

4. 騒音等の測定結果及びその解析結果

4.1 調査箇所の確認

平成 22 年度に地方公共団体が環境省からの委託を受けて風車音に係る調査を実施した箇所を視察した。調査は静岡県と兵庫県の 2 県で行われたが、実測は既に終了していたため、測定地点及び周囲の状況について確認を行った。表 4.1.1 に現場確認を行った箇所の一覧を示した。

表 4.1.1 現場確認箇所の一覧

No.	踏査年月日	サイト	風車概要	視察者	担当部課
1.	H22. 12. 20	静岡県 東伊豆町	定格出力：1.5MW 全高：103.5m 10 基	塩田正純 石橋雅之	静岡県くらし・環境部環境局生活環境課 静岡県賀茂郡東伊豆町建設産業課
2.	H23. 1. 17	兵庫県 南あわじ市	定格出力：2.5MW 全高：129m 15 基	落合博明	兵庫県農政環境部環境管理局大気課

(1) 静岡県東伊豆町

風車近傍地点(4号基から約90m地点)、及び2箇所の苦情者側の建物付近(最も近い5号基風車から各々約570m、約720mの地点)を視察した。当日は、風が弱かったため、風車はほとんど回っていなかった。

【調査地点の状況】

①調査地点A：風車近傍（屋外）

事業所の敷地内で近くには管理事務所があり、係員が24時間常駐している。視察時には、風車のほとんどは回っていなかった。タワー直近では、ナセル内の機械音と思われる「ブーン」という音が聞こえた。タワー壁面に手を触れたが、振動は感じられなかった。

②調査地点B（苦情者宅に近い住宅）：屋外・屋内（2階和室の中央）

県による調査時には空き家だったが、状況が変わり、当日は室内には入れなかった。調査地点付近から一連の風車が良く見える。最も近い風車（5号基）から約570mの距離にある。

③調査地点C（別荘地建物）：屋外・屋内

現在改装中で、屋内の窓から尾根沿いに設置された一連の風車が良く見える。最も近い風車（5号基）から約720mの距離にある。また、東伊豆町が設置した600kWの風車3基は距離がかなり離れている。

（2）兵庫県南あわじ市

風車近傍地点、及び2箇所之苦情者宅の建物付近（屋外のみ）を視察した。当日は、北西風が強かったため（事業者によると平均で8m/s程度）、風車は稼働していたが、一部の風車は停止していた。

【調査地点の状況】

①測定点1：風車近傍測定点

測定対象風車2号基から、風車の北北東方向に約130mの取付け道路に沿い。1号基まで約190m、3号基まで約300m、4号基まで約400mの距離があるが、それぞれの風車が見通せる。

②測定点2：住宅側測定点

ウィンドファームの北端に設置された1号基風車の北東約330mに位置する。南側が山で、山の尾根に風車が立っている。北西側は瓦の工場がある。南東側は畑で、屋外測定点は畑とのこと。北側の道路は1.5車線程度の道幅でときどき車が通る。踏査当日は風が強く、風車音は屋外では気にならなかった。

③測定点3：住宅側測定点

ウィンドファーム北側風車群の東側およそ1km程度の距離に位置する。苦情者宅付近から、西側の尾根に数基の風車が望まれる。最も近い3号基風車からは約900m離れている。周囲は畑で、屋外測定点は南西側の畑とのこと。周りの道路は、たまに車が通る。踏査時、こちらでも風が強かったこともあり、風車音は屋外では気にならなかった。

4.2 平成22年度地方委託データの解析・整理方法

4.2.1 対象風車及び測定の状況

測定を実施した風車の概要と、測定時における風車の稼働・停止状況を表4.2.1に示した。なお、風車を構成する機器の標準的な名称、一般的なナセル内の機器配置を次頁に示した。

表 4.2.1 風車の概要と測定時における風車の稼働停止状況

No.	サイト	風車概要	←	測定時の稼働停止状況
1.	静岡県 東伊豆町	定格出力：1.5MW 全高：103.5m 10基	定格風速：14m/s カットイン風速：3.5m/s カットアウト風速：25m/s	・完全停止 ・冷却装置のみ稼働 ^{※1} ・通常稼働
2.	兵庫県 南あわじ市	定格出力：2.5MW 全高：129m 15基	定格風速：12.5m/s カットイン風速：3.5m/s カットアウト風速：25m/s	・完全停止 ・冷却装置のみ稼働 ^{※2} ・通常稼働

※1：ナセルに設置された機器で稼働したもの：放熱器、オイルクーラー、カップリング、制御盤、放熱器、ギヤボックス、旋回モーター、ローターシャフト、軸受、ローターハブ、スピナー

タワー下部に設置された機器で稼働したもの：変圧器、コンバーター冷却装置

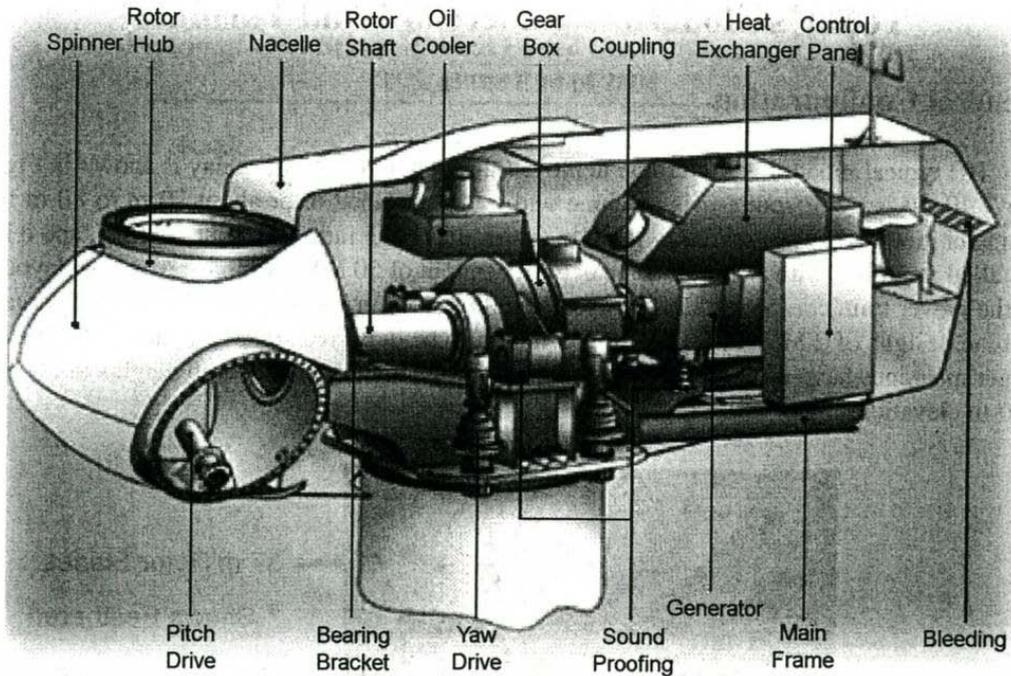
※2：ナセルに設置された機器で稼働したもの：カップリング、制御盤、放熱器、ギヤボックス、旋回モーター、ローターシャフト、ローターハブ、スピナー

タワー下部に設置された機器で稼働したもの：変圧器、コンバーター冷却装置

測定点は発生源近傍と苦情者宅の屋外、屋内に設定した。測定にあたって、静岡県では、通常の測定で用いられる直径 9cmφ のウレタン製防風スクリーンを、兵庫県では、通常より倍の大きさの直径 20cmφ のウレタン製防風スクリーンをマイクロホンに被せた。測定では、10 秒間の等価騒音レベルを連続的に計測した。



風車を構成する機器の標準的な名称



一般的なナセル内機器配置

以下に、測定地域ごとの測定状況を記した。

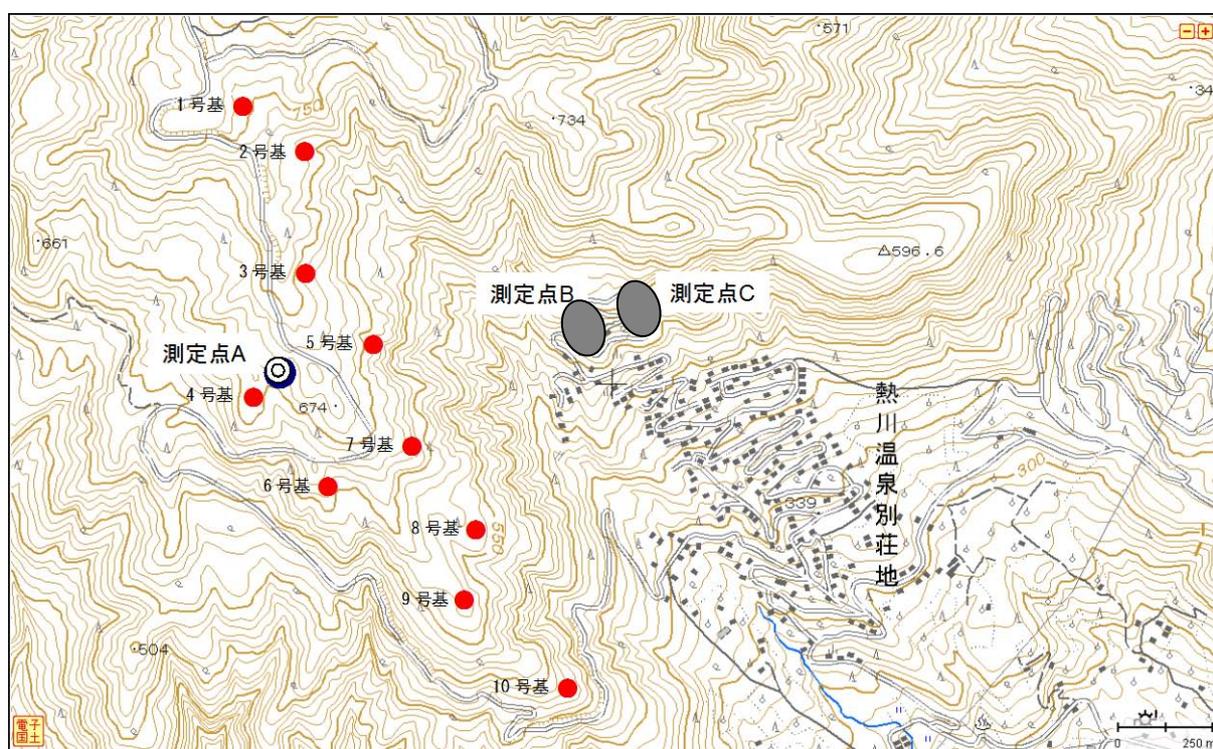
(1) 静岡県東伊豆町

東伊豆町では夏季に測定が行われた。測定点は、発生源近傍（4号基から約90m）と、5号基風車から約570m、720mの距離にある住宅内外の、計5ヶ所である。測定点周辺の平面図及び風車と測定点の位置関係を図4.2.1.1及び図4.2.1.2に示した。測定にあたり、風車の稼働条件は以下の3条件とし、これらの稼働条件は10基全ての風車を対象として実施した。

- I 風車完全停止（以下、「暗騒音」と記載）
- II 羽根は停止、冷却装置は稼働（以下、「機械稼働」と記載）
- III 通常稼働（以下、「風車稼働」と記載）

測定は午後・夜間・午前の3回行った。しかし、夜間・午前の測定では風速がカットイン風速に満たなかったため、通常稼働のデータは得られなかった。

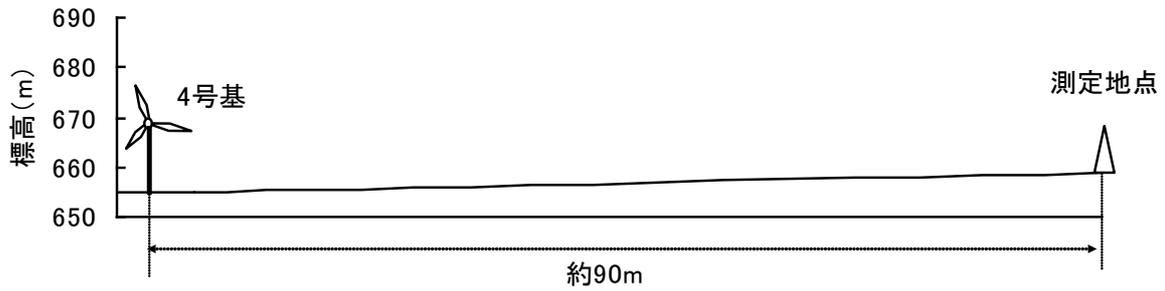
測定に際し、事業者からはナセル高さにおける10分ごとの風向・風速データ、回転数のデータを得た。



