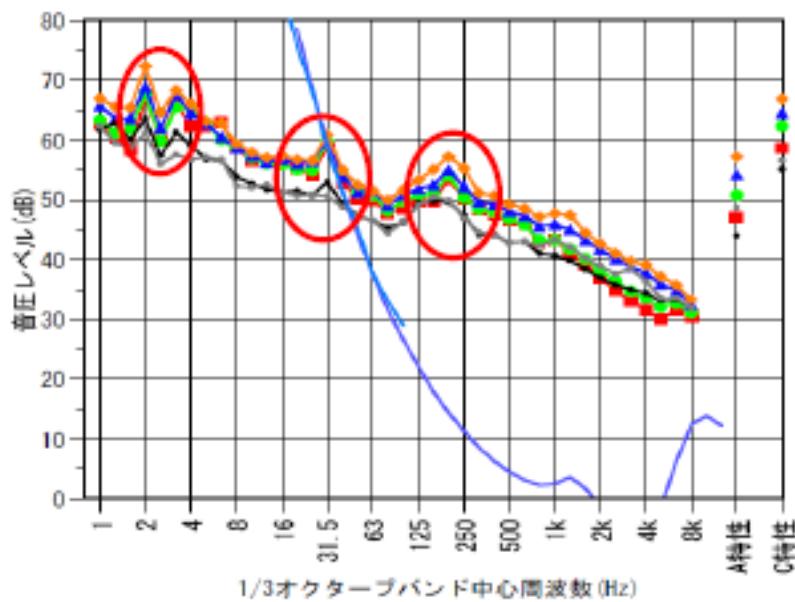
次のページは環境省の作製した資料に、風車建設に関する環境調査をする会社が独自の計測結果を追加したもののです。



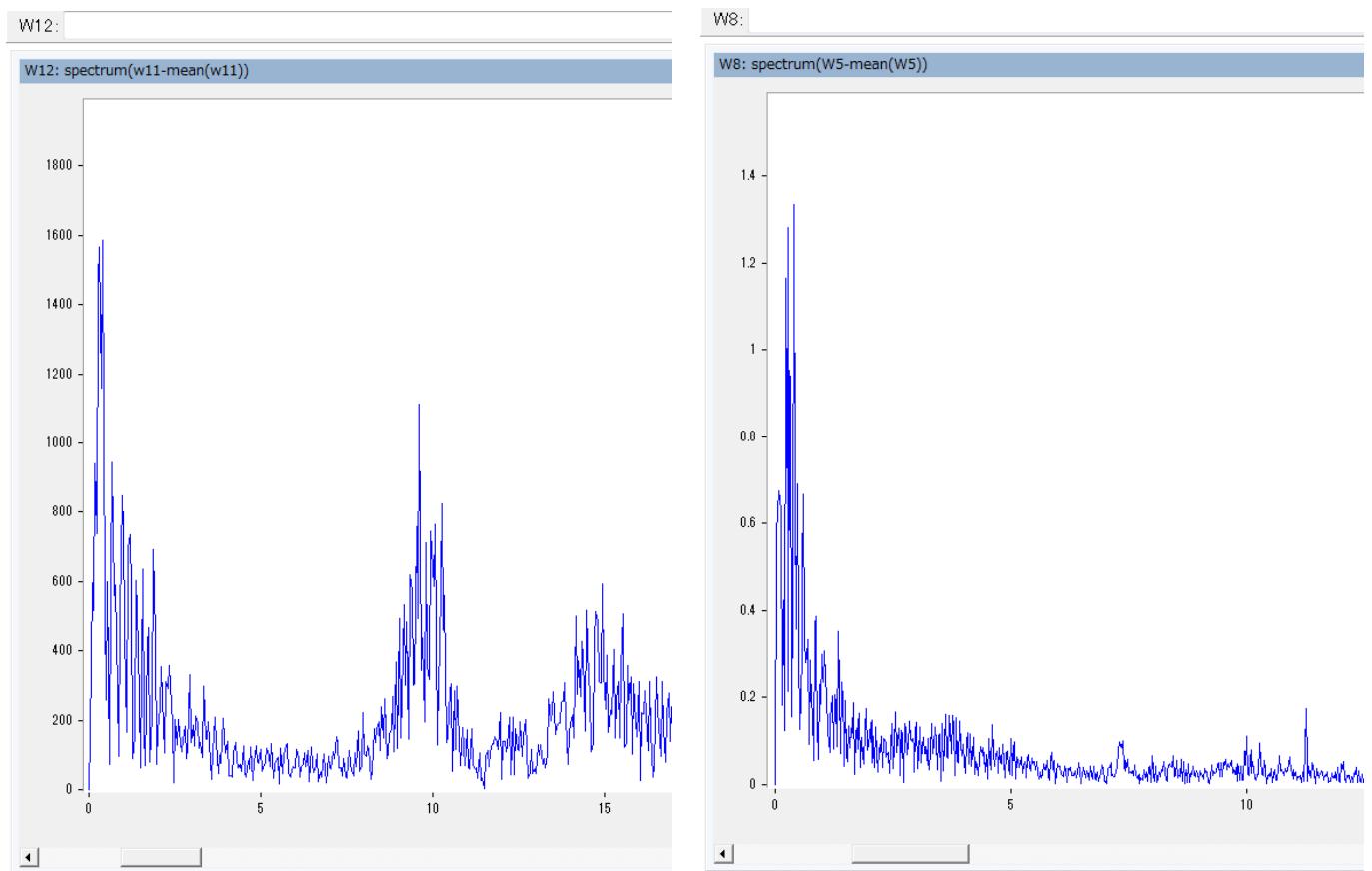
ここで疑問点は、

大川・白間津地区での調査結果を、国が超低周波音の存在を把握して公開した次のグラフのような形式しなかったのはなぜか?

と言うことです。



なぜ、風車建設前と風車建設後の解析方法が異なるのか？計測結果に同一の処理をして比較しやすいように出来ない理由は何か？私は、その答えは、風車建設前には、このようにひどい超低周波音が存在しないからだと思っている。



グラフの高さは、左側では 1600、右側では 13 です。

これは、収録した振動を、周波数成分ごとに強さを表示したものです。左が風車、右が自分の家です。

質問 15：風車建設前の騒音測定と建設後での、超低周波音、騒音測定の結果を、比較しやすい同一形式で公開すべきだと考えるが、振動についても同様に公開すべきだと考えるが、貴社はどのように考えますか？

(答)

国が調査した低周波音のグラフについて少し考えます。

このグラフでは、1 Hz、2 Hz, 31.5 Hz, 200 Hz 付近に山があります。

この原因を調べる必要があります。

そのためには、正確な周波数が必要です。風車の詳細な構造、材質の工学的な特性、材質の電磁気学的な特性を必要とする。たとえば、開口端補正ではタワーの長さ、直径が必要となる。

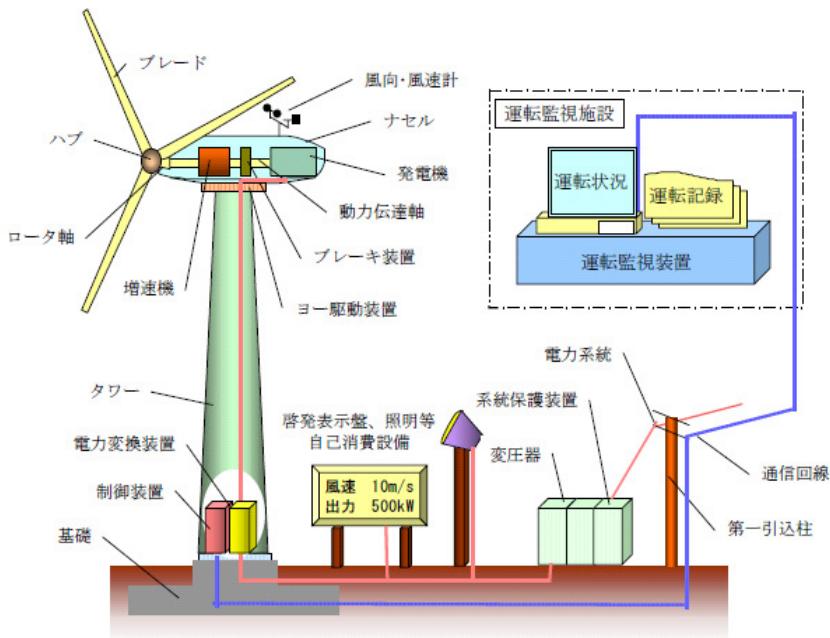


図 2.3-2 プロペラ式風力発電システム

3. 建設予定の風車について

●建設を考えている風車の特長について、以下の点を明らかにしてください。

質問 16：・風車を作った会社、風車の形式、風車の大きさについての詳細な資料。

特に、ブレード（回転翼）の表面加工、ブレードの先端の形状を含めたブレードの詳細な設計図、ブレードの固有振動数、

- ・タワー部分の大きさ、材質、厚さ、材質の工学的な特性、
- ・発電機の詳細な設計図
- ・ナセルの外装の材質、厚さ、電磁気学的な特性
- ・ローター軸の材質、工学的な特性

を公開して下さい。

(答)

質問 17：風車を止めて、大きなハンマーでブレードの先端を叩いたときの音を精密に録音して公開してください。

気持ちとしては、大きな木琴を叩くような気持ちで叩いてみてください。

実験、録音などは可能ですか？

(答)

質問 18：風車を止めて、大きなハンマーでタワーの部分を叩いたときの音を精密に録音して公開してください。

気持ちとしては、さかさまになった大きな釣鐘を叩くような気持ちで力いっぱい叩いてみてください。

実験、録音などは可能ですか？

(答)

質問 19：

回転している風車の真横から、ブレードかタワーの近くを通過するときの、ブレードの動きを高解像度の高速度カメラで撮影して公開してください。もちろん高画質 8 K でお願いします。NHK に頼んでみてください。可能ですか？

(答)

質問 20：

回転するブレードの撮影と同時に、

タワーのすぐ近くで、振動レベル計と、精密騒音計による計測をして下さい。

結果は、生データの形で公開してください。

可能ですか？

(答)

質問 21 :

- ・ 測定機器を購入して現地での騒音の計測、住民への聞き取り調査の実施を検討していますので、すでに建設されている風車で、貴社が建設を検討しているものと同型あるいは良く似ているものが設置されている場所、設置台数を詳細に示してください。

(答)

風車騒音の周波数に関する

風車騒音の周波数は、発生源を突き止めるために必要な数値である。

東京大学のグループは

土木学会第60回年次学術講演会（平成17年9月）

実風車における現地観測とその振動特性に関する一考察

○ 東京大学 学生会員 Pham Van Phuc
東京大学 正会員 石原 孟
東京大学 フェロー会員 藤野 陽三
東京電力 正会員 福本 幸成

3.2 風車の振動数 図 3 には観測により得られた応答

加速度の波形から求めたパワースペクトル密度を示し、
0.5Hz、2.0Hz、6.8Hz、8.9Hz 付近にはっきりしたピークが見
られている。低い振動数 0.5Hz と 2.0Hz は風車タワーの1次
固有振動数と風車ブレードの1次固有振動数に対応し、そ
の他の振動数はブレード、タワーの高次固有振動数、又は
ブレードとタワーとの連成振動モードの固有振動数に対応し
ていると思われる³⁾。

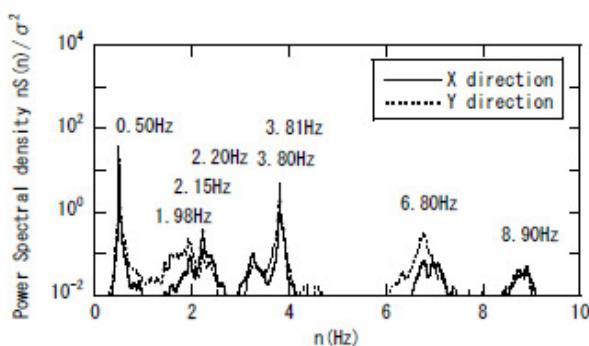


図 3 応答加速度のパワースペクトル密度

3.3 風車の減衰 風車の減衰には構造減衰と空力減衰

の二つの部分が含まれ、厳密に分けることが難しい。本研究では文献3と同様に RD 法を用い、応答加速度から減衰比を求め、ローターの回転数と風速とと一緒に図 4 に示した。減衰比は風速によりバラツキがあるものの、ナセル方向の減衰比の平均値は約 0.5% であるのに対して、ナセル直交方

れた1、2次はタワーモデルの1次モード、3、4、5次モードはブレードの1次モードに対応していることが分かる。また風車全体のモデルは風車の各部分を詳細にモデル化したことにより、観測された風車のすべての振動数を再現することができた。今回の観測では、タワー頂部のみに加速度計を設置したため、固有値解析から得られたすべての高次固有振動数は現地観測データからは見られない。これらの高次固有振動数を観測するため、タワーの中間位置に加速度計を設置する必要性があると思われる³⁾。

表1 固有振動数の観測値と予測値との比較

No	観測 (Hz)	固有値解析 (Hz)		
		ブレード	タワー	風車全体
1	0.50	2.19	0.54	0.50
2	0.50	4.73	0.54	0.51
3	1.98	-	4.36	2.10
4	2.15	-	4.36	2.19
5	2.20	-	-	2.20
6	-	-	-	3.26
7	3.80	-	-	3.46
8	3.81	-	-	3.91
9		-	-	4.77
10		-	-	5.05

に有るようすに、ブレードやタワーの固有振動を重視している。

さらに、風車の停止状態での振動を含む論文として、次の物もある。

風力発電設備の動的特性と耐震設計の基礎的考察

A Fundamental Study on Dynamic Characteristics and the Seismic Design
of Wind Turbine Generator Systems

棚邊 隆 シビルエンジニアリング部 土木建築設計室 主査
飯田 泰彦 シビルエンジニアリング部 土木建築設計室 主査
増田 博 シビルエンジニアリング部 土木建築設計室
大塚 久哲 九州大学大学院 教授 工学研究院建設デザイン部門
榎 豊和 九州大学大学院 工学府建設システム工学専攻 修士課程

Takashi Tanabe
Yasuhiko Iida
Hiroshi Masuda
Hisanori Otsuka
Toyokazu Sakaki

近年風力発電設備は、スケールメリットによるコストダウンを求めて大型化する傾向にあり、風力発電設備の支持構造であるタワーおよび基礎構造の重要性が増している。本稿は、風力発電タワーの運転時における動的特性を、実機の振動計測により分析し、次に、その振動と地震動の組み合わせ荷重下におけるタワーの応答を動的解析により求め、風力発電設備の耐震設計法に関して考察したものである。

Recently, WTGS (Wind Turbine Generator System) has increased in number and its size has been getting larger because of the pursuit of efficiency. This paper firstly presents investigation on the dynamic characteristics of WTGS tower from the result of field measurement. After that, the study on the seismic design method for the WTGS tower is introduced with the results of linear dynamic and static analysis.

1. はじめに

風力発電設備は、風車・発電機・その他制御機器およびそれらの支持構造であるタワーおよび基礎構造から構成される。タワーの設計に対する基準としては、International Wind Turbine Standard IEC61400-1 (1999年) が一般に用いられているが、地震のない欧州で作成された同基準では、地震に関しては、考慮するべき項目として明記されているものの、具体的な設計法を示すには至っていない（風荷重に関しては非定常性を定義するなど詳細に規定されている）。また、日本においては、建築基準法の適用対象となるため、同法にて規定する風荷重および地震荷重に対して、煙突関連の設計指針を準用し許容応力度の照査を実施している。しかし、本構造の設計においては、設備の稼働時振動（風荷重）と地震荷重の組み合わせ法など、風力発電特有の課題があり、耐震設計指針の整備が望まれる。また、設備の普及拡大に伴い、いわゆるレベル2地震（関東大震災・阪神大震災級地震）に対する性能規定も重要な課題と考える。

これらを踏まえて本研究ではまず、対象とした風力発電設備に対して動的特性の把握を目的とした振動計測を行い、その結果を基にタワーの常時振動特性の考察を行った。次に、その常時振動と地震動の組み合わせ荷重下における動的応答解析を行い、風力発電設備のタワーの耐震設計法について検討した。

2. 対象とした風力発電設備の概要

今回対象とした 600kW 大型風力発電設備の写真を Photo 1、その諸元を Table 1 に示す（平戸風力発電所 2号機、表中の風速は瞬間風速値を示す）。



Photo 1 LW50/750 (Hirado)

Table 1 Basic specifications

構造形式	鋼製自立式（変断面モノポール構造）		
タワーの高さ	46m	起動風速	3.0m/s
基礎の高さ	0.3m	定格風速	13.0m/s
タワーの外径	頂部 2.0m、基部 3.5m	停止風速	25.0m/s
耐風速	60m/s	ブレード長	23.9
定格回転数	27rpm	ハブ高さ	50m
定格出力	600kW	最大高	75.25m

3. 現地計測

3.1 現地計測概要

2001年3月2日～4月2日にかけての1ヶ月にわたりタワーの振動計測を行った。まず、FFTアナライザ(CF-250)を使用してタワーの固有振動数を分析した。その後、Fig.1に示す位置に(1)風向1成分、風速1成分、(2)羽根の回転数1成分、(3)タワーの応答加速度(南北方向と東西方向)2成分、(4)タワー基部の軸方向ひずみ(東西南北)4成分の連続計測を行った。また、データサンプリング間隔は計測機器および計測日数の都合により0.1秒とした。

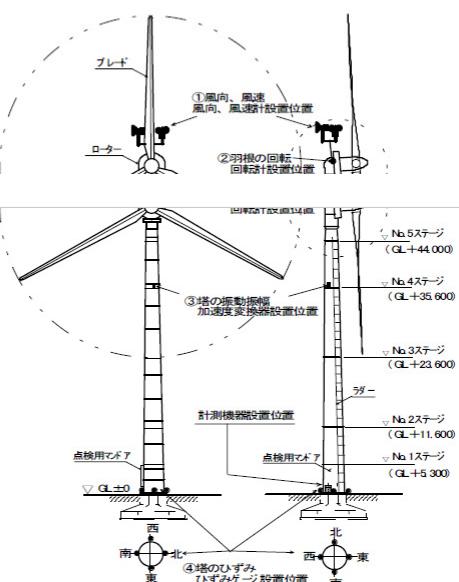


Fig.1 Measurement items and location

3.2 計測による固有振動数

FFTアナライザを使用して固有振動数の計測を行った。固有振動数の計測を行うときは、ブレードは回転しておらず、Fig.1に示すようにブレードに対して直角方向(以下、ブレード直角方向と略記する)がEW方向、ブレードに対して水平方向(以下、ブレード方向と略記する)がNS方向であった。固有振動数はブレード直角方向、ブレード方向ともに0.619Hzという結果となった。

3.3 風力発電設備の常時振動特性

ここで言う常時とは地震時を除いた風力発電設備の稼動時のことを指す。Fig.2は3月2日の計測開始時から3月9日の午前0時までの加速度と変位の計測データの時系列変化(5分間隔の最大・最小)を示している。期間中の最大応答加速度は3月4日のNS方向で738gal、最大応答変位は3月4日のNS方向の185mmであった。なお、変位は計測加速度を周波数フィルタリング法により2回積分して求めた。

期間中に行った振動計測のデータから代表的な値を取り出し、タワーの常時振動特性の検討を行った。

Fig.3は計測によるNS方向の加速度波形を示したものである。(a)～(d)は回転数をパラメータとしたもので、(e)はブレードの回転が停止する直前の加速度波形、(f)は回転停止時の加速度波形である。回転数が増加するにつれて応答加速度も増加する傾向となっているが、回転数17rpm(風速5.8m/s)付近で、明らかに他とは異なる波形となつた(b)。ブレードの回転は定格回転時で27rpm(d)、その後さらに回転数が上がり29rpmになると回転は停止している(e)および(f)。回転停止時の最大応答加速度は75.9gal、定格回転時(回転数27rpm)では-362.2gal、回転が停止する直前では391galとなった。風速が増加してもある値

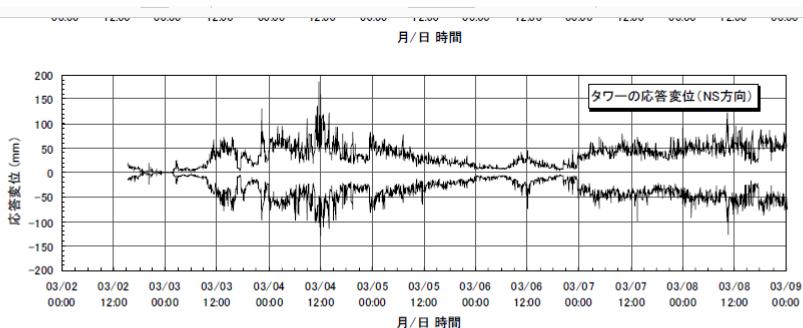
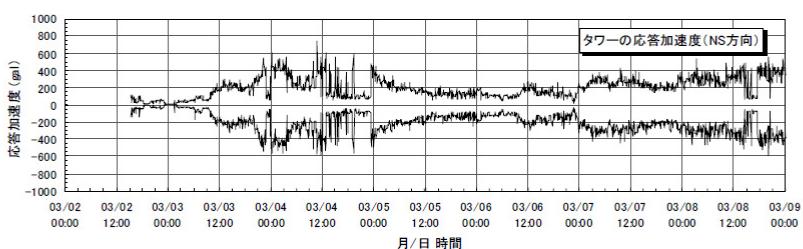


Fig.2 Measured acceleration and displacement (5min max-min)

以上になればブレーキが作動して発電を停止させるシステム（ストール制御）となっているが、風速が上がりストール制御がかかり始めるまでは時間的な誤差が生じる。風速が大きく、かつ、ブレードが回転しているこの瞬間に大きな加速度が生じているようである。

次に、加速度波形をフーリエ変換してフーリエスペクトルを求めた（Fig.4）。(a)では一次と二次の固有振動数付近の約 0.65Hz (Table 2 の固有値解析結果参照) と 5Hz 付近の高周波成分が卓越していた。(b)では 2Hz 付近のスペクトルが卓越しているが、これは別途ねじりの自由度を考慮して固有値解析を行ったところ 1832Hz のねじりモードが確認されており、これに対応するモードであると考えられる。(c)～(e)では三次と四次の固有振動数付近である 4Hz 以上の高周波成分 (Table 2 の固有値解析結果参照) が卓越していた。(f)の回転停止時では、一次と二次の固有振動

数付近（約 0.65Hz）と三次と四次の固有振動数付近（4Hz 以上の高周波成分）およびねじれの影響であると思われる 2Hz 付近が卓越していた。また、回転数が増加すると卓越振動数は低周波から高周波に変化する傾向となっている。応答加速度の特性については、NS 方向と EW 方向は類似した傾向となっていたために、ここでは EW 方向の検討は省略した。

4. 日本におけるタワー設計法

現在、日本国内においてタワーの高さが 15m を越えるものは、建築基準法施行令 138 条の工作物の適用対象となる。したがって、本施行令に該当するタワー構造およびその基礎構造は建築基準法の関連諸法令を遵守する必要があり、建設に際しては、監督官庁による構造計算書などの事前確認が必要となる。

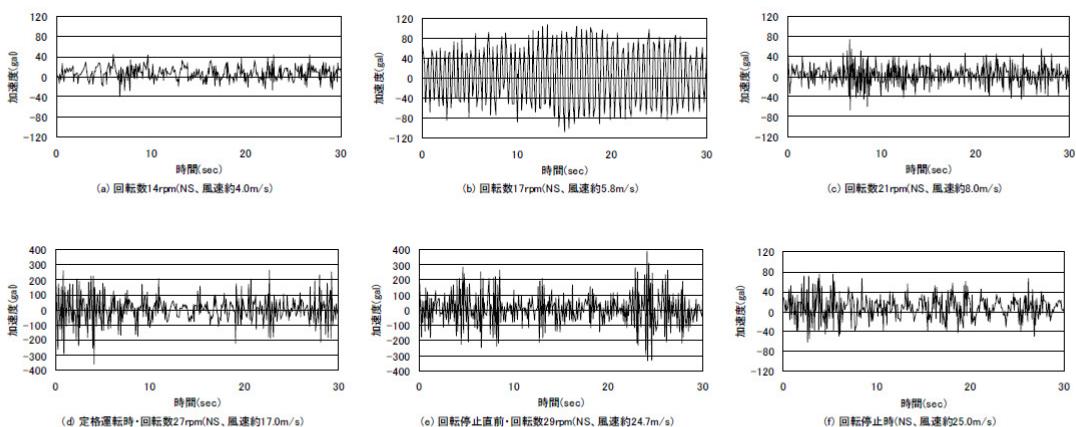


Fig.3 Measured acceleration

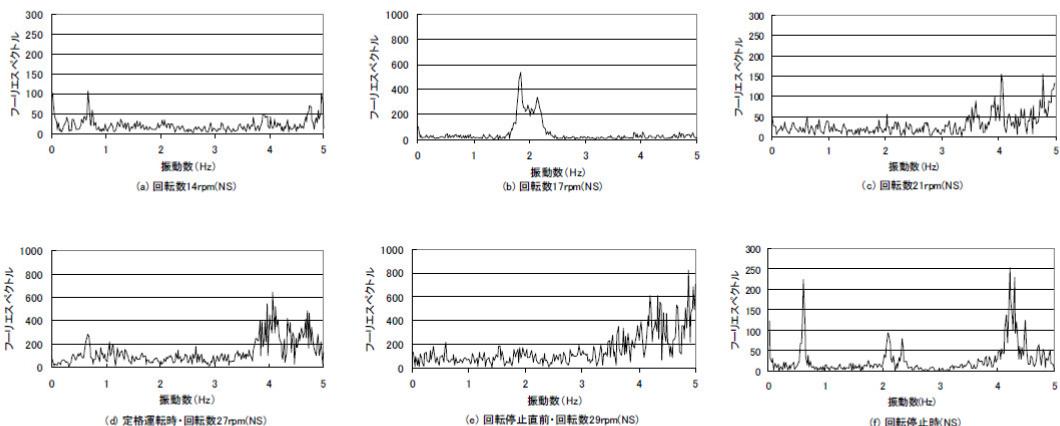


Fig.4 Fourier spectrum of measured acceleration

今回対象とした風力発電設備の建築基準における風荷重および地震荷重に対するタワーの設計曲げモーメントおよび水平変位を Fig. 5 に示す。

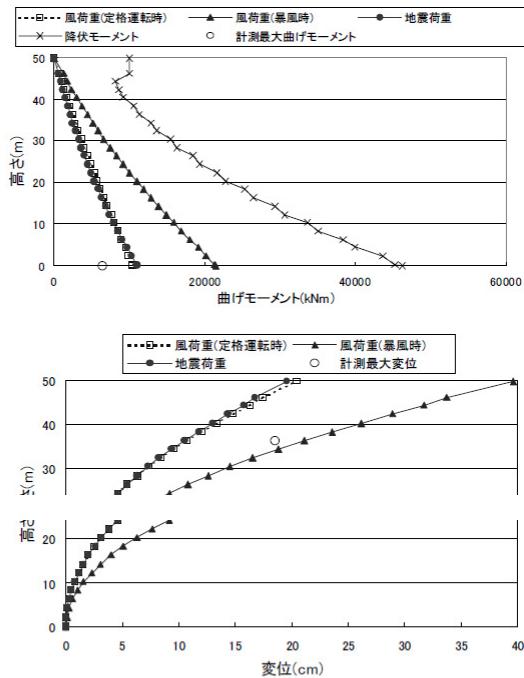


Fig.5 Bending moment and displacement

なお、荷重方向はブレード直角方向とし、各荷重は以下に示す条件により設定されている。

- (1) 風荷重：地表面粗度区分 III Gf(ガスト係数)=2.1
規準風速 $V_0 = 25$ (m/sec) 定格運転時最大風速
 $= 48$ (m/sec) 暴風時風速

- (2) 地震荷重：震度法設計水平震度 $kh = 0.3$

定格運転時の風荷重と地震荷重による曲げモーメントおよび変位の応答値は同程度であり、暴風時の風荷重による応答値はおよそ 2 倍となっている。Fig.5 からもわかるように、現行のタワーの設計法では、地震荷重よりも風荷重の方が大きく、支配的である。

5. 地震時に対する静的解析および動的解析

ここでは、道路橋示方書の考え方方に準拠したタイプ I およびタイプ II 地震動に対する解析を静的および動的の両方に関し実施し、風力発電設備タワーの耐震設計について検討した。

5.1 解析モデルおよび解析条件

解析モデルは Fig.6 に示すような総節点数 31 の三次元線形梁モデルである。節点 30 にはブレードとナセル部の集中質量 503.5kN を、節点 2 には基礎の集中質量 10211.6kN と回転慣性重量 124166.0kNm を与えた。基礎重量を除い

たモデルの全重量は 1131.1kN であり、その内の 45%がタワー頂部の節点 30 に集中している。地盤種別は II 種地盤で、地盤バネは水平、回転の 1 組の線形バネとして与えた。タワー部は鋼管で材質は SS400 ($\sigma_y = 235$ N/mm²) である。部材の減衰定数は、タワー部は 2%，地盤バネは 20%とした。

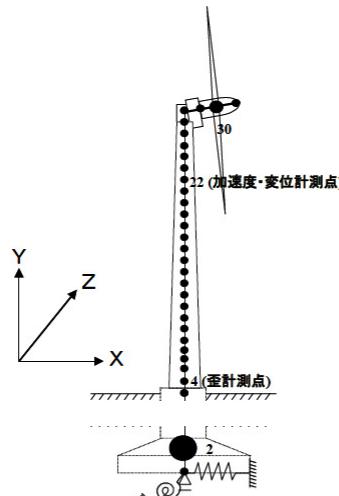


Fig.6 Analysis model

5.2 固有値解析結果

このモデルを用いた固有値解析結果を Table 2 に示す。Fig.6 に示すように、X 方向はブレード直角方向、Y 方向はタワーの高さ方向、Z 方向はブレード方向である。

また、モデルの妥当性を検証するために前述した FFT アナライザによる固有振動数の計測値と固有値解析結果の比較を行った。

計測値はブレード方向とブレード直角方向とともに 0.619Hz、解析値はブレード方向 (Z 方向) が二次固有振動数の 0.637Hz、ブレード直角方向 (X 方向) が一次固有振動数の 0.636Hz であり、計測値と解析値の誤差はブレード方向、ブレード直角方向ともに 2.5% であり、解析モデルは妥当と判断される。

Table 2 Results of eigenvalue analysis

次数	固有振動数および固有周期		累積有効質量比 (%)		
	Hz	sec	X	Y	Z
1	0.636	1.572	7	0	0
2	0.637	1.569	7	0	7
3	4.670	0.214	12	0	7
4	4.821	0.207	12	0	12
5	8.394	0.119	92	0	12
6	8.456	0.118	92	0	94
7	11.352	0.088	96	4	94
8	13.817	0.072	96	4	98
9	15.280	0.065	99	6	98
10	17.392	0.057	99	6	100

5.3 静的解析

5.1 節の解析モデルおよび解析条件に従い、地震時保有水平耐力法レベルの入力に対する解析を行った。入力方向はブレード直角方向とした。ブレードの全重量およびタワー重量の1/2を、道路橋示方書における等価重量(W)としてブレード回転軸の位置(節点30)に集中させ、保耐法に用いる設計水平震度(kheo)を作用させた。

一次固有周期: $T=1/0.636=1.57$ (sec)

地盤種別 : II種

- (1) タイプ I kheo=0.85 (プレート境界型)
- (2) タイプ II kheo=1.22 (内陸直下型)

5.4 動的解析

5.1 節の解析モデルおよび解析条件に従い、動的解析を行った。減衰マトリックスは、固有値解析より算出したひずみエネルギー比例型減衰からモード減衰定数を算定、有効質量の卓越する2つの次数(一次と五次)のレイリー減衰に換算して時刻歴解析に用いた。

また、数値解析手法としては、運動方程式を直接積分して構造物の応答を求める Newmark- β 法を用いた。また、 $\beta=0.25$ 、積分間隔は0.01秒とした。

入力地震動は、道路橋示方書V耐震設計編に規定される標準加速度応答スペクトルに近い特性を有するよう振幅調整されたII種地盤用のタイプI、タイプIIの標準波(Table 3)をそれぞれ3波用い、3波平均を応答値とした。なお、地震波の入力方向は5.3節と同様にブレード直角方向とした。

5.5 静的および動的解析結果の比較

Fig.7に静的解析および動的解析による曲げモーメントおよび水平変位図を示す。タイプI地震に対するタワー基部の曲げモーメントは、静的解析では29543kNm、動的解析では37955kNmとなり、両ケースとも降伏モーメント(46264kNm)37955kNmとなり、両ケースとも降伏モーメント(46264kNm)には至っていない。タイプII地震に対しては、タワー基部のモーメントは静的解析で42402kNmとなり、降伏には至っていないが高さ10m~40mの区間では降伏している。また、動的解析では、ほぼ全断面において降伏している。

以上の結果より、タイプI地震に対しては静解および動解のいずれも降伏モーメントには至らないが、タイプII地震に対しては降伏モーメントを超えることがわかる。また、降伏に至る場合、タワー基部よりはむしろ中間部分から降伏することがわかる。これは建築物と道路橋とで水平震度のかけ方が異なるためにこのような結果になったと思われる。最後に静解と動解の結果を比較すれば、高次モードの影響により曲げモーメント・水平変位とともに動解の結果の方が大きく出ており、動的解析の必要性を伺わせる結果となっている。

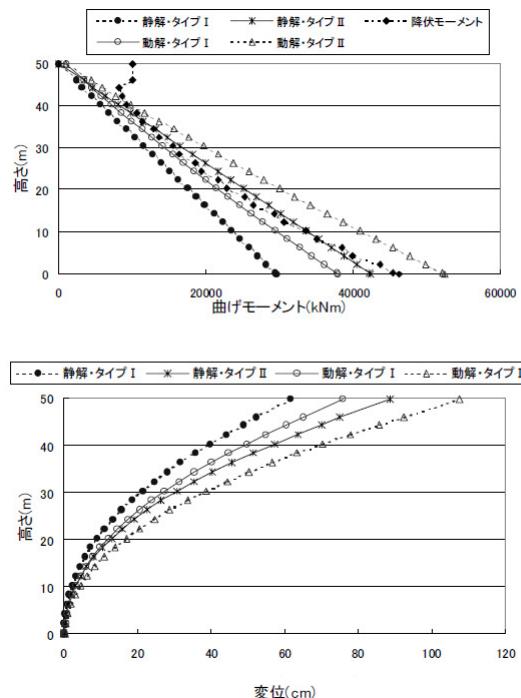


Fig.7 Comparison of analysis results

Table 3 Summary of earthquake wave

	地震名	マグニチュード(M)	記録場所	振幅調整後の最大加速度(gal)
タイプI	1968年 日向灘沖地震	7.5	板島橋周辺地盤上 LG	-362.617
	1968年 日向灘沖地震	7.5	板島橋周辺地盤上 TR	384.925
	1994年 北海道東方沖地震	8.1	温根沼大橋周辺地盤上 TR	-364.849
タイプII	1995年 兵庫県南部地震	7.2	JR西日本鷹取駅構内地盤上 N-S	686.831
			JR西日本鷹取駅構内地盤上 E-W	-672.639
			大阪ガス葺合供給所構内地盤上 N27W	736.334

6. 稼動時振動と地震動の重ね合わせ

現行の設計法では、地震荷重と風荷重の重ね合わせに関する規定はないが、本構造では、地震時にはブレードは回転している可能性が高く、地震時においても風荷重およびブレードの回転に伴う稼動時荷重が同時に作用すると考えられる。よって、この解析では、風荷重とブレードの回転に伴う稼動時振動を、振動外力をタワー頂部（節点30）に作用させることにより近似的に表現し、この振動外力と地震波を同時に作用させ動的解析を行った。

稼動時振動外力は現地計測の結果に基づいた動的解析により設定し、入力地震波はTable 3に示すタイプI、タイプIIの標準波の6ケース（上から順に、Case1～6）とした。

Fig.8は動的解析と同時解析は地震波のみと地震波と振動外力を同時に作用させたときのタワー基部の最大曲げモーメントを比較したものである。どのケースにおいても、振動外力と動的解析の単純な足し合わせにはなっておらず、しかも曲げモーメントの増加率は小さい。したがって、こ

の方法によれば、地震時には稼動時振動の影響は小さく、実務設計上無視できる範囲内であると考えられる。

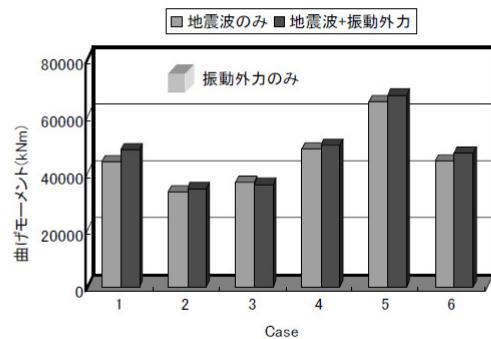


Fig.8 Bending moment at bottom of the tower

7.まとめ

本研究では振動計測結果を基にタワーの常時振動特性の考察を行った。次に設計曲げモーメントおよび水平変位を現地計測の結果と比較した。さらに、道路橋示方書に準拠したレベル2地震動に対する静的および動的な解析を行った。最後に、計測結果より稼動時振動を推定し、その振動外力と地震波を同時に作用させて解析を行い、風力発電設備のタワーの耐震設計法について検討した。その結果次のような知見が得られた。

- (1) ブレードの回転数が増加するとタワーの卓越振動数は低周波から高周波に変化する傾向となる。また、回転数17rpm（風速5.8m/s）では2Hz付近の振動数が卓越し、ねじれ振動が発生する。
- (2) 現行のタワーの設計法では、地震荷重よりも風荷重の

方が大きく、支配的である。また、計測最大変位は同じ高さにおける定格運転時の風荷重よりも大きく、暴風時よりも小さい。基部の計測最大曲げモーメントは建築基準における定格運転時の風荷重よりも小さく、安全側で設計していると言える。これは、建築基準が突風（ガスト係数）など不確実性を考慮して風荷重を割増しているためと思われる。

(3) 静解および動解の結果、タイプI地震に対してはともに降伏モーメントには至らないが、タイプII地震に対しては降伏モーメントを超える。レベル2地震による解析結果より降伏モーメントを超える応答が得られたことにより、重要性の高い施設に関してはレベル2地震に対する検討が今後必要となろう。

(4) 静解による検討で降伏に至る場合、タワー基部よりはむしろタワーの中間部分から降伏する。道路橋示方書では、原則的に構造物の付け根部で降伏するように断面を決定しているが、本タワーではそうなっていない。どのような構造が真に耐震的であるかの検討も含めて設計水平震度のか

け方に関する考察が今後必要であろう。

(5) 振動外力と地震波を同時に作用させた解析によれば、地震時には稼動時振動の影響は小さく、基部の曲げモーメントの増加率は小さい。この程度の増加率であれば、実務設計上無視できる範囲内であると考えられる。ただし、今回対象とした風力発電タワーの高さは46mであり、最近は風車の大型化に伴い、70mを超えるタワーが主流になりつつある。70m級のタワーについても同様の結果になるかどうかについては今後検討の必要があると思われる。

8. おわりに

本稿は、九州大学と当社で実施した共同研究の成果の一部をまとめたものである。現地計測において得られた大量のデータは、未だ、整理・分析が完了した状態とは言いがたく、引き続き分析中である。追って、まとまり次第報告したいと考えている。

最後に、現地振動計測に際しては、株平戸風力発電所殿ならびに㈱高谷土木殿の多大なる協力を賜り、ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）. 風力発電システムの設計マニュアル.
- 2) 日本道路協会. 道路橋示方書・同解説IV. 下部構造編. 1996.12.
- 3) 日本道路協会. 道路橋示方書・同解説V. 耐震設計編. 1996.12.
- 4) 寺村彰ほか. 風力発電用制振装置の開発. 大林組技術研究所報. No.60, 2000.

<問い合わせ先>

シビルエンジニアリング部 土木建築設計室
Tel. 045 (505) 7718 棚邊 隆
E mail address : tanabet@eng.tsurumi.nkk.co.jp

環境省がかつて公開していた見解では、

4.1.5 風車

風車の超低周波音の発生原理は基本的には送風機のいわゆる回転音と呼ばれるものと似ている。大型発電用風車の場合は、羽根の枚数が少なく、回転数も小さいために正常運転でも超低周波音を発生することがある。

その基本周波数 f (Hz) は、翼の回転数を R (rpm)、翼枚数を Z (枚) とすると

$$f = RZ/60 \text{ (Hz)}$$

で与えられ、この基本周波数とその高次の周波数が卓越する。

大型発電用風車の場合は、一般に翼枚数は 1~3 枚 (3 枚が主)、回転数は 30~60 (rpm) 程度であり、基本周波数は数 Hz 以下になる。

とあります。

これだと卓越する周波数成分は風車の回転数の増加に伴って連続的に変化するはずである。また詳細な観測結果も示されていない。

もしそうなら、固定された周波数の音が特に強くなることはないはずである、卓越した周波数成分が回転数と共に変化しなくてはならない。

この考えでは特定の周波数のところが特別に大きなエネルギーを持つ理由が説明できない。共鳴を考えなくては強力なエネルギーを持つ理由が説明できない。

この考えでは、回転数の上昇によって生じる、どの周波数の場合も、同じようなエネルギーをもち、もし変化するとしても単調増加、または単調減少で変化するはずである。

これらの問題を解明するには、ビデオカメラで風車の回転数を測りながら、超低周波音を計測して FFT 分析をする必要がある。

また、ブレードの固有振動数については、回転数の変化で、ブレードに加わる力が変化 (引っ張られたり、圧縮されたりする。) して、その結果としてブレードの固有振動数が変化することも考慮する必要がある。

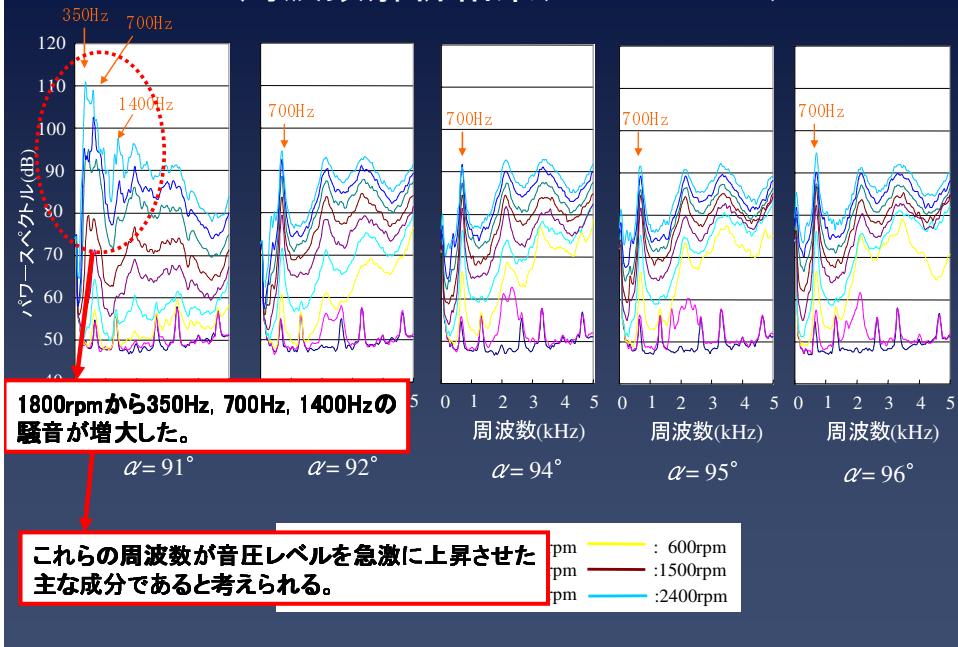
また、千葉大学の研究で次のようなデータもある。

小型風車の回転数と騒音の周波数分析の結果のグラフが千葉大学の研究結果としてインターネット上に公開されています。

それを見ると、

次のグラフとなり、

周波数解析結果(20Hz～5kHz)



このグラフでは、回転数が増加すると 700Hz の音は強くなるがこのピークとなる周波数が回転数の増加について変化してゆく様子は見られない。

このグラフでは、 $f = RZ/60$ (Hz) の式は意味を持たない。

なお、このグラフの使用については、千葉大学の佐藤先生から

さて、グラフの使用は結構ですが、この図は、風車の羽根（3枚、グラスファイバー、長さ約0.5m）がをモーターで回転させたときの発生音を測定したものです。

低周波の音は、350Hz、700Hz が $\alpha=91^\circ$ のときに $R=2400, 2100, 1800 rpm で大きいことが左の図の破線の円領域で注目しています。このときの音は、爆音のような音です。$

α が大きくなると爆音は消えます。爆音の原因は、回転中に羽根のピッチ角が変わらるような振動現象です。このときには、回転数の増加につれて羽根の半径方向での曲げ振動も重畠します。700Hz は α には関係ないので、爆音が生じないときの曲げ振動であると思います。

これには確かに回転の周波数が影響していませんので、材料の固有振動数であると考えられます。低周波、超と言う字は付きませんが、爆音の原因は、この材料が剛性(EI)が大きく、ピッチ角を変えるような振動が、回転の空気力(迎え角の移動(変化))の増加により、共振域に入って誘起されたものと解釈されます。

20Hz 以下の超低周波の発生機構については、私は別の意見を持っています。

以上、20Hz の FFT の測定例として引用することは可とします。

佐藤建吉

との承諾をいただいています。

質問 22：風車の騒音被害の解決には、発生源が何かを突き止める必要があります。貴社は、発生源解明のための努力をしていますか？少なくとも、何をどのように計測すべきだと考えていますか。

(答)

陸上風力ゾーニングマップ根拠資料

について、

陸上風力ゾーニングマップ根拠資料

鳴門ゾーニングプロジェクト協議会

本資料は、鳴門市における陸上風力発電の環境・社会に十分配慮した適正な立地を促すための各種検討のうち、特に『騒音・シャドウフリッカーへのリスク』について着目して、立場の異なる関係者で構成される協議会でなされた検討過程、およびその結果を説明するものである。

編集：WWFジャパン発行日：2017年5月

3. 検討にあたって

騒音・シャドウフリッカーの影響を検討するにあたり参考とした文献では、これらの影響(特に騒音)に関しては、画一的な手法でその影響を確実に評価することは難しく、またその影響の全容に至ってはまだ科学的に解明がなされているものとの記述が多く見られた。実際に、これまで風力発電事業を巡る反対運動では、事業者側が風車騒音に関してリスクは小さいと論じる資料を提示するのに対し、反対側は騒音による影響(主に健康被害)の可能性は否めないとする根拠を提示する、という対立が世間一般ではしばしば見受けられた。このように、その影響に関しては科学的知見がまだ十分でないトピックであり、かつセンシティブな内容であると考えられたため、検討に際しては、なるべく中立的な機関による十分な最新資料をもとに、公正に判断していくことが重要と考えられた。

4. 実施した検討手順

1 文献調査



2 有識者へのヒアリング調査



2 自治体へのヒアリング調査

2 環境省へのヒアリング調査

3 協議による最終評価

なるべく偏りなく検討を進めるため、情報収集に際しては、信頼できる機関(大学や官公庁などの機関)の最新資料(※1～19)を中心に文献調査を実施。騒音やシャドウフリッckerの影響の種類や、影響評価の方法・指標について、傾向の整理・分析を行った。

また騒音に関しては、追加的に有識者へのヒアリング調査を実施。まだ影響に対する科学的知見が不十分な騒音について、文献資料だけでは補えない知見を収集した。くわえて、騒音に関する影響を避けるための措置を既に講じている自治体に簡易的なヒアリングを行うとともに、所轄官庁である環境省へヒアリングをし、影響評価の考え方の参考とした。

その上で最後に、これらの知見をもとに、どのような範囲を“影響を避けるべき地域”とするかを協議・決定した。

自治体、環境省へのヒアリング結果については、次のようになっている。

【3：自治体へのヒアリング結果(要点)】

- 1) 主に騒音を意識したセットバックを定めている多くの自治体が、古い文献である NEDO マニュアルを算定根拠にしている。また、単に他の自治体の閾値をコピーしただけなどの自治体も見受けられた。

【4：環境省へのヒアリング結果(要点)】

- 1) 20Hz 以下の超低周波音については、聴覚閾値以下そのため、現時点では影響があるとは言えないこと
- 2) 20~100Hz の可聴音域については、最新研究からも卓越成分が見つかっており、影響がないと断言はできないとのこと
- 3) 騒音苦情に関しては、1000(m)以上でも苦情があったということ

環境省は“現時点では影響があるとは言えない”との事だが、大切なのはどのような項目にどのような関連があったら、影響があると認めるのかを、明確にすることである。

項目としては、風車からの距離、地形の影響のシミュレーション結果、家屋の形態（平屋、2階建て）、家屋で使われている材木の太さ、屋根の材質、不眠は体調不良を数値化したデータ、交通事故件数、学生の学力、などなどあるが、多変量解析での相関行列の計算が必要である。

最初に問題となるのは、検討する姿勢です。政府や企業への忖度があまりにもひどい。

例えば、自治体へのヒアリングであるが、千葉県の場合は、千葉県環境研究センターで風車騒音の計測や分析を行うのだが、1/3 オクターブ解析の結果しか公開しない。このデータは原因究明には全く役立たない。

これしか発表しないのは、国の方針に従っているからとの事でした。このような自治体にアンケートをとっても、国の姿勢の追認するアンケートを追加するだけで、公平な立場を担保することは出来ない。

また、学者へのヒアリング結果は、

表1 ヒアリング調査協力者 （※所属・肩書はヒアリング当時のもの）

専門分野	有識者名	所属・肩書	備考
音響(騒音)	A氏	大学名誉教授	対面によるヒアリングを1回実施

- 1) 風車の超低周波に関しては、可聴領域以下であるため、現時点では聞こえないものと考えられること。
- 2) 風車騒音は地理的特徴によって変わり得る。したがって一律に安全といえる距離は定義できないが、過去の調査の経験から考えると1000(m)は離すことが無難と考えられること。
- 3) 可聴音域では卓越成分があることも事実。一方で騒音に関しては受け手の風車に対する感受性次第で影響が変わり得るとも考えられるとのこと(例えば、風車の運営に近隣住民が携わっている海外では、風車に対するとらえ方も異なる)

であり、その内容は、

最近の政府の姿勢、“風車の問題を可聴域の音波の問題としてのみ扱う。耳では聞こえない超低周波音は無視する。”ことと“騒音問題は個人の風車に対する感受性、考え方の問題だ。”として、科学的な解明を押さえ込む方針に従ったものに過ぎない。

このような答をする有識者は、真理を追究する姿勢を全く放棄した有識者であり、恥ずかしくて自分の名前や所属を公開できないのは、当然です。

文献調査に関しては、

【1：文献調査結果(要点)】

《騒音について》

- 1) まだ国内外で影響研究が十分とは言えない状況であり、絶対的な規制や対策の正解がないこと
- 2) 超低周波音については、影響を明確に示す証拠がなく、その評価は現時点で困難と判断できること
- 3) 低周波、スイッキングについては、現段階で影響について閾値を設けることは困難と判断できること
- 4) 騒音・シャドウフリッカーの影響を考える上では様々な評価の方法があるが、その1つに、セットバック（影響を避けるために必要な距離）があり、各国や国内の一部自治体で距離を定めていること。
- 5) 国内外の事例の多くが“住宅等”から距離を設けることとしていること。
- 6) 海外事例では800(m)以上、国内自治体では200～500(m)程度、国内事業や技術報告等では500～1000(m)以上をセットバックとすべき事例がみられることを確認。
- 7) 苦情に関する論文(※4)や環境省による苦情実態調査(※19)では、風車から600～900(m)の距離から、苦情が減少する傾向が見受けられた一方で、1000(m)以上でも苦情が発生することが示唆されている。

となっている。

文献の中には、何をどのように調査、研究すれば問題点が解明できるかということについて具体的に提起している物も少しある。

困難、困難。研究不十分では、何のために調査した意味が無い。

例えば、医学的な調査を数値化して統計的な扱いが出来るようにする具体的な方法がある。超低周波音での家屋全体の共振実験、音波での実験が無理なら、土台を揺らして室内に置いた振動レベル計で揺れを測り、風車被害で申しでのある住宅の室内での振動レベル計での計測結果と比較する。
などなど、方法は沢山あるのに、具体的な提案をしない。困ったものである。

《シャドウフリッカーについて》

- 1) 国によって異なるものの、主に住宅等から1300(m)やローター直径の10倍程度の距離設定の事例が見られる。しかしながら、これらがセットバックであるか予測範囲であるかが不明確な部分がある。
- 2) 国内自治体の風力ガイドラインなどでは記載は見られないことを確認

これについては、コンピュータシミュレーションをすれば済むことです。

そして、その結果と交通事故件数との関連を多変量解析で調べる。など、明確に出来ることはあります。
ここでは、

- 1) 風車の超低周波に関しては、可聴領域以下であるため、現時点では聞こえないものと考えられること。

についてのみ、一言触れておく。

問題は、耳に聞こえるか否かではなく、耳に聞こえない物が人間にどのような影響を及ぼすかと言うことである。

たとえば、電磁波であるが、人間が色として認識できる波長（周波数）はかなり狭い範囲のものであり、色として認識できない電磁波も沢山ある。

たとえば、紫外線。目には見えなくても、皮膚の炎症を引き起こす。

また、電子レンジで使われている電磁波も目には見えない。でも、大きな電子レンジを作って、人間の中に入れてスイッチを入れたら、どのような結果になるかは、誰でも想像できる。

音や電磁波では、“見えない、聞こえない”が安全性の保証にはならない。

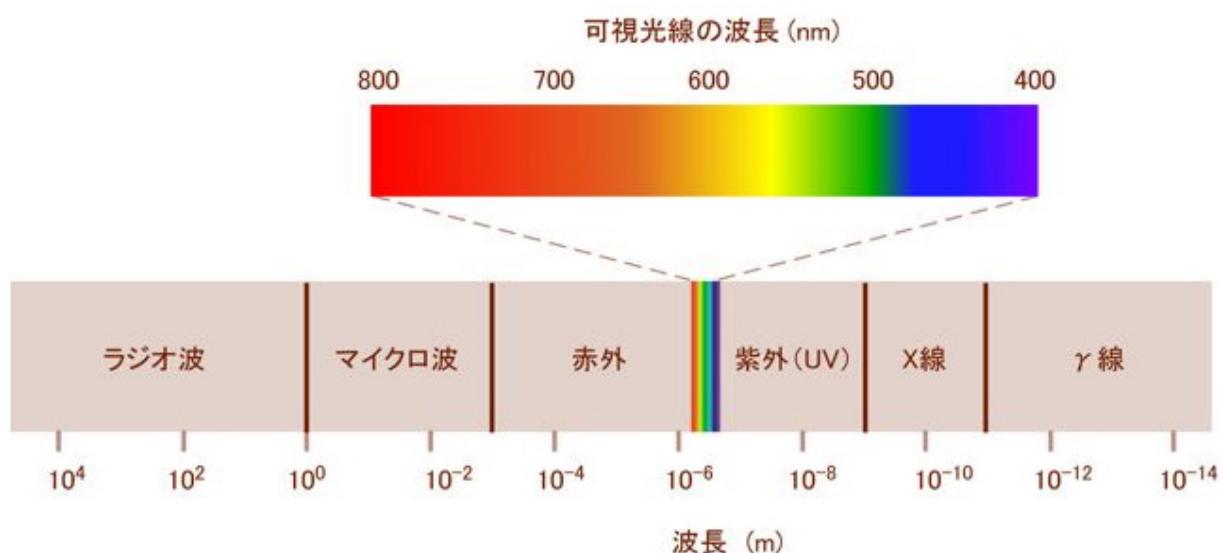
電磁波の分類：

可視光線 (visible light)

人間の目に光として感じる波長範囲の電磁波。波長範囲の下限は360–400 nm、上限は760-830 nmである。可視光線の波長は、nm (ナノメートル) 単位で表されることが多い。 $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9}$ (0.000000001) m。波長によって異なる色感覚を与え、紫 (380-430 nm)、青 (430-490 nm)、緑 (490-550 nm)、黄 (550-590 nm)、橙 (590-640 nm)、赤 (640-770 nm) として認識される。

人間の視覚が色を認識するのは、網膜の視細胞である錐体にある、ヨドプシンと呼ばれるタンパク質の働きによる。人間の錐体には3種類あり、それぞれ青、緑、赤色の光を認識する。これらの3種類の錐体によって、すべての色を表現することができる。「光の3原色」とは、人間が3種類の色を認識することに基づいた考え方である。夜行性哺乳類には2種類の錐体しかなく、また、ムクドリは4種類の錐体を持っている。これらの生き物には、人間とは違う色の世界が見えていることになる。

植物の光合成のうち明反応過程は、葉緑体に含まれるクロロフィルなどの色素が、太陽光に含まれる可視光領域の光を吸収して起こる。その他にも、多くの化学反応が、可視光線の照射によって引き起こされる。



図：さまざまな波長の電磁波における可視光線

私たちの周りにはたくさんの電磁波が飛び交っています。FM放送の周波数は 70~100MHz、地デジ放送が 400~700MHz、衛星放送はほぼ 12GHz です。携帯電話は 700MHz~3.5GHz で、電子レンジの周波数 2.45GHz とほぼ同様の周波数帯です。しかし、電子レンジ内の電磁波は金属の壁に反射しますが、電子レンジの外に強い電磁波が漏れることはありません。ガラスがはめ込まれたドア部分にも金属のシールドが施されています。さらに、電子レンジは電波法令で管理されています。電子レンジから漏れてしまう電磁波の強さに対する日本及び米国の安全基準は、電子レンジから 5 cm の位置で 5 mW/cm^2 (電力密度)以下と定められており、実際に測定してもそれを越えることはありません。さらに電子レンジから 50cm も離れれば、電力密度は 1/100 以下になる実験結果もあります。

電子レンジの周波数 2.45GHz は、

$2.45\text{GHz} = 2.45 * 1,000,000,000\text{Hz}$ 、 30万 km = $300,000\text{km} = 300,000,000\text{m}$ なので。

波長は、 $300,000,000 / 2.45 * 1,000,000,000 = 3 / (2.45 * 10) = 3 / 24.5 = 0.12\text{m}$

となり、マイクロ波と言われるものにあたります。

この波長は、可視光線の範囲には入りません。目では見えません。耳で電磁波を聞ける人はいません。匂いも感じません。普通の感覚では捕らえられないと思います。

でも、人間の体は、この電磁波に対して直接的に反応します。人間が電子レンジに入れば、体液が高温となり、死亡します。感覚閾値以下でも、非常に強い影響があります。

紫外線も、可視光線ではありません。でも、私たちの体は、直接反応します。日焼けして水ぶくれが出来ます。見えない物にも、人間の体は反応するのです。

光の場合は、かなり調べられているが、音は、難しい。最大の理由は、1 Hz、2 Hz の音を出すのが難しいからです。

当然のことですが、聴覚だけが感覚ではない。

人間は振動も感じる。低周波で障子がたつく事例（共鳴）の報告もある。

家やマンションが共振することも十分考えられる。精密騒音計を振動レベル計があれば、計測可能である。家やマンションが共振で振動すれば、私たちはその揺れを感じることが出来る。地震のときに揺れを感じるのだから。

障子や家具はもちろん、建物全体（家やマンション）としての共振については、風車周辺で超低周波音を周波数成分ごとに調べ、各成分の影響を考えなくてはならない。

さらに、電子レンジ、紫外線の場合のような、直接的な反応に関連して、音響キャビテーションについても十分研究しておく必要がある。これについては、動物実験も可能だと考える。

有識者が、聴覚閾値のみを理由に挙げるのは、自らの役割を放棄しているとしかいえない。

聴覚閾値の設定された背景と、その根拠となる実験結果や統計的な根拠はなにか、についても明確にすべき。

次の論文

2009 年度 修士論文 低周波音被害の社会問題化 The Rising Issue of the Damage Caused by Low Frequency Noise Case Study Focused on Wind Turbines and Eco-Cutes

前川真帆香 Maekawa, Mahoka 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻
では、

聴覚閾値の測定には、低周波音実験室において、10~100Hz の純音 11 種を刺激音として提示された。許容値そして気になるレベルは、低周波音実験室にて、10~200Hz の純音 14 種の刺激音が使用された

とあり、

1 Hz から 10 Hz の部分が無視されているという極めて重要な問題点がある。

さて、

低周波音の測定方法に関するマニュアル平成 12 年 10 月環境庁大気保全局

には、

(3) G 特性 1- 20Hz の超低周波音の人体感覚を評価するための周波数補正特性で、ISO-7196 で規定された。可聴音における聴感補正特性である A 特性に相当するものである。この周波数特性は、10Hz を 0dB として 1-20Hz は 12dB/oct. の傾斜を持ち、評価範囲外である 1Hz 以下および 20Hz 以上は 24dB/oct. の急激な傾斜を持つ (図-1.1、表-1.1 参照)。

1- 20Hz の傾斜は超低周波音領域における感覚閾値の実験結果に基づいている。

との記載もあるが、

1 Hz から 10 Hz の部分の実験は、誰がいつ、どのような実験装置を用いて、どのような被験者に対して行ったのであろうか? このような音を発生させることは出来たのだろうか? 多いに疑問が残るところである。

以下、前川真帆香 氏の論文から抜粋:

4.2 参照値の策定方法

では、参照値はどの様にして決められたのか。

参照値を決めるにあたって、実験が行われた。「物的苦情に関する参考値」と「心身に係る苦情に関する参考値」は異なる実験に基づき策定された。これは、環境省の委託を受け、日本騒音制御工学会が実施した「平成 15 年度低周波音対策検討調査」の一環として、産業総合研究所が実施したものである。

物的苦情の参考値は障子、鉄サッシ、木製引き戸などががたつき始める最低音圧レベルを求めた実験データに基づいている(環境庁 1977)。被害者の訴えは家具のがたつきよりも心身に関するものが増え、かつその影響が明確には感知できにくいため、

心身に関する参考値の策定方法についてより詳しく述べる。心身に係る苦情に関する参考値を得るために以下の実験⁵が行われた。一般成人そして苦情者が許容できる低周波音の異なる生活場面を想定して、「居間における許容値」、「寝室における許容値」、「気になるレベル」の音圧レベルを測定した⁶。これらと共に、聴覚閾値も測定された。そして、実験室にて一般成人と苦情者に低周波音を長時間暴露し続け、「一般成人と同時に苦情者の大多数にも当てはまる」と判断された、寝室の許容レベルの 10% 値に基づいている(日本機械学会 2005:55)。

5. 低周波音に関する学術的見解⁷

では、この参考値を策定する実験を行った学者は不眠、頭痛など被害者が訴える生理的被害を及ぼす問題やその原因についてどの様に考えているのか。そして、それに対して批判的な考え方を示す人もいるのか。ここでは、参考値の実験を行った音響専門家山田伸治・犬飼幸男と低周波音に関する国際会議、国内の論文にて彼らの見解に反対する工学博士岡田健の見解を紹介する。なお、岡田は低周波音問題が起きている現場調査を行い、被害者の依頼で、メーカーとの交渉を行っている。そして、その活動が被害者にとって功を奏し、解決にも繋がっている。彼の低周波音の取り組みは後述したい。

⁵聴覚閾値、許容値、気になるレベルの測定方法について述べる。聴覚閾値の測定には、低周波音実験室において、10 ~100Hz の純音 11 種を刺激音として提示された。許容値そして気になるレベルは、低周波音実験室にて、10~200Hz の純音 14 種の刺激音が使用されたが、被験者が自身でボリュームを調整し、許容値と気になるレベルを設定する。このとき、状況設定は事前に伝えられており、「居間の許容値」は「居間で静かに新聞を読んでいるとき」、

「寝室の許容値」は「寝室で床に就いて寝ようとするとき」、「気になるレベル」は特定の場面は想定しないことが条件としてあった。¹¹

5.1 音響専門家山田伸治・犬飼幸男の見解

参照値は聴覚閾値をベースに、音響専門家山田伸治・犬飼幸男の研究に基づいて発表された。低周波音の感知には個人差があり、低周波音被害者は音に対して鋭敏であるため、被害が生じていると言われている。しかし、彼らは低周波音苦情者と一般人の平均最小可聴値の差は僅かであると述べ、低周波音被害者の症状は、低周波音を感知することで不快感を覚える心理的な過程から発生すると考えている。低周波音被害者は、低周波音に関して鋭敏なのではなく、音に関するアノイアンスに対して鋭敏であると考えている。そして、聴覚閾値以下の範囲では問題にならないとしている。これは、彼らが聾者を用いた実験では、聾者の閾値は健聴者の閾値が約 30dB ほど大きいという結果が得られ、低周波音は聴覚により感知していると考えているからである。

5.2 工学博士岡田健の見解工学専門家の岡田健は、参照値、そして山田、犬飼の見解について批判的な見解を発表している。岡田は、閾値をベースにしたこれらの研究は、心身が生理的症状を発症させるメカニズムとは全く関係ないと(2009:43)指摘するのである。

6 実験に参加した被験者の選出方法について述べる。被験者は一般成人と「苦情者」の許容値が測定されたのだが、一般成人は 20 歳～65 歳が対象者とされ、応募者 166 人の内、各年代から女性を 3 人、男性 1 人、そして 40 歳代の女性 1 人を加え、21 人をランダムに抽出した。苦情者は、NPO 法人「住環境の騒音・振動・低周波音を考える会」の会報を通して募った、女性 7 人、男性 3 人の合計 10 人である。この点、苦情者の被験者は女性が多かったため、一般成人の被験者も女性が多くなるように設定された。

7 海外でも議論がなされており、ポルトガルのアルベスペレイラ、カステロブランコの実験・見解について紹介する。マウスを使った実験では超低周波音・低周波音をマウスに連続暴露したところ、細胞・呼吸器官の纖毛が溶け、短くなり、不揃いになるという結果が出た。また、血管壁、胞膜、胃壁、腎臓においてコラーゲンの増殖が確認され、肺胞・心膜の壁が厚くなっていた。そして暴露していない 3 世代目に催奇性の奇形が見られたことから、妊娠時から低周波音を暴露されることの危険性を示唆するとしている。彼らは、超低周波音と低周波音は細胞の癌化を誘発する遺伝子毒性因子であると仮説的に結論づけている。「振動音響病(VAD)」という病名が定められている。ただ、マウスの実験は高い音圧レベルに暴露されていたことに起因すると反論が出されている(Leventhal 2008:3)。12