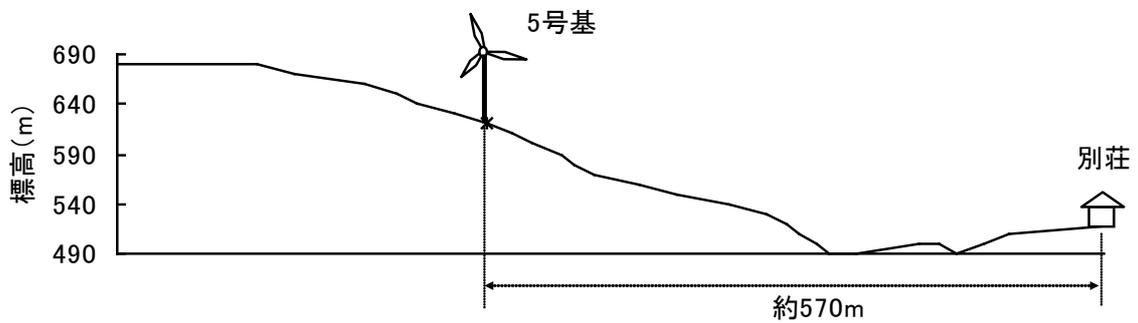
出典：「電子国土」 URL <http://cyberjapan.jp/>

図4.2.1.1 測定点周辺の平面図（東伊豆町）

測定点 A



測定点 B



測定点 C

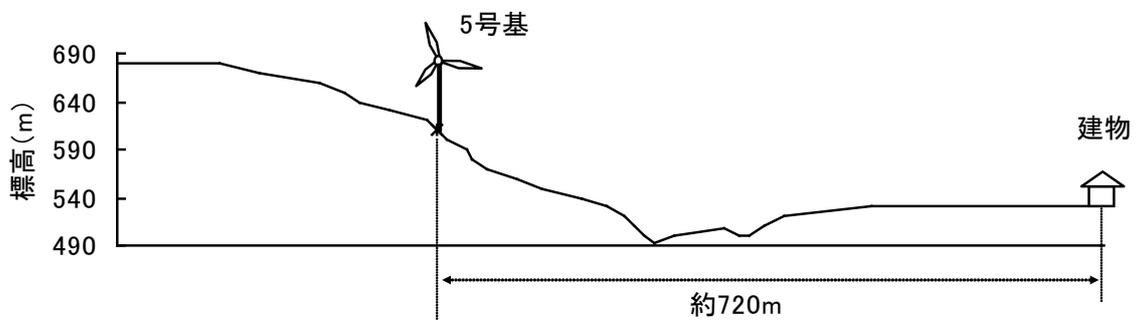


図 4.2.1.2 測定点と風車の位置関係（東伊豆町）

なお、稼働操作の ON/OFF は、各風車のタワー内で事業者スタッフが直接行う必要があるため、各条件の設定に際して時間を要するとのことで、各条件は続けて測定されたわけではなく、各条件の測定と測定には数分から 40 分程度の時間間隔があった。図 4.2.1.3、図 4.2.1.4 に測定当日のナセル高さの風速、風車の回転数（4号基、5号基、7号基）と各条件の測定時間区間を示した。

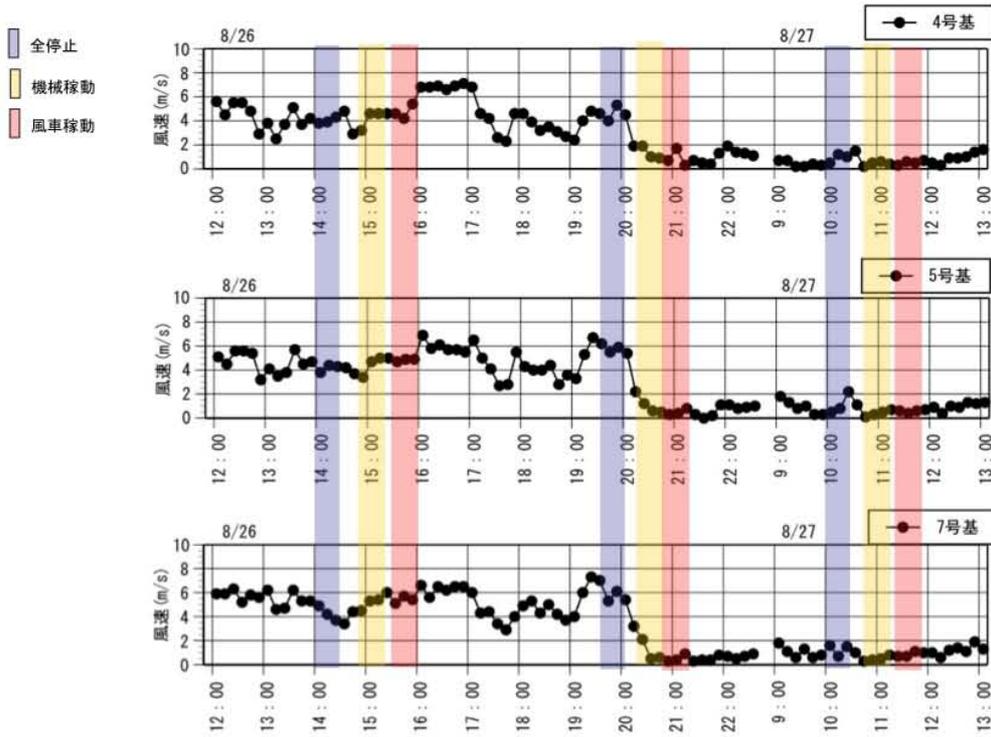


図 4.2.1.3 測定時のナセル位置の風速の時間変化（4・5・7号基）

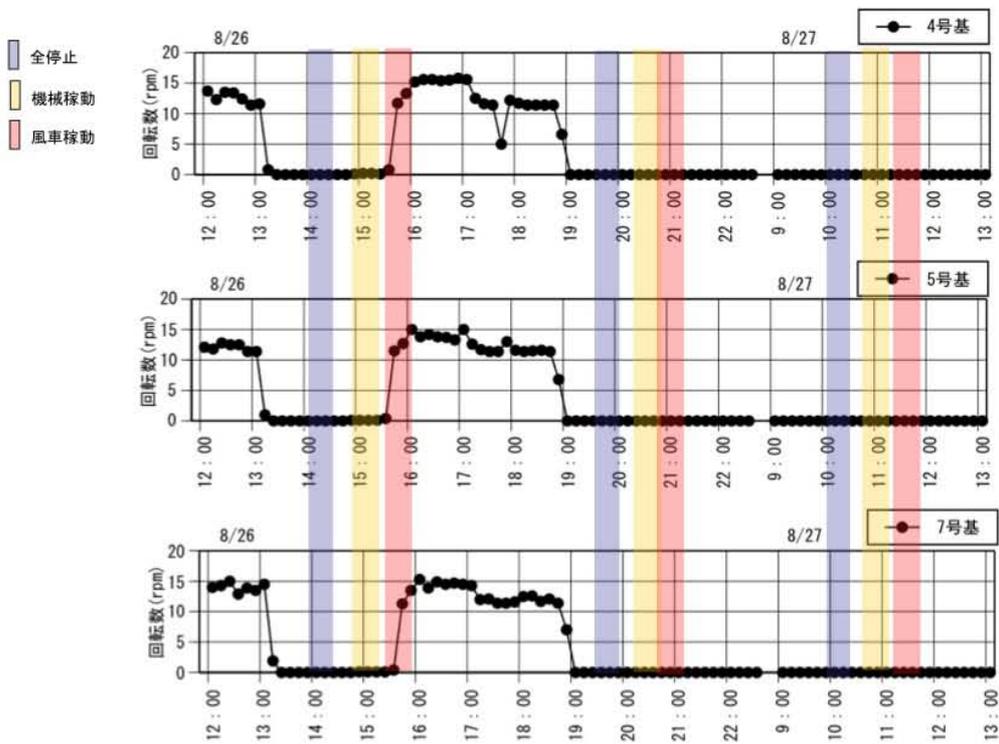


図 4.2.1.4 測定時の風車回転数の時間変化（4・5・7号基）

(2) 兵庫県南あわじ市

- ・ 南あわじ市では秋季に測定が行われた。
- ・ 測定点は、発生源近傍（2号基から約130m）と、1号基風車から約330mの距離にある住宅及び3号機風車から約900mの距離にある住宅内外の、計5ヶ所である。測定点周辺の平面図及び風車と測定点の位置関係を図4.2.1.5及び図4.2.1.6に示した。
- ・ 測定にあたり、風車の稼働条件は以下の3条件とし、これらの稼働条件は測定対象とした住宅寄りの1号基から7号基の風車を対象として実施した。
 - I 風車完全停止（以下、「暗騒音」と記載）
 - II 羽根は停止、冷却装置は稼働（以下、「機械稼働」と記載）
 - III 通常稼働（以下、「風車稼働」と記載）