参照値はスピーカーから放射される純音を用いて得た聴覚閾値をベースにしている。聴覚閾値は、蝸牛が可聴音の物理的刺激(信号)に対し反応する場合の最低反応準位に示すものである。その聴覚前庭神経は直接脳幹に投射され、蝸牛神経背側核、蝸牛神経腹側核、上オリーブ核、下丘、内側膝状態を通り聴覚皮質へ導かれている。本神経路は音の認識を司る部位を伝搬しており、被害者の心身に発症している自律神経系並びに筋肉、特に顔面神経系や三叉神経系に関連した生理的症状を引き起こす部位には関与していない。すなわち、聴覚閾値と生理的症状の発症の間には直接的関連は認められない。同様に超・低周波数の波動についても可聴音と同様の経路をたどることは推測されるが、この経路を伝搬する超・低周波音は生理的症状を引き起こす原因とならないだろうことが推測される。もし、生理的症状を引き起こすならば、蝸牛内のどの部位でセンシングし、その判断をどの部位で行い、その信号をどの経路で自律神経系に投射するのかを解明しなければならない。しかし、蝸牛以外のその他の神経系へのつながりがあれば、生理的症状の発症につながる因果関係にたどり着けるだろう。その一つが、鼓膜張筋であり、アブミ骨筋の超低周波音に対する拳動が興味深い。この様に、参照値で生理的症状の発生を説明するには無理があると思われる。(岡田 2009: 42)

そして、低周波音・超低周波音を感知するメカニズムについての見解を発表している。前庭神経は、平衡感覚・眼球運動が正常に機能しているかどうか司る器官であるが、これが超低周波音を異物として感知し、警告を発するために健康障害が生じていると述べている(2008 年低周波音国際会議発表より)。なお、岡田は、被害が発生している 6.3～63Hz を超低周波音と定義している。

第3節 救済されない低周波音被害者

1.はじめに 岡田が述べているように、低周波音問題は参考値近傍もしくはそれ以下の領域にて起こっている。低周波音の手引書には、参考値未満の場合は騒音領域の問題、地盤振動であるかどうかなど、被害者の訴えを生じさせる他の要因を探るとしている。しかし、現実には、参考値が被害者の訴えを切り捨てる基準として使われている。自己の聴覚閾値を実験室にて経験した被害者は「実験室で使う純音と実際聞く音は全く異なる」と、実験室に基づくデータにより策定した参考値自体が現実を反映していないと主張する。さらに、彼らはその参考値を使った測定にも問題があると指摘する。では、被害者がこの参考値を低周波音の評価方法として用いるのは現実を反映せず、妥当ではないと主張するのは一体どうしてであろうか。

2. 参照値をめぐる論争

2.1 行政の対応

環境省が低周波音の手引書を発行したのは、「苦情」があったときに、地方公共団体の職員が低周波音の判断そして処理を円滑に行わせることを目的としている。低周波音であるかどうかの判断は複雑であり、さらに彼らの測定や評価の経験不足があげられる。

音に関する不満があるとき、役所に頼ります。騒音に関する法律が規定され、40年経っています。最初の15年間は騒音・振動に関する担当官が担当していました。しかし、公害問題が解決し、橋本内閣による行政改革により、担当者が一人で担当していました。以前、役所の人は工学系出身の人が多くたのですが、現在役所の担当者は文系が多いんです。工学部出身で音に関する知識がある場合は測定も行いやすいが、現在ではそうもいかないです。

NPO 法人住環境の騒音・振動・低周波音を考える会 勉強会 工学専門家 S 氏の講演より

この様に、音に関する訴えが行政に寄せられた場合、対応しきれる土台が整えられているとは言い切れない。さらに、2009年に東京都環境科学研究所が区市町村の職員を対象に実施したアンケート(回答者45名)では、騒音の測定を「年に数回」、「月に数回」、「週に一回以上」行ったのはそれぞれ、16%、27%、5%であり、34%が「なし」、18%が「騒音計に触ったことがない」と答えている。そして、低周波音では、「数回」と答えたのは19%であり、残りは「なし」と答えている。回答者が45名であり、判断しきれない部分もあるが、騒音測定、さらに低周波音測定の経験を有する職員は極めて少ない。

南房総市役所に電話して、騒音計のこと聞いたのだが、分からないと正直に言っていた。千葉県庁では、精密騒音計と振動レベル計を持っていて、風車騒音の計測で精密騒音計は使っているが、振動レベル計は使っていないと言っていた。

次は、町田氏の講演資料。

日本大学 町田信夫氏の講演会

(秋田県 再エネ海域利用法に基づく協議会主催の講演会。於：秋田キャッスルホテル 2019.12.26) での資料であり、ネット上に公開されているものです。

町田氏の講演資料はネットで入手しましたが、町田氏の講演内容を私は全く知りません。

その資料は、厚生省の作成した物や、音響関係の資料など様々なものを参照している。町田氏の講演資料から、私たちは何をどのように考え、どのような調査をするべきかを考察します。

資料の利用に関しては、町田氏より

宇山 靖政 様

町田信夫（日大）です。

頂いたメールについてご連絡します。

ネット上に公開されている資料の利用をお考えのことですね。

本資料は、昨年 12 月 26 日に秋田県で開催された風力発電施設に関する協議会「資料 7 風力発電施設における騒音及び超低周波音について」

となります。

ご利用の際には、以下の出典等を必ず明記してください。(出典明記については秋田県担当者に確認しています。)

出典：秋田県「再エネ海域利用法に基づく協議会」2019 年 12 月 26 日開催

資料作成者：町田信夫

なお、本資料のご利用について、特に問題ないと思われますが、宇山様におかれましては講演内容をご存じないとのことですので、

資料中のどこのページを使われるか分かりませんが、資料内容をご理解の上お使いいただければと存じます。回答いたします。

との返事を頂いております。

講演は聴いていないので講演内容は分かりませんが、

資料から、騒音の一般的な解説、風車騒音の考え方、風車騒音の特徴などの話題について、詳しく述べられているように推測できます。

資料は環境省などのものを引用されていますが、講演では、それらの問題点を明確に指摘されたのだろうと勝手に想像しています。

風力発電施設における騒音及び超低周波音について



出典: <https://www.nedo.go.jp/fuusha/haikai.html>

日本大学 町田 信夫

令和元年12月26日(木)

秋田県 再エネ海域利用法に基づく協議会

・能代市, 三種町, 男鹿市沖

・由利本荘市沖

話題

・騒音(超・低周波音)問題の一般的な事項

音の種別, 低周波音とは, 人体反応発生機序, 騒音(超・低周波音), 感覚閾値など

[p.3～p.15]

・風車騒音問題について

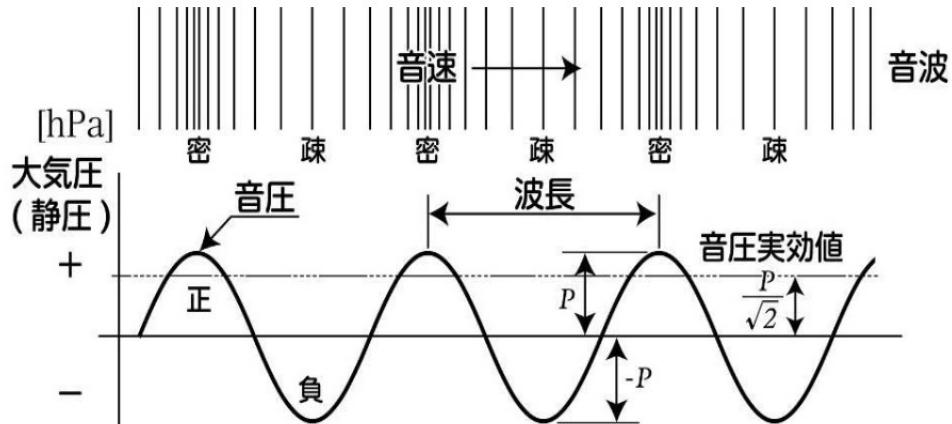
風車騒音問題の捉え方, 風車騒音の特徴, 風車騒音の人への影響, 風車騒音の評価(指針値)など

[p.16～p.32]

解説は音波についての説明から始まります。

まず、音が粗密波であることの説明からです。

音 波

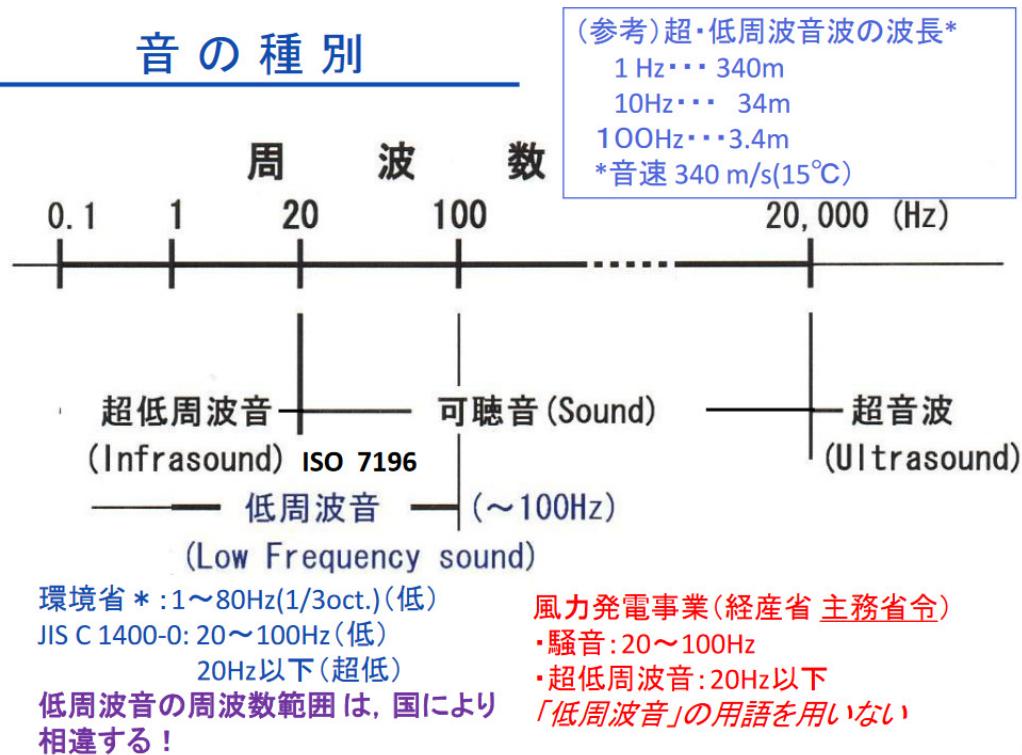


* 音とは: 空気の微小な圧力変動
周波数⇒1秒間に繰り返される疎密波の数

$$1\text{気圧} = 1,013\text{hPa}(\text{ヘクトパスカル}) = 101,300\text{Pa}$$

3

そして、音の分類をして、用語を明確化します。



4

音は粗密波であり、密になった場合は人体に掛かる大気圧は増加し、疎になった場合には大気圧は減少する。次の研究報告によれば、この気圧の変化を感じできると考えられる。

これは、1 Hz の粗密波を、音として感知するのではなく、大気圧の変動として感知できるという意味です。根拠は、次の論文です。

気圧の変化を感じる場所が内耳にあった —気象病や天氣痛の治療法応用に期待— (佐藤純教授らの共同研究グループ)

【2019年1月29日】

プレスリリース

鳥類には気圧を感じる器官が耳に存在することが分かっています。彼らはこの能力を使って、自分の飛んでいる高度を知り、雨が降るかどうかなどの気象変化を予見し行動していると考えられています。一方、ほ乳類に気圧を感じる能力があるかどうかになっていませんが、「猫が顔を洗うと雨が降る」などの言い伝えもあり、わたしたち人間においても、「天気が崩れると頭痛がする、ぜん息ができる」、「古傷が痛むので、明日雨が降るのが予知できる」など、臨床家の間ではよく知られた事実があることから、他の動物と同じように気圧の変化を感じている可能性があると言われてきました。この問題を慢性痛の治療の面から長年取り組んできた中部大学・生命健康科学部理学療法学科の佐藤純教授（愛知医科大学医学部客員教授）のグループは、愛知医科大学・医学部と日本獣医生命科学大学・獣医学部との共同研究により、マウスにも内耳の前庭器官に気圧の変化を感じる場所があることを、世界で初めて突き止めました。

研究成果のポイント

マウスの内耳の前庭器官に気圧の変化を感じる場所と能力があることを突き止めました。

このメカニズムを明らかにすることで、気象病や天氣痛の有効な治療法の確立に繋がります。

研究の背景、概要と成果

「雨が降ると古傷が痛む」「頭痛がする」「気分が落ち込む」など、天気の崩れが体調に影響したり病気を悪化させたりすることは「気象病や天気痛」と呼ばれ、古くから知られていますが、そのメカニズムははっきりとは分かっていません。佐藤教授らは、以前より、天気の崩れにより気圧が変化すると内耳がその変化を感じとて脳に伝え、その結果、さまざまな疾患が発症したり悪化したりするという仮説（図 1）を提唱してきましたが、今回の研究成果により、本来は平衡感覚を司る前庭器官に、気圧を感じる部位と機能もあることが確かめられました。

実験の内容は次のとおりです。

マウスを人工的に気圧が変えられる装置にいれて、天気の変化に相当する微小な低気圧に一定時間暴露します。その後、脳を取り出し、内耳の前庭器官からの感覚情報を中継する延髄の前庭神経核細胞の活動を観察しました。すると、前庭神経核のうち、おもに半規管（一部、球形囊）からの情報が集まる上前庭神経核細胞において、神経細胞が興奮すると増える特殊な蛋白質（c-Fos タンパク質）が細胞内に増加していることを発見しました。一方、他の部位からの感覚情報が集まる神経核細胞に変化はなく、気圧の変化を与えていないマウスでも変化はみられませんでした（図 2）。

図 1

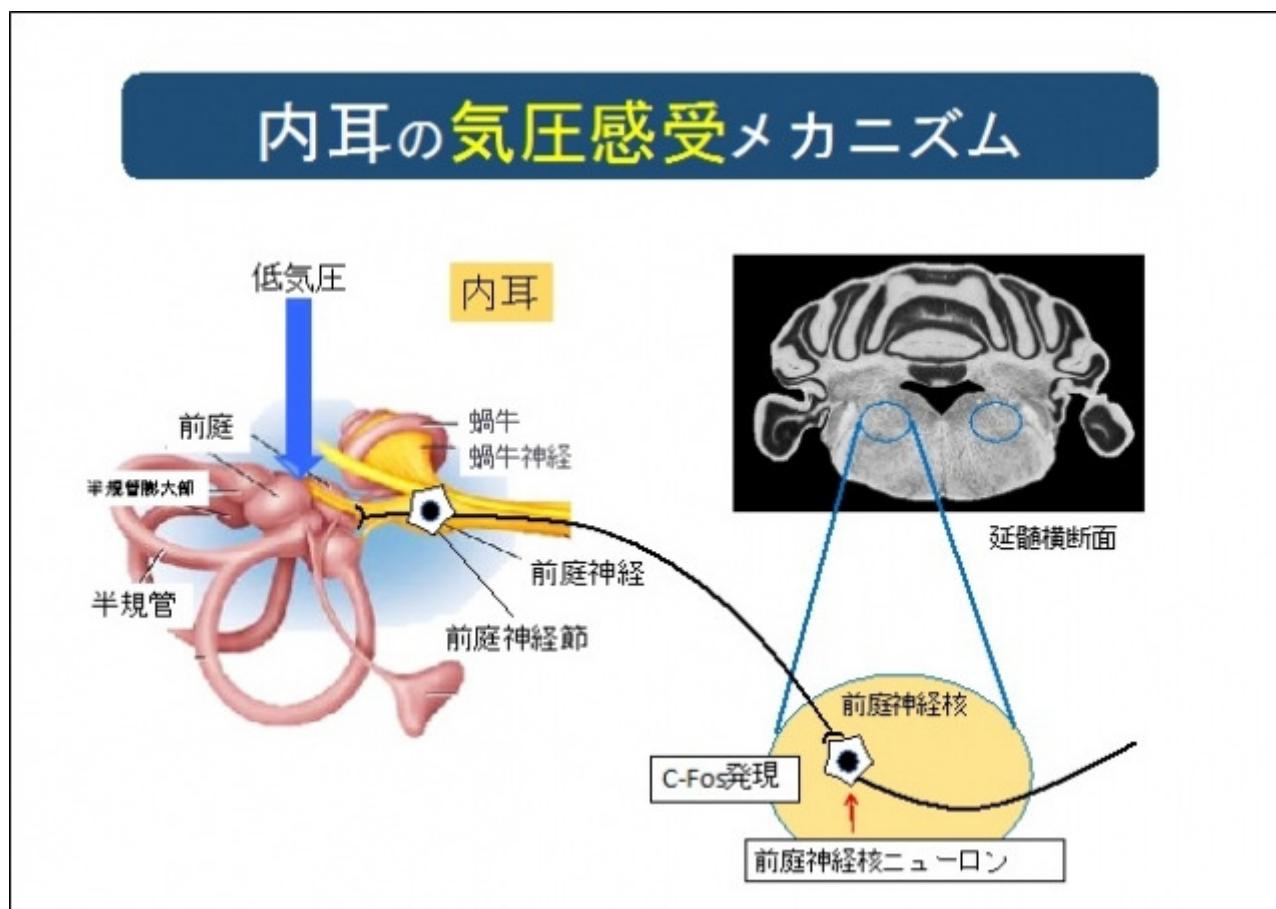
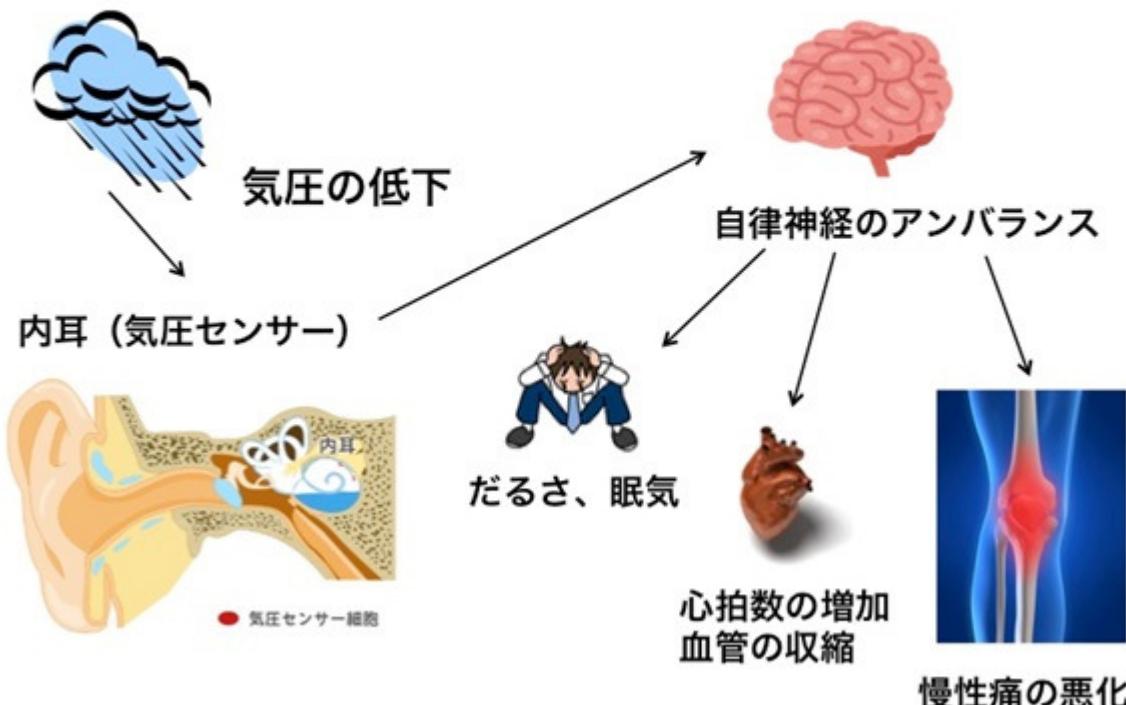


図 2

天気痛のメカニズム



今後の展開

今回の研究成果から、私たち人間においても天気の崩れによって前庭器官が気圧の微妙な変化を感じとり、脳にその情報が伝わり、結果として古傷や持病の痛みを呼び覚ましたり、めまいや気分の落ち込みといった不調を起こすものと考えられます。これまで、平衡感覚のみを感じていると考えられてきた内耳の半規管に気圧の変化を感じる能力があることが分かりました。今後も研究を続け、どのようなメカニズムで前庭器官が気圧の変化を感じ取るのかを明らかにしていきます。また、このメカニズムを明らかにすることで、気象病や天気痛の有効な治療法の確立に繋げていきます。

研究成果の公表

本研究成果は、2019年1月25日午後2時（米国東海岸時間）、PLOS ONE誌オンライン版として掲載されました。

論文題名：

Lowering barometric pressure induces neuronal activation in the superior vestibular nucleus in mice
(低気圧はマウスの上前庭神経核ニューロンを興奮させる)

問い合わせ先

佐藤純（中部大学 生命健康科学部 理学療法学科教授）

E-mail : jsato[at]isc.chubu.ac.jp ※アドレスの[at]は@に変更してください。

これは、粗密波としての超低周波音を気圧変動として感知できることを意味しています。
もちろん、これは聴覚による感知ではありません。

気圧変動を人はどう感じるか。

低気圧が来ると関節が痛む人もいる。

人間は、体に掛かる大気圧を感じできる。

気圧の変化をどの程度感知できるかは実験可能だと思う。

精密騒音計のデータを FFT にかけて、20 Hz 以上の振動成分を除いてから、フーリエ逆変換した波形をみて、その波形から見て取れる大気圧の変動の程度を再現すれば、超低周波音による大気圧の変動をどの程度の人が感知できるかは、実験で明らかになる。

音によるより物理的な影響については、音響キャビテーションの可能性を検討する必要がある。

皮膚や頭骨がスピーカーの振動幕の役割をすると思われる。

“泡のエンジニアリング” テクノシステム を参考にすれば、

1.1. 音場中の気泡の成長

圧力一定のもとでは、不凝縮ガスが過飽和でない限り、気泡は消滅する。これに対して、音響場の中に置かれた気泡では不足飽和状態でも、不凝縮ガスの析出による気泡の成長が見られる。この現象が音響キャビテーション発生の原因となり、また、液体中の溶存ガス除去促進にも利用される。

気泡への不凝縮ガス析出量は式(5.5.55)

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_g \right) = 4\pi R^2 D_{gL} \frac{\partial \rho_{gL}}{\partial r} \Big|_W \quad (2.5.55)$$

による。

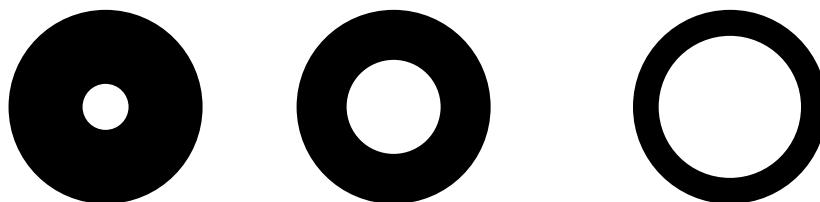
液体中の濃度境界層厚さを δ_D とすれば、単位時間あたりのガス析出・溶解量は

$$\dot{m}_g \propto R^2 \times (\rho_{gi0} - \rho_{giW}) / \delta_D \quad (2.5.61)$$

となる。

これに踏まえて、図 2.5.6 に示す現象のメカニズムを説明する。

図 2.5.6



収縮時

平衡時

膨張時

$$p_g > p_{g0}$$

$$p_{g0}$$

$$p_g < p_{g0}$$

$$\begin{array}{lll} R < R_0 & R_0 & R > R_0 \\ \delta_D > \delta_{D0} & \delta_{D0} & \delta_D < \delta_{D0} \end{array}$$

まず、気泡表面液体の不凝縮ガス濃度 ρ_{gLW} はヘンリーの法則

$$\rho_{gLW} = \alpha p_g \quad (2.5.58)$$

にしたがって、収縮・膨張する圧力変動とともに、上昇・低下する。濃度が上昇する凝縮時には気泡内の不凝縮ガスが液体に溶解し、濃度が低下する膨張時にはガスは気泡へ析出する。

この際、気泡表面積は膨張時のほうが大きいため、膨張・収縮の 1 サイクルで見るとわずかながら析出量が勝ると考えられる。

音波の振動数が大きな場合には、液体内に溶けているガスの拡散が起こらないので、気泡の成長は鈍る。

振動数が小さい場合は、膨張したときは、液体内のガスが気泡内に析出し、気泡の周囲のガスの濃度が減少する。収縮が始まる前に液体内に溶け込んでいるガスの拡散によって濃度が元に戻る。

収縮によって、気泡内のガスが周囲の溶液に溶け込む。周囲の液体内に溶けているガスの濃度があまり下がっていないので溶け込む量は少なくなる。

この過程を繰り返して、低周波の場合のほうが気泡は成長すると考えられる。

次に、表面近傍液体中の不凝縮ガス濃度境界層は、膨張時には薄く、収縮時には厚くなる。境界層の厚さが薄くなるにつれて、拡散による物質輸送が顕著になるとを考えると、やはり、膨張による析出量が収縮による溶解量を上回ることになる。

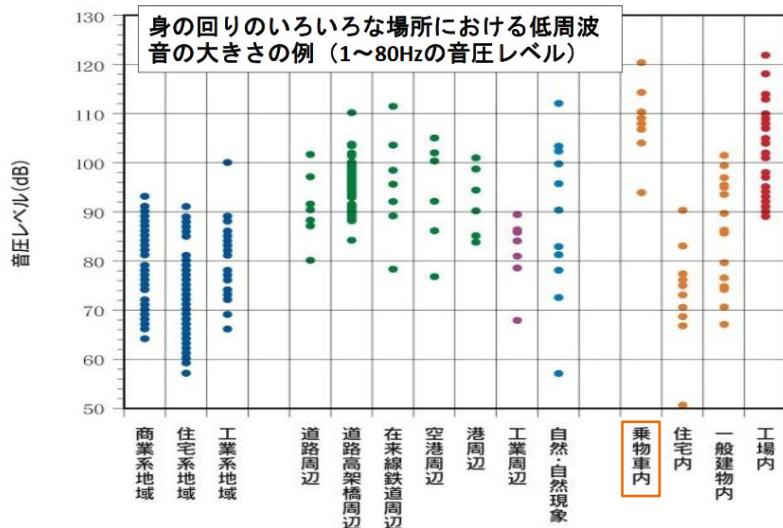
となっている。

さて、次の資料ですが、

確かに“低周波音はどこにでも存在する。”との主張は正しいでしょう。なにしろ 100 Hz 以下の周波数の音が低周波音なのですから。

では、20 Hz 以下の超低周波音は、どんな場所に、どのような強さで存在するのでしょうか？

低周波音はどこにでも存在する



●日本で低周波音問題が起きたのは、1960年代後半頃から

5

厚生省の資料を基にしていると言っても、この表題は、誤解を引き起こさせるための表現である。

最近の風力発電行政の動きを見れば、この意図は、超低周波音の問題を可聴域における低周波の問題に摩り替えようとするものであることが分かる。

残念なのは、町田氏自身が実際に計測器を使って、計測と解析をした形跡が見られないことです。

厚生省の資料があったとしても、町田氏自身の計測結果を用いて、他の資料との比較検証が出来る形にしてデータを追加すべきであったと考えます。それは、多くの人たちの理解を深めることになります。

精密騒音計と振動レベル計は 150 万円で購入できます。次に、町田氏に講演を依頼する人は、講演料として、事前に 150 万円払ってください。

そうすれば、前もって計測機材が購入でき、前もって計測もできます。そうすれば充実した講演を聴くことが出来ます。

そのあとで、町田氏は、新聞報道での“怪奇現象”に対して、共鳴と言う答えを示しています。

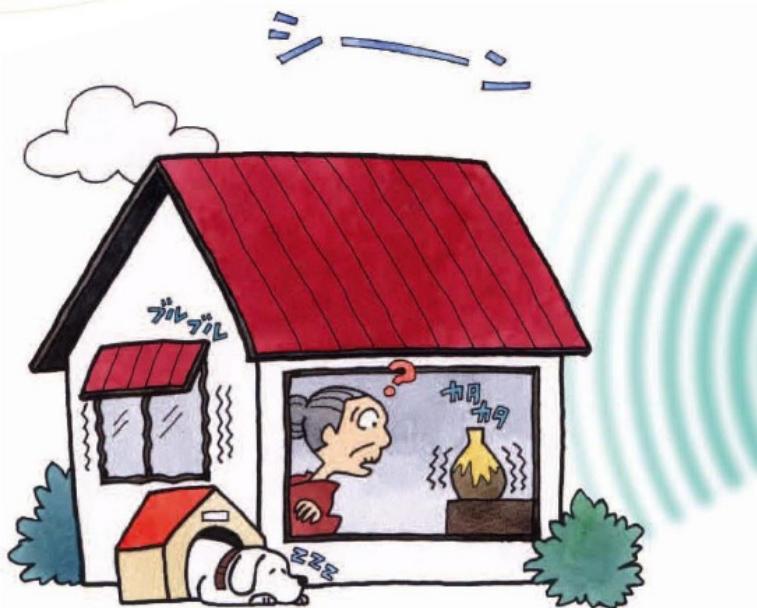
新聞報道にみる低周波音の取りあげ方

1998(平10)年12月
6日 読売新聞



音なし騒音公害「犯人は
低周波空気振動」朝日新聞
1975(昭50)10.3

人と物では、低周波音に対する 感度に違いがある



建具の低周波音に対する反応は、低い周波数(20Hz以下程度)では人の感度より良く、
揺れやすい窓や戸では、低周波音の主要な周波数と窓の揺れやすい周波数が一致(共振)
すると、人が感じるより低い音圧レベルでがたつく場合がある。

講演では、環境省の“よくわかる低周波音・環境省”的ものと良く似た上の絵が使われている。

似てはいるが、環境省のものは、次のような物です。

1. 低周波音とは

低周波音の建具などへの影響は？

建具の低周波音に対する反応は、低い周波数では人の感度よりも良く、揺れやすい窓や戸では、5Hzで70dB、20Hzで80dB程度の低周波音によってがたつく場合があります。

10



2つの絵を比べると、次の部分がカットされている事が分かります。

低周波音の建具などへの影響は？

建具の低周波音に対する反応は、低い周波数では人の感度よりも良く、揺れやすい窓や戸では、5Hzで70dB、20Hzで80dB程度の低周波音によってがたつく場合があります。

大切なのは、“揺れやすい窓や戸では、5Hzで70dB、20Hzで80dB”となっている部分です。周波数が低い5Hzの場合は、弱い音の程度70dBでも建具がゆれやすいと言うところです。この現象は、共振ですが、ビルや建物、家具などの固有振動数が重要なポイントとなります。

地震の時、高層ビルがゆっくり揺れると言うニュースを聞いたことがあると思います。固有振動数が小さいのでゆっくりれます。では、日本家屋の固有振動数はどの程度なのでしょうか？

気象庁のHPの解説では、

長周期地震動って何？

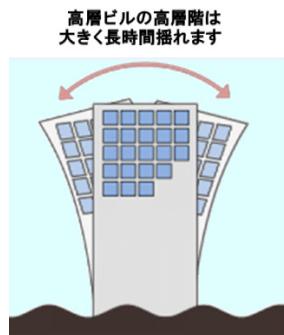
地震が起きると様々な周期を持つ揺れ（地震動）が発生します。ここでいう「周期」とは、揺れが1往復するのにかかる時間のことです。南海トラフ地震のような規模の大きい地震が発生すると、周期の長いゆっくりとした大きな揺れ（地震動）が生じます。

このような地震動のことを長周期地震動といいます。

建物には固有の揺れやすい周期（固有周期）があります。地震波の周期と建物の固有周期が一致すると共振して、建物が大きく揺れます。

高層ビルの固有周期は低い建物の周期に比べると長いため、長周期の波と「共振」しやすく、共振すると高層ビルは長時間にわたり大きく揺れます。また、高層階の方がより大きく揺れる傾向があります。

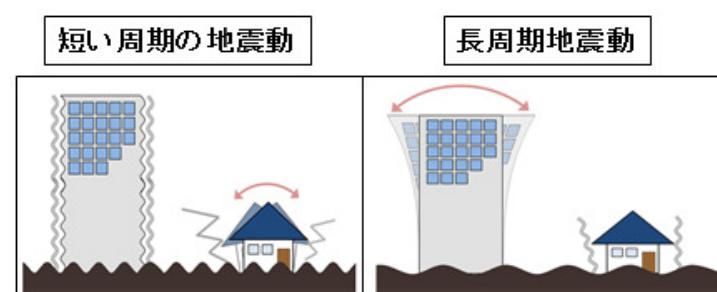
長周期地震動により高層ビルが大きく長く揺ることで、室内の家具や什器が転倒・移動したり、エレベーターが故障することがあります。



長周期地震動による高層ビルの揺れ方

長周期地震動により高層ビルがどのように揺れるかを分かりやすく解説したアニメです。

短い周期の地震動と長周期地震動による揺れとの違い



高層ビルは、短い周期の揺れは、「柳に風」のように、揺れを逃がすよう柔らかくできていますが、長い周期の揺れがあると共振してしまい、大きく・長く揺れることがあります。