測定は夜間に2回行った。測定に際し、事業者からはナセル高さにおける10分ごとの風向・風速データ、回転数のデータを得た。

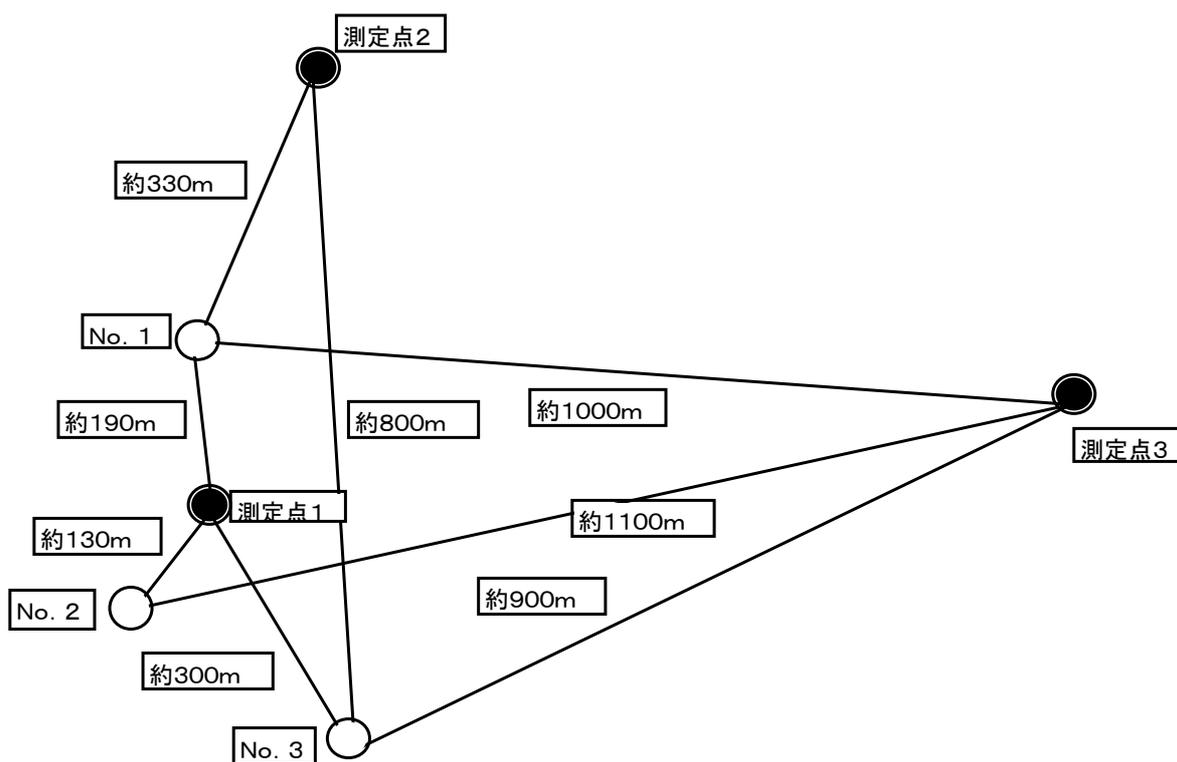
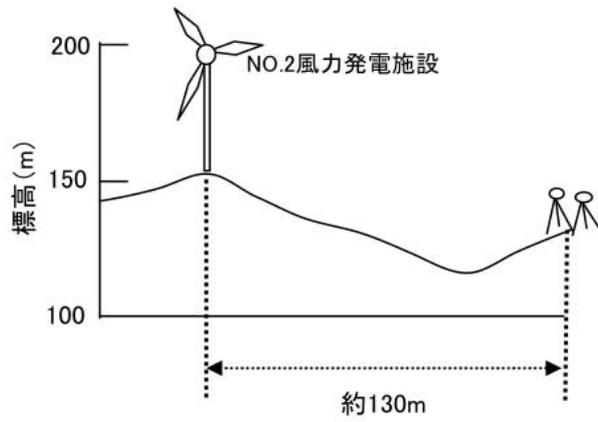
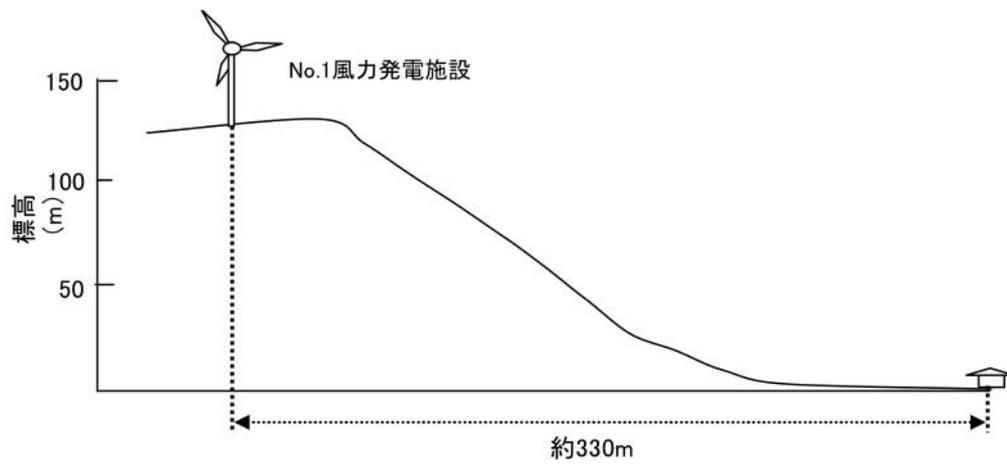


図 4.2.1.5 測定点と風車の位置関係（南あわじ市）

測定点 1 :



測定点 2 :



測定点 3:

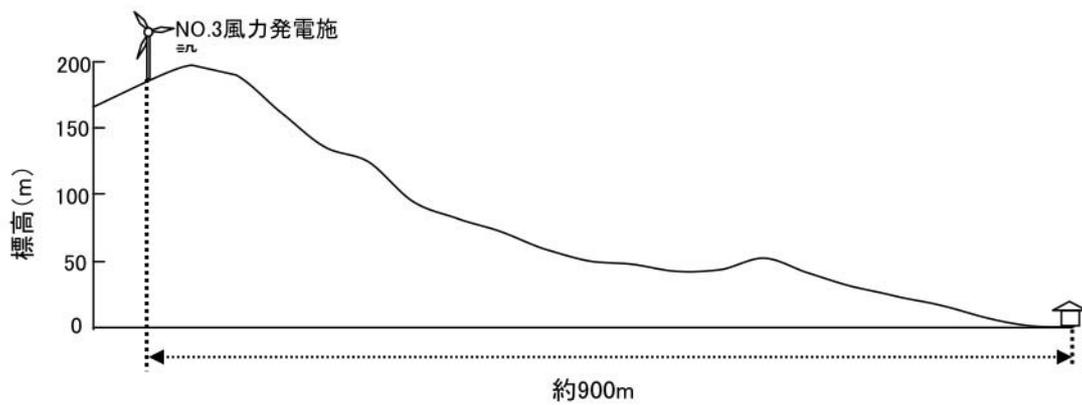


図 4.2.1.6 測定点と風車の位置関係 (南あわじ市)

4.2.2 測定データの解析・整理方法

平成 22 年度の調査は、風車稼働時と、羽根を停止させた状態で冷却装置等が稼働している条件、全停止で暗騒音のみの条件についての測定を行い、平成 21 年度の実測調査で観測された風車音の卓越成分に関する手がかりを得ることと、風速の違いによる暗騒音の違いについて検討することを目的として行われた。測定データの解析にあたっては、静岡県、兵庫県の測定で得られた各測定点における 10 秒間 L_{eq} データの中から、主な周波数について音圧レベルの時間変化を書き出した。音圧レベルの時間変化を確認したところ、東伊豆、南あわじとも測定点周辺は暗騒音が非常に小さいこと、最も近い風車から住宅までおよそ 300m から 900m 離れていること等から風車音の音圧レベルは減衰しており、各測定点で観測されたデータは、家屋の近くを通る車や遠方を通る車の音、上空や遠方を飛行する航空機、測定点周辺の対象以外の発生源、室内の機器や人の動作等に伴う音の影響や風の影響を受けていることがわかった。そのため、測定データの解析にあたっては、発生源近傍測定点、住宅 2 軒の内外測定点の合計 5 点で測定された 10 秒間 L_{eq} の時間変動グラフを眺めながら、全測定点にわたって対象音以外の騒音・低周波音及び風雑音による影響が最も少ないと思われる時間区間を、測定日・測定条件毎に 2 分間選定した。選定した 2 分間に観測された 1/3 オクターブバンド別の 10 秒間 L_{eq} を各条件別に色分けして重ね描きした。風速による暗騒音の違いの検討については、測定日・測定条件毎の暗騒音測定データの中から、全測定点にわたって対象音以外の騒音・低周波音及び風雑音による影響が比較的少ないと思われる 2 分間の区間をさらに 2 箇所選定した。選定した 2 分間に観測された 10 秒間 L_{eq} データパワー平均し、グラフに重ね描きした。

4.3 平成 22 年度地方委託データの解析・整理結果

解析整理結果を以下に示す。

○風車の稼働条件別の騒音・低周波音の周波数特性

- ・ 図 4.3.1.1～図 4.3.1.15 風車音の周波数特性の一例（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.2.1～図 4.3.2.10 風車音の周波数特性の一例（南あわじ市）

○暗騒音の風速別周波数特性

- ・ 図 4.3.3.1～図 4.3.3.5 暗騒音の周波数特性の比較（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.4.1～図 4.3.4.5 暗騒音の周波数特性の比較（南あわじ市）

○風車の稼働条件別の騒音・低周波音の音圧レベル変動

- ・ 図 4.3.5.1～図 4.3.5.35 風車音の周波数特性の一例（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.6.1～図 4.3.6.10 風車音の周波数特性の一例（南あわじ市）

4.3.1 風車の稼働条件別の騒音等の周波数特性

(1) 静岡県東伊豆町

測定データの解析にあたり、10 秒間 L_{eq} の測定データから、いくつかの周波数帯域について音圧レベルの時間変動を整理した。結果を図 4.3.5.1～図 4.3.5.35 に示す。図中には、4 号基風車で観測された風速と回転数（いずれも 10 分間平均値）の時間変動も併せて示した。

図より、各測定点で観測された音圧レベルは、様々な騒音やマイクロホン周りの風による影響を少なからず受けている。測定データの解析にあたっては、全測定点にわたって対象音以外の騒音や風雑音の影響が比較的小さいと思われる時間帯を 2 分間切り出した。なお、整理にあたり、2 分間の間で突発的な騒音が含まれる場合にはその 10 秒間のデータはとり除いた。

測定時の 4 号基ナセル位置における風速は、8 月 26 日の午後は 2.9～6.8m/s、26 日の夜間は 0.4～5.3m/s（但し風速が大きかったのは暗騒音測定時のみ）、27 日の午前は 0.2～1.5m/s であった。したがって、風車が実際に稼働したのは 26 日の午後のみで、26 日の夜間と 27 日の午前はカットイン風速に至らず風車は稼働しなかった。

ア) 風車停止時の暗騒音

発生源近傍測定点：暗騒音の周波数特性で違いが大きいのは 10Hz 以下程度の周波数域である。この周波数域に着目すると、図 4.3.1.11 によると発生源に近い測定点 A では、風のほとんどない 27 日午前におけるこの帯域の音圧レベルは 25～50dB 程度である。それに対して、4m/s 程度の風速が観測された 26 日午後と夜間におけるこの帯域の音圧レベルは図 4.3.1.1 及び図 4.3.1.6 によるとおよそ 30～80dB であり、風雑音によって低周波数域の音圧レベルが増加していることがわかる。このような傾向は、測定点 B、測定点 C における観測結果にも現れている。なお、27 日午前の測定結果のうち発生源近傍と測定点 C で図 4.3.1.11、図 4.3.1.14、図 4.3.1.15 に示すように 20Hz 付近に卓越成分が観測されたが、全測定点に共通して出現していないこと、測定点 C は測定点 B よりも風車から離れていることから、これらの測定点周辺で発生した何らかの暗騒音によるものと考えられる。なお、数 kHz の高周波数域に卓越成分がみられるが、蝉や虫の鳴き声によるものである。

イ) 機械稼働による発生音

発生源近傍の測定点 A について、暗騒音と機械稼働時における騒音・低周波音の周波数特性を比較した。図 4.3.1.1 によると、40～125Hz の周波数域で機械稼働時の音圧レベルが大きい、それより高い周波数では概ね変わらない。図 4.3.1.6 によると、31.5Hz 以下と 200Hz 以上の周波数域で暗騒音の方が音圧レベルは大きくなっており、40～160Hz の周波数域での音圧レベルは変わらない。図 4.3.1.11 によると、10Hz 以下では機械稼働時の方が音圧レベルは大きい、16Hz、20Hz 及び 1.25kHz 以上の周波数域では暗騒音の方が音圧レベルは大きくなっており、31.5～1kHz の周波数域では音圧レベルは変わらない。低周波数域における違いは風雑音による影響と考えられる。図 4.3.1.11 の 16～125Hz にかけての音圧レベルの盛り上がりは測定点付近における何らかの暗騒音による影響と考えられる。これらの影響を除けば、暗騒音と機械稼働時における音圧レベルの明確な違いは見られない。

このような傾向は、住宅側の測定点 B、測定点 C で観測された結果にも現れている。なお、図 4.3.1.7 や図 4.3.1.8 のように、50Hz 帯域が卓越しているところがあるが、これは測定時に信号に電源周波数が重畳してしまったためではないかと考えられる。暗騒音測定時も含めて、測定点によってはこのほかにもいくつか卓越成分がみられるが、発生源側との対応がないことから、測定点周辺の発生源に起因する騒音によるものと推察される。