ビルの高さによる揺れの違い

建物の揺れやすい周期（固有周期）は、高さによって異なり、一般的に高いビルほど長い固有周期をもちます。

同じ地面の揺れでも、建物の高さによって揺れ方は異なります。また、地面の揺れの周期と建物の固有周期が

一致すると、その建物は大きく揺れます。
となっています。

ダイワハウスの PH の解説では、

建物の固有周期はどのように決まるのでしょうか。
「建物の固有周期」とは、その建物が 1 回揺れる時間の長さで、建物の高さや固さによって決まります。一般に、建物が高いほど長く、低いほど短くなります。30 階程度の超高層建物では 4~7 秒程度で、10 階程度だと 0.5~1 秒程度と言われています。

通常の地震は揺れの周期が短いため、固有周期の短い低いビルや戸建て住宅は共振しやすく、超高層ビルは共振しにくいとされています。逆に、4~7 秒の長周期地震では、超高層ビルや石油タンクも影響を受けます。2003 年の十勝沖地震では、「長周期地震で石油タンク内の液体が共振して激しく揺れ、タンクの浮屋根を動かして火花が発生、あふれた石油に引火して火災が発生したことで、長周期地震が注目されました」と、近藤は語ります。

となっています。

たとえば、4~7 秒の長周期地震だと、1 秒あたりの揺れの回数は、0.25 回から 0.14 回となります振動数は 0.25Hz から 0.14Hz ということになります。

さて、“5 Hz で 70 dB、20 Hz で 80 dB” で建具がゆれやすいと言ふことですが、普通の住宅はどの程度の周期的な刺激があれば揺れ易くなるのでしょうか？

熊本地震で倒壊した建物の調査から、それは、0.5Hz から 1Hz だと分かります。
もちろん、家は建具より大きく、高層ビルよりは小さいので、5Hz から 0.25Hz の間であることは明白です。

熊本地震の被害に関しては、

次の、秋山英樹による研究報告があります。

熊本地震はなぜ被害が大きかったのか

2016 年 6 月 29 日

グリーンレポート

4 月 14 日の熊本大地震について、地震の専門家ではありませんが、テレビなどマスコミでは分かりにくいことについて解説してみます。

最初の地震は前震ということでしたが、最大震度が 7、マグニチュード 6.5 と地震の大きさを示すマグニチュードの割には震度が 7 と大きかったのは震源が浅かったためです。揺れが大きかった割には朝になって全貌がテレビで確認できたときも被害は思っていたほどではありませんでした。

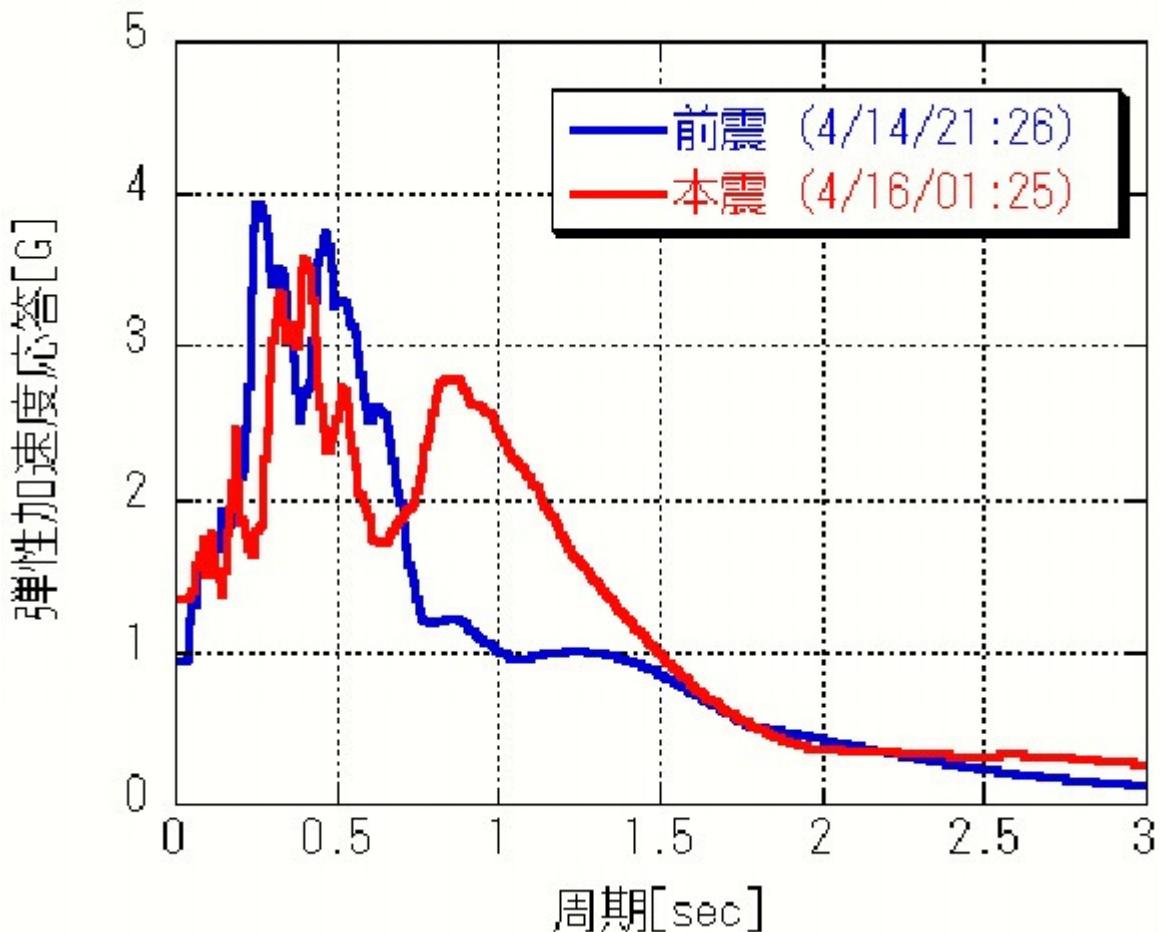
そして深夜に起きた本震が最大震度 7、マグニチュード 7.3、一夜明けた全貌は前の日とは大違いで多くの建物が崩壊した悲惨な状況でした。

マグニチュード 7.3 は阪神大震災に匹敵する地震で、前震の 6.5 の 16 倍にも達するということです。今回の地震は、阪神大震災と同様活断層の横滑りという現象で長さ 50 km の断層が水平方向に最大 1.8m、垂直方向に最大 70 cm ずれたということでした。航空写真でよく分かります。



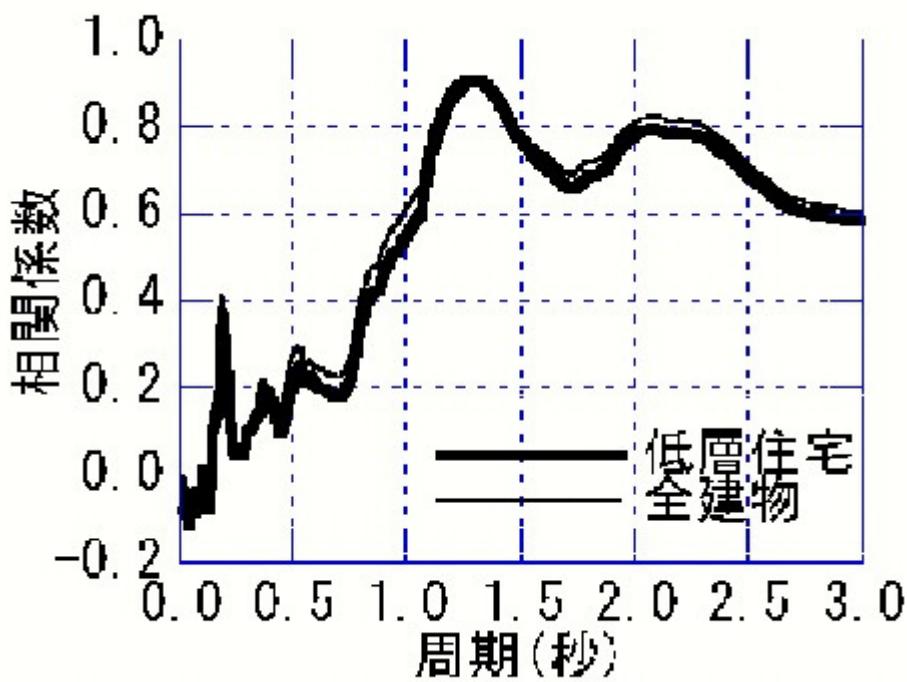
熊本 M7.3 大地震
約50キロの断層動いたか
熊本 益城町
きのう

益城における前震と本震の地震の性格をみると下図のようになります。



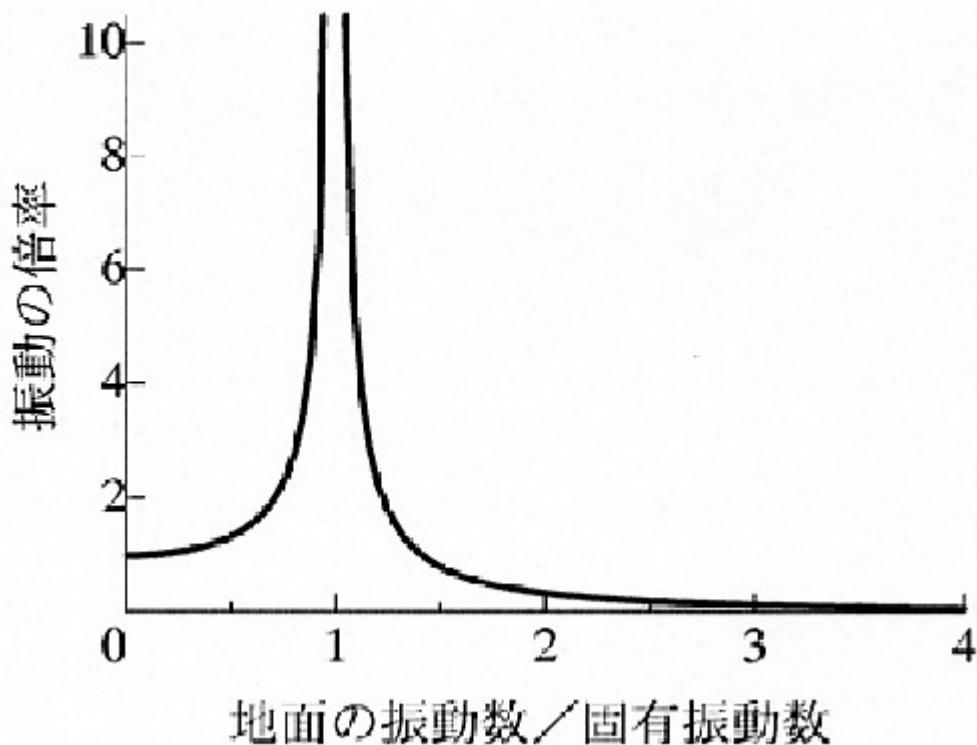
この揺れ方の違いが建物の崩壊率を高めている原因の一つなのです。

下記の図は日本で起こった様々な地震について何秒の揺れの強さが実際の建物被害と対応しているかを示したものです。縦軸の相関係数が大きな値の周期が建物被害と対応していると言えます。



これを見ると大ざっぱに言って、1~2秒という0.1~1秒より長い周期の揺れの強さが実際の建物被害と対応していることがわかります。

熊本地震では揺れの大きな前震で、建物の固有周期が短い低層の木造建物（ユラユラと動かない堅い建物：固有周期が0.2~0.5秒）の柱や梁との結合が緩み固有振動が1秒ほどに長くなるのです。そこに、1秒ほどの周期の本震に見舞われ、共振現象により地震エネルギーは倍増し崩壊につながってしまったと考えられます。



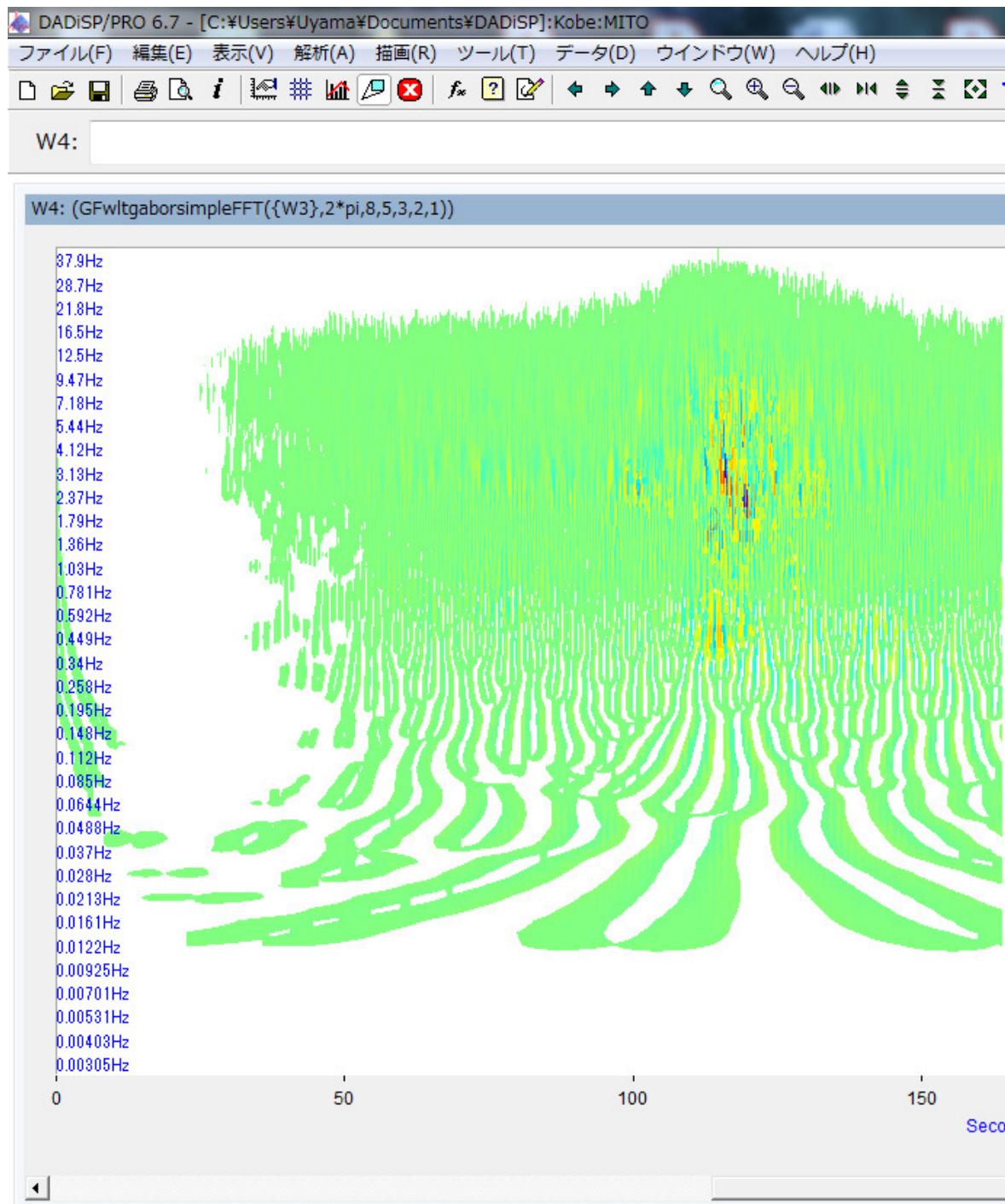
地震は、単に強い弱いだけでなく、ガタガタという揺れ（1秒以下の短周期地震動）、ユサユサという揺れ（1

～2秒のやや中周期地震動)、ユラユラという揺れ(2～5秒の長周期地震動)が複雑に混ざり合っているのです。このどの周期の地震動が卓越しているのかにより地震の被害状況が変わるので、ユサユサという揺れがキラーパルスといわれ建物に大きな被害を及ぼすのです。

地震は日本ではいつ発生するかわかりません。熊本では今月の4日に約8mのザトウクジラ、8日には長崎で約7mのザトウクジラが定置網にかかり海岸に打ち上げられていたそうです。地元漁業の話によると、クジラが定置網にかかったり、打ち上げられるようなことは、今まで無かったといいます。いつものことですが、大地震の前には何かしらの前触れがあるようですから、日ごろから非日常的なニュースには注意しましょう。

とのことです。

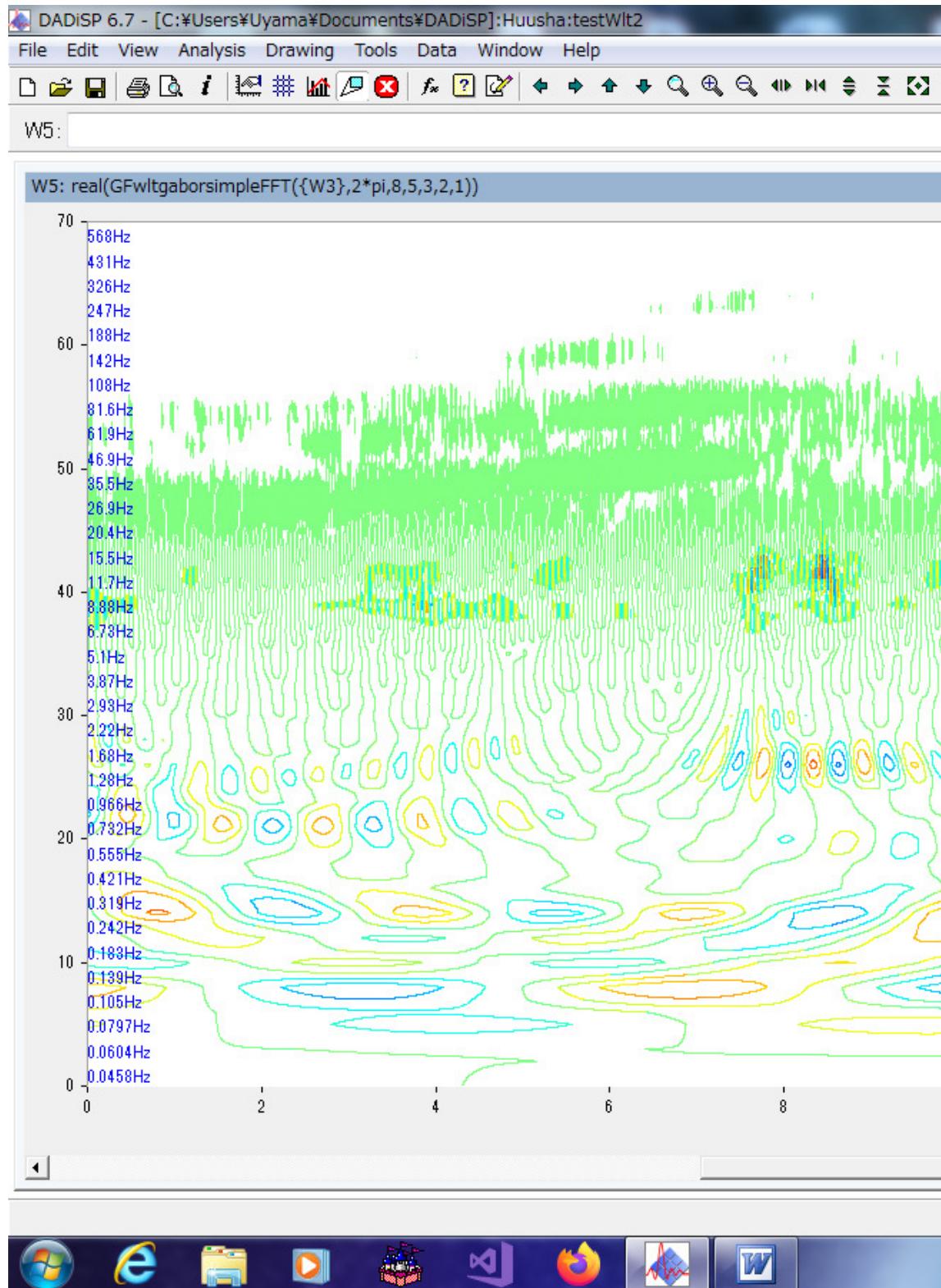
東北大地震のときに、茨城県の水戸で計測された地震データは次のようなものです。



0.25Hz から 0.14Hz の成分があることはもちろん、さらに低い周波数として、0.0161Hz（1秒間に 0.0161 回のゆれ、1回ゆれるのに 62 秒かかる）のものもあることが分かります。

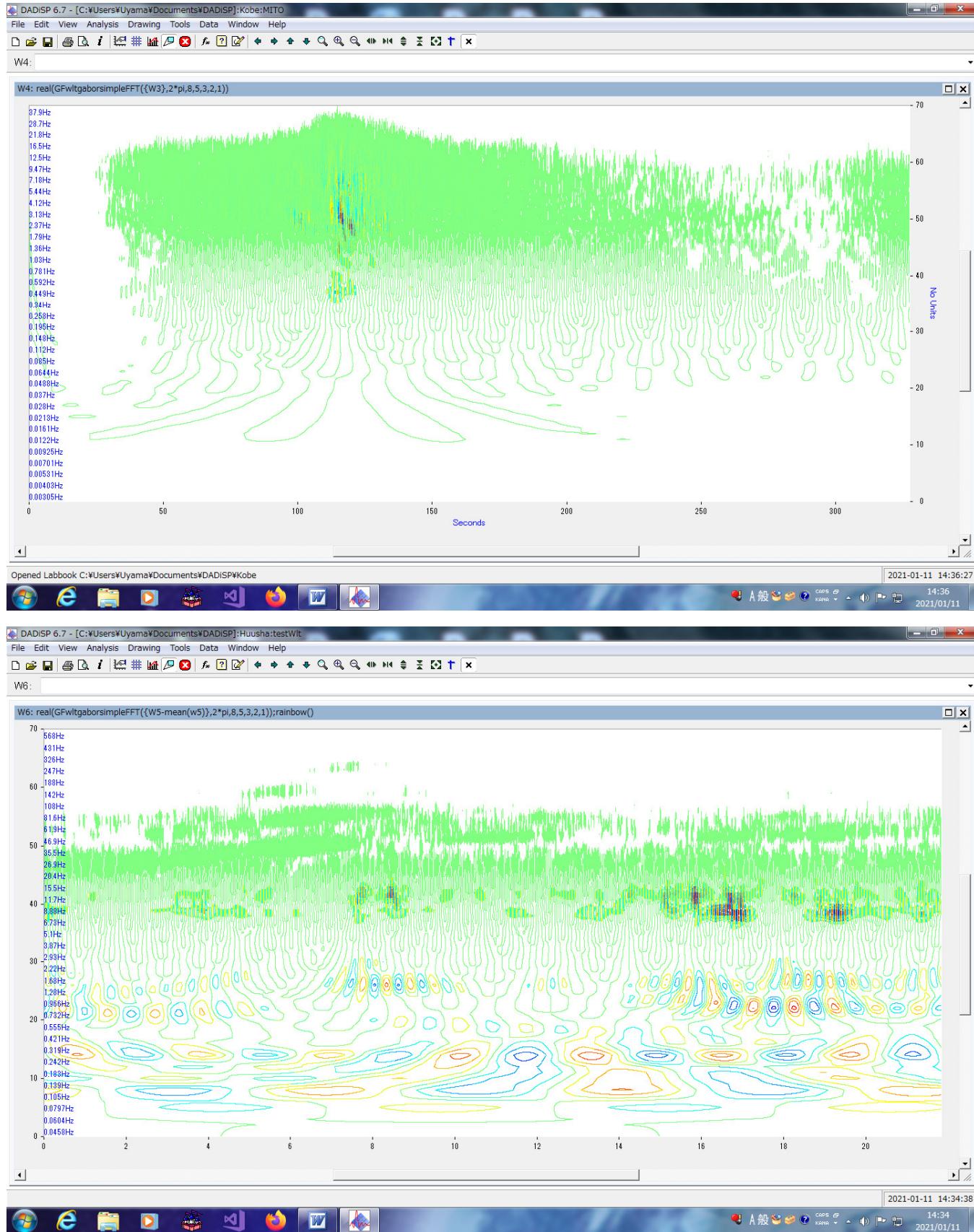
このようにゆっくりとした揺れが、超高層ビルを大きく揺らします。どんな周期の波のときに、その建物が一番揺れやすいのかを表す言葉が、固有振動数です。

さらに、風車の騒音を千葉県が観測したデータは、次のグラフです。



0.1Hz から 2Hz の間の成分が強いことが分かります。

両者を長めの時間で比較します。上が地震、下が風車です。



地震でも、風車の超低周波音でも、家全体が共振するような周波数成分が含まれています。

違いは、地震の場合の長周期成分（低周波成分）は急速に弱くなるが、風車の場合は強弱の変化があるが、ずっと継続するところです。継続すれば、指で釣鐘を押しているような状態になります。

建具の共振を解説しているのだから、戸建て住宅全体としての共振を解説するべきです。1 Hz の超低周波音は、耳で聞くことは出来なくても、住宅全体を共振させて、床の振動として普通の人に感知できる刺激になります。これは、聴覚による感知ではありません。これに関しては、精密騒音計のほかに、振動レベル計による計測が必要となります。

従って、どのような刺激が与えられて、人間のどのような感覚がそれを捕らえるのかを解明するには、精密騒音計と振動レベル計のセットで、室内で、同時に、長時間計測する必要があります。幸い、どちらの機械も、セットすれば、自動的に計測してくれます。

共鳴、共振の研究が必要なことは、勝呂幸男 氏も次のように述べている。

特集1：「風力発電を社会により一層知ってもらうために」

風車の発生音と伝播

日本風力エネルギー協会副会長

勝呂 幸男

5.3. 騒音低減の現状

諸検討の結果、今日の風車の騒音レベルは過去の風車と比較して格段に低くなってきた。しかし、設置場所によっては多くの要素から騒音が発生しているので完全に解決出来ていない。これには風車の設計や計測側からの検討検証は行われているが聞く側(聞かされている側)からの検討が行われていない事が大きな原因であろう。

このような問題のなかで一番は、共鳴・共振を考慮した風車音場全体の検討検証が行われてこなかった事による。従って、音源の削減と発生音低減は勿論であるが、発した音の拡声、伝播、共鳴、共振と反響や残響と言った下記のような音響関係からの研究や検討が必要であろう。

- a. 風車建設サイトにおける共鳴・共振を考慮した超広域周波数範囲の風車音計測と解析手法の検討検証。
- b. 風車建設計画時の風車設置場所近傍の地形を考慮した風車音場の解析
- c. 現在多くの音響場解析ツールを有効活用した研究。

d. NEDO の風車騒音研究の公募もあり騒音問題解決に向けて動き始めたのでその成果に期待したい。

e. 低周波被害に関する聴覚の検討検証も併せて必要。今まで騒音の研究は原因とその対策進んできたが、多方面からの研究を進める時である。

例えば、現象から捉えようとすると、①人の聴覚中枢とその反応、②個人的な違いと被害の関係、③10%以下を許容する問題とせず、④騒音被害を0%とする為にはどうするべきか。

共鳴、共振を調べるには周波数を正確に測る必要がある。

1/3オクターブ解析では、発生している音の周波数を正確に測れないので、使えない。

共振を調べるには、音圧を正確に調べる必要がある。A特性やG特性を使うと物理的な計算が余計に面倒になる。しかも、1/3オクターブ解析をした結果に対して適用されるので、こちらも使えない。

家全体の共振は、感知できるまで振幅が大きくなるまで長い時間がかかるので、計測している間に雑音に入る可能性が高い。これを除去するために、データの切り貼りをすると、FFTやSPECTRUMを計算したときに、本来は存在しない高周波が計算の結果現れる。この問題は、Short Time FFTやWaveletを使えば解決できます。

計測機器（精密騒音計、振動レベル計、波形収録プログラム、ビデオカメラ）で150万円。コンピュータは20万円。解析プログラムは100万円。合計270万円程度で可能です。

市役所や県が頼りにならないならば、自分で機材を購入して計測と解析をやればよいだけの話です。

さらに、環境省の“よくわかる低周波音”には

4. 低周波音の苦情にはどんなものがある

事例-4 地盤振動によるがたつきの事例

新築家屋の住人から、低周波音により家全体が揺れており、特に2階では揺れがひどく睡眠に支障をきたすとの苦情が寄せられました。

2階では、窓だけでなく、床もカーテンも揺れていきました¹³⁾。測定の結果、2階寝室では4Hzに大きな成分をもつ低周波音が観測されました。庭では大きな低周波音は観測されませんでした。併せて実施された振動測定によると、人体にはっきりと感じられる大きさの4Hzの振動が観測されました。

周囲を調べたところ、発生源は道路を隔てて100mほど離れた工場のプレス機による地盤振動と推定されました。また測定結果などから、家屋も振動しやすい構造であることがわかりました。

その後、工場の複数台ある機械を制御することにより振動が低減し、苦情者も納得したため問題は解決しました。

22



との記述もあります。

風を受けた風車がゆれて、その振動が地面を伝わってくることも考えられます。この観点からも、振動レベル計による計測が必要となります。

睡眠が確保できるかどうかを調べるには、夜間に室内で、振動レベル計での計測を行う必要があります。

次の記述は、

低周波音の測定方法に関するマニュアル（平成12年10月）

のものであるが、被害の出ている室内での、振動レベル計による計測をしたくないのがよくわかる。

また、原因究明には被害発生地点における、振動レベル計及び精密騒音計での測定により周波数ごとの強さを調べ、振動源となる風車すぐ近くでも振動レベル計及び精密騒音計での測定により周波数ごとの強さを調べ、これらの値の関連を多変量解析で調べる必要があるのに、わざわざ、1/3オクターブ解析とG特性への変換で、正確な分析が出来ないものにしている。

4.3.2 調査内容 ここでは、主に苦情が寄せられた場合の予備調査を中心に、調査のポイントについて述べる。調査項目は、基本的には窓口、電話等における状況調査とほとんど同様である。

(1) 現象を感じる場所 建具のがたつきが発生する場合、室内のどの建具ががたつくか、そのときの室内の各建具の開閉状況はどうであるかを確認する。低周波音は波長が長いので、がたつきが発生している方向に必ずしも発生源があるとは限らないので注意する。心理的、生理的苦情がある場合には、屋外と屋内で低周波音が感じられるか、聞こえるか確かめる。屋内では窓を開閉してみるとよい。可聴域の低周波音では図-4.3 に示すように室内で定在波が生じて、局所的に音が大きい場所、小さい場所が存在することがあるので、室内を移動して特に大きく感じる場所があるかどうかを確かめることとよい。図では左右方向で強さが異なっているが、高さによってレベルが異なることもある。可聴域の低周波音では、室内の場所によって音の大小が存在する場合がある図-4.3 室内で定在波が生じた場合の音圧分布

- 17 -

(2) 現象の発生性状（持続的か間欠的か） 可聴域の低周波音であれば、低周波音（あるいは現象）の発生性状が持続的か間欠的かは耳で確認できる。大きな音圧レベルの超低周波音が発生している場合には、低周波音圧レベル計のメーターの動きで性状を確認することができる。

(3) 耳で聞こえるか 可聴域の低周波音は、苦情が発生するくらいの音圧レベルの低周波音が発生していれば耳で聴いてわかる（知覚される）。ただし、低周波音の感覚閾値は個人差が大きいので、複数の調査員によって確認することが望ましい。特に機械等が稼働したり停止したりする場合はわかりやすい。超低周波音の場合はかなり大きな音圧レベルが発生している場合でないと、なかなかその存在に気づかない。屋外の場合は、周囲の騒音によりマスクされてわかりづらいことが多い。

(4) 建具等が振動するかしないか 特に揺れやすい建具の場合、超低周波音で建具が微振動することにより二次的な騒音が発生することがある。一般に金属製の建具は木製建具より揺れにくい。特にアルミサッシなどでクレセントをしてある（施錠してある）場合には、音圧レベルが大きくてがたつかないことが多い。建物の外側から、建具の微振動を励起させるような超低周波音が発生しているかどうかの見当をつけるには、建物の外部に面した建具を見るとよい。窓等が揺れているかどうかは、窓面の動き（窓に写り込んだ景色の動き）でわかることが多い。工場・倉庫などのシャッターや、トタンや鉄板などでできた簡易の塀や面積の大きい看板等を手で軽く触ってみるとよい。この方法は、高い音圧レベルの超低周波音が発生している場合には有効である。

(5) 苦情との対応 苦情者宅を訪れる場合には、調査員の体感または物理量（低周波音圧レベル計の音圧レベルの変化）と苦情者の反応が対応するかどうかに注目する。苦情者の反応と物理量が対応していれば、低周波音がその要因の一つである可能性が考えられる。

(6) 周辺の状況 苦情対応では、苦情者の周辺に大きな音圧レベルの低周波音の発生源があるかどうか調査する。低周波音の発生源がはっきりしている場合の実態調査、発生メカニズムの解明、対策効果の測定等を行う場合には、対象とする低周波音以外の発生源がないか、ある場合には稼働状況等を確認しておく必要がある。できればカメラ、ビデオ等で現場の状況を記録しておくと、後で役に立つことがある。

(7) 測定点候補地の選定 苦情対応、発生メカニズムの解明、対策効果の確認のための現場測定を行う場合には、あらかじめ測定に適した場所を選定する。測定点の選定条件については次の章で述べる

5.1.5 測定場所および測定点の選定

測定点は、原則として問題となる場所の屋外とするが、必要に応じて屋内にも設ける。

(1) 屋外における測定 屋外の測定点の選定にあたっては、暗騒音レベルが高くて対象となる低周波音が精度良く測定できない場所や、建物や地形による音の反射、遮蔽、回折によりごく局的に音圧レベルが変化する場所は避ける。一般の環境低周波音を測定する場合、騒音測定の場合（騒音では建物より 3.5m 以上離れることになっている）よりも広い範囲の地形や建物の影響を受けるので、これらによる反射の影響がないかどうかを十分確認の上測定点を定める。マイクロホンの高さは地上 1.2~1.5m の高さとするが、風の影響がある場合は、地上に置いてもよい。機械、工場建物内外などの測定は、騒音の測定（例えば、騒音レベルの測定）に準じて測定点を決める。

遮蔽物、反射物の有無による音の伝わり方の違いを図-5.1.5 に示す。

(2) 建物の周囲における測定 低周波音の影響を受けている住宅などにおいて測定を行うとき、マイクロホンは音源方向に面した所、例えば実用的には窓の外側で窓から 1~2m 離れた場所で建物の問題となる階の床上 1.2~1.5m に相当する高さに設置する。低周波音は騒音に比べて波長が長いので、建物から数 m 離れて反射、遮蔽、回折等により局的に音圧レベルが変化する場合がある。ある点の音圧レベルを決めるとき、その周囲数点で測定し、大きな差ができるかどうかを確認する程度のことは常に心がけるとよい。低周波音の発生源がはっきりしている場合には、低周波音の影響を受けている住宅の近傍に加えて発生源近傍（例えば、敷地境界など）にも測定点を設け、同時に測定することが望ましい。

5. 1 測定計画

5.1.1 測定量

(1) 低周波音の感覚及び睡眠への影響に関する評価に用いる測定量

超低周波音の感覚及び睡眠への影響に関しては、G 特性音圧レベルを測定する。G 特性を持たない低周波音圧レベル計を用いる場合には、実時間周波数分析器等を用いて 1/3 オクターブバンドで周波数分析を行い、周波数分析結果に G 特性補正值（表-1.1 参照）を加えた後、エネルギー加算して G 特性音圧レベルを計算で求めてもよい。なお、衝撃性の超低周波音の場合は、オクターブバンド音圧レベルから G 特性音圧レベルを求めるのが望ましい。G 特性音圧レベルの計算例を表-5.1 に示す。また、必要に応じて低周波音の周波数分析を行い、1/3 オクターブバンド音圧レベル（衝撃性の超低周波音の場合は、オクターブバンド音圧レベル）を測定する。

(2) 低周波音の建具等のがたつきに関する評価に用いる測定量

低周波音の建具等のがたつきに関する評価に関連する測定は、実時間周波数分析器等を用いて低周波音の周波数分析を行い、1/3 オクターブバンド中心周波数 1~50Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを測定する。

(3) 低周波音の圧迫感・振動感に関する評価に用いる測定量

低周波音の圧迫感・振動感に関する評価に関連する測定は、実時間周波数分析器等を用いて、1/3 オクターブバンド中心周波数 1~80Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを測定する。

とあるが、

次の記述は特にひどい。

“(2) 低周波音の建具等のがたつきに関する評価に用いる測定量

低周波音の建具等のがたつきに関する評価に関連する測定は、実時間周波数分析器等を用いて低周波音の周波数分析を行い、1/3 オクターブバンド中心周波数 1~50Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを測定す

る。“

本当に、がたつきを調べる気が有るなら、振動レベル計を設置して、夜間の継続的な計測をするべきである。がたつきの原因となる共鳴を調べるには、周波数を特定する必要があるのだから、1/3 オクターブ解析を使ってはいけない。

千葉県には次の機材がある。

 リオン株式会社

HOME > 製品社 > NL-62A

精密騒音計（低周波音測定機能付）
NL-62A

[製品カタログ\(PDF\)](#) [当製品を国外へ持ち出す際のご注意](#)

特長 | 機能一覧 | オプション一覧 | 接続構成例 | 周辺機器 | 測定事例 | 仕様 | 価格 | 従来製品と新製品の対応表

1 Hz～20 000 Hzまでの広帯域を計測。
低周波音から騒音まで1台で同時に計測します。

標準でオートストア機能を有し、タイマ機能や外部電源による連続測定が可能です。使いやすさにもこだわり、計測中にマニュアルを確認しながら・・・というわざわざいわい作業を無くしました。画面は大きく見やすいカラー液晶。突然の降雨にも耐えうる防水性能をプラスしました。オプションのオクターブ・1/3オクターブ実時間分析プログラムNX-62RTを使用すると、本器のみで周波数分析まで可能になります。

リオの精密騒音計NL-62Aは、計測を最大限サポート致します。



578000 円+波形収録ソフト 100000 円

VM-55 振動レベル計

[カタログ](#)
[VM-55 カタログ\(1.24MB\)](#)

[取扱説明書](#)
[VM-55 取扱説明書\(4.68MB\)](#)
[VM-55 オプションプログラムのインストール、アンインストール方法\(0.96MB\)](#)
[VM-55 簡易操作手順書\(1.36MB\)](#)
[NL-42/NL-52/NL-62/VM-55 PCへのデータ取り込み方法\(0.67MB\)](#)

[その他の資料](#)
[税制優遇対象製品についてのご案内\(1.94MB\)](#)
[振動レベル計VM-55オートストアサンプルデータ\(0.13MB\)](#)

[ソフトウェア](#)
[波形処理ソフトウェア AS-70 Ver.2.2\(115.56MB\)](#)
本ソフトウェアではWAVEファイルを読み込み、グラフ表示、レベル化処理、周波数分析
（FFT分析、オクターブ分析）、ノイズリミッタ機能が実現できます。動作環境：OS

380000 円+波形収録ソフト 100000 円

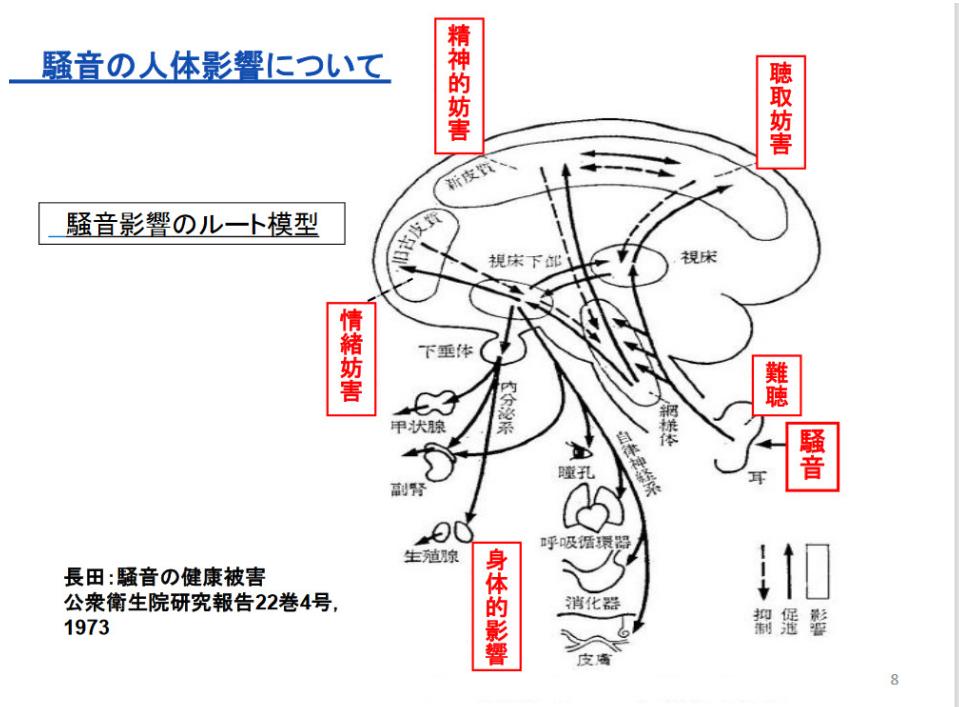
千葉県では、風車騒音の測定では、精密騒音計は使うが、振動レベル計は使っていないと言っていた。

32 GB の SDカードを使えば、精密騒音計は40時間、振動レベル計は450時間の連続した計測ができるので、夕方18時から翌朝の6時まで、被害が発生している室内で連続的に計測するべきです。

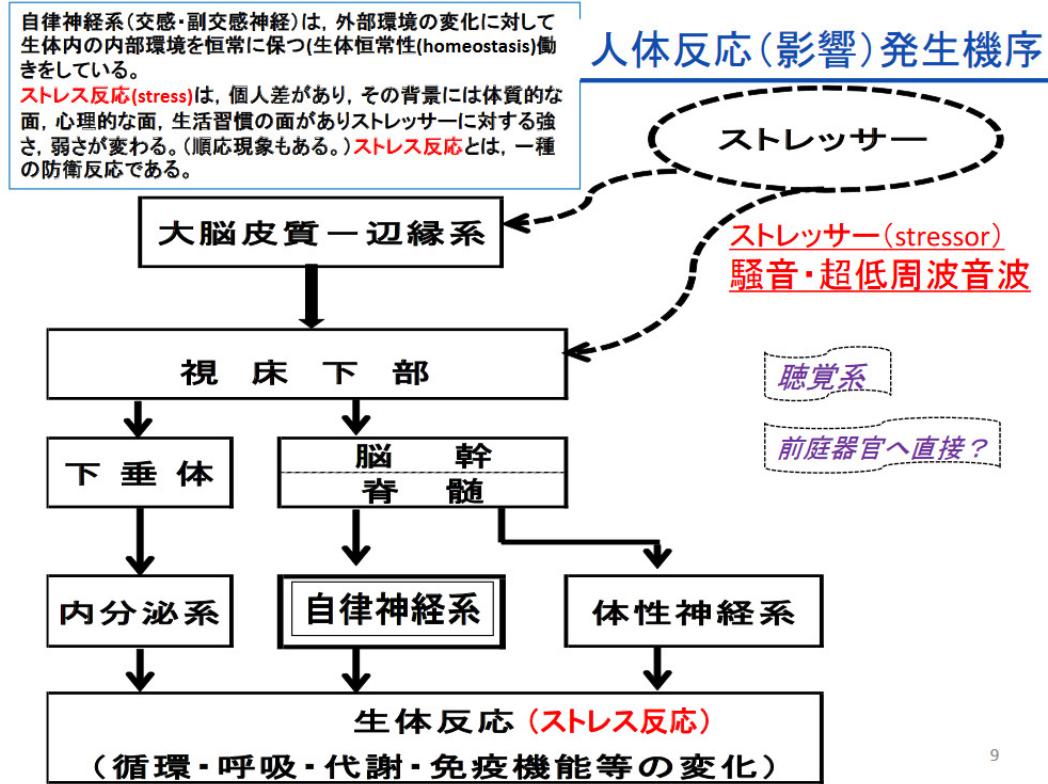
共振現象で揺れが大きくなるまでには時間が掛かります。“指で釣鐘を揺らすには、調子をとりながらしばらく、押す作業を継続する必要がある。”と同じです。長時間計測したデータの解析には Wavelet が必要です。各周波数成分の強さの時間的な変化を調べたり、雑音の影響を考えたりする必要があるからです。1/3 オクターブ解析や、FFT,SPECTRUM では不可能です。もちろん、ShortTimeFFT ならばある程度は可能です。

せっかくの宝物です。國の方針に反しても、千葉県民の為に活用してください。

さらに、人体への影響を考察しているが、聴覚を中心に書かれています。



8



9

残念なのは、これらのストレスを数値化して統計的に解析するための具体案が示されていないことです。因果関係を明確にし、責任の所在を明らかにするには、数値化して多変量解析的に分析する必要があります。数値化する方法としては、唾液コルチゾール検査などの方法があります。

“苦情について”は残念な表現です。被害についてと記載すべきです。

低周波音の苦情について（定常的低周波音）

心理的苦情	うるさい、気分のいらいら 等 G特性音圧レベルで約100dBを超えると超低周波音を感じ始め、120dBを超えると強く感じる。
生理的苦情	頭痛、耳なり、吐き気、胸や腹の圧迫感 等 超低周波音による直接的な人体影響を明確に証明できるデータは得られていない。圧迫感・振動感は40Hz付近で特に強く感じる。
睡眠影響	入眠妨害、睡眠深度の浅度化、覚醒促進 浅い眠りの場合10Hzで100dB, 20Hzで95dBあたりから影響が現れるというデータもある。
物的苦情 (低周波音による共振現象)	建具（戸、障子、窓ガラス等）の振動、置物、家具の移動、ガタツキによる二次的騒音 がたつきの目安になる音圧レベルは、5Hz : 70dB, 10Hz : 73dB, 20Hz : 80dB程度が目安になる。 建具の固有振動数（5~20Hz位）で発生することが多い。

* 苦情申し立てがあった場合は、その原因が低周波音によるものかどうかを判断する目安の値として「参照値*」がある。ただし、発生源と苦情との対応関係がある場合に限る。*環境省「低周波音問題対応の手引書」参照

10

音は粗密波であり、密になった場合は人体に掛かる大気圧は増加し、疎になった場合には大気圧は減少する。次の研究報告によれば、この気圧の変化を感知できると考えられる。これは、1Hzの粗密波を、音として感知するのではなく、大気圧の変動として感知できるという意味である。

“気圧の変化を感じる場所が内耳にあった—気象病や天氣痛の治療法応用に期待—

（佐藤純教授らの共同研究グループ）【2019年1月29日】“

もあります。

苦情なのか、被害なのかを判断する要素は、因果関係だと考える。原因を探る方法に多変量解析がある。相関行列を計算すれば、因果関係がハッキリする。

単なる心理的苦情なのか、風車が原因なのかと明らかにする必要がある。もちろん、建設後に調査するのも1つの方法だが、あらかじめ苦情が出ることが分かっているのだから、風車建設前に調査をしてデータを数値化しておく。建設後に再度調べて結果を比較すればより明確になる。

建設前と建設後に行うべき調査項目と調査対象と調査範囲：

調査範囲：風車から3km以内。

調査対象：調査範囲内の住宅とそこに住んでいる全住民。

調査項目：

1. 調査範囲内の、全ての住宅で、屋内と屋外での精密騒音計と振動レベル計による騒音と振動の調査を、風車建設前と建設後に行う。
2. 調査範囲内にある全ての医療機関で、1月、4月、7月、10月に来院した人全員に対して、来院するたびに、唾液コルチゾール検査を風車建設会社が費用負担して実施する。風車建設前と建設後に行う。
3. 調査範囲内にある全ての医療機関で、1月、4月、7月、10月に来院した人全員に対して、来院す

るたびに、健康診断を行い診断書を風車建設会社が費用負担で発効する。風車建設前と建設後に行う。

4. 家屋の状態（平屋、2階建て、築年数）と風車からの距離を全て調査する。
5. 調査範囲内における風車の影の状態を、コンピュータシミュレーションする。このときの影の状態と交通事故の関連を調査する。風車建設前と建設後の違いを調査する。
6. 調査範囲内の学生と調査範囲外の学生の成績について、風車建設前と建設後に調査して比較する。
7. 調査範囲内での被害が、風車における振動とどのように関連するかを、1から6の項目を用いて計算する。

問題があるとの認識があるのならば、原因を究明する具体的な方法があるのだから、それを実施することを提案するべきである。

音の大きさをどのように表現すべきでしょうか？

超低周波音の場合は同様の表現をすべきだろうか？これは大きな問題です。

騒音(低周波音)・超低周波音の大きさの表し方

音圧レベル<物理的な大きさ>

音響出力は音圧の二乗に比例する

$$L_p = 10 \cdot \log_{10}(p^2 / p_0^2)$$

L_p : 音圧レベル(dB) dB値(参考): 0.002Pa=40dB, 0.00002(2×10^{-5})Pa=0dB
 p : 音圧実効値(Pa)

p_0 : 基準音圧 2×10^{-5} (Pa) (=20μPa)

* OA音圧レベル (dB), 1/3オクターブバンド音圧レベル (dB)

G特性音圧レベル(ISO 7196)<感覚的な大きさ>

$$L_G = 10 \cdot \log_{10}(p_G^2 / p_0^2)$$

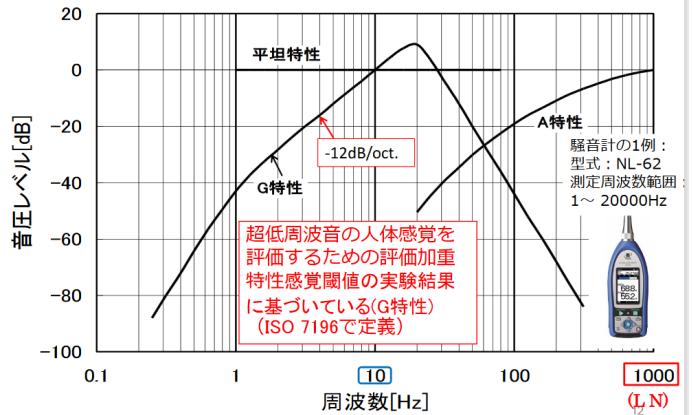
L_G : G特性音圧レベル(dB)

p_G : G特性音圧実効値(Pa)

p_0 : 基準音圧 2×10^{-5} (Pa)

超低周波音の大きさを評価する測定量で、可聴騒音を評価する場合の A特性音圧レベル(騒音レベル)に相当する

超・低周波音及び可聴音(~1000Hz)の周波数重み付け特性



A特性は合理的な根拠がある。人が耳で感知する音の大きさを分かりやすく表現する数値である。

音は粗密波であり、大気圧の変化を伴うのだから、大気圧を表現する Pa (パスカル) でも表現できる。パスカルだと、表現するときの数値がとても小さい数値から、とても大きな数値まで変化するので、この数値の大きな変化を押さえるために、対数をとる。このとき基準となる音圧を決めて、それを元に計算する。

対数計算して数値が扱いやすくなってしまっても、問題が残る。このままでは、高いことと低い音で、同じ数値の音の聞こえ方が、あまりにも違う。同じ数値のときに、同じような強さで人間の耳が感知できるようにするために、補正を行う。このときの補正がA特性での補正である。この結果、低い音も高い音も同じ数値で表されたときには、人間の耳では同じような大きさに聞こえることになる。

まだ、問題が残る。音の周波数は連続的に変化する。周波数ごとの補正值を直接決められないので、音を周波数のグループに分ける。そのグループごとに補正值を決める。このときの技法が1/3オクターブ解析です。

A特性では、経済的な利害関係は絡んでこない。ところが、G特性は経済的な利害が強く絡んでくる。工場の騒音やトラック、新幹線などの交通騒音の絡みで決められている。規制を厳しくすれば、工場は儲からない、規制がゆるいと国民に被害が出る。このため、本来は、聴覚閾値であるべきなのに、感覚閾値、知覚閾値へと無限に拡大解釈される。これでは、日本の家に住んでいる私たちの被害は拡大するだけです。

東京都環境科学研究所 末岡 伸一 によれば、

行政における低周波音の取り組み

- ❖ 昭和50年頃 苦情が増加
- ❖ 昭和51年 参院で附帯決議
- ❖ 昭和59年 環境庁が低周波音の報告書作成
- ❖ 平成6年 新幹線トンネルで低周波問題
- ❖ 平成7年 ISO7196が制定される
- ❖ 平成12年 環境庁が測定マニュアル作成
- ❖ 平成12年 全国状況調査が開始される

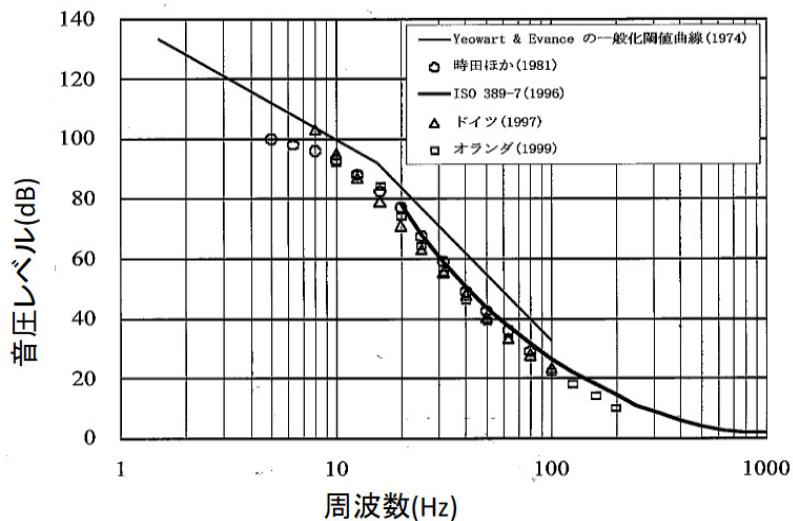
となっていて、

この中の、平成7年の項目が、

「ISO 7196」（平成7年）に規定された、G特性低周波音圧レベルであり、平均的な被験者が知覚できるとされる値である。

次の資料は、町田氏が講演会で使った資料、

低周波音の閾値(最小可聴値)



*これまでの研究によると、閾値以下では不快感等は生じないと考えられている

13

ここで表題は、“低周波音の閾値（最小可聴値）”となっていて、耳での聴力を扱っていることが分かる。しかし、“これまでの研究によると、閾値以下では不快感等は生じないと考えられている”の部分は現実とはかけ離れている。聴覚閾値以下の環境でも、被害を訴える人がいるのだから、聴覚閾値以下でも不快感等は生じる。これまでの調査では、閾値以下でも不快感を訴える人はいます。研究と現実のどちらが正しいのでしょうか？

さて、いつの間にか摩り替えられる言葉として、聴覚閾値、感覚閾値、知覚閾値の3つがある。

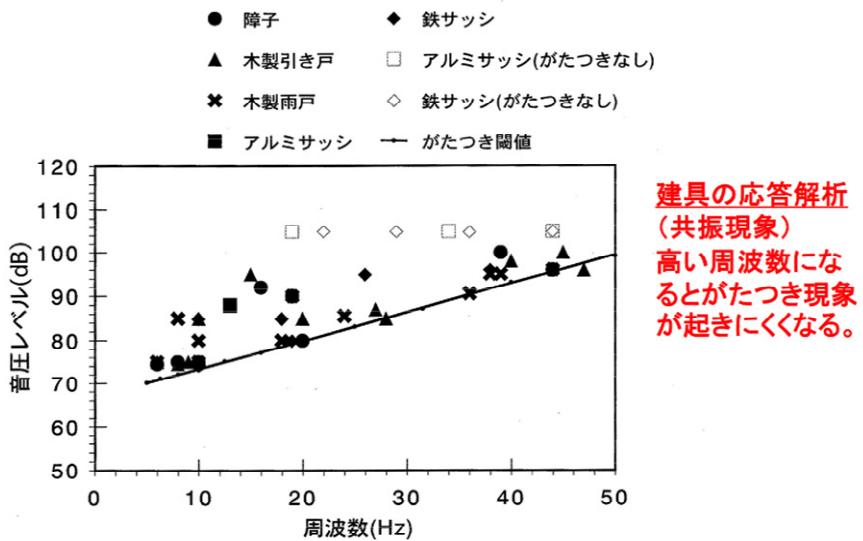
聴覚閾値は、耳で聞いて、聞こえるか聞こえないかの境目と理解できるが、

感覚閾値の感覚は、聴覚による音の感知、指先の皮膚などの触覚、半規管、耳石器での揺れや加速度の感知、内耳の前庭器官による気圧の変化の感知能力、などが考えられるが、それらの全てを意味しているのか、他の感覚をも意味しているのかが不明である。多様な感覚の閾値を決定できるような実験は誰がどのように行ってどのような評価を受けているのかを明確にする必要がある。

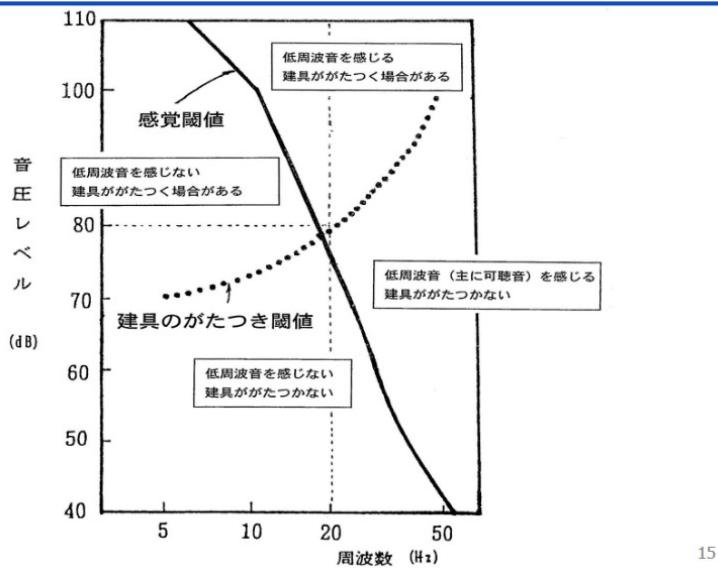
知覚閾値にいたっては、知覚とは、感覚器官への物理化学的刺激を通じてもたらされた情報をもとに、外界の対象の性質、形態、関係および身体内部の状態を把握するはたらきのこと。感覚と知覚の概念に含意されている意味は、それらの概念の研究史と密接な関係を持っている。

聴覚閾値に至らない粗密波による刺激でも、別の感覚で捕らえられる。さらに、様々な刺激をきちんと把握すれば、風車騒音による被害なのだと知覚できる。聴覚閾値は 10Hz の音でのスピーカーと実験室で調べられても、感覚閾値を調べるのはかなり難しい。知覚閾値については何をどのように調べたら決定できると言うのだろうか？この3種の閾値を混同してはいけない。

建具のがたつき閾値



低周波音に対する人の感覚閾値・建具のがたつき閾値と影響評価の考え方



建具のがたつきは、超低周波音との共振が原因と考える。建具の固有振動数が重要です。

上のグラフから、“建具のがたつき閾値”は周波数が低くなるほど小さくなることが分かります。

建具の低周波音に対する反応は、低い周波数では人の感度よりも良く、揺れやすい窓や戸では、5Hzで70dB、20Hzで80dB程度の低周波音によってがたつく場合があります。

とあるので、0.5Hzや1Hzの場合の建具のがたつき閾値はかなり下がるでしょう。もちろん、70デシベルよりは小さいのは明らかです。

大切なのは、“揺れやすい窓や戸では、5Hzで70dB、20Hzで80dB”となっている部分です。

周波数が低い5Hzの場合は、弱い音の程度70dBでも建具がゆれやすいと言うところです。この現象は、共振ですが、ビルや建物、家具などの固有振動数が重要なポイントとなります。

先ほどの物的苦情のところに、“建具の固有振動数(5-20Hz位)で発生することが多い。”と書いてある。なぜ5Hzより低い周波数の固有振動数を持つ物を無視するのだろうか?

熊本地震の被害状況から、日本家屋の固有振動数は0.5Hzから1Hz程度であることがわかる。超低周波音による共振は、家全体としても起こると考えるべきです。建物のがたつき閾値の線は、もっと左に延長して、住宅の振動閾値との記述を追加すべきです。

中野氏の、テレビ朝日の放送に対する批判の中では、

TVの「今回の測定値」では、10Hzの音圧レベルは50dB程度となっています。緑線の参考値90dBより40dB小さく(1万分の1)です。
20Hzの場合は、30dB程小さく千分の1の大きさ(レベル)です。
1Hzから10Hzに対する参考値はありませんが、1Hzの感覚閾値(感じることができる値)は130dB以上であり、5Hzでは110dB以上です。
これは多くの文献にあり、これらをもとに超低周波の国際規格も定められています。
「今回の測定値」の1Hzは70dBですから感覚閾値130dBより百万分の1も小さい値であり、5Hzの場合は40dB小さく1万分の1です。
このような微少な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。

聴覚閾値が、5Hzで110dB、1Hzで130dBであったとしても、建具や建物のがたつき閾値はもっと低いのです。5Hzで70dBです。聴覚閾値とがたつき閾値の差は、40dBです。

$10^{\log x}=40$ 、 $\log x=4$ 、 $10^4=10000$ で1万倍。

聴覚閾値とされる値の、1万分の1の強さの超低周波音があれば、5Hzの固有振動数を持つ建具はがたつくのです。

がたつき閾値の性質を考えれば、5Hzで70dBなのだから、“今回の測定値”が“1Hzで70dB”ならば、“がたつき閾値を”越えていることは明らかです。

“聴覚閾値”と“がたつき閾値”をわざと混同して使ってはいけません。

建具や家ががたつけば、寝ている私たちはそれを感じて、寝苦しくなります。聴覚で捕らえられないものも、建具や家のがたつきに変わればしっかり感じ取れます。

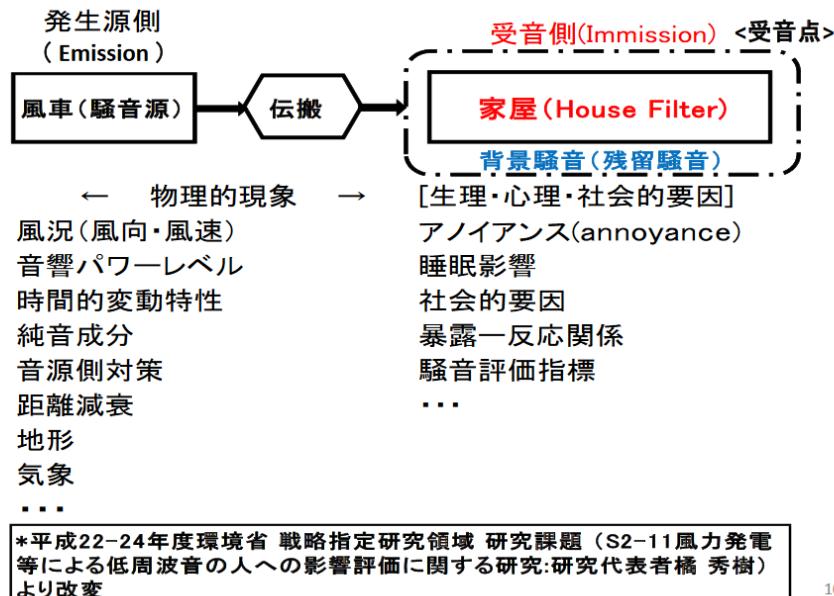
“家は揺れない。”と主張するでしょうから、私は、振動レベル計で自分の家の揺れを測ってみました。

風も無く、静かな夜でしたが、小さくではあるが、家の畳はちゃんと揺れていました。計測結果から、固有振動数も分かります。固有振動数は家を直方体で近似して考える必要があります。

さらに大きな問題は、下の図では、“低周波音に対する人の感覚閾値”となっている所です。“低周波音の閾値(最小可聴値)”となっていて、“聴覚閾値”を表していた曲線が、“感覚閾値”的曲線に摩り替わっています。他の感覚についての実験はいつ行われたのか?