ウ) 風車稼働による発生音

発生源近傍の測定点 A における風車稼働時の発生音の周波数特性は、図 4.3.1.1 に示すように周波数が低いほど音圧レベルが大きい傾向を示している。本測定結果では、1.6Hz 帯域に卓越成分がみられた。図に示した測定時の 4 号基風車の回転数はおよそ 15rpm であることから、1.6Hz 帯域の卓越成分は回転に起因する 2 次の周波数成分であると考えられる。一方、平成 21 度の調査結果で特徴的であった 160～200Hz 帯域をはじめとして、1.6Hz を除く他の帯域において、本測定結果では、明確な卓越成分はみられなかった。発生源近傍測定点 A における風車稼働時の発生音の音圧レベルを暗騒音・機械稼働時と比較すると、風車稼働時には、およそ 20Hz 以上の周波数帯域で、暗騒音や機械稼働時に比べて音圧レベルが 15～20dB 程度上昇している。住宅側測定点では、音圧レベルの上昇分は少ないものの、このような傾向は測定点 B、測定点 C における測定結果にも現れている。測定結果のなかには図 4.3.1.4 の測定点 C 屋外のように、低い周波数域で、風車稼働時よりも暗騒

音や機械稼働時において音圧レベルが大きいところもあった。これは、風車稼働時よりも暗騒音や機械稼働時のほうが測定点周辺における風が強く、風雑音による影響が大きく現れたためと考えている。

(2) 兵庫県南あわじ市

測定データの解析にあたり、10 秒間 L_{eq} の測定データから、いくつかの周波数帯域について音圧レベルの時間変動を整理した。結果を図 4.3.6.1～図 4.3.6.10 に示す。図中には、2 号基風車で観測された風速と回転数（いずれも 10 分間平均値）の時間変動も併せて示した。図より、各測定点で観測された音圧レベルは、様々な騒音やマイクロホン周りの風による影響を少なからず受けている。測定データの解析にあたっては、全測定点にわたって対象音以外の騒音や風雑音の影響が比較的小さいと思われる時間帯を 2 分間切り出した。なお、整理にあたり、2 分間の間で突発的な騒音が含まれる場合にはその 10 秒間のデータはとり除いた。測定時の 2 号基ナセル位置における風速は、10 月 5 日の夜間は 2.9～7.2m/s、10 日の夜間は 3.4～9.0m/s であった。

ア) 風車停止時の暗騒音

発生源近傍における測定結果によると、図 4.3.2.1 に示すように 10 月 5 日の測定結果では 31.5Hz の帯域が卓越している。図 4.3.2.6 に示す 10 月 10 日の測定では風雑音の影響が大きく、卓越成分の有無ははっきりしない。

住宅側の測定点における測定結果によると、図 4.3.2.2、図 4.3.2.4 に示すように、10 月 5 日の測定結果では住宅側屋外測定点の測定結果にも発生源近傍と同じ 31.5Hz 帯域の卓越成分が現れているが発生源近傍よりも卓越の度合いは小さい。図 4.3.2.5 によれば、測定点 3 の屋内で 10Hz に卓越成分がみられるが、図 4.3.2.4 に示す屋外の測定結果にはこの卓越成分が現れていない。なお、屋外の測定点で数 kHz の高周波数域に卓越成分がみられるが、虫の鳴き声によるものである。

イ) 機械稼働による発生音

測定点周辺の暗騒音は低く、「暗騒音」・「機械稼働」とも、測定データは少なからず周囲の他の発生源による騒音・風雑音による影響を受けており、一概に比較することが難しい。発生源近傍の測定点 1 について、機械稼働時における騒音・低周波音の周波数特性をみると、図 4.3.2.1 に示すように、

10月5日の測定結果では、12.5、25、50、100、200Hzの帯域に小さな卓越成分がみられる。しかし、**図 4.3.2.6**では、10月10日の測定結果では、25、50Hzの周波数帯域に卓越成分がみられた。次に暗騒音と機械稼働時の音圧レベルを比較すると、**図 4.3.2.1**に示すように、10月5日の測定結果では、20～25Hz、40～100Hz、及び200Hz以上の周波数で機械稼働時の方が暗騒音に比べて音圧レベルが若干大きくなっている。一方、**図 4.3.2.6**に示したように、10月10日の測定結果では、逆にほぼ全ての周波数帯域にわたって暗騒音の方が機械稼働時よりも音圧レベルは大きくなっている。住宅側測定点における結果に着目すると、**図 4.3.2.7**によれば、測定点2屋外では、暗騒音の方が1～2dB大きい程度で両者の音圧レベルにほとんど差はみられない。**図 4.3.2.2**においても20Hz、31.5Hz、160～200Hzを除き音圧レベルに大きな違いはない。このうち、10月5日の機械稼働時にみられる20Hzの卓越成分は、**図 4.3.2.7**からもわかるように測定日が異なるとみられないこと、発生源近傍では観測されていないことから、対象以外の発生源が原因である可能性があると考えている。

ウ) 風車稼働による発生音

発生源近傍で観測された測定結果は、**図 4.3.2.1**や**図 4.3.2.6**に示すように、風による影響を受けて、周波数が低いほど音圧レベルが大きい傾向を示している。卓越周波数成分に着目すると、**図 4.3.2.1**では、25Hz、50Hz、160Hzの帯域が卓越している。昨年度測定した風車音の測定結果と比較すると、25～31.5Hz、50～63Hz、160～200Hzに卓越周波数成分があることでは共通している。しかし、南あわじの測定結果では、25Hz帯域が大きく卓越しているのが特徴的である。25Hz帯域、50Hz帯域は機械稼働時にも卓越してはいるものの、風車稼働時に比べて25Hz帯域で約20dB、50Hz帯域で約10dB小さい。なお、160Hz帯域の成分は、10月5日の測定結果でははっきりと卓越しているが、10月10日の測定でははっきりとした卓越成分は現れておらず日によって発生状況が異なっている。両日の風向・風速には大きな違いがないことから、継続した調査が望まれる。住宅側測定点における測定結果では、**図 4.3.2.2**及び**図 4.3.2.7**に示すように、測定点2の屋外における測定結果においても25Hz帯域が卓越している。特に10月5日は卓越の度合いが顕著である。また、**図 4.3.2.3**及び**図 4.3.2.8**に示すように、屋内の測定点では、風車の回転数に起因する1.6Hz成分が観測された。屋内では、風による影響

が低減されたことによって、この周波数域の卓越成分がはっきりと現れたものと考えている。測定点3の屋外では、**図 4.3.2.4**、**図 4.3.2.9**に示すように10月5日は25Hzと63Hzが、10日は50Hz帯域が卓越している。このうち63Hzは風車近傍では観測されておらず、50Hzについては風車近傍でも観測されているもののその音圧レベルは1dB程度しか変わらない。測定点3に近い3号基風車によるものかあるいは、対象以外の発生源によるものかを見極めるには測定データの蓄積が必要である。なお、**図 4.3.2.5**及び**図 4.3.2.10**に示すように、屋内の測定点では、風車の回転数に起因する1.6Hz帯域、及び2.5Hz帯域の成分が観測された。

4.3.2 暗騒音の風速別周波数特性

(1) 静岡県東伊豆町

8月26日の午後と夜間、及び27日午前の暗騒音の測定時間において、全測定点にわたって風車以外の測定点周辺の騒音や室内の騒音の影響が比較的少ない時間帯2分間を各々3箇所選び、間欠的な騒音は除いた後平均を行ったデータを重ね描きして、**図 4.3.3.1**～**図 4.3.3.5**に示す。なお、図中に記された風速は解析した時間帯を含む10分間の平均風速である。暗騒音測定時の4号基ナセル位置における風速は、8月26日の午後と夜間はおおよそ4～5m/sであったのに対して、27日の午前は風が弱い状況であり、さまざまな風速条件でのデータは得られなかった。**図 4.3.3.1**、**図 4.3.3.2**、**図 4.3.3.4**によると、屋外の測定点では風でマイクロホンの膜面が振動することにより、20Hzより低い周波数域で音圧レベルが見かけ上増加する傾向が見てとれる。例えば、風車位置で4～5m/sの風が吹くような環境においては1Hzでは無風時に比べて約30dB音圧レベルが増加している。住宅側測定点屋内での測定結果を**図 4.3.4.3**、**図 4.3.4.5**は屋外ほど風による低周波数域の音圧レベルの増加が少ない。**図 4.3.3.2**と**図 4.3.4.3**より、測定点Bの住宅内外で暗騒音を比較すると、4～5m/sの風が吹いた場合、屋内では1Hzで無風時に比べて10dB程度、最大でも15dB程度しか増加していない。**図 4.3.3.5**に示した測定点C屋内では、風の吹いた条件での低い周波数域の音圧レベルが測定点Bの屋内に比べて大きくなっているが、これは建物の窓の大きさなど、風を受けやすいことによる可能性もあると考えている。

(2) 兵庫県南あわじ市

10月5日の夜間、及び10日夜間の暗騒音の測定時間において、全測定点にわたって風車以外の測定点周辺の騒音や室内の騒音の影響が比較的少ない時間帯2分間を各々3箇所選び、間欠的な騒音は除いた後平均を行ったデータを重ね描きして、**図 4.3.4.1**～**図 4.3.4.5**に示す。図中、赤色で示したのが10月5日の測定データ、青色で示したのが10日のデータである。なお、図中に記された風速は解析した時間帯を含む10分間の平均風速である。暗騒音測定時の2号基ナセル位置における風速は、10月5日はおおよそ3～4m/s、10日はおおよそ4～5m/sであり、幅広い風速条件でのデータは得られなかった。**図 4.3.4.1**より風車近傍の測定点1で観測された暗騒音の周波数特性をみると、両日とも63Hzより低い周波数域で周波数が低くなるにつれて音圧レベルが上昇しており、風雑音による影響がうかがえる。2.5kHzと5kHzの卓越成分は虫の鳴き声と推定

される。両日の測定結果を比較すると、63Hz以下の周波数域でおよそ12dB、80～2kHzでおよそ8dB、10月10日の方が音圧レベルが大きい。この原因として、測定点周辺の風速の違いと、測定時刻の違いが考えられる。63Hz以下の周波数域については、2号基ナセル位置以上に風速の違いが大きかったのではないかと推測される。一方、80～2kHzについては、10月5日の暗騒音測定が20時前後に行われたのに対して、10日の測定は18時30分前後であることから、10日は通勤帰りの車等により暗騒音が全体的に上昇したのではないかと推定している。図4.3.4.2、図4.3.4.4より、住宅側屋外の測定点で観測された暗騒音の周波数特性に着目すると、風による低周波数域の音圧レベルの上昇は風車近傍測定点ほど大きくなく、測定点2屋外では10Hz以下、測定点3では12.5Hz以下程度の周波数で風による影響が見られる。測定当時、2号基ナセルにおける観測データによると西北西ないし北西の風が吹いており、住宅側測定点では西側の山に風が遮られる形となったことで、風車近傍測定点に比べて風による影響が少なかったのではないかと推測される。通勤帰りの車等の背景騒音の影響に伴う暗騒音の違いは、風車近傍測定点ほどではないが、住宅側屋外測定点における測定結果にも現れている。風車近傍測定点ほど差が大きいのは、風車近傍測定点では尾根の上であることから広い範囲の音が伝搬してくるのに対して、住宅側屋外測定点では周辺の建物や地形により音が遮られて減衰されるためと推測される。なお図4.3.4.2では63～100Hz付近に、図4.3.4.4では20～125Hz付近に一部の測定結果に音圧レベルの盛り上がりが見られるが、これは車の通行音など周囲の暗騒音の影響と考えられる。また、1.6kHzと5kHzの卓越成分は虫の鳴き声と推定している。

住宅側屋内における暗騒音の周波数特性を図4.3.4.3、図4.3.4.5に示す。図4.3.4.3より、測定点2の屋内ではおよそ8Hz以下の周波数域で風によると思われる音圧レベルの上昇が見られ、4Hz以下の周波数域で測定日により違いが見られる。しかし、6.3Hz以上の周波数域では測定日による違いや風速による違いはほとんどみられなかった。また、屋内の測定結果では1.6kHzと5kHzには卓越成分も現れておらず、窓等によってこの周波数成分が低減したものと考えている。図4.3.3.5に示した測定点3の屋内では、風の吹いた条件での低い周波数域の音圧レベルは測定点2の屋内に比べて大きくない。測定日による違いでは、屋内でも屋外と同様に、10月10日の方が5日より音圧レベルが全体的に若干大きくなっている。なお、16～125Hz付近で一部の測定結果に音圧レベルの盛り上がりが見られるが、これは室内における何らかの物音などによ