ここまで来れば、風車問題の捉え方がかなり明らかになる。

風車騒音問題の捉え方



16

上の3枚の図を参考に考えれば、風車問題を考えるには、

風車（可聴音、超低周波音、地盤振動の発生源） → 伝播 → 家屋、家具、人（受信点）

物理現象

地盤の振動

可聴音による騒音

超低周波音による共振

5Hz

0.5Hz から 1Hz

超低周波音による気圧変動（波の合成）

風車のブレードの影（シャドウフリッカー）

景観

建設による自然破壊と災害

昼夜の生活雑音の変化

音源の形状（風車の並び方）

距離減衰

地形の影響による音の反射

風速、ブレードの回転数と周波数

ブレードの固有振動数とその変化

音の成分ごとの発生源

音響キャビテーション

数値化できる健康診断

などの項目についての精密騒音計、振動レベル計での計測、FFT や Wavelet による解明が必要である。

被害状況

家の揺れとして感知

騒音として聴覚で感知

家や建具の振動に変換された物を感知

建具の共振を感じ

家全体の共振を感じ

内耳の前庭器官での感知

交通事故増加（イライラ、信号器が見づらい）

好ましい景観の破壊によるアノイアンス

環境負荷、経済的影響

被害の範囲

被害の範囲

被害の範囲

風速計とビデオカメラ

物理的な直接的影響

唾液コルチゾール検査

健康被害の原因を統計的に解明するには、風車建設前と建設後の長期的は健康調査と、その数値化が必要となる。例えば、唾液コルチゾール検査が考えられます。

「副腎疲労（アドレナル・ファティーグ）」

近年、体調不良で検査をしても原因がわからないという不安を訴える患者様が増えてています。現代人は、日常的にさまざまなストレスを受けています。副腎から分泌されるコルチゾールは、このストレスから私たちの心身を守ってくれています。

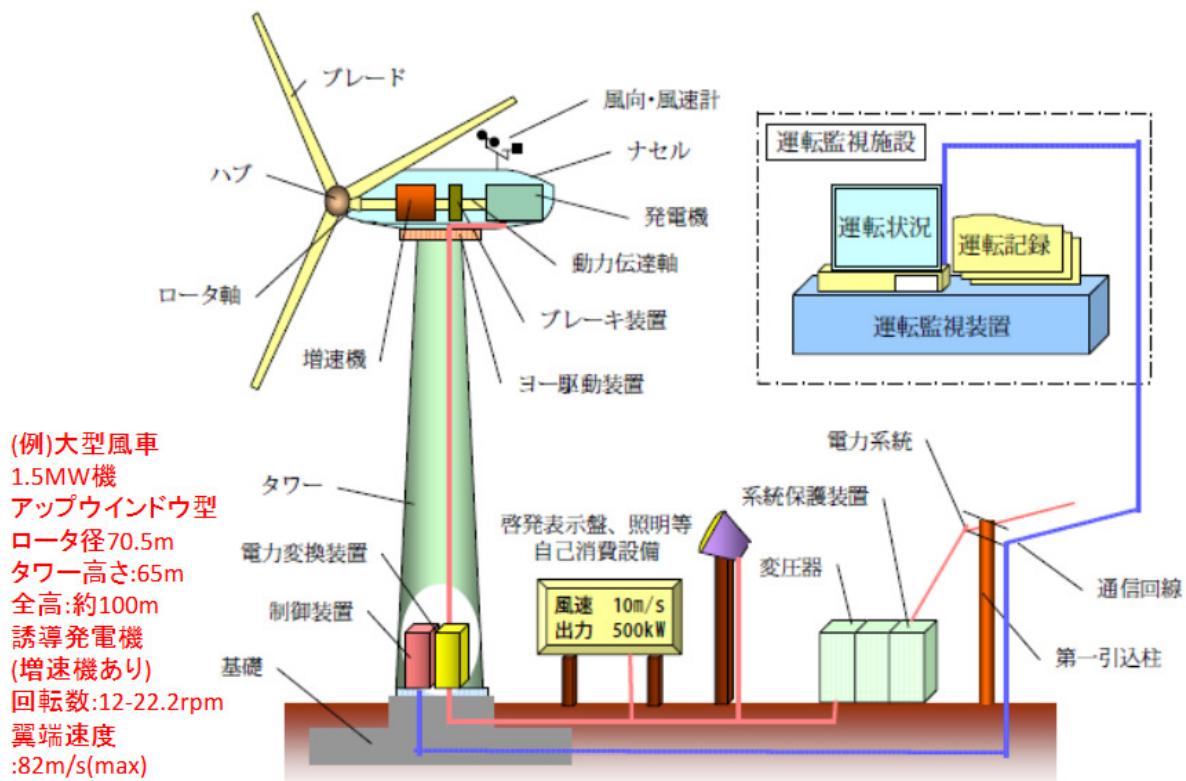
しかし、強いストレスが慢性的に続くと、副腎も疲れ、コルチゾールの分泌が追い付かなくなり、身体にさまざまな症状が現れます。

このコルチゾールの分泌についての検査は、1回1500円で行えます。

この検査を、風車建設前と建設後に継続して、風車建設予定地を中心とする半径3kmの地域の全ての医療機関で、来院者全員に対して定期的に行えば、因果関係が統計的に明確となります。

さて、せっかく風車の図があるので、

風力発電施設(風車)の構造

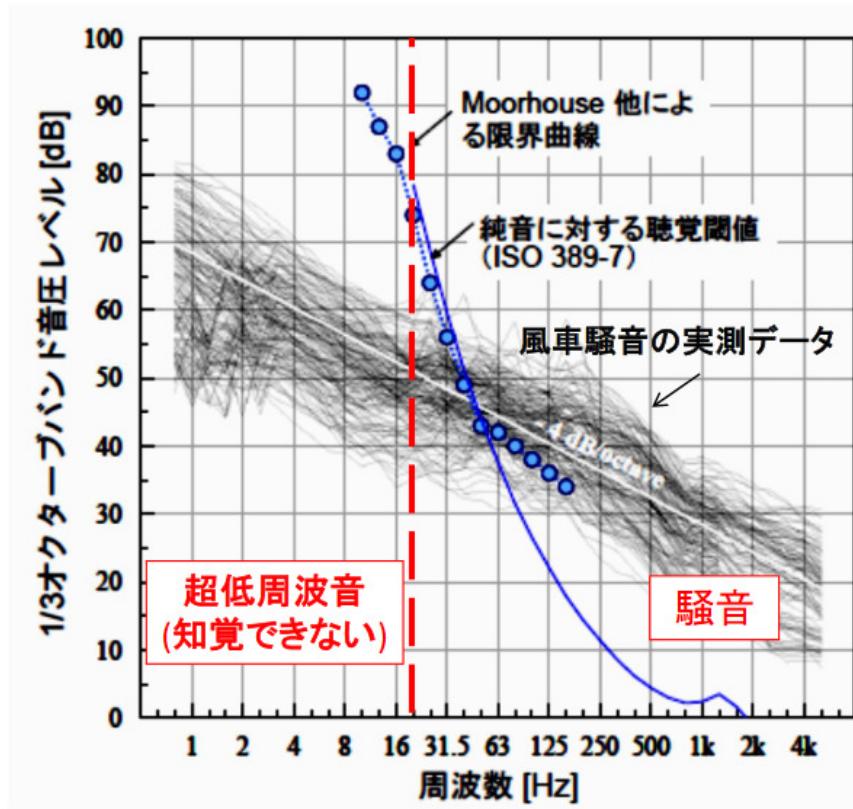


超低周波音の発生の仕組みを説明して欲しい所です。

最近は、超低周波音には触れない、知らないふりをするのが国の方針らしい。残念なことです。

さて、またもや言葉が変化しました。

風車騒音の測定結果



20Hz以下の超低周波音領域は、すべて知覚閾値を下回っている

**風車騒音は
知覚できない超低周波音ではなく、
通常可聴周波数範囲の騒音の問題**

全国29の風力発電施設の周辺合計164箇所での測定結果

*平成22-24年度環境省戦略指定研究領域 研究課題(S2-11風力発電等による人への影響評価に関する研究:研究代表者 橋秀樹)より改変

18

聴覚閾値、感覚閾値、を越えて、知覚閾値になってしまいました。

聞こえないのだから、聴覚閾値と言う言葉を使うのは賛成ですが、人間には他の感覚器官もあるし、知性もある。

聴覚閾値を勝手に、感覚閾値、知覚閾値に変更してはいけません。

必要なものを、適切に計測し、結果を正しく評価すれば、超低周波音が主な原因だと認識できる。理性のある人は、原因を知覚できます。したがって、聴覚閾値の代りに知覚閾値を使ってはいけない。

風車騒音の測定であるが、

受音点(地域)の風車騒音の測定について

<風車騒音の算出>

「風車騒音」とは、地域の残留騒音に風力発電施設から発生する騒音が加わったものをいう」

- 風車騒音の算出は、基準時間帯毎(10分間)の測定値から調査日の測定値を求め、さらに調査日の測定値をエネルギー平均し、測定時期の測定値(LAeq)を求める

<残留騒音の算出>

- 残留騒音の算出は、基準時間帯毎(10分間)の測定値から調査日の測定値を求め、さらに調査日の測定値をエネルギー平均し、測定時期の測定値(LAeq)を求める
- 対象地域内の複数地点で残留騒音の測定を行った場合、対象地域の残留騒音は、対象地域内の測定地点における基準時間帯のLAeqを算術平均して求める

⇒詳細は、「風力発電施設から発生する騒音等測定マニュアル」参照

もしも、原因を究明する気が有るのならば、

風車の建設前に、風車を中心として半径3km以内の住宅の騒音と振動の調査、住民の健康調査とその数値化を提案するべきです。

測定項目、測定機材、測定場所、測定時間帯なども、被害状況に即して提案するべきです。もちろん、測定結果の評価方法も提案するべきです。私たちが、日本の家に住んでいるときに起きる問題ですから。

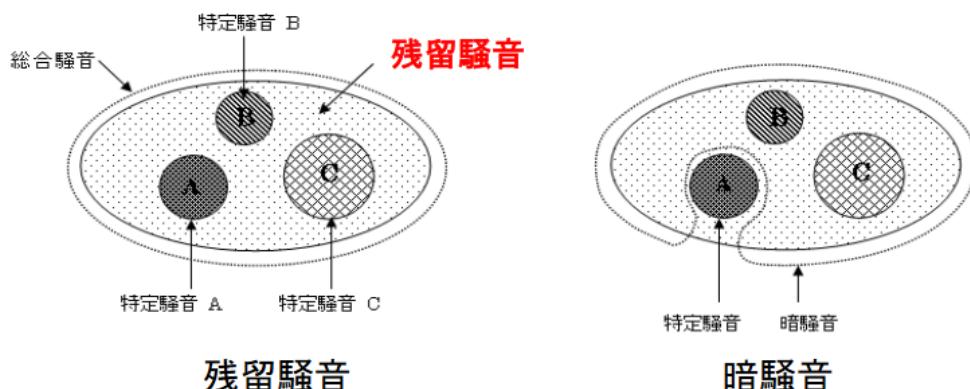
特に大切なのは、建設後の調査と建設前の調査結果を比較しやすい同一形式の表示で公開することです。

測定の正確さ、公平性を補償するためには、計測を事前に知らせ、立場の異なる人が同一場所で同一時刻に、それぞれの機材で計測し、計測結果の数値が一致することを確認する必要があります。

少なくとも、数値化できる健康状態の検査、精密騒音計での計測、振動レベル計での計測、計測データの生データ（1/3オクターブやA特性やG特性での値変更をしてないもの。）の収集と、計測結果の公開が必要です。

(参考) 暗騒音と残留騒音

- 一般に、騒音の評価においては、評価すべき音のすべての騒音である「**暗騒音**」を基に比較等を行う
- 風車においては、静穏な地域に設置されることが多く、まれに通過する自動車等の一過性の騒音により、暗騒音のレベルが大きく変化することから、評価にあたっては、これらの一過性の特定できる騒音全てを除いた「**残留騒音residual noise**」を基に評価を行う



20

計測したデータに、
“通過する自動車等の一過性の騒音”
や振動が含まれるときの対策は2通り考えられる。

計測した部分から、自動車の通過している部分を切り取って、残りのデータから分析を行う。この問題点は、データを切り貼りすると不連続部分が出てくるので、周波数成分を計算するときに高周波成分が増えてしまう。1/3オクターブ解析でも、FFTでもSPECTRUMでもこの問題は残る。

元データをそのまま使って、どこが自動車の音なのかが分かるようにすれば、切り貼りの必要は無くなる。
これは、ShortTimeFFTやWaveletを使えば可能となる。

風車建設後に調査するだけでは、騒音被害の原因を他の物に押し付けることが考えられる。
大切なのは、風車建設前に、計画的な長期間の計測を騒音、振動に関して実施しておく事と、数値化できる健康調査を多くの住民に対して行っておくことである。

それがあれば、建設された風車の影響が一目瞭然となる。異論があれば、風車を全て解体してから、もう一度計測してみればよい。

風車騒音の特徴についての次の記述だが、

風車騒音の特徴

＜立地環境と周辺環境＞

- 静穏な地域に設置されることが多いため、風車騒音レベルは比較的低くても、気になりやすい特徴がある

＜発生する音の特徴・性質＞

- 風力発電施設のブレード(翼)の回転に伴い発生する音は、場所や風向等によっては、シュー、シューといった振幅変調音(AM音)、スウィッシュ音(Swish)として聞こえる
- 機種によっては、内部の増速機や冷却装置等から、ウーン、あるいはブーンといった純音性の音(純音性成分)が発生

⇒ 騒音レベルは低いが、より耳につきやすく、わずらわしさ(アノイアンス)につながる場合がある

21

それぞれの音の周波数を明記して欲しいものである。少なくとも、FFTでの解析結果のグラフを示して欲しいものである。

2018年に環境省の調査結果では

風力発電施設から発生する騒音等に対する取組について環境省水・大気環境局大気環境課大気生活環境室のなかに、次のような記述も含まれています。

“2.風力発電と騒音に関する苦情

風力発電に伴い発生する騒音は、交通騒音等と比べ、著しく大きなものではない。ただ、風力発電施設がもともと静穏な地域に作られることが多いため、騒音に関する苦情が発生する場合がある。“

明らかに、風力発電の騒音と交通騒音では大きな違いがある。

閑静な地域では夜間の交通量がほとんど無くなるので、夜間に交通騒音を感じることは無い。

風車は昼でも夜でも低周波音を出し続けるので、風力発電に伴って発生する騒音や振動は夜間の睡眠を妨げるものである。これが風車騒音の大きな特徴である。

最近は、風車から発生する音の原因と周波数については、説明しないことにした様である。発生する音の周波数が何Hzになるのかが書かれていない。

ブレードの回転で発生する音は何Hzなのか、増速機や冷却装置から何Hzの音ができるのか？

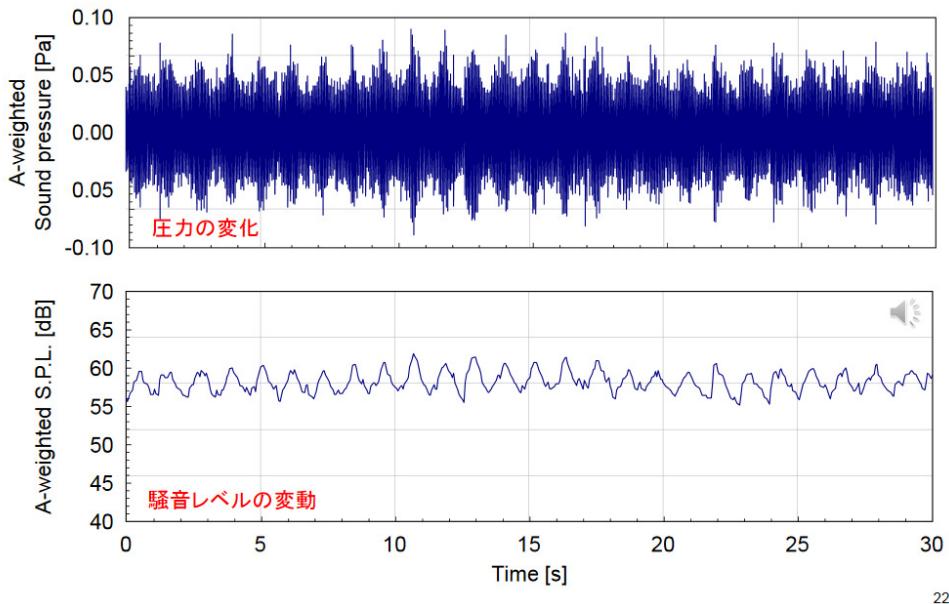
タワーが建っているだけで、ブレードが回転していないときに精密騒音計と振動レベル計で計測した結果は風車が無いときの計測結果とどこが異なるのか？

これをきちんと説明することは、被害を減少させる意味でも極めて大切なことである。

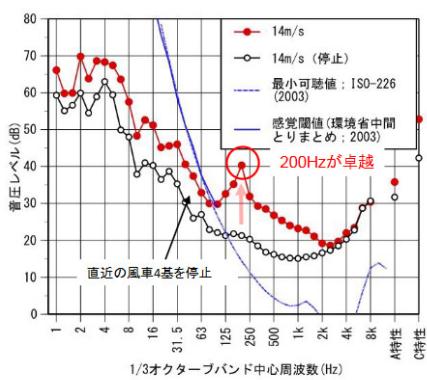
説明しないということは、問題解決の意志がないのであろう。

最近は、超低周波音や低周波音の話題を避けるために、聞こえる音の話題を意識的に提供している。

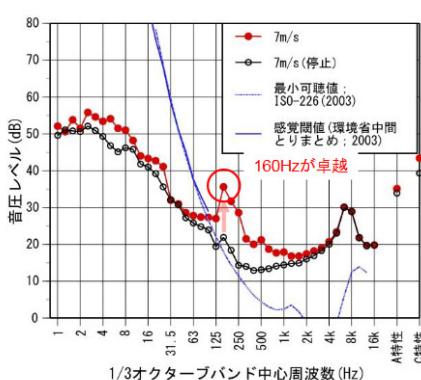
特徴的な風車騒音の紹介 振幅変調音(AM音, スウィッシュ音)



特徴的な風車騒音の紹介 純音性成分が含まれる風車騒音の例



左: 風車より240m, 木造家屋-屋内



右: 風車より350m, 木造家屋-屋内

* 純音性成分は、増速機などの機械駆動部の振動に起因していることが考えられる

環境省H21年度調査結果より抽出; <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12319> 参照

周波数の高い音は、マンションのガラス戸を閉めれば聞こえなくなります。

周波数が低い音ほど、エネルギー透過率が高く、遮蔽が困難なのです。さらに、機密性の低い日本家屋では、超低周波音による気圧変動の影響を直接受けます。

家のグラフの左端には、1 Hz から 5 Hz の周波数成分が可聴音とは比べ物にならない強さで存在していることを示しています。1 Hz は日本家屋の固有振動数に近く、5 Hz は障子などの建具の固有振動数に近いのです。残念ながら、このグラフでは正確な周波数は分かりません。

環境省の HP（よくわかる低周波音）では、

5 低周波音を防止するには

低周波音は発生源対策が効果的

低周波音は、通常の騒音の場合に比べて塀や壁による防音効果はありません。

低周波音の対策には、発生源の対策が最も効果的です¹⁵⁾。ただし、低周波音の対策は大掛かりなものになります。

と書かれています。

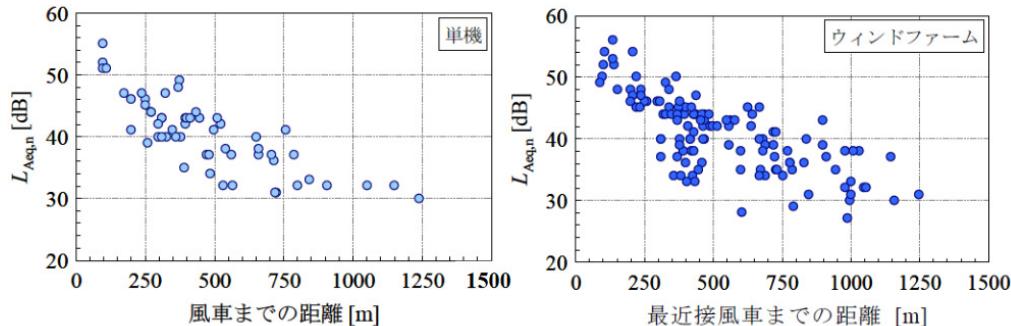
発生してしまった低周波音、とりわけ超低周波音を防音するのは、極めて困難です。エネルギー透過率が極めて高く、周波数が低いと減衰もしにくい。発生源を解明しなければ対策も打てません。風車の構造に関連して、発生する音の周波数、発生の仕組みを明確にする必要があります。

私は、1/3オクターブ解析での1 Hzの音は、タワーの中の気柱が原因だと考えています。これが正しいかどうかを検証するには、タワーの長さが異なる風車の超低周波音を測定し正確な周波数とタワーの長さ、タワーの太さによる開口端補正をふまえて共鳴する周波数を検証すればよいと考えています。

もし、風力発電機で実験が出来るならば、タワーの部分に穴を幾つか開けて、発生する音の周波数を計測すれば明らかになるし、東京タワーのような骨組みだけの塔を作り、その上にブレードと発電機を取り付けたものを作って実験すれば、何が1 Hz程度の周波数の発生源なのかはすぐに分かると思います。

距離による減少ですが、

風車から測定点までの水平距離と風車騒音の関係 ～距離減衰～



- 風車騒音の距離による減衰は、**水平距離が遠くなるほど音圧レベルが低下**
- 風車の機種、地形・植生、気象条件などによって、発生する音やその伝搬が異なることから、**距離と等価騒音レベルとの関係にはばらつきが生じる**

24

受音点から見た風車の並び方を考慮する必要があります。並び方によっては音の特徴が変わってくる。例えば、平面波としての特徴を持てば、減衰しにくくなる。

音の減衰と周波数の関係も、理論的な解明がされているのだから、周波数の高い音の減衰と、周波数の低い音の減衰を区別して論じる必要があります。

簡単な数式なのだから、その式を明示して計算をしてみせるのが良い。

また、音の反射もあるのだから、地形による影響の違いも明確にしなくてはならない。これに関しては幾つかのコンピュータシミュレーションの結果もある。日本の場合は丘陵の上に風車を建設する例が多いのだから、谷の部分の影響を予測しておくことが必要である。平坦な土地が多い外国の考え方では解明できない問題も起きる。

さて、

風車騒音の人体影響(調査*)

- 人への健康影響については、国際的にも注目されており、数多くの研究が進められてきている
- 風車病に関する研究等も含む過去の研究について広く整理され専門家による審査を経て医学会誌等に掲載されたレビュー論文を中心に整理
- 各国政府機関の報告等も広く収集し整理
(カナダ健康省、オーストラリア国立保健医療研究委員会等)
- カナダ健康省の調査は、風力発電施設の近傍に居住している住民を対象にしており、一時的な影響だけではなく長期的な影響も考慮している

*環境省「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」(平成25年5月～平成28年11月)
25

さて、調査の結果として、どのような問題が解明され、その問題がどのような形で解決されたのであろうか？

調査で大切なのは、日本の状況をふまえた調査をすることである。

1、日本人が住んでいる住宅の構造

土台、平屋、2階建て、築年数、屋根、地盤、被害の発生場所は室外か室内か、などにふまえて、どこで何をどのように計測すべきかをきちんと示さなければならない。

2、風車病というならば、その特徴を数量化して捉える方法があるのだから、

日本の住宅に住む人たちを対象にして、統計的な分析が可能となる健康調査を実施する必要がある。

3、外国とは住宅事情が異なるのだから、しっかりとした調査計画を発表して見せて欲しい。

計画が作れないなら、正直に言って、民間の方にお願いすればよい。

人体への影響だが、

風車騒音の人体影響について(その1)

- 風車騒音による影響については、風車騒音のレベルとわずらわしさ(アノイアンス:annoyance)を感じる程度の間には統計的に有意であることが複数の論文で報告
- 睡眠影響については、風車騒音レベルとの直接的な関係性、又は、わずらわしさ(アノイアンス)の程度が上がる結果としての間接的な関係性がある可能性を示唆する知見が報告されているが、睡眠影響との関連の科学的根拠は限定的
- 聴力影響、頭痛、耳鳴り、糖尿病、高血圧、循環器疾病等の健康影響については、統計的に有意な知見は認められていない

風車騒音の人体影響について(その2)

- これまでに国内外で得られた科学的知見を踏まえると、風車騒音が人の健康に直接的に影響を及ぼす可能性は低いと考えられる。ただし、**風車騒音に含まれる振幅変調音や純音性成分等は、わずらわしさ(アノイアンス)を増加させる傾向がある。**特に、静かな環境では、風車騒音が35~40dBを超過すると、わずらわしさの程度が上がり、睡眠への影響のリスクを増加させる可能性があることが示唆されている
- 風力発電施設から発生する**超低周波音・低周波音と健康影響**については、明らかな関連を示す知見は確認できない
- 景観のような視覚的な要素や経済的利益に関する事項等も、わずらわしさ(アノイアンス)の度合いを左右する

実際に被害を受けて苦しんでいる人がいても、その原因を究明し、問題を解決することが出来ないならば、科学の価値は無い。1/3オクターブ解析を使い周波数の特定さえもしようとしている。家の中で振動レベル計を使う提案もしない。これでは、問題は決して解決しない。

もちろん調査は必要だが、調査の前に、“健常者の人体に感知される超低周波音は存在せず、建具をがたつかせる超低周波音も存在しない”と言うような考えを流布し、被害を訴えさせなくする風潮を改める必要がある。また、被害を苦情と言い換え、単なる主觀や経済的利益の問題に摩り替えてはいけない。

風車建設前の広域的な健康調査とその数値化、風車建設後の広域的な健康調査とその結果の比較。風車を中心に3km圏内の広域的な健康調査と、10Km以内に風車が無くて住民構成が似ている地域でのある点を中心とした半径3kmの地域の健康調査との統計的な比較など、できることは沢山ある。

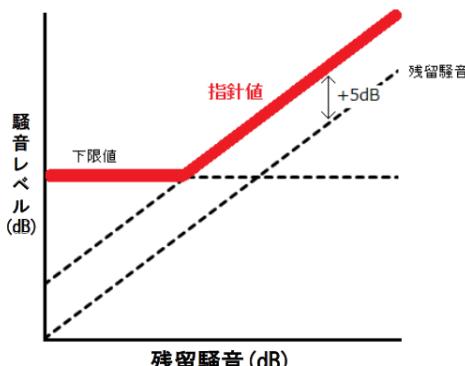
風車騒音の評価(指針値)について

風力発電施設から発生する騒音に関する指針値:

残留騒音 + 5dB

下限値の設定*

* 残留騒音が著しく低く(30dBを下回る場合)特に静穏を要する地域や、地域において保存すべき音環境がある場合においては35dB、それ以外の地域においては40dBを下限値として設定する

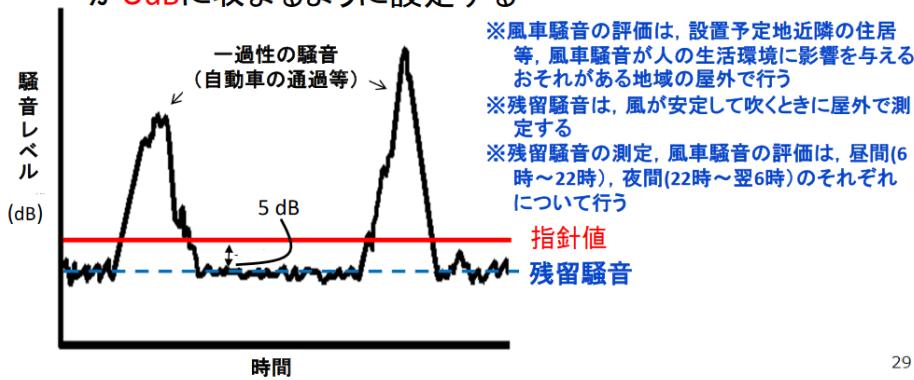


平成29年5月26日 環境省水・大気環境局長通知「風力発電施設から発生する騒音に関する指針について」環水大大第1705261号
(検討会報告書:平成28年11月「評価の目安となる値」)

28

風力発電施設騒音の評価(指針値)の算定

- 風力発電施設の設置又は発電設備の新設を伴う変更が行われる場合が対象
- 屋内の生活環境保全を考慮し、屋外で昼夜毎に評価
- 「**残留騒音**」(一過性の騒音を除いた騒音)からの増加量が**5dB**に収まるように設定する



29

この指針を満たしている地域はあるのだろうか、もしあるのならば、現地調査を行って被害状況を調べる必要がある。この基準で被害を抑制できるか否かが明らかとなる。風車を中心に 3 km 圏内の広域的な被害調査で、その規制値でも被害を受ける人の割合を明確にする必要がある。

“風車被害を訴える人は健常者ではない”と取れる主張がなされている中の調査は、信頼できる医療機関での健康調査を中心になされるべきである。もちろん、データが数値化できるようにする必要もある。

以下の図で、測定が屋外となっているのは問題である。家屋の固有振動数によっては屋内で大きな影響が現れる。被害が発生する屋内で、長時間の連側的な計測を精密騒音計と振動レベル計で行う必要がある。

指針値(評価の目安となる値)策定の趣旨(検討会*)

- 風力発電施設から発生する騒音による生活環境への影響を未然に防止するためのもの
- 風力発電施設の設置事業者及び運用事業者等による具体的な対策実施等に活用するとともに、地方公共団体による関係する事業者や住民等への対応の際の参考とするもの(一定規模以上)
- これまでの知見から、風車騒音は風力発電施設の規模、設置される場所の風況でも異なる
- 風車騒音の聞こえ方は、風力発電施設からの距離や、その地域の地形や被覆状況、土地利用の状況等により影響される

「これらの特性を踏まえ、全国一律の値ではなく、地域の状況に応じたものを定める必要がある」とした。

*環境省「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」

(平成25年5月～平成28年11月)

30

「指針値」と「騒音に関わる環境基準」との関係

● 「指針値」

風車騒音は他の環境騒音と比べ特徴的な音であることを勘案し、風力発電施設の設置等に当たり、風力発電施設から発生する騒音による生活環境への影響を未然に防止するためのもの

● 「騒音に係る環境基準」

行政の政策上の目標として一般的な騒音を対象として、生活環境を保全し、人の健康を保護する上で維持されたいが望ましいもの

@両者では性格や位置づけが異なる

騒音に係わる環境基準の類型指定がなされており、風力発電施設が設置されている地域において、一般的な騒音に対しては引き続き当該環境基準に基づき生活環境を保全する。風力発電施設から発生する騒音については、本指針に基づき未然防止の観点から、当該地域の状況に応じた具体的な対策等を講じる。その他、騒音についての環境基準を満たしている場所においても、健康被害の苦情等の発生事例があることに留意する。

31

指針値に関する留意点

- 騒音については、感じ方に個人差があること、地域によって風力発電施設の立地環境や生活様式、住居環境等が異なることから、**指針値を超えない場合であっても、地域の音環境の保全に配慮し、可能な限り風車騒音の影響が少なくなるように、事業者は対策を講ずるよう努めることが必要**
- 本指針は、風力発電施設から発生する騒音等に関する検討を踏まえて設定したものであるため、その他の騒音の評価指標として使用することはできない

風車の騒音問題については、騒音の発生原因を解明しない方針が見て取れる。原因の解明なくして問題の解決は無い。

この観点からすれば、指針値も基準値も住民に苦痛を押し付けるための数値としか見えない。我慢の要求ではなく、風車騒音問題を根本から解消する手がかりを提起して欲しいものである。

参考資料(抄)

- ・「よくわかる低周波音」環境省パンフレット
<https://www.env.go.jp/air/teishuha/yokuwakaru/index.htm>
- ・「低周波音問題対応の手引書」:環境省環境管理局大気生活環境室、平成16年6月(2004)
- ・ISO 7196:1995 Acoustics –Frequency weighting characteristic for infrasound measurements
- ・「風力発電施設から発生する騒音等への対応について」:環境省「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」、平成28年11月
- ・「風力発電施設から発生する騒音等測定マニュアル」:環境省、平成29年5月
- ・日本音響学会編:音響サイエンスシリーズ16「低周波音－低い音の知られざる世界－」土肥哲也編著、コロナ社、平成29年11月2日発行

風力発電施設における騒音及び超低周波音について

秋田県 再エネ海域利用法に基づく協議会
於:秋田キャッスルホテル 2019.12.26

ご清聴ありがとうございました



いろいろ勉強になりました。ありがとうございました。

の検討。

ここでは、次のようなことが書かれています。幾つか疑問点があります。

第 1 章 環境影響評価方法書の公告及び縦覧

1. 環境影響評価方法書の公告及び縦覧

「環境影響評価法」第 7 条の規定に基づき、環境保全の見地からの意見を求めるため、方法書を作成した旨及びその他事項を公告し、方法書を公告の日から起算して 1 ヶ月間縦覧に供した。

(1) 公告の日

2019 年 10 月 1 日(火)

(一部省略)

② インターネットの利用による縦覧

当社のホームページに方法書の内容を掲載し、縦覧期間中、常時アクセス可能な状態とした。

と述べている。

質問 23：このとき H P に掲載した資料を検討したいのだが、私たちに提供することは出来ますか？可能ならば提供してください。できない時はその理由を示してください。

(答)

さらに、

2. 環境影響評価方法書についての説明会の開催

「環境影響評価法」第 7 条の 2 の規定に基づき、方法書の記載事項を周知するための説明会を開催した。

とあります。

質問 24：説明会で使用する資料は、関係地域の住民に事前配布をしたのでしょうか？事前配布をしなかったならば、その理由を書いてください。

(答)

3. 環境影響評価方法書についての意見の把握

「環境影響評価法」第 8 条の規定に基づき、一般からの意見の提出を受け付けた。

(1) 意見書の提出期間

2019 年 10 月 1 日(火)から 11 月 14 日(木)まで (郵送の場合は当日消印有効)

(2) 意見書の提出方法

意見書の提出は、以下の方法により受け付けた。(別紙 4 参照)

- ・縦覧場所に備え付けた意見書箱への投函
- ・当社への郵送
- ・説明会での提出

(3) 意見書の提出状況

意見書の提出は 5 通（意見書箱への投函 1 通、郵送 3 通、説明会での提出 1 通）、意見総数は 46 件であった。

3

とあるが、

質問 25：事前に提出された意見書に対する回答は、文書での回答だったのでしょうか？

質問者は、その回答内容に関しても再度検討する必要があり、貴社は、質問者に対して、文書で早めに回答する必要があると考えます。

そうでなければ、形式的に“意見を受け付けた”だけのアリバイ作り似なってしまいます。

回答時期、回答の形はどのようなものだったのでしょうか？

(答)

第 2 章 環境影響評価方法書について提出された環境保全の見地からの意見の概要と事業者の見解

「環境影響評価法」第 8 条及び「電気事業法」第 46 条の 6 に基づく、方法書について提出された環境保全の見地からの意見の概要及びこれに対する事業者の見解は、次のとおりである。

<大気環境> 山形県酒田市 A 氏

No. 一般の意見 事業者の見解

1 光ヶ丘地区を観測点に加えてください。・振動、空気音、そう音など、どのようなものか周知して、過去の例を学んで下さい。

光ヶ丘地区は、本事業の風車設置予定区域からは約 2.4km 離れており、周辺には他の風力発電所も存在しています。一方で、光ヶ丘地区よりも手前に位置する古湊町地区は、風車設置予定区域からの距離は約 1.4km です。風力発電施設の稼働に伴う騒音及び超低周波音の影響については、風車設置予定区域により近い古湊町地区において調査地点を配置することにより、本事業による影響をより的確に把握できるものと考えています。

質問 26：風車からの、騒音、振動の影響は距離だけで決まるのではなく、地形の影響も受けます。

また、すでに周辺に風力発電所があったとしても、貴社の発電所が建設される前の、騒音、振動を計測しておいて、建設後のもう一度騒音や振動を計測すれば、騒音、振動の増加分が計測可能です。

この増加分は、新しい風車の影響と考えられます。

被害を増加させている責任を明確にするには、たとえ、風量発電所が近くで稼動していても騒音、振動の計測をすべきです。また、風車の大きさが違えば、騒音、振動の周波数も異なります。新しく増加した騒音、振動の周波数を正確にしらべれば、この増加分が、どの風車が原因で発生しているのかが明確になります。さらに、

「JRE 酒田風力発電所更新計画 計画段階環境配慮書」に対する環境大臣意見

において、次のように述べられている。

“本事業は、ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社が、山形県酒田市において、現在稼働中の「JRE 酒田風力発電所」（総出力 16,000kW、定格出力 2,000kW の風力発電設備 8 基）を撤去し、最大で総出力 37,800kW、定格出力最大 4,800kW の風力発電設備最大 9 基程度に建て替える事業である。本事業は、再生可能エネルギーの導入・普及に資するものであり、地球温暖化対策の観点からは望ましいものである。一般的に、風力発電設備の建て替えは、既存の道路や送電線等を利用するにより、新設する場合に比べ、土地の形状の変更等による環境影響を低減することが可能であると考えられる。また、既設の風力発電設備及び取付道路等の附帯設備（以下「風力発電設備等」という。）の設置の際に行った環境影響評価等の結果と現在の状況を適切に比較することにより、事業による環境影響を事前により正確に把握することが可能であると考えられる。一方、本事業者によれば、本配慮書において設定した事業実施想定区域には土地の形状の変更等が行われる工事用道路等が含まれていないため、環境影響評価方法書（以下「方法書」という。）以降の対象事業実施区域の設定に当たっては、土地の形状の変更が行われる箇所等を適切に同区域に含め、自然環境への影響を適切に調査・予測及び評価する必要がある。また、本事業の事業実施想定区域及びその周辺では、希少猛禽類であるチュウヒ、オジロワシの生息が確認され、さらに、事業実施想定区域の南側には、ハクチョウ類等の集団渡来地として国指定鳥獣保護区に指定されている最上川河口鳥獣保護区が存在し、渡り鳥の渡り経路となっている可能性があることから、本事業の実施に伴うこれらの鳥類への重大な影響が懸念される。

さらに、事業実施想定区域の近傍には、複数の住居等が存在することから、工事中及び供用時における騒音並びに供用時における風車の影による生活環境への重大な影響が懸念される。

したがって、本事業計画の更なる検討に当たっては、以下の措置を適切に講じられたい。また、それらの経緯及び内容については、方法書以降の図書に適切に記載されたい。“

これらの点に配慮するならば、要請された全ての地点において、

古い風車が稼動している時点での、騒音、振動調査

古い風車が撤去された時点での、騒音、振動調査

新しい風車が建設された時点での、騒音、振動調査

を、周波数分析が可能な形で行い、その計測結果を順次公開しながら、計画を進めることが必要だと考えます。このような計測を実施すれば、2.4km 離れていて周辺には他の風力発電所が存在していたとしても、

貴社の古い風車の影響や、新しい風車の影響が明確になります。この点からも、計測を実施すべきだったと考えます。

計測さえもしないならば、“計測をしない理由は、被害の原因が明確になることを恐れているからだ。”との疑念を呼びます。

この点からも、

騒音については、リオン社の精密騒音計 NL-62 で計測したものを波形収録プログラム NX-42WR で収録した wave 形式のデータとして観測し、振動については、リオン社の振動レベル計 VM-55 で計測したものを波形収録プログラム VX-55WR で収録した wave 形式のデータとして観測しなくてはなりません。

風車の大きさによる騒音や振動の特徴を調べるには、FFT 解析や Wavelet 解析が出来る形で確保する必要がある。

観測場所は、屋外、屋内で共に行い、さらに、それぞれの風車の回転の様子をビデオカメラで撮影し、音と振動の相関関係をより明確にすべきだと考える。

なお、機材は

と、コンピュータ、波形解析ソフトです。

特に、周波数の違いは企業としての責任を明確にするには必要な事項であり、たとえ、他の風車があったとしても計測する意義と必要があると考えるが、

貴社が、計測の必要がないと判断した理由を、各風車から出る音や振動の周波数特性などをふまえて明確に述べてください。

(答)

〈大気環境〉 山形県酒田市 B 氏

No. 一般の意見 事業者の見解

1 説明会に出席し、その場で質問させていただきましたが、改めて意見書を提出させていただきます。

- 既設風車の健康被害について、被害住民は世間体などを気にして自治会に訴えることができません。また「風車病」と呼ばれる健康被害の話を聞いたことがない人もいるでしょう。絶対に名前が分からないと安心感して記入でき、かつ、風車との因果関係についての知識の有無を問わずに状況を尋ねる形で、丁寧な調査をしてくださるようお願いします。

弊社風力発電所は現在運転 16 年目を迎えておりこれまでに健康被害のご報告はございませんが、今回の更新を前に改めて近隣住民の皆様のご意見を頂戴したく、弊社風力発電所の影響が考えられる宮海地区周辺でのアンケート調査を実施予定です。

4

質問 27：“宮海地区周辺でのアンケート調査を実施”とありますが、アンケートの内容や形式、調査員、調査方法を具体的に示してください。さらに、その方法が適切だと考える理由も示してください。

(答)

以前示したように、他の風力発電の会社が使っていた、中野氏の主張の中に、

TVの「今回の測定値」では、10Hzの音圧レベルは50dB程度となって
います。緑線の参考値90dBより40dB小さく(1万分の1)です。
20Hzの場合は、30dB程小さく千分の1の大きさ(レベル)です。
1Hzから10Hzに対する参考値はありませんが、1Hzの感覚閾値(感じ
じことができる値)は130dB以上であり、5Hzでは110dB以上です。
これは多くの文献にあり、これらをもとに超低周波の国際規格も定め
られています。
「今回の測定値」の1Hzは70dBですから感覚閾値130dBより百万分
の1も小さい値であり、5Hzの場合は40dB小さく1万分の1です。
このような微少な超低周波音で交感神経の緊張や頭痛などは健常
者であれば起こるはずがありません。

となっている部分があります。

“交感神経の緊張や頭痛などは健常者であれば起こるはずがありません。”

こんな主張が専門家の意見として世の中にはばら撒かれているのだから、健康被害を表明しにくいのは当然です。

質問 28：このような誤解と偏見を説明会で撒き散らしている風力発電の会社も沢山あります。これでは、風力発電に対する悪評が増すばかりです。貴社としては、健康被害の存在を隠してしまうような会社に対しては、貴社の責任と自負の面からどのように考えるか、貴社が説明会で配布してきた資料内容をふまえて詳しく説明してください。

(答)

質問 29：この現実の中で、地域での差別を助長しない形での調査方法を工夫する必要がある。健康被害の調査方法は秘密保持、正確さ、の観点から医療機関で医師が行うのが適当だと考えるが、貴社の見解はどうでしょうか？

(答)

No. 一般の意見 事業者の見解

2・耳で聞こえない音（超低周波音）の影響調査について、マニュアルどおりの3日間×4回と言わ
ず、丁寧な調査をお願いします。以前に見たドイツのドキュメンタリー「超低周波音」（字幕付き、ドイツ
2018年11月4日放送(28分)、「Friends Against Wind Infrasound caused by Industrial Wind Turbines」
でYouTube検索）を思い出しました。大きな風車にすることで、新たにどんな被害が出るか分かりません。
念には念を入れてお願いします。

風力発電施設の稼働に伴う騒音及び超低周波音については、「風力発電施設から発生する騒音
等測定マニュアル」（環境省、平成29年）に準じ、年間の代表的な風況における環境騒音・超低周波
音を把握できる時期として4季毎に、有効風速範囲の3日間の調査を行います。
また、風力発電施設の稼働に伴う超低周波音の影響については、「風力発電施設から発生する騒
音等への対応について」（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、平成28年）による

と、風力発電施設から発生する超低周波音・低周波音と健康影響については明らかな関連を示す知見は確認できないとされていますが、風車の大型化に伴う影響について、計画する風車の諸元を基に適切に予測及び評価を行います。

質問 30：“風力発電施設の稼働に伴う騒音及び超低周波音については、「風力発電施設から発生する騒音等測定マニュアル」（環境省、平成 29 年）に準じ、年間の代表的な風況における環境騒音・超低周波音を把握できる時期として 4 季毎に、有効風速範囲の 3 日間の調査を行います。”

とあります、

これを何年も継続してきた結果、少しも原因が解明されず、トラブルが増加するだけなのが現状だと思います

そこで、貴社に原因を究明する意思があるのならば、国の方針にさらに追加して、

騒音と振動については、夜間と昼間の 2 回、計測場所を必ず、屋内及び屋外とし、計測時間は継続して 6 時間以上とする。騒音については、リオン社の精密騒音計 NL-62 で計測したものを波形収録プログラム NX-42WR で収録した wave 形式のデータとして観測し、振動については、リオン社の振動レベル計 VM-55 で計測したものを波形収録プログラム VX-55WR で収録した wave 形式のデータとして観測しなくてはなりません。計測結果は全て公開し、誰でも FFT 解析や Wavelet 解析が出来るようにする必要がある。

と考えるが、貴社はどのような方法が適当だと考えるか、その方法でどのような問題が、どのように鶏鳴できると考えているのか？

(答)

質問 31：“風力発電施設から発生する超低周波音・低周波音と健康影響については明らかな関連を示す知見は確認できないとされていますが、風車の大型化に伴う影響について、計画する風車の諸元を基に適切に予測及び評価を行います。”

とありますが、

貴社は、何がどのように示されたら、明らかな関連と認識するのでしょうか？

たとえば、ある学会が認定するとか、国が認定するとか、統計的に相関性があることが数値として示される。などのことが考えられますが、とりわけ、その被害の原因が貴社の建設した風車にあると貴社が認定するための条件を明確にしながら答えてください。

(答)

質問 32：関連と解明するには、時間と費用が掛かりますが、その費用は貴社が負担しますか？

あるいは、原因が明確になった段階で、貴社がその費用を負担しますか？

調査費を負担しなければ、調査は行えず、評価もうやむやとなり、単なる責任逃れになってしまいます。

(答)

3・先日、2.5km 離れたところに住む方から、航空障害灯の点滅や音によって被害を受けているという話を聞きました。世界的には人家から数 km 以上離す方向に進んでいると聞きます。先駆者として会社独自の厳しい距離基準を採用するお考えはありませんか。

酒田市の風力発電施設建設ガイドラインを遵守するほか、今後の現地調査、近隣住民の方のご意見等様々な要素を勘案して風車設置位置を決定いたします。

弊社風力発電所に近く、影響の考えられる宮海地区の方とはこれまで意見交換等を行っており、今後も協議を継続していく方針です。

質問 33：“風車設置位置”は貴社の過去の例では、民家から何 km くらい離して建設していますか？

(答)

4・山形県ではありませんが、健康被害を風力会社に訴えたところ、全額負担するので引越するように言われたという話を聞きました。今後、苦情があった時に、引越費用全額負担、夜間の運転停止、撤去などをされる覚悟はありますか。

これまでに健康被害の報告はございませんが、建替え前に近隣住民の皆様のご意見を伺うためアンケート調査を実施いたします。アンケートの結果被害のご報告等あればご本人と協議の上、必要に応じて騒音測定等の調査を行います。その結果弊社風力発電所との因果関係が判明した場合は再度ご本人と協議の上対策をとる方針です。

質問 34：貴社が、“弊社風力発電所との因果関係が判明”したと認める条件は何ですか？

過去に、因果関係を認めた例はありますか？具体例があれば詳しく書いてください。

(答)

測定の計画と省略した問題点。

近くにも風車がありました。



房総かぜの丘

風力発電用の風車。

県道86号館山白浜線の中山トンネルから北へ約600メートルのT字路から西へ入る。信号はないが、「館山市環境センター」「サッカー場」という案内表示があった。

2車線道を登っていくと、前方に白い風車が1本見えてくる。

道路左側にサッカー場があり、その奥が風車になるのだが、その方向は逆光だった。

清掃センターの先で、T字路(←)を左折。その道から、風車までの未舗装道は、チェーンで閉鎖されていて、入口に車を置けるのは先着1台。清掃車の通行のジャマになってはいけないと思い、通り過ぎて、その先の広くなったところに車を置いたが、入口

の手前に未舗装の駐車場が2つあり、左はロープで閉鎖されていたが、右はロープが地面を這っていたので、そこに止めればよかったです。

風車へ未舗装道を登っていくと、途中にショートカットする階段もある。

「房総かぜの丘」という説明板が1つある。タワーの高さ65m、ブレードの直径70.5m、定格出力1500kw。

柵で囲まれているのは、機械の列だけで、風車自体は囲まれていない。只今の発電量などの表示はなかったが、機械のメーターは見えるので、見る人が見ればわかるのかも。このときは風が弱くて、ときどきゆっくり動くだけだったが。

北の方へ視界が開けていて、館山湾と館山市街がすこし望める。

帰りは、清掃センターの角のT字路(←)を左折し、北西へ向かってみた。くねったカーブもあるが、清掃車が通るからなのだろう、まあふつうに走れる道。

国道410号に出るT字路も、信号はないが、「館山市環境センター」と「サッカー場」への案内表示があった。

名称 「房総かぜの丘」

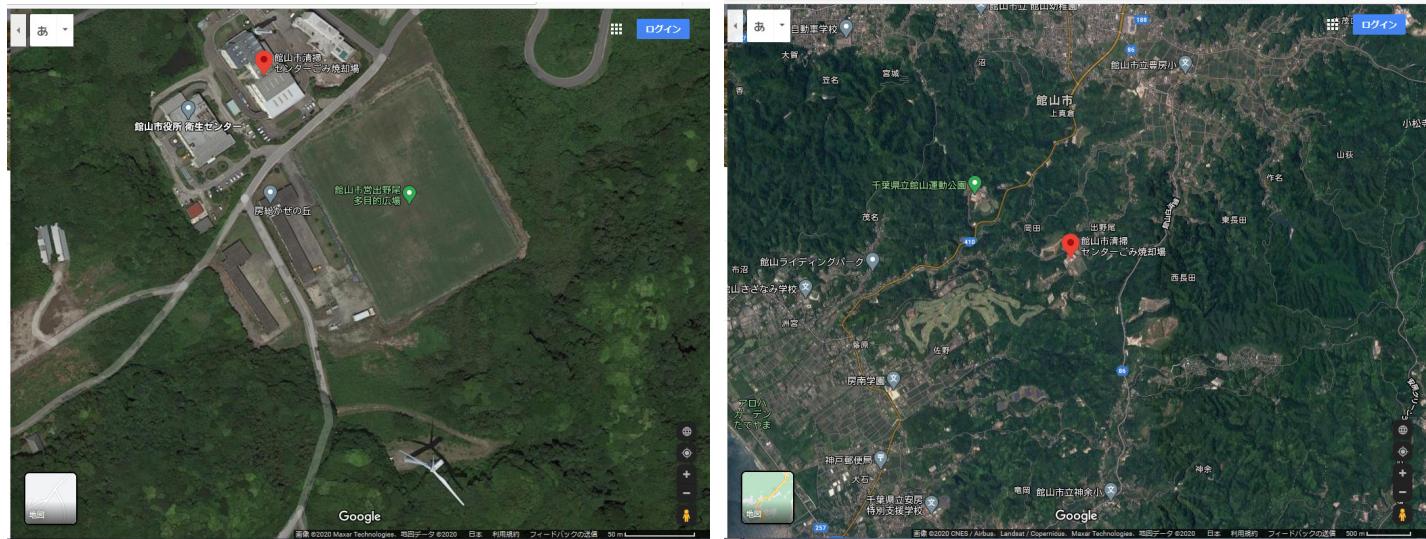
出力 1500KW

タワー高さ 65m

ブレード直径 70.5m

ナセル重量 52トン… (改めて見ると、すごい数字だ)

最大高さ 100m
館山風力開発株式会社



近いうちに、精密騒音計と振動レベル計での計測を行う予定です。
結果をお待ちください。

他にも詳細な検討が必要なことは沢山あります。

音響キャビテーションの問題

発電機の構造

ナセルの材質、ナセルの塗料

羽の回転数の微小の変化

先端部分でのスピードの変化（風速の変化）

先端部での衝撃波の発生は

ブレードの先端部での問題、粘性流体、圧縮性流体としての空気の扱い

タワーとのすれ違いの影響

回転する角速度の変化、加速後、力、ブレードの固有振動数の変化、

発電機の回転の変化

電圧の微小の変化

送電線の電流の変化

磁場電場の変動

電磁波の発生

周波数の決定（羽の速度変化）

電磁波の強さ、周波数の測定

測定機材は何が適当か

羽の動きと発電機の質量などから計算できるか？

周波数の面から、電子レンジとの比較、特に風速の変化による影響、

送電線の形態、送電線の構造、外側のシールドの性能

送電線の電流の微小な変化の測定方法

これらに関しては、この質問状では省略します。意見書では詳細に書きます。

問題点の整理と被害の補償について。

これまでの検討事項を整理すると、

国は、

1. 風車の問題は、通常の騒音問題として扱い、可聴音での問題とする。
2. 測定は、問題が起きている屋内ではなく、屋外で行う。
3. 測定は騒音計だけで行う。
4. 測定結果は、1/3 オクターブ解析の結果を公開する。
5. 聴覚閾値を、感覚閾値、知覚閾値とすりかえて、聞こえないから問題ないことにする。
6. 被害を苦情と言い換え、個人の主観の問題にする。

地方自治体は、

1. 計測は騒音計で行う。
2. 結果は、1/3 オクターブ解析の結果を公開する。
3. 振動レベル計は持っていても使わない。
4. 計測は、国の方針に従って屋外で行う。
5. 担当職員は、振動解析や数学の勉強をしない。

有識者は、

1. 国の資料や方針に従う。
2. 独自の見解は示さない。
3. 国や自治体や企業を批判しない。
4. 新しい解析技術、FFT, Wavelet, カオス理論を使わない。

企業は

1. 付度の上手は学者を使って、騒音被害は無いと主張する資料を用意させる。
2. 説明会では、嘘の説明をする。

被害を受けている住民は

1. 風車の被害を訴えるが、その声はあまり力を持っていない。
2. 泣き寝入りをする人や、追い出されて引っ越しする人も多い。
3. 調査、研究をし、被害の原因が風車にあることを示し、裁判を起こす人は少ない。

であると言えます。

環境省 HP、“低周波音の苦情にはどんなものがあるの”には、次のように書かれています。

事例-5 苦情者自身の問題による事例

一人暮らしのお年寄りから「ボーン、ボーン」という低周波音と振動が一日中聞こえて、ストレスが生じているとの苦情が市に寄せられました。

調査の結果、お年寄りが申し立てるような低周波音は測定結果からも調査員の耳でも確認されませんでした。

そこで調査員はこの方に対し、他市へ行ってもその音が聞こえるかどうか進言したところ、「他市に行っても同じ音が聞こえる」との連絡がありました¹⁴⁾。そのため、健康チェックを勧めたところ、その方は納得して問題は解決しました。

23



問題点は、“他市”的部分です。もともと住んでいた場所は風車から何kmの場所にあったのか、引越し先は風車から何km離れていたのかが書いてない。もちろん、音波の反射を考えれば地形も問題になります。

調査員は、どのような場所、どのような測定器測定機材を使って、どんな時間帯に、どの程度の時間継続して測定したのか、が書いてありません。さらに、計測したデータをどのように方法で、どんな解析ソフトを使って処理したのかが書いてありません。

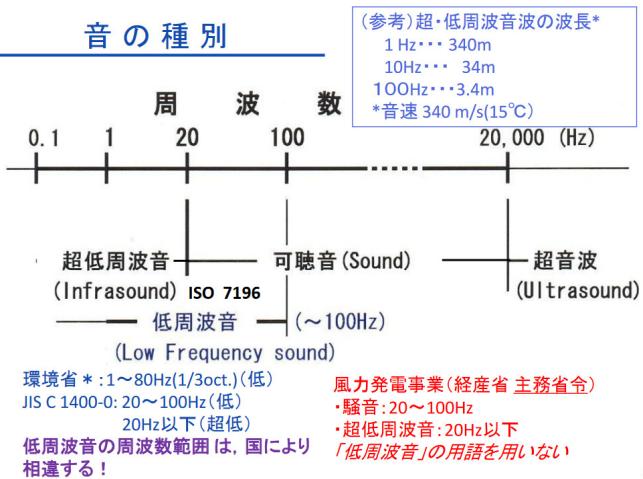
風車被害の場合は、しっかり準備しないと騙されて泣き寝入りをするだけです。上の例は、“気のせいだ。”と言いくるめられた事例です。

ところで、問題の音ですが、音の種類は次の図のように分類できます。

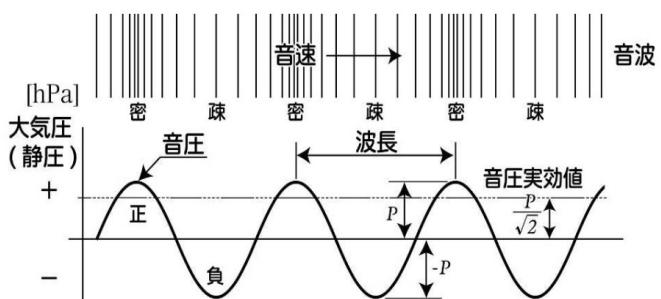
普通の人が耳で聞き取れるのは20Hzから20kHzとされています。20Hzよりも低い音は耳で聞き取るのは難しいのです。普通の騒音ならば、周波数が高いので防音対策がとれます。20Hz以下の超低周波音は対策が困難です。

私たちは、固有振動数が0.5から1Hzの日本家屋で暮らしていて、室内で問題が起きます。国や自治体、企業は、問題が起きている室内での騒音、振動の計測を嫌がります。計測結果の周波数を匂会することを嫌がります。従って、この部分を私たち自身の力で解明することが特に大切になります。

音の種別



音 波



* 音とは: 空気の微小な圧力変動
周波数 ⇒ 1秒間に繰り返される疎密波の数
 $1\text{気圧} = 1,013\text{hPa}(\text{ヘクトパスカル}) = 101,300\text{Pa}$

(町田氏の資料より引用)

Hz とか変な記号が出てきましたが、これは、1秒間に何回の波が押し寄せるかを示すものです。たとえば、20Hzは1秒に20回の波が押し寄せると言うことです。

普段私たちは、海の波を見ています。海の波と音との違いは、空気の密度が高くなり、私たち自身がぎゅっと押されたり、空気の密度が低くなり、外側に引っ張られたりすると言うことです。右の図は、密で圧力が高くなった部分と疎で圧力が低くなった部分が出来ることによる気圧変化が、1秒間に340mくらいの速さで伝わっていることを示しています。これは、音響キャビテーションの影響もしっかり検討する必要があることを意味します。

海の波はたいしたことが無いように見えても、時々大きな波が来る事は、海で暮らす人なら誰でも知っていることです。大津波の場合は遠くまで行って、陸地にぶつかって帰ってきた波が別の波とぶつかって特別に大きな波となって押し寄せることがあるので、小さな津波に見えても油断して海岸へ行ってはいけないことは、海岸で生活する人たちの常識だと思います。

波は、集まるととんでもない高さになることがあります。超低周波音の場合も山や谷などの地形の影響での反射を考慮する必要があります。

低い周波数の振動の特徴は、大きなものと相性が良いことです。長周期振動（低周波振動と同じ意味）が来ると、高層ビルの上のほうが大きく揺れます。

どんな周期の波のときに、その建物が一番大きく揺れやすいのかを表す言葉が、固有振動数です。日本家屋では、家全体としての固有振動数が0.5から1Hzであることも重要です。

大きな物といえば、風車のブレードやタワーがあり、タワーの中にある空気があります。これらの固有振動数も大きな問題になります。

音波は粗密波です。空気の粒が集まった場所では圧力が高くなり、空気の粒が少ないとときは圧力が減る。振動数が高ければ、この変化が音として私たちの聴覚に影響を与えます。

人間の耳は小さいので、聴覚で音として聞き取れる音の周波数に制限があります。0.5 Hz、1 Hz、2 Hzの音をきちんと聞き取るには、耳の大きさをとても大きくしなくてはなりません。

音を感知する仕組みは、

人間の耳は、鼓膜があって中耳があって、蝸牛というところで音を分析して脳に伝える。そこには前庭という機関があって、頭の傾き、頭の振動を検知して体の平衡機能を保っている。音は鼓膜から入ってきて、まず前庭窓を刺激し、中のリンパ液を振動させて、一部は蝸牛に伝わって音として感じる。前庭窓から蝸牛の間に卵形囊（のう）、球形囊という二つの器官があり、ここが振動を感じる感覚器官です。入ってきた振動はまずこの二つを振動させてから蝸牛に入る。卵形囊・球形囊は低周波音でしか反応しない。

です。

最近の研究成果を考えれば、人間は気圧の変化を感じることが出来ると考えられます。

日本家屋の共振を考えれば、家全体としての振動（共振）は三半規管や耳石器によって感知される。

皮膚で、振動する物体に触れれば、指先で振動を感じることも可能です。

残念ながら、環境省の HP には、風車周辺の地面の揺れを精密に調べたデータはありません。

風車騒音の被害を訴える人の中には、地面を突き上げるような刺激があって夜眠れなくなると言うような訴えもあります。眠る場所は屋内だから、地面の揺れ、屋内での振動、を調べるのは当然のことです。

風車から 500 m ごとに 3 km 程度まで、風車を中心に 4 方向について精密に調べるべきです。

道路の近くで、振動レベル計を使うと、自動車による振動も当然混じってきます。これを目で見えるようにして分析をするには、FFT や SPECTRUM では不可能です。Wavelet 解析ならば可能です。

20 Hz 以下の周波数の音は、聴覚では捉え切れなくても、それによる気圧の変化や振動を私たちの体はどうえています。

例えば、

低周波音の苦情について (定常的低周波音)

心理的苦情	うるさい、気分のいらいら 等 G特性音圧レベルで約100 dBを超えると超低周波音を感じ始め、120 dBを超えると強く感じる。
生理的苦情	頭痛、耳なり、吐き気、胸や腹の圧迫感 等 超低周波音による直接的な人体影響を明確に証明できるデータは得られていない。圧迫感・振動感は40 Hz付近で特に強く感じる。
睡眠影響	入眠妨害、睡眠深度の浅度化、覚醒促進 深い眠りの場合10 Hzで100 dB, 20 Hzで95 dBあたりから影響が現れるというデータもある。
物的苦情 (低周波音による共振現象)	建具(戸、障子、窓ガラス等)の振動、置物、家具の移動、ガタツキによる二次的騒音 がたつきの目安になる音圧レベルは、5Hz : 70dB, 10Hz : 73dB, 20Hz : 80dB程度が目安になる。 建具の固有振動数(5-20Hz位)で発生することが多い。

* 苦情申し立てがあった場合は、その原因が低周波音によるものかどうかを判断する目安の値として「参照値*」がある。ただし、発生源と苦情との対応関係がある場合に限る。*環境省「低周波音問題対応の手引書」参照

10

(町田氏の資料より引用)

と言うようなデータもあります。ここでの“苦情”と言う表現は、被害をたんなく主観の問題に摩り替えようとする表現ではあるが、上の表の中にある、心理的苦情、生理的苦情の項目が存在すること事態が、人々が聴覚では捉えきれない大気圧の変化などを体で感じて、いらいら、頭痛、入眠妨害などによって寝つきが悪くなる事が起こることを示しています。

人間の体は、人体に加わる圧力の変化に敏感に反応することは、七浦地区に住み海に潜ってアワビを探っている人ならば皆が知っています。深く潜ったり、浮き上がったりする動作を繰り返すと、頭痛がしたり、鼻血が出たり、耳が痛くなったりします。人体に加わる圧力変動の観点からの議論する必要があります。

私も海に潜って漁をします。潜り始めて1週間くらいは頭痛がします。圧力変化に体が直接反応して、鼻血が出たり、耳が痛くなったりします。

15. 環境省の報道内容

- 苦情を申し立てている3地点のうち2地点で、風車を稼働／停止させることにより騒音・低周波音が変化した。他の1地点では変化がなかった。

680mの地点

- 変化があった地点では、31.5Hz、160～200Hzに特徴的な音が確認された。

いずれも可聴音

- 風力発電設備の近傍測定点においても、20Hz以下の周波数成分(超低周波音)は感覚閾値より20dB程度小さかった。

どんなに敏感な方でも感知できないレベル¹⁷

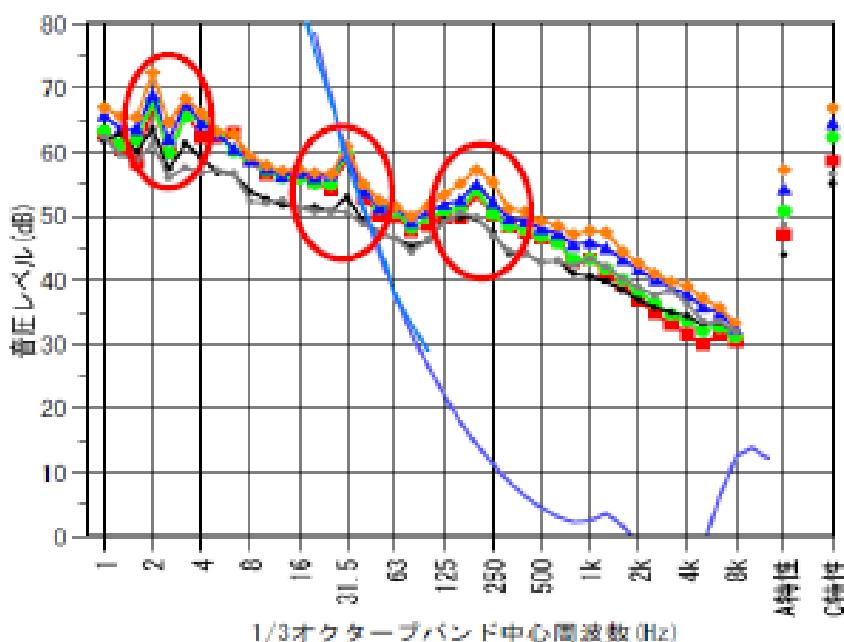
となっています。この最後の行“どんなに敏感な方でも感知できないレベル”ですが、これが真実ならば、風車騒音の問題など起きるはずがない。

これについては、この条件を満たす地域での被害状況を調査する必要があります。感知できないにもかかわらず、被害の訴えがあれば、ここでの感覚閾値の捕らえ方が間違っていることになります。異変を感じした人数、感知した内容、医学的な検査、音や振動に関する観測データとの相関を調べる必要があります。

これと、環境省の調査結果

平成 21 年に環境省は風車騒音に関する調査を行いました。(資料 1, 2)

風力発電施設から発生する騒音・低周波音の調査結果(平成 21 年度)について(お知らせ)のグラフ



を比較すれば、一番問題となる超低周波音、上のグラフでは 1 Hz、2 Hz、3.5Hz 付近の音は、風車を止めても変化が無かったことになります。風車は、たとえ羽の回転を止めていたとしても、超低周波音が発生する原因となります。風は短時間の間に、風速、風向を変えます。その結果、ブレードやタワーに掛かる力が大きく変化して揺れます。この振動があり、タワー内の気柱の共鳴を考えれば、風車があれば動いているときはもちろん、たとえ止まっていたとしても超低周波音の原因となることが分かります。

環境省の HP（よくわかる低周波音）では、

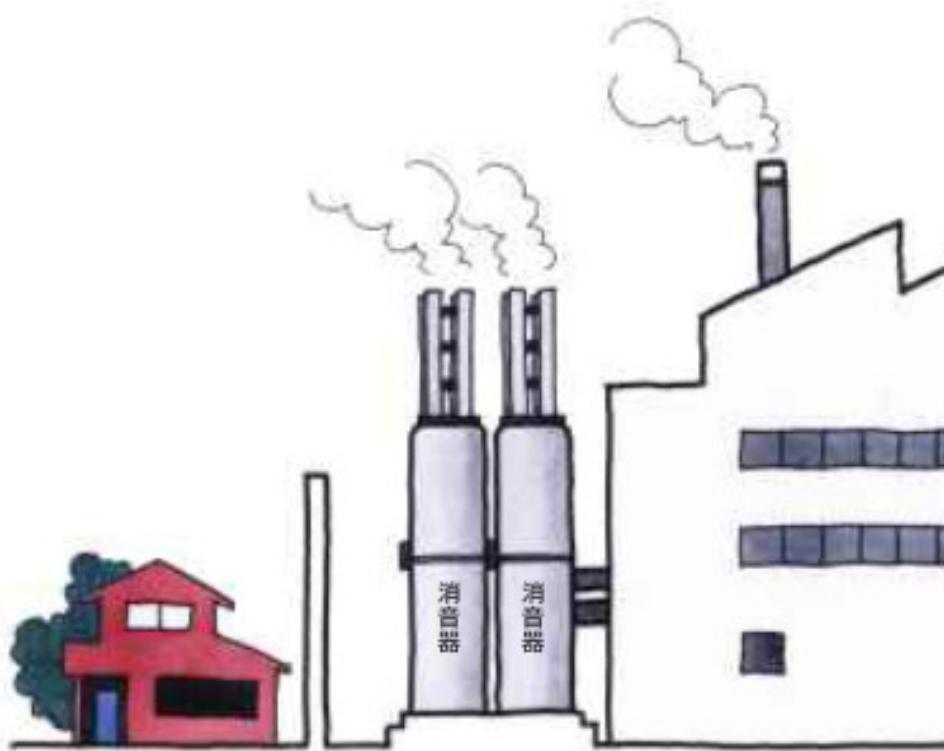
5 低周波音を防止するには

低周波音は発生源対策が効果的

低周波音は、通常の騒音の場合に比べて扉や壁による防音効果はあまり期待できません。

低周波音の対策には、発生源の対策が最も効果的です¹⁵⁾。ただし、低周波音の対策は大掛かりなものになります。

24



15) 低周波音の対策は、発生源の対策が基本ですが、以下のような対策で窓のがたつきや不快感が解消されることがあります。

- ・窓ががたつく場合：隙間にパッキングを取り付ける、ガラスを棊(さん)にバテなどで固定する。
 - ・部屋の場所により不快で眠れない場合：寝る向きや寝る部屋を変えてみる。
- なお、対策に関して詳しくお知りになりたい方は「低周波音防止対策事例集」(平成14年、環境省)をご覧下さい。