るものと考えられる。屋外で観測された 5kHz には卓越成分は、測定点 2 の屋内と同様に観測されなかった。なお、10 月 10 日の測定結果で、1.6Hz と 2.5Hz 帯域に卓越成分がみられるが、これは 8 号基以降の南側の風車に起因する音である可能性があると考えている。

4.3.3 閾値との比較

(1) 静岡県東伊豆町

測定結果を低周波音の感覚閾値(「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照)、最小可聴値 (ISO 226-2003) と比較した。図 4.3.1.1 より、測定点のうち風車音の音圧レベルが最も大きい発生源近傍の測定点における 20Hz 以下の成分に着目した。この周波数域では、周波数が低くなるにつれて感覚閾値と測定値の差が広がっている。そこで両者の差の最も小さい 20Hz で両者を比較したところ約 15dB の差があり、20Hz 以下の周波数域では、風車から発生する超低周波音は感覚閾値より 15dB 以上小さいことがわかった。平成 21 年度の風車近傍地点の測定結果と比較すると、20Hz 以下の周波数域ではおよそ 20dB 以上感覚閾値を下回っていたのに比べて、平成 22 年度はこの周波数域における両者の差が 5dB 程度小さいことから、近接して複数基の風車があることに起因する可能性もあると考えられる。住宅側・建物側では、図 4.3.1.2 及び図 4.3.1.4 より、風車稼動時において屋外では 50Hz で測定値が最小可聴値を上回った。一方屋内では、図 4.3.1.3 及び図 4.3.1.5 に示すように、100Hz で測定値が最小可聴値を上回った。

(2) 兵庫県南あわじ市

測定結果を低周波音の感覚閾値(「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照)及び最小可聴値 (ISO 226-2003) と比較した。図 4.3.2.1 より、測定点のうち風車音の音圧レベルが最も大きい発生源近傍の測定点でも測定値は感覚閾値よりも約 15dB 小さく、20Hz 以下の周波数域では、周波数が低くなるにつれて感覚閾値と測定値の差がさらに拡大する傾向にある。20Hz 以下の周波数域で、測定値と感覚閾値の差が昨年度の結果より小さいのは、東伊豆と同様に、近接して複数基の風車が設置されていることによる可能性もあると考えられる。

図 4.3.2.2 及び図 4.3.2.7 より、住宅側のうち風車に近い測定点 2 の屋外では、風車稼動時において卓越している 25Hz の音圧レベルはおよそ 60~65dB であり、最小可聴値よりわずかに小さい。風車稼動時には、屋外では 50Hz 以上の周波数域で最小可聴値を上回った。一方屋内では、図 4.3.2.3 及び図 4.3.2.8 より、125Hz 以上の周波数域で最小可聴値を上回っている。図 4.3.2.3 によれば、測定点近傍測定点で 160Hz の帯域が卓越している 10 月 5 日には、住宅側測定点 2 の屋内においても、測定値が最小可聴値を上回っている周波数域では 160Hz の帯域が卓越していることが注目される。

4.3.4 データ解析・整理結果のまとめ

静岡県と兵庫県で行った風力発電所からの騒音・低周波音に関する測定データの解析・整理を行い、下記の結果を得ることができた。

ア) 東伊豆における測定結果によると、風車稼動時の発生音の周波数特性は 1.6Hz 帯域に卓越成分がみられたものの、それ以外の帯域にははっきりとした卓越成分はみられなかった。

南あわじにおける測定結果によると、風車稼動時の発生音の周波数特性は、25Hz、50Hz、160Hz の帯域に卓越成分がみられた。南あわじの測定結果では、25Hz 帯域が大きく卓越しているのが特徴的である。160Hz 帯域の成分は、日によって発生状況が異なった。なお、住宅屋内では、1.6Hz 帯域に卓越成分が観測された。

イ) 東伊豆、南あわじとも、機械を一部稼動した条件において観測された騒音および低周波音は、風車近傍測定点においても暗騒音とほとんど変わらなかった。

ウ) 風速による暗騒音の違いについては、東伊豆の測定結果によると、風車ナセル位置で風速 4~5m/s の風が吹いたときは、屋外では無風時に比べて 1Hz で約 30dB 音圧レベルが増加したが、住宅屋内では 10dB 程度しか増加しなかった。

南あわじの測定結果によると、屋外ではナセル位置の風速による音圧レベルの違いが確認されたが、低周波数域については測定点のマイクロホン周りの風による影響を受けて変化するものであり、風速による暗騒音への影響の変化を把握するためには、各測定点のマイクロホン近傍における風速を押さえておく必要がある。80Hz 以上程度の周波数範囲については暗騒音に違いがみられたが、風速よりも測定を行った時間による背景的な騒音の違いに起因すると推測された。住宅屋内の測定結果では、一方の住宅では風速の違いによる音圧レベルの違いはほとんどみられなかった。

エ) 風車稼動時の測定結果を低周波音の感覚閾値（「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照）、最小可聴値（ISO 226-2003）と比較したところ、東伊豆、南あわじとも、超低周波音領域では測定値が閾値を大きく下回った。風車近傍測定点における測定値でさえ、両者の差の最も小さい 20Hz ですら、測定結果は閾値よりおよそ 15dB 以上小さかった。

住宅・建物屋外では 50Hz 以上で、屋内では東伊豆が 100Hz 以上、南あわじでは 125Hz 以上で測定値が最小可聴値を上回った。

オ) 住宅側の測定点が風車からの距離が離れている場合や、測定点周辺の暗騒音が低い場合には、測定点周辺の様々な騒音やマイクロホン周りの風による影響を受けやすい。特に山間などの、暗騒音が非常に低い場所では、遠方の車や航空機などの比較的小さなレベルの騒音でさえも影響を受けやすいので、測定にあたっては、測定員がついて時々刻々の騒音による影響を詳細にチェックするなど、細心の注意が必要である。

カ) 風速や風車の回転数との対応関係を調べたい場合には、可能であれば 10 秒間隔、最低でも 1 分間隔程度での風速や風車の回転数のデータを事業者から提供を受けることが望ましい。

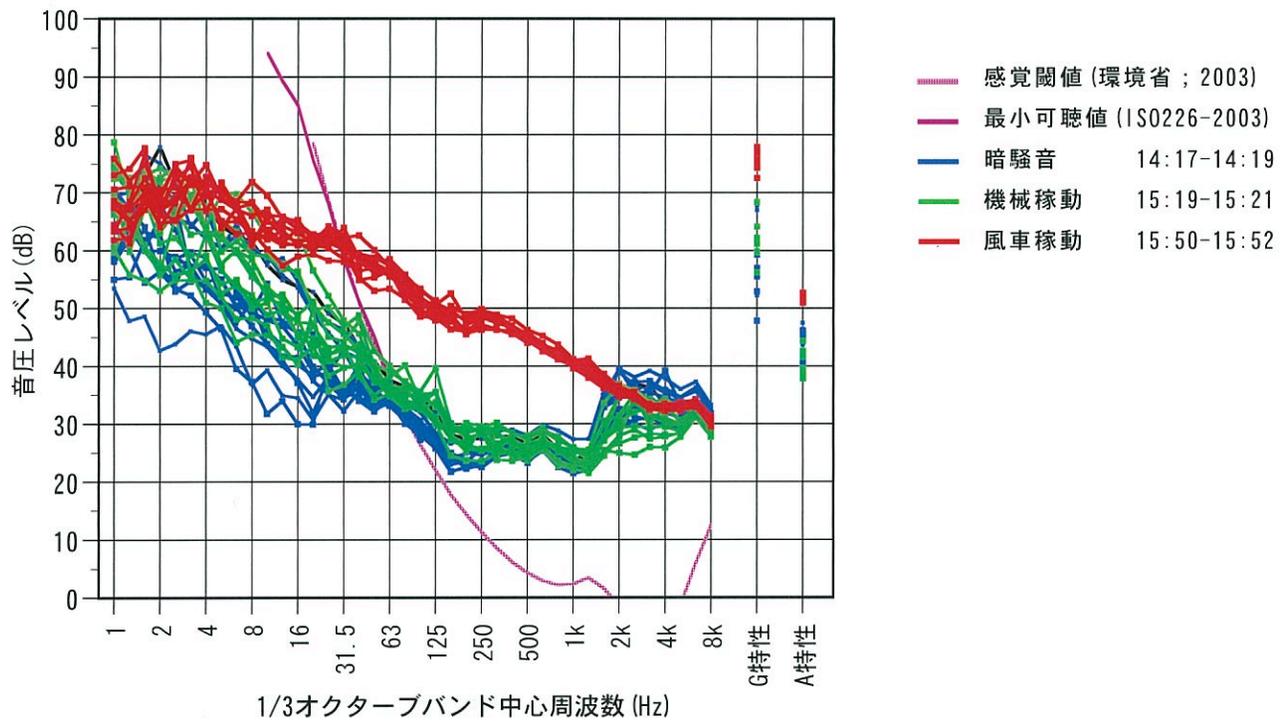


図4. 3. 1. 1 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点A)

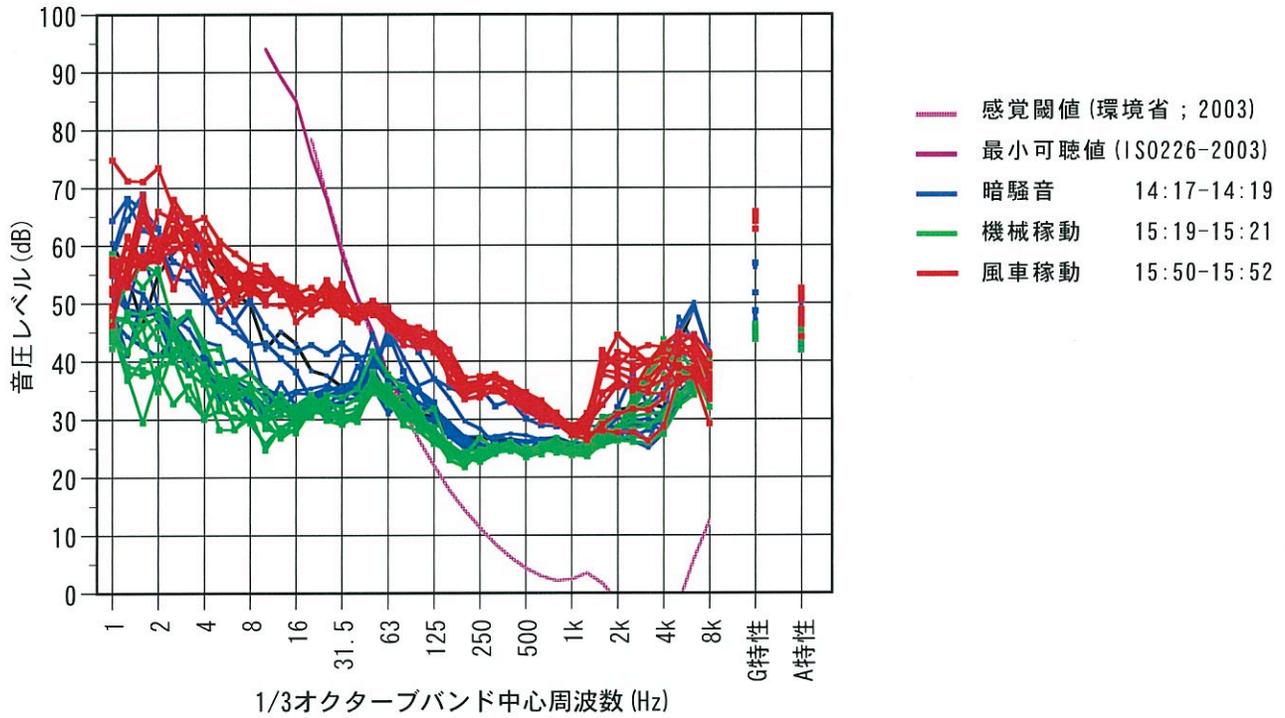


図4. 3. 1. 2 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、屋外)

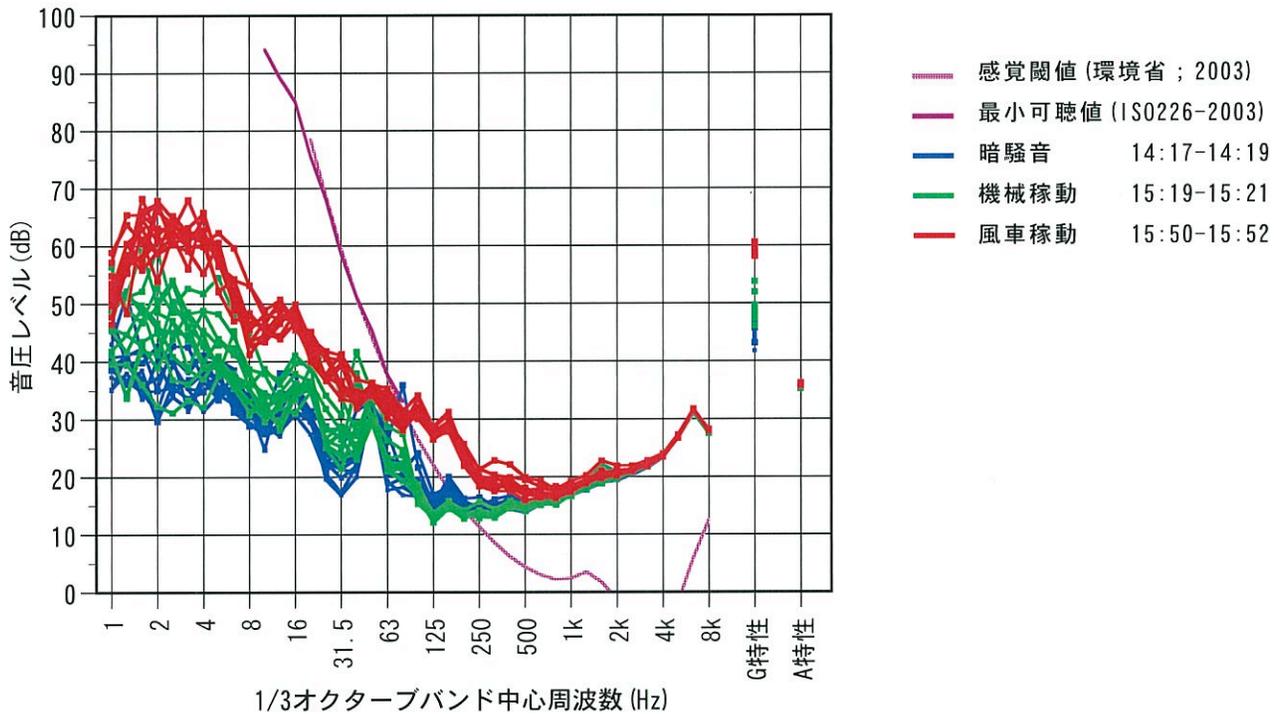


図4. 3. 1. 3 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、屋内)

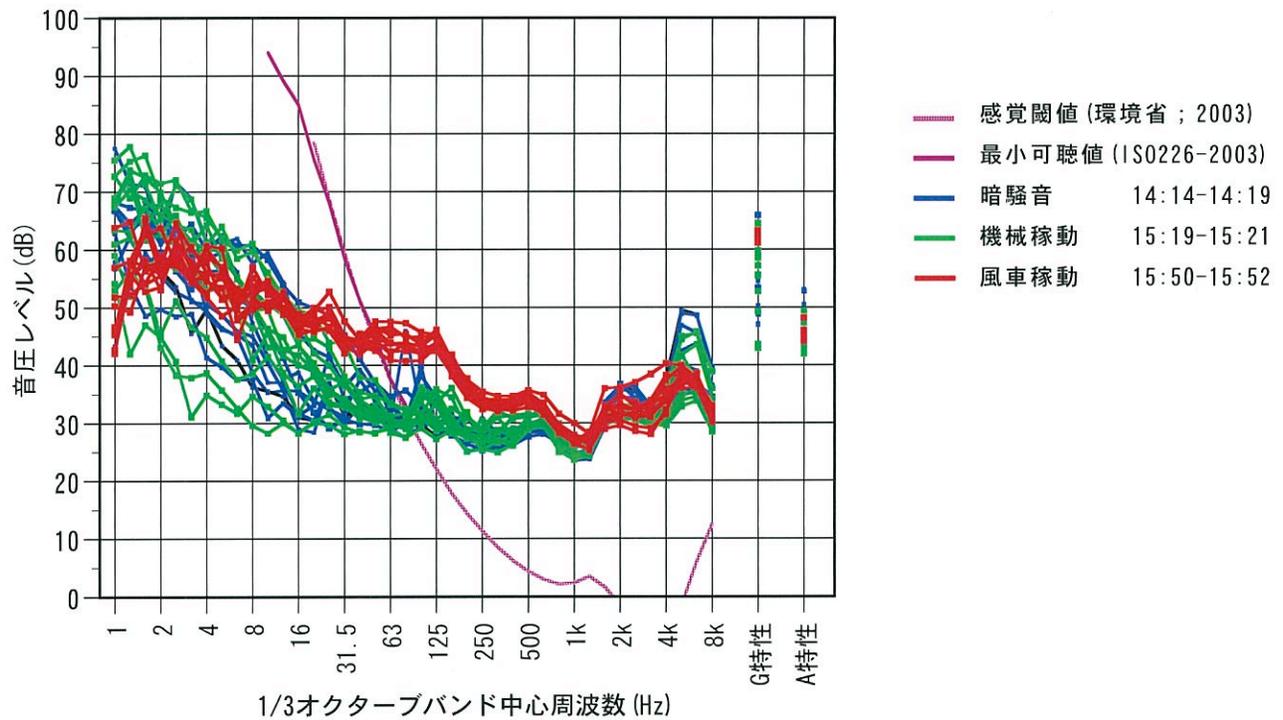


図4. 3. 1. 4 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、屋外)

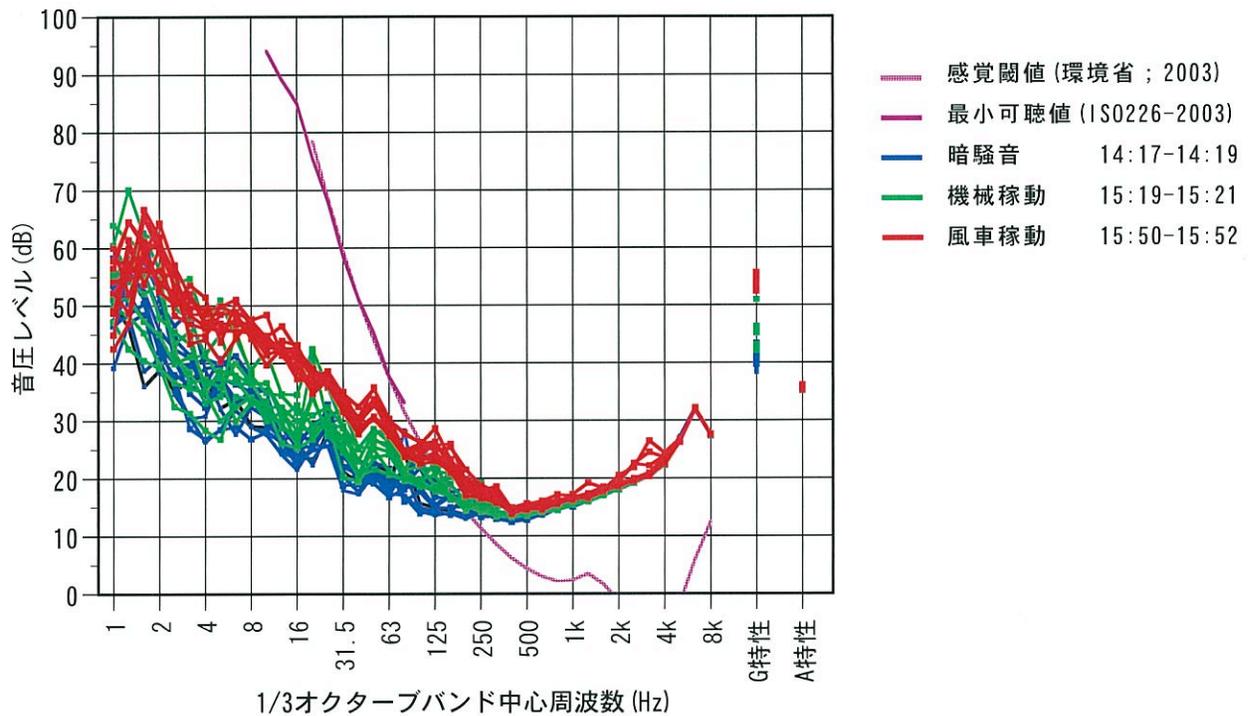


図4. 3. 1. 5 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、屋内)

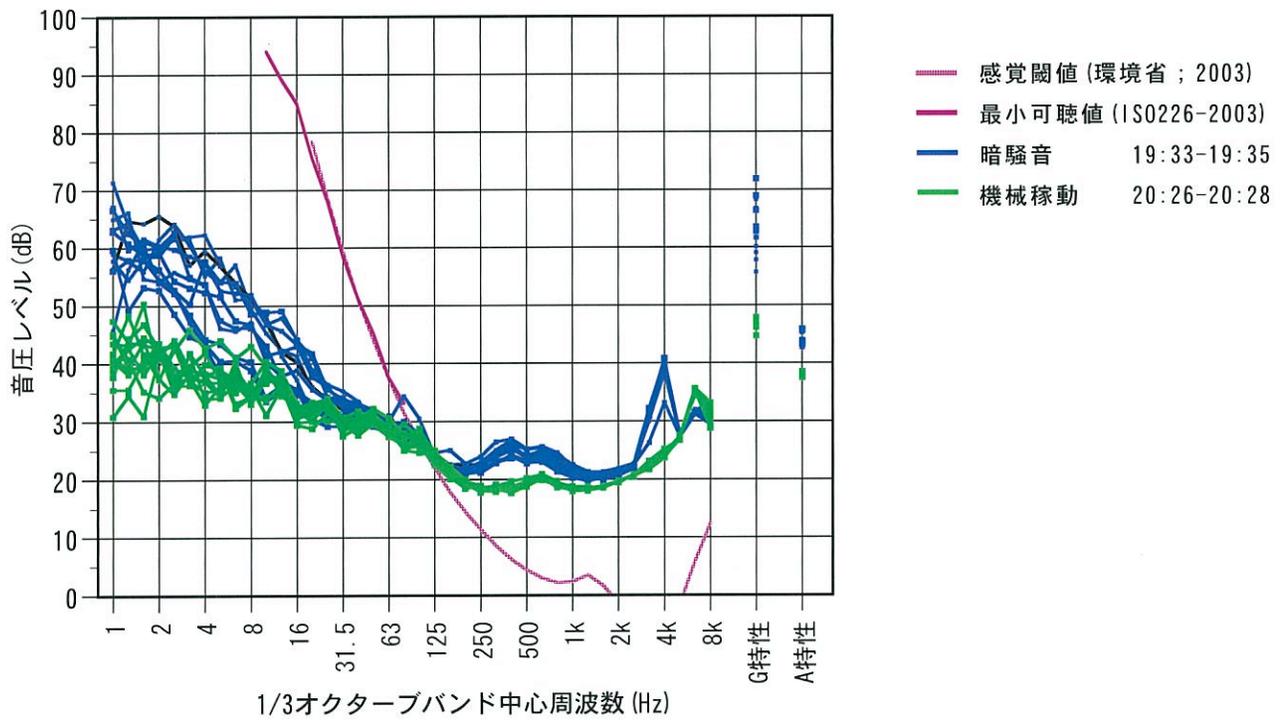


図4. 3. 1. 6 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点A)