と書かれています。

発生した低周波は、防音が困難であり、対策は発生源対策が基本だと書かれている。しかし、風車から発生する超低周波音や低周波音の発生原因について究明しようとする姿勢からどんどん離れていくのが最近の環境省の立場です。

質問 35：振動の問題をより明確にするには、騒音及び振動を、次の 4 項目について春夏秋冬の 4 回ずつ計測し、結果を分析可能なデジタルデータとしても公開する必要がある。

1. 建設前地面を平らにしたとき
2. 風車の塔だけが立っているとき
3. 羽はついているが回転していないとき
4. 風車が回転し発電しているとき

と考えるか、貴社はどのように考えますか？

(答え)

質問 36：騒音や振動は、屋内と屋外、振動も屋内と屋外で測る必要がある。

測定場所としては、風車を中心に 4 方向、500m おきに半径 3 km の範囲で同時測定するべきであり、さらに、計測は様々な立場の人が、同じ場所で同時に計測しデータが一致することも確認する必要があると考える。計測する全てのデータは、1/3 オクターブ解析にかける前の生データでなくてはなりません。

これらの生データや 1/3 オクターブ解析の結果を、誰でも無料で利用できる形でネット上に公開する。べきだと考えているが、貴社はどのように考えていますか？

(答え)

低周波音は扉や壁によって遮ることが難しいのです。もちろん、窓ガラスや雨戸でも遮ることが困難です。また、周波数が低い音や、音源が平面状になっている場合は、遠くまで行っても音がほとんど減衰しません。これは、音のエネルギー透過率と周波数と減衰の関係を書いてある本に書かれている事柄です。

質問 37：低周波のエネルギー透過率、周波数と減衰の関係、風車の並び方が超低周波音の減衰に及ぼす影響について、貴社はどのように認識しているか。

(答え)

質問 38：貴社がすでに建設した風車に関して、稼動している風車及び、停止している風車に関して、3 km 手前から 500m ごとに、精密騒音計と振動レベル計で屋内、及び屋外で計測したデータを公開すべきだと考えていますが、貴社の考えはいかがでしょうか？

(答え)

質問 39：すでに多くの地域で風車による被害が出ている中で、建設を計画するからには、風車が原因であることを確認するために必要な全ての事柄について、調査研究に協力するのが当然であり、データの収集、解析についての費用の全てを貴社が負担すべきだと考える。

すでに予想されている、あるいは他の地域で確認されている被害と同様の事柄が起こったときには、意図的にその被害を起こしたとの観点から、極めて思い責任が発生すると考えるが、貴社はいかに考えるか？

(答)

質問 40：大川、白間津地域では、漁業に関わる人や農業に関わる人が多い。

風車の騒音や、振動で睡眠が妨げられれば、体力が落ちる、体調不良となる。

真夏に草刈をすることも多いので、草刈をしていて熱中症で倒れ、発見が送れて死亡する場合も予想される。海でアワビを探っているときに、体調不良で漁を中止しなくてはならないことも考えられるし、死亡事故も増えることが予想される。予想される中で建設する場合の責任は重大だと思う。

さらに、寝不足による注意力不足や運転中の居眠りによる交通事故なども十分に考えられる。

これらの予想される被害が、風車建設前と建設後で統計的に差が出るならば、その責任は風車を建設した人が負うべきだと考えるが、貴社はどのように考えるか。

(答)

質問 41：これらの原因究明には、風車建設前と、建設後に同様の調査を行い、その結果を統計的に比較する必要があると考えるが、貴社はどのように考えるか。

(答)

質問 42：国も、“風車騒音の影響はきわめて複雑であり、今後の医学（疫学、病理学）、聴覚、社会心理学的な研究の進展に期待するところが多い。”と言っている。

複雑な原因を解明するためには、統計的な調査、多変量解析での分析が必要だと考えるが、貴社はどのように考えるか。

(答)

質問 43：医学的なデータを統計的な扱いが可能な物として確保するには、

風車建設前と建設後の数年間にわたり、建設予定地を中心として半径 3 km 以内の全ての医療機関で継続的な健康診断を、

季節的な変動を検討できるようにするために、1月、4月、7月、10月の全受診者に対して受診するたびに健康診断を行い、唾液コルチゾール検査の結果を含んだ診断書を発行する。自宅と風車の距離、家の形態、築年数、年齢、性別、仕事、なども調査する。

診断結果をコンピュータのデータとして蓄積し、プライバシーを守りながらも統計的な処理が出来るようにしておく。

診断書は、裁判資料となるので各自が保管する。診断書発行費用、医療機関で使うコンピュータ、通信費、ソフトウェアの開発費、データ保存で必要となる暗号の開発費などは、すでに、多くの地域で被害が生じている中で建設をするのだから、風車を建設する会社の負担とするのが当然だと思う。貴社はどのように考えるか。

(答)

健康調査に含める“唾液コルチゾール検査”とは、次のようなものである。

唾液コルチゾール検査

「副腎疲労（アドレナル・ファティーグ）」という言葉をご存じでしょうか？

近年、体調不良で検査をしても原因がわからないという不安を訴える患者様が増えています。現代人は、日常的にさまざまなストレスを受けています。副腎から分泌されるコルチゾールは、このストレスから私たちの心身を守ってくれています。

しかし、強いストレスが慢性的に続くと、副腎も疲れ、コルチゾールの分泌が追いつかなくなり、身体にさまざまな症状が現れます。

以下の症状に覚えはありますか？

朝、起きるのがつらい

ぐっすり眠っても、まだ疲労感がある

塩辛い食べ物が無性に欲しくなる

以前楽しんでいたこともすべて億劫に感じる

日常的なことがとても疲れる

性欲の低下

ストレスに対処出来ない、イライラしやすい

病気や怪我、外傷から回復するのに時間がかかる

ベッドや椅子から立ち上がるとき、クラクラする

軽度のうつ（人生に何の意味も感じられない）

人生の全てがむなしい

PMS（月経前症候群）の悪化（手足のむくみ、頭痛、乳房の張り、下腹部の痛み、ふさぎ、不安、怒り、イライラがひどくなる）

カフェインがないと仕事ができない

思考がまとまらず、ボーッとする

記憶があやふや

午前10時まで目覚めない

午後3時から4時の間はぼんやりしている

夕食後、やっと元気になる

仕事がはかどらない

（医者も知らないアドレナル・ファティーグ ジェームズ・L・ウィルソン著 中央アート出版社より引用）

上記の症状に 1 つでも当てはまれば、副腎疲労の可能性が考えられます。もし、4 つ以上当てはまる場合には、「唾液コルチゾール検査」で十分に副腎が働いているかどうか調べてみることをお勧めします。副腎疲労の治療は、原因となるストレスの同定・除去や、生活習慣の改善、サプリメントを用いた栄養療法などが中心となります。

唾液コルチゾール検査の方法

一日 4 回（8 時、12 時、16 時、24 時）唾液の採取をします。唾液中に含まれるコルチゾールの日内変動を調べます。

正常な場合：朝の値が最も高く、時間が経つにつれて下がります。

副腎機能が低下している場合：朝の値が低くなるなど、分泌パターンに変化が見られます。

こういった値の変化によって副腎疲労の度合いが分かります。（唾液の接種だけの検査ですので、身体への負担はほとんどありません。）

検査費用：15,000 円（税別）※自費診療

この検査を含めた場合、診断書の発行費用は、1 回あたり 2 万円程度です。

質問 44：居眠り運転の増加は予測できる事柄です。風車建設前の居眠り運転の発生件数と建設後の発生件数をしらべ、風車建設後に、居眠り運転が増加しているならば、居眠り運転で亡くなった方が出た場合、事故の増加が予見できるにもかかわらず、風車を建設した責任として、見舞金を死亡した人の家族に 1 億円程度支払うのは当然だと考えるが。貴社は以下に考えるか

（答）

質問 45：騒音での不眠は、学生の成績にも大きく影響します。睡眠不足の生徒は授業中に居眠りします。それを教員に注意され、教員とのトラブルとなることも多い。体力低下で体育の授業中の事故も増えると考えられる。この件数についての実態調査をする。

風車の近くに住む生徒の成績の分布、風車から 10 km 以上はなれたところに住む生徒の成績の分布を調査する。学校には、風車建設前の生徒の成績データが残っている。各家庭にも成績通知表が残っている。これを持ち寄れば、風車建設前と建設後の成績の変化が数値化できる。これらの値を、風車建設前と建設後で比較する。

睡眠不足の問題は、生徒の学力が低下となり、生涯賃金にも大きく影響する。先生に居眠りを注意されてトラブルを起こし、不登校になることもあります。

その補償について、貴社はどのように考えますか？

（答）

質問 46： 大川、白間津地域では、漁業に関わる人や農業に関わる人が多い。

風車の騒音や、振動で睡眠が妨げられれば、体力が落ちる、体調不良となる。

真夏に草刈をすることも多いので、草刈をしていて熱中症で倒れ、発見が送れて死亡する場合も予想される。海でアワビを探っているときに、体調不良で漁を中止しなくてはならないことも考えられるし、死亡事故も増えることが予想される。予想される中で建設する場合の責任は重大だと思う。

仕事によっては、睡眠不足が収入に響く人もいる。事故につながる人もいます。

その補償について、貴社はどのように考えますか？

(答)

質問 47： 貴社がすでに設置している風車に関して、騒音被害の状況についてどのように認識しているか、貴社の設置した風車で発生した問題について具体的に記述してください。

(現地での再確認が出来るように詳細に記述してください。)

(答)

質問 48： 住民への健康被害を把握するには、風車を中心とした半径 300m 以内に住む人全員への聞き取り調査が必要だと考えます。それも、建設前と建設後に行い、その結果を比較し問題の原因究明が可能なようにしなくてはならないと考えます。

貴社が建設した風車や貴社が管理している風車に関して、地域での直接的な聞き取り調査を建設前と建設後に、どの程度の範囲で実施しているか。調査結果はどのような形で公開しているのか。

(答)

質問 49： 貴社が、計測した騒音、振動のデータはありますか。あるいは、貴社が計測を依頼した調査会社に計測したデータはありますか。貴社あるいは調査会社が使用した計測機器は何か。貴社の風車に関して、保管しているデータ件数は何件ですか。

そのようなデータは、全て公開することが、真剣に風車被害を受けている人に向き合う態度の一つとなる。と考えますが、貴社はどのように考えますか。

(答)

質問 50：平成 16 年のクリーンエナジーファクトリー株式会社は騒音対策としては、住民に対する嘘とごまかしで口を封じることだと認識していたと考えています。貴社は、風車被害の実態把握、騒音軽減の対策について、どのような研究や具体的な対策をしていますか。騒音軽減に向けた理論は技術開発の現状についてはどのように認識していますか。

(答)

質問 51：発電終了後のタワーの解体、撤去、ゴミ処理費用についてどの程度の費用を準備しているか？また、破産した場合に備えて、その撤去費用をあらかじめ自治体などに提出していますか。

(答)

質問 52：補償項目、補償実績について、

貴社は損害補償について、どのような項目について、どの程度の保障をするべきだと考えますか。

貴社は損害補償のための資産をどの程度確保していますか。

貴社は過去において損害補償をした地域はありますか？ 補償額、補償した理由はなんですか。

(答)

現在、私が、朝 6 時頃にイノシシ罠を見回り、イノシシの捕獲活動をしています。

少しでも騒音があれば、保証金が出なくとも、10 km くらい離れたところに部屋を借りて家との往復をする予定でいます。

困るのは、イノシシの捕獲活動に使う時間が無くなることです。その場合、イノシシによる被害が増加します。この観点から次の項目も請求対象になると考えます。

○イノシシ捕獲が出来なくなって、大川地区で増える農業被害。

○イノシシの敷地内への進入と施設、設備の破壊。

○イノシシ被害の増加や、騒音被害、によって起こる地価の低下。

が予想されることです。

質問 53：私が大川地区で捕獲が出来なくなったことが原因で、大川地区での損失が増えることになります。

イノシシ捕獲が出来なくなって増える農道、水路破損の被害額 完全補償

水路改修遅れによる水害の補償 完全補償

人口減少による税金の減額 完全補償

などは、予測される被害、損失であると考えます。風車を建設した場合には、これらの項目について貴社が全額補償するのが当然だと考えますが、貴社はどのように考えますか。

(答)

騒音、振動が原因で夜寝るための場所を遠くに確保するための南房総地域での費用は、

- ・夜寝るための住宅費 5万円／月
- ・家と借りた住宅の往復のタクシー代 5000*2*30 30万円／月
- ・通信、光熱費の基本料金の増加分 2万円／月
- ・移動による時間損失分補填 収益の10%

この費用の、月額×人数の予想額は

1/5 の家が騒音対策で寝るための住居を借りて、元の家の間をタクシーで往復する場合、地域全体での、月ごとの額は、移動時間による損失を除いて、37万円*748/5人として 5535万円／月

質問 54: 風車被害で引越しすることにした人には上記の計算程度の保証金を継続的に支払うべきだと考えます。

貴社はどのように考えますか。

(答)

補償額の概算の根拠については、

七浦地区の人口

	男性	女性	総数	世帯数
千倉町白間津	239	265	504	210
千倉町大川	213	226	439	175
千倉町千田	219	251	470	181
千倉町平磯	178	210	388	182
合計			748 戸	

南房総地域での部屋代

千倉 107 分 2DK

閲覧: 67 回

	JR内房線 千倉駅	駅徒	107 分
交通↓	千葉県南房総市白浜町乙	歩↓	-
所在地↓	浜	バス↓	-
バス停↓		停歩↓	-
賃料↓	4.8 万円↓	敷金／保証金↓	1ヶ月／なし↓
(管理費等)↓	(3,000 円)↓	礼金↓	なし↓
間取り↓	2DK↓	物件種目↓	貸戸建住宅↓
面積↓	69.55 m ² ↓	築年月↓	1994 年 4 月↓
(同)樹乃不動産(JR内房線「千倉」駅 高速バスなのは)			

タクシー料金

深夜または早朝の場合

深夜早朝割増が適用される時間帯に 10km 走行する場合は、以下の計算式で算出できます。

$$1.052 \div 1.2 = 0.876\text{km} \text{ (深夜早朝割増時の初乗距離)}$$

$$0.233 \div 1.2 = 0.194\text{km} \text{ (深夜早朝割増時の加算距離)}$$

$$10\text{km} \text{ (走行距離)} - 0.876\text{km} = 9.124\text{km} \text{ (加算距離)}$$

$$9.124\text{km} \div 0.194\text{km} = 48 \text{ 回} \text{ (距離加算運賃の計上回数) (小数点切り上げ)}$$

$$420 \text{ 円} \text{ (初乗り運賃)} + 80 \text{ 円} \times 48 \text{ 回} = 4,260 \text{ 円} \text{ (総額)}$$

朝と夕方で約 10000 円

また、風車建設が原因での、人口減少も考えられます。当然南房総市の税収が減ります。

耕作放棄地もさらに増えます。地価も低下します。さらに、インフラ破壊なども増加し、いろいろな観点から、各地区、南房総市での損失となると考えられます。

質問 55：風車によるメリット、デメリットについて、貴社の考えを示してください。

貴社にとってのメリット、デメリット

メリット

収益（発電量（1日あたり）、売電の価格、国などからの補助金）

（答）

デメリット

建設費（機材の価格、風車の個数、運搬費用、運転コスト、停止後の撤去費用、住民への補償費など）

（答）

七浦地区（白間津、大川、千田、平磯）地区の住民で貴社に土地を貸す人のメリット、デメリット

経済的なメリット、デメリット

（答）

健康上のメリット、デメリット

（答）

七浦地区（白間津、大川、千田、平磯）地区の住民で貴社に土地を貸さない人のメリット、デメリット
経済的なメリット、デメリット

(答)

健康上のメリット、デメリット

(答)

南房総市、館山市の住民にとってのメリット、デメリット

経済的なメリット、デメリット

(答)

健康上のメリット、デメリット

(答)

七浦の各地区にとってのメリット、デメリット

(答)

南房総市にとってのメリット、デメリット

(答)

1. 説明会の準備について

こちらでも、貴社からの返事が届き次第、説明会に向けた大川、白間津地区としての資料作成、印刷の準備を開始します。早めに回答をいただければ幸いです。

また、説明会を実りあるものにするには、お互いの事前の学習、研究が必要と考えます。そちらの考えを明確にするために使う考え方や理論、とくに、風車の設計、流体力学、音響キャビテーション、デジタル信号処理、数学、などについての文献を示して下さい。

文献の検討、騒音の調査と計測、知り合いの専門家との相談などをしますので、調査会社から次の点に関する報告を貰ってください。

貴社の風車に関しての、騒音計測、震動計測の為に使った機器の名前と型番、及び計測データそのもの。

様々な処理をする前の、生データを言われるもの計測も可能です。誰でも分析できる形で計測した生データを公開して下さい。

大川、白間津地区での計測をするとと思いますか、測定では立場の異なる者が、同じ場所で、同時に計測し、計測した数値が一致することを確認する必要があると思います。

こちらも、精密騒音計、振動レベル計とビデオカメラを準備しました。波形解析ソフトや多変量解析のソフトも準備しています。

説明会の1年前には、数箇所での計測を行って、風車が無いときの騒音の状態を調べておく必要があると思います。共同での計測を計画して下さい。

説明会の資料として、すでに貴社が設置している風力発電所の近くの住民に対する、聞き取り調査の結果が必要と考えます。調査結果を説明会資料として、再調査が可能な形で公開して下さい。

貴社が、普段の説明会で使用する資料も早めに公開してもらえば、知り合いの専門家とも事前に検討しておきます。

回答と説明会資料を早めに準備してくださるように、重ねてお願ひします。

なお、

「環境影響評価法」第7条の規定に基づき、環境保全の見地からの意見を求めるため、方法書を作成した旨及びその他事項を公告し、方法書を公告の日から起算して1ヶ月間縦覧に供することになると思っています。

環境影響評価方法書等に対する意見書は、より詳細な形で作成します。こちらについても、丁寧な回答をお願いします。

長周新聞

いかなる権威にも屈することのない人民の言論機関

文字サイズ **a**

HOME

政治経済

国際

社会

教育文化

山口県

平和運動

長周新聞 > 記事一覧 > 山口県 > 役に立たず健康被害だけ生む風力発電 一武田恵世氏の講演会一

役に立たず健康被害だけ生む風力発電 一武田恵世氏の講演会一

役に立たず健康被害だけ生む風力発電 一武田恵世氏の講演会一

山口県 2017 年 11 月 13 日



安岡沖洋上風力反対の会が主催 400人が聴講

下関市の安岡沖洋上風力発電建設に反対する会と安岡自治連合会は 12 日、三重県の歯科医師で歯学博士の武田恵世氏を講師に招き、「下関風車問題講演会—風力発電を知って考えよう」を JR 下関駅前のシーモール下関・シーモールホールでおこなった。安岡沖に全国最大規模の洋上風力発電を計画している前田建設工業（東京）の環境アセス準備書に経産大臣が勧告を出し、前田建設工業が工事着工に進むための評価書を準備しているなか、全市的に問題意識を喚起しようと開催されたもので、安岡・横野地区にとどまらず、彦島、竹崎、新地、長府、勝山、川中、唐戸など市内各地から約 400 人が参加した。

はじめに反対する会会長の新井萬氏が挨拶に立ち、「最初は、風力発電はクリーンエネルギーだからいいのではと思っていたが、勉強してみると低周波の健康被害を出し、漁場も荒らすということがわかった。欧米では住宅地より10%以上離すことが常識となっている。10%というと、北は梅ヶ峠、東は長府の大部分、南は彦島の半分が入り、下関の大部分がゴーストタウンになる可能性もある。そこで私たちは、この素晴らしい下関を子や孫に引き継ぐために反対運動を開始した。今後、毎月1回の街頭活動に加え、今月より奇数月には唐戸地区でも行動を起こすことを決めている。下関で1人の健康被害も出さず、前田建設が計画を中止するまで頑張っていきたい」と発言した。

続いて武田氏が紹介された。登壇した武田氏は、要旨以下のような講演をおこなった。

先進地の北欧で被害増大



私の住んでいる三重県の青山高原には、1999年に最初の2基

の風力発電ができ、今では日本最大の91基の風力発電所がある。当時の三重大学のある教授は「世界的にも模範的な成功例である」といった。しかし津市所有の4基はシーテックという中部電力の子会社に譲渡した。なぜかというと修繕費と維持費がかさみすぎたからだ。建設費の半分は国の補助金だったが、それでもダメだった。13年たって補助金の返還義務期間が過ぎたのでやめておこうということになった。ところがシーテックは風力発電を増設している。

青山高原の発電実績だが、発電予測値では建設費をまかなうために約11年といわれた。ただし1年間1度も止まらなければだが…。しかし現実には1カ月に1回は止まっており、実際の発電実績で割ると約21年かかる。だが風力発電機の寿命は13～15年である。だから元がとれないで譲渡、というか売ってしまった。あるときシーテックの役員は「発電しなくていいんです。建設さえすればいいんです」といった。当時は風力発電をつくるだけで補助金がもらえ、建てるだけでもうかっていた。

全国的な状況を見ると、民間の風力発電所で実績を公開しているところはゼロ。自治体経営では80%が赤字（NHKの調査）で、残りの20%について聞くと、多くが修理費を会計に入れていないだけで実際には赤字だった。「風力発電の成功例を挙げてくれ」と専門家に聞いたところ、6年になるがまだ返事がない。

どうもないようだ。

私ははじめは風力発電はいいもので、投資しようかと考えていた。そこで「CO₂排出は削減できるのか?」「原発の代わりになるか?」「自然環境に優しいか?」「人間生活に悪影響はないか?」「利益は得られるか?」「将来性はあるか?」「成功例はあるか?」を検討した。

まず、風力発電で原発を減らせるか? NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の発表で、風力発電は2017年3月時点では3356メガワットが増えたという。だいたい原発3基分だ。では原発3基を減らせたのか?

風力発電の場合、定格出力とは最大出力とほぼ同じ意味だが、定格出力になるのは風速12~25m/sのときだけだ。それは傘が差しにくく、歩きづらいような強風だが、そんな風はめったに吹かない。「めったに吹かない強い風が吹いたときだけ」、その一瞬だけ原発の代わりになるということだ。風が弱いときや吹かないときはどうするのか、という基本的な問題がある。設備容量の数値だけでだまされてはいけない。風力と太陽光では地球温暖化防止は無理だ。地熱や中小水力を増やせば原発の代わりになる。

では、風力発電は地球温暖化の防止になるのか? そのためにはCO₂を排出する石油や石炭による発電を減らす必要がある。風力発電が稼働している時間帯に火力発電を減らせばそうなる。だが、実際にはそうしていない。

なぜかというと、風力発電からの発電量は電力系統全体の1~2%以下の誤差の範囲だからだ。だから火力発電は減らさない。風力が相当増えた場合はどうするか? 北海道電力や東北電力では風の強い日は火力の出力を下げるのではなく、風力からの送電を停止(解列)して対応している。私が「風力を止めずに火力を止めたらいいじゃないか」と北海道電力に聞くと、「とてもそんなことはできない。風力は頻繁に変動するので、それにあわせて火力の出力を上げ下げするとよけい燃料を食う」といわれた。

それは、電力系統は同時同量(発電量=使用量)でなければ大停電を起こすからだ。だから電力会社が年間計画、時間計画にもとづいて数分単位で調整している。朝われわれが出勤する時間帯には増やし、昼休みには少し減らし、午後にはまた増やし、夕方以降は減らす。ところが風はそのように吹いてくれない。

そもそも電気は不足していない。私の住んでいるところの中部電力の数値だが、37基ある火力発電所のうち11基が休止中である。発電所をつくればつくるだけ電気料金にそのコストを上乗せするという総括原価方式で発電所をつくり続けてきたからだ。だから原発がほぼ止まっていても、なお火力発電は休止中で、電気はあまりまくっている。結局、風力発電によって原発や火力発電の出力を下げたという事実はない。

ヨーロッパでは実際どうなったか? ドイツは風力発電が電力全体の4・4%を占めているが、投入予算に比べて電力生産は非常に少ない。CO₂の排出量は減少せず、逆に増えた。スペインもフランスもそうだ。唯一デンマークだけがCO₂排出量の削減に成功したといわれている。しかし、輸入電力量は2000年に比べて倍増した。ヨーロッパでは送電線が国境をこえてつながっている。だからドイツにいわせれば「おたくはうちの国のCO₂排出を増やしただけ」、スウェーデンにいわせれば「うちの水力発電の電気を使っているだけでしょう」、フランスにいわせれば「うちの原発の安定した電気があるからやっているんでしょ」とい

うことになる。つまりデンマークは、自分のところの風力発電の電気は送電線に雲散霧消させて、ドイツやフランス、スウェーデンの電気を使っている。

そして、風力発電の先進地といわれたデンマークが、今では「風力発電に反対する最初の国になろうとしている」。デンマークでは、風力発電のそばのミンクの養殖農園の女性従業員の体調が悪化し、ミンク胎児の奇形や死産が頻発した。農園は廃止になった。現在、風力会社と自治体に損害賠償請求をしている。国会でも問題になっている。専門家は「 1000% 以上の風力発電は 10% 以上離す必要がある。そうでないと子宮の共鳴振動が起こる疑いがある」といっている。安岡沖の風力はこの4倍だ。

現在、デンマークでは環境規制の強化で実質的に風力発電は建設できなくなった。洋上風力も頭打ちだ。ベスタスなどの有名企業が経営難に陥っている。ところが日本には売れるというので色めき立っている。在庫のあまりが大部あるそうだ。日本の商社がそれを買い叩いている。

ヨーロッパ全体を見ても、「役に立たず單なる破壊行為である風力計画を中止せよ」という運動が盛んになっている。風力発電に反対するヨーロッパ・プラットフォームには25カ国812団体が参加しているが、そこがEU議会に公開書簡を出した。「不安定でコントロール不能な風力発電からの電気は環境問題を解決できない」「風力発電は地域住民、経済、国家財政、環境に対する大害悪となるだけだ」という内容だ。実はここで問題にしている風力発電は 750% である。安岡沖の 4000% よりはるかに小さい風力でこのような運動が起きている。

米国議会では2013年から風力発電への補助金延長をめぐって論争が起こっている。「風力のコストは天然ガスの3倍で、不安定さを補うために火力が待機しなければならない。今年は風力に85億ドル（8075億円）もよけいに税金を使った」と議会で問題になり、風力業界の補助金園長要求に対しても、「今後6年間、さらに500億ドル（5兆円）もの税金を使うのは、白昼堂堂目抜き通りで銀行強盗をするくらい厚顔無恥な提案だ」（ラマール・アレクサンダー上院議員）という発言がされた。

欧米では現在、政府が風力や太陽光の補助金を削減し、固定買取価格を値下げする動きが盛んになっており、ブームは去ったとわれている。そこで風力発電や太陽光の資材があまりにあまって、有名企業が倒産や経営難に陥っている。あまたの資材を買い叩いて日本に売ろうと商社が動いている。

障害生む複合的な要因

風力発電による健康被害については、和歌山県由良町の故・谷口愛子氏の証言がある。 1990% の風車から $1\cdot3\%$ のところに彼女の自宅がある。彼女は「辛いときは夜中に車に乗って遠く離れたコンビニの駐車場まで行って寝る」「按摩さんを呼んだら、“ここに来ると何か恐ろしい妙な感じがする（視聴覚障害者は低周波音に敏感）”といっていた」という。

青山高原でも稼働当初から被害が発生した。 2000% の風車の近くに住む被害者からの証言がある。「私は生まれたときから渓流の横に住んでいて、渓流の音や滝の音は気にならないが、風車の音はたまらない」（ $1\cdot2\%$ ）、「年をとって耳は聞こえなくなってきたが、風車の音だけはこたえる」（ $1\cdot2\%$ ）、「国道と線路の横に家があってその音は気にならないし、一時的だが、風車の音はずっとでつらい」（ 1% 、 $1\cdot2\%$ ）

⁴)、「恐ろしい音が地面から柱を伝って入ってくる」(2⁴)。

青山高原のウインドパーク笠取(2000⁴ワット×10基、2010年2月稼働)は、稼働当初から谷にこだまして騒音が増幅し、約2⁴の集落で被害があらわれた。しかし事業者シーテックは数カ月放置し、当初の約束と違ってすぐに対処しなかった。

世界中で風力発電機から同じような距離にいる人たちが、ほぼ同じような症状を訴えている。日本を含む27カ国、つまり風力発電のある国ほぼすべてだが、睡眠障害、頭痛、耳鳴り、めまい、吐き気、かすみ目…早い話が不眠と船酔いに似た症状が出る。高血圧が悪化したり、心臓血管の病気が悪化したりする場合もある。

非常に複合的な要因が重なって発祥するし、症状を起こす部位も人によって様様だが、原因は風力発電が出す、耳には聞こえない低周波音、超低周波音だ。人間の内耳器官や頭蓋骨関節軟骨、内臓、子宮などが共鳴振動を起こし、それによってさまざまな症状を引き起こす。低周波音は騒音と違って二重サッシでも壁でも防げない。雨戸とか襖、部屋全体が共鳴する場合もある。「私が辛いとき、金魚が斜めになって泳いでいた」という人もいる。六畳間が共鳴して辛いという人が多い。

そのほか風力発電のストロボ効果を怖がって鶏が圧死したり、牛が暴れて死んだ例がある。また停電などで電源喪失すると自動停止装置が作動せず、強風で羽が飛び散り胴体にぶつかって崩壊した事故もある。ナセルの機械油が燃えて火災になるが、高すぎて消防車の水が届かないという事故も、最近よく起こっている。

世界中の被害者が「いくら“被害が出れば補償する”と事前にいわれても、建ってしまったらお終いだ。事業者も業者も因果関係を認めようとしない」としている。青山高原では事業者が環境アセスに対する知事意見を無視している。環境アセスは事業者が無視すればまったく機能しないということが明らかになった。

最後に洋上風力の問題点について。安岡沖の風車の配置だと、海流に大きな変化が起きると思う。流れが速くなったところは礫化し、遅くなったところは泥化する。沿岸流も妨げる。また、海底の地形も大きく変わる。支柱を建てるために直径40メートルの範囲を掘削し、コンクリの岩礁を埋める。しかもこの影響は長期にわたる。

事業者は「風車の音は水中には入らない」という。実際には水中の音は空气中と比べて減衰にくく、遠くまで伝わる。「風車は魚礁効果がある」というが、これも世界中で成功例は見当たらない。掘削による騒音で、魚の出血や浮き袋破裂による死亡が確認されている。魚卵は自然環境下で発生する音よりわずかに大きな騒音にさらされただけで孵化率が低下する。

ヨーロッパの研究では、風車の騒音、潮流の変化、送電ケーブルによる電磁場の変化、ストロボ効果、乱気流の影響が魚に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている。大型魚類や底生魚類は減る。イカ、タコ、スズキ、タイなどは減る可能性が指摘されている。したがってヨーロッパでは岸から40メートル以上離しており、ベルギーでは22メートル以上離さないと許可しないことになっている。この場合の風車の大きさは2000⁴ワットであり、安岡沖では10メートル離すぐらいではダメだと思う。

まとめると、事業者はCO₂を減らすためではなく高い買取価格に吊られてもうけのために進めているのであり、CO₂は減らない、自然環境への影響は大きすぎる、人体への悪影響はひどすぎるので、風力発電は出資どころか決して進めてはならないというのが結論だ。

山場迎える安岡沖風力

最後に反対する会のメンバーが、足かけ5年目を迎える反対運動の経過を報告した。平成25(2013)年の前田建設工業による住民説明会を契機に反対する会が発足し、この間反対署名は10万2204筆(9月14日)となり、4度にわたるデモ行進で市民に広く訴えてきたこと、自治会など各団体が市長や県知事に対して反対陳情をおこなってきたこと、横野の会の毎月1回の街頭活動も77回継続し、参加人数はのべ8940人になっていることを報告した。

また、前田建設の環境調査を認めないと住民が抗議したところ、前田建設は反対運動を潰すためのスラップ訴訟を起こしてきたが、住民が測定機器を壊した証拠も出せず、最近ではわざと住民を罠にはめるためにダミーの機器を置いていたことが発覚したとのべた。さらに山口県漁協下関ひびき支店の漁師たちは、工事差し止めの訴訟を起こすなど風力反対を貫いており、県漁協幹部の嫌がらせにも負けず頑張っているとのべた。そして裁判闘争は、来年はじめには証人尋問という山場に入ると報告した。最後まで運動を続ける決意とともに、全市民の結束と資金カンパの協力を訴えた。

市内各地からやってきた参加者は、講演にうなづきながら終始熱心に聞き入った。終了後、「下関市民はこの講演を聞くべきだ」と記されたたくさんのアンケートとともに、反対する会の活動にカンパを寄せた。