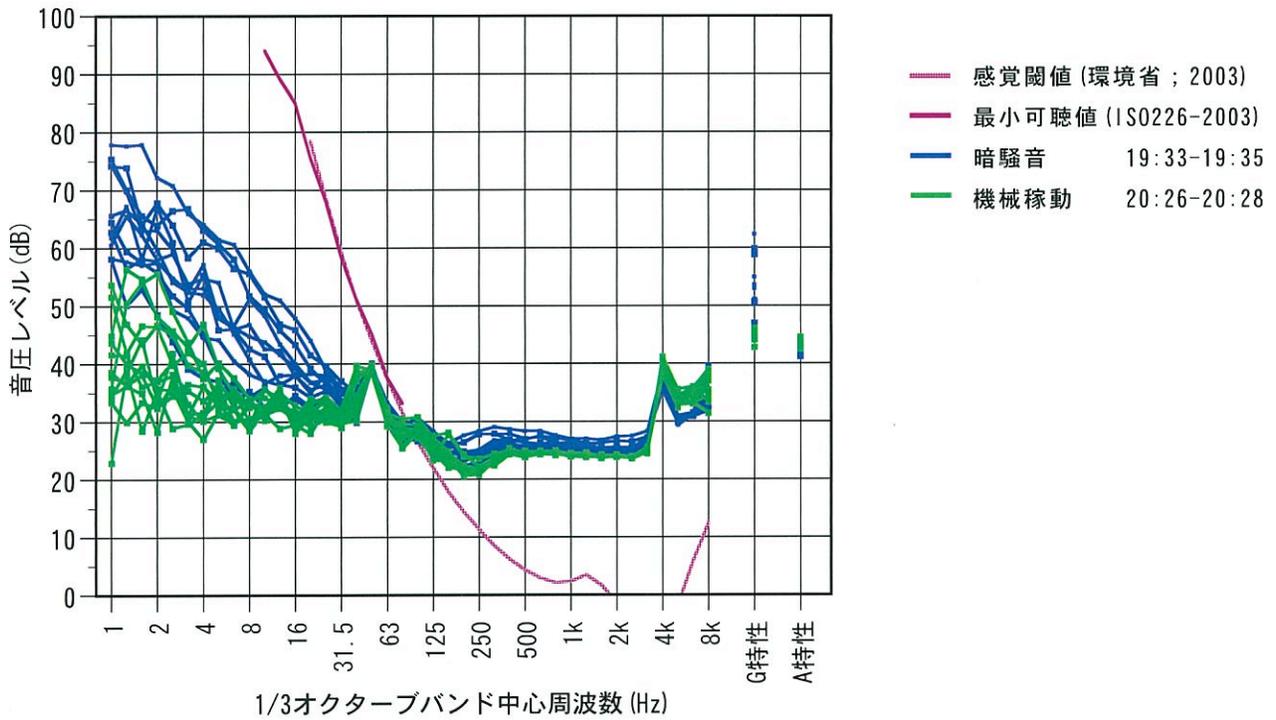


図4. 3. 1. 7 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、屋外)

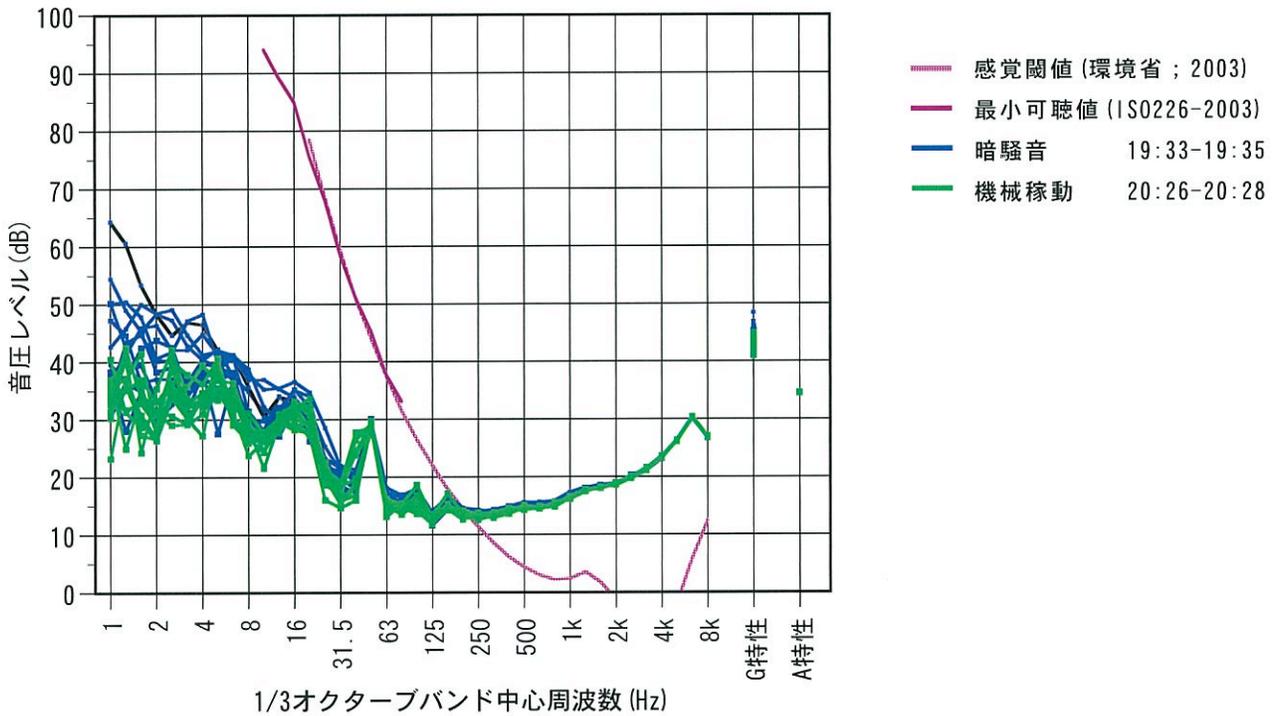


図4. 3. 1. 8 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、屋内)

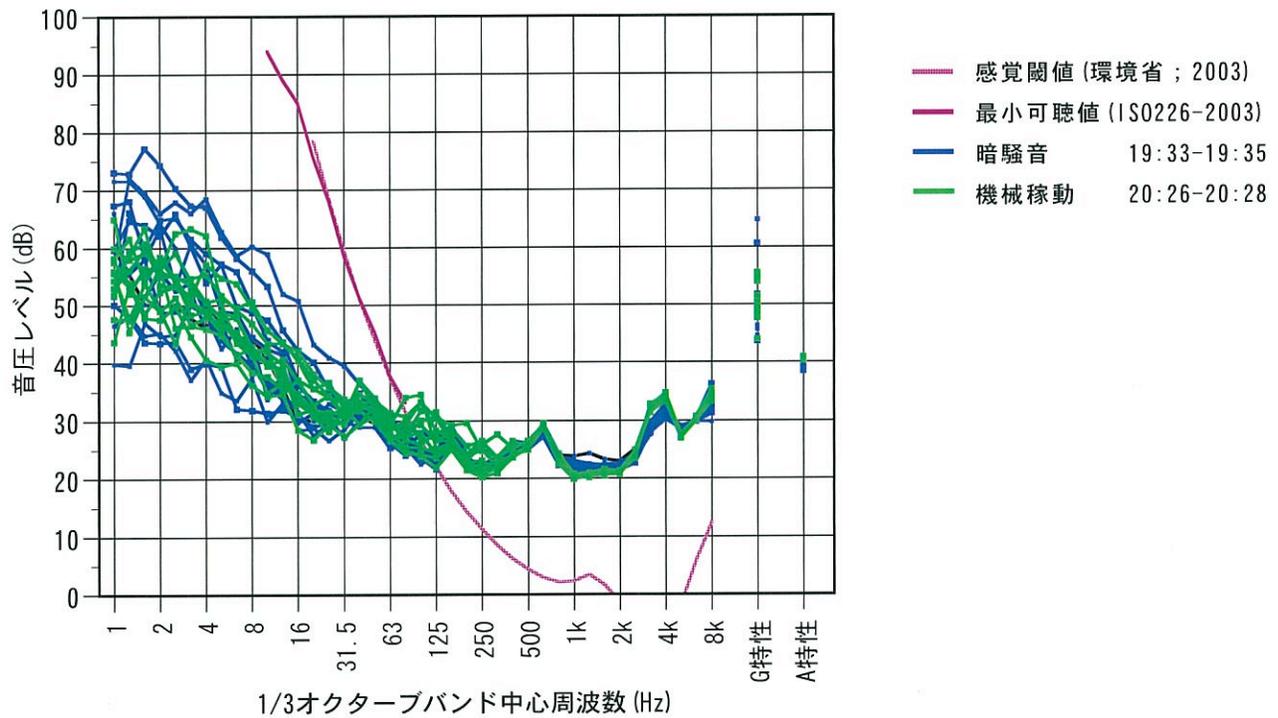


図4. 3. 1. 9 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、屋外)

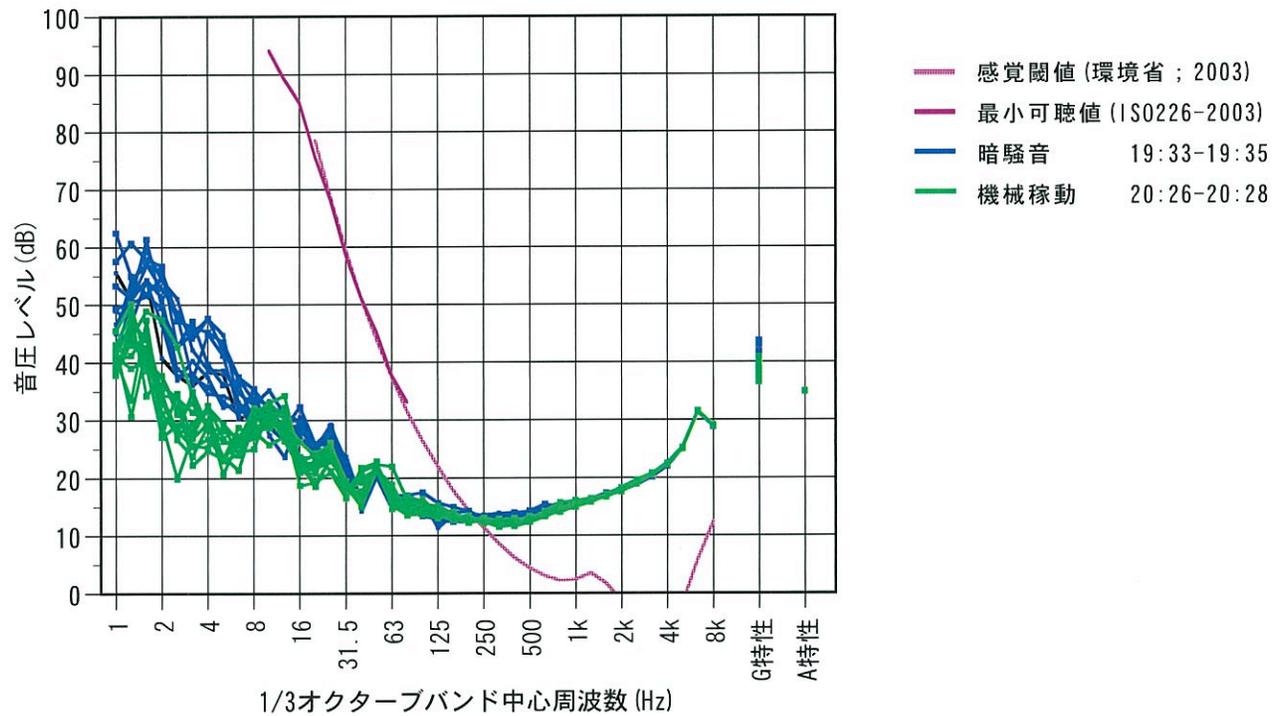


図4. 3. 1. 10 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、屋内)

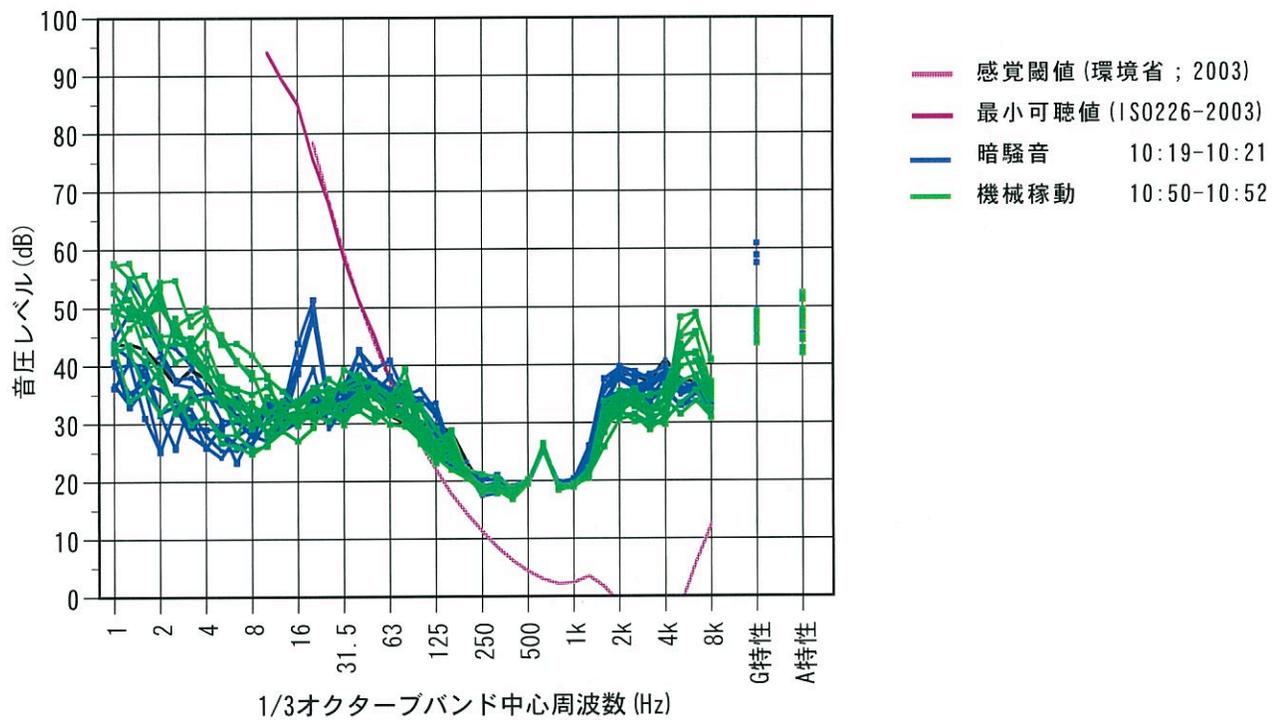


図4. 3. 1. 11 稼働条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点A)

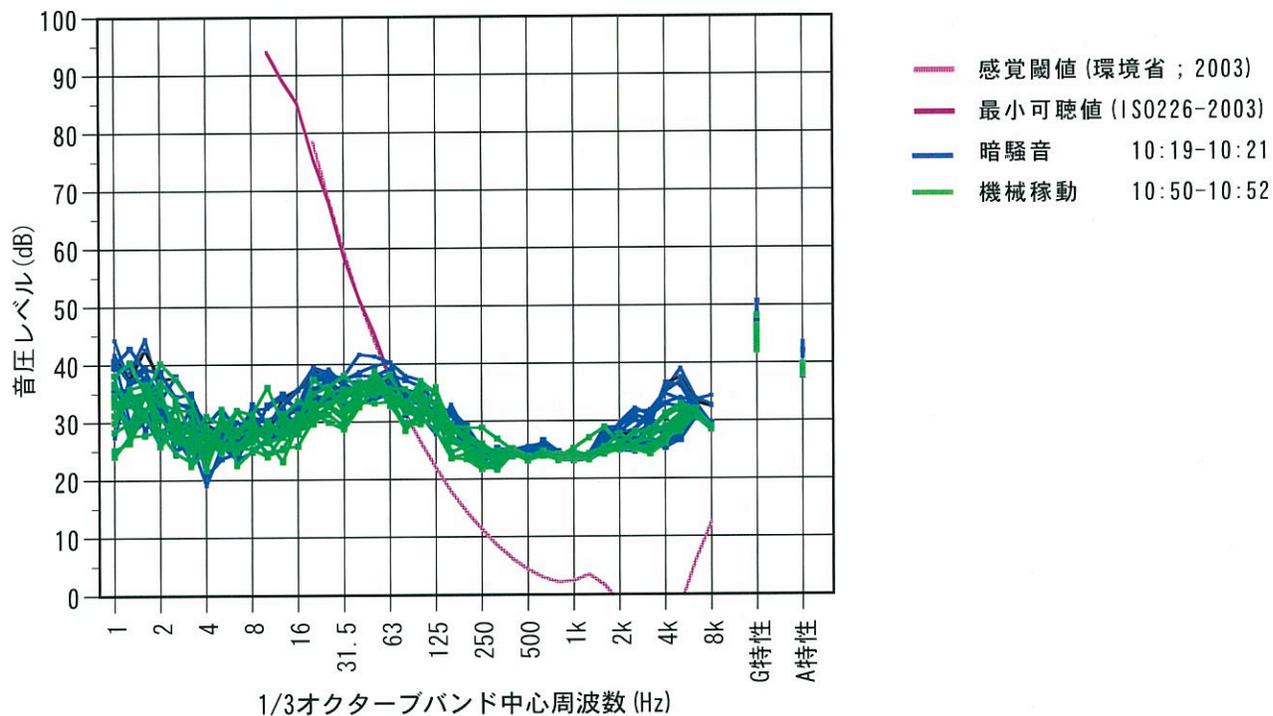


図4. 3. 1. 12 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、屋外)

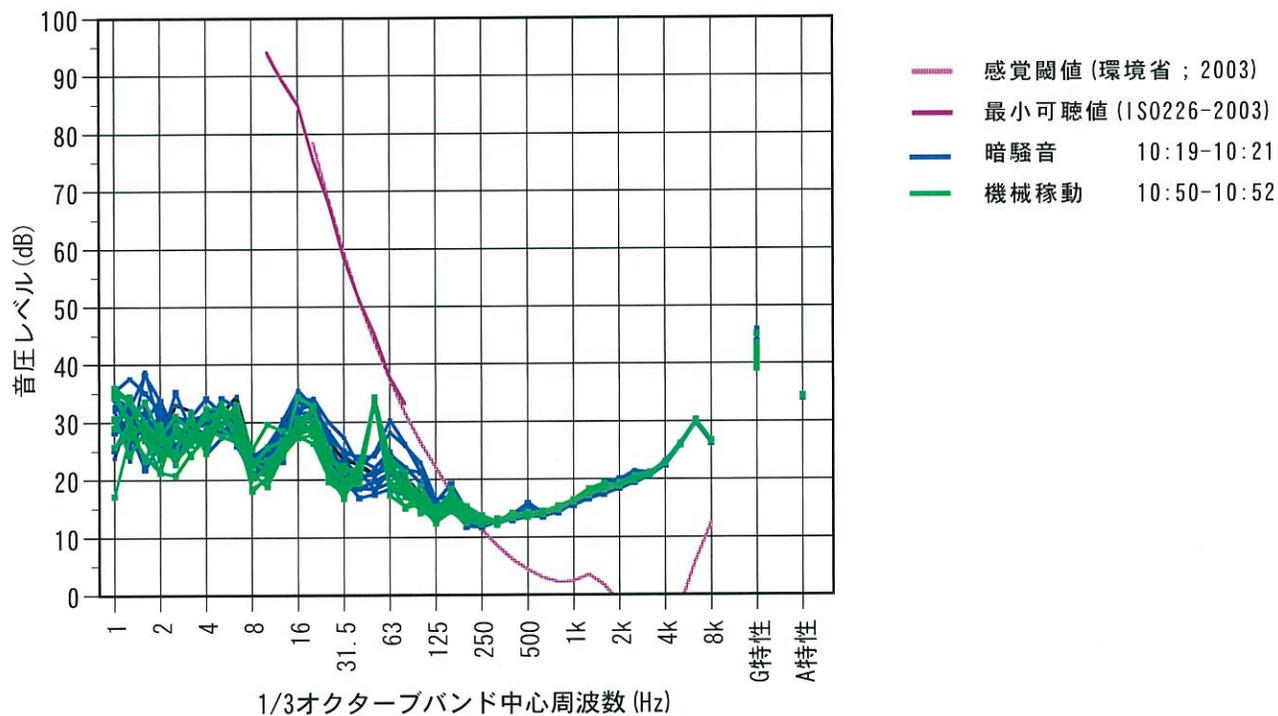


図4. 3. 1. 13 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、屋内)

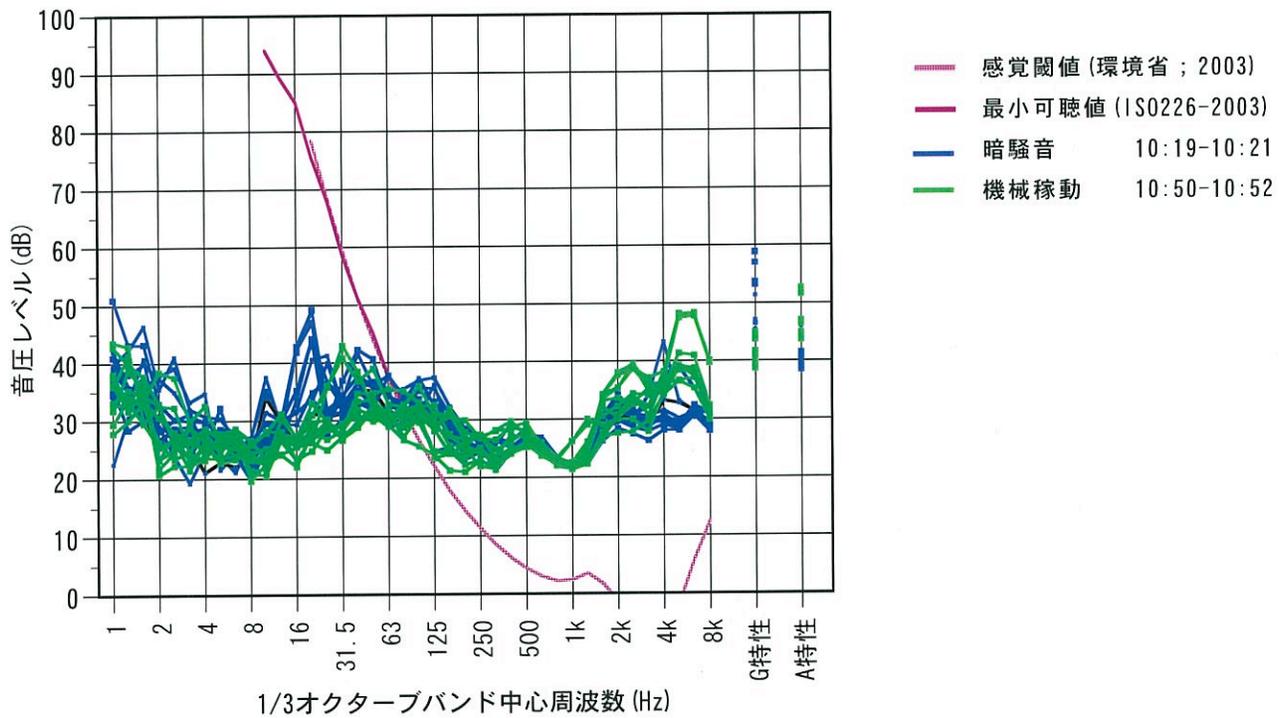


図4. 3. 1. 14 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、屋外)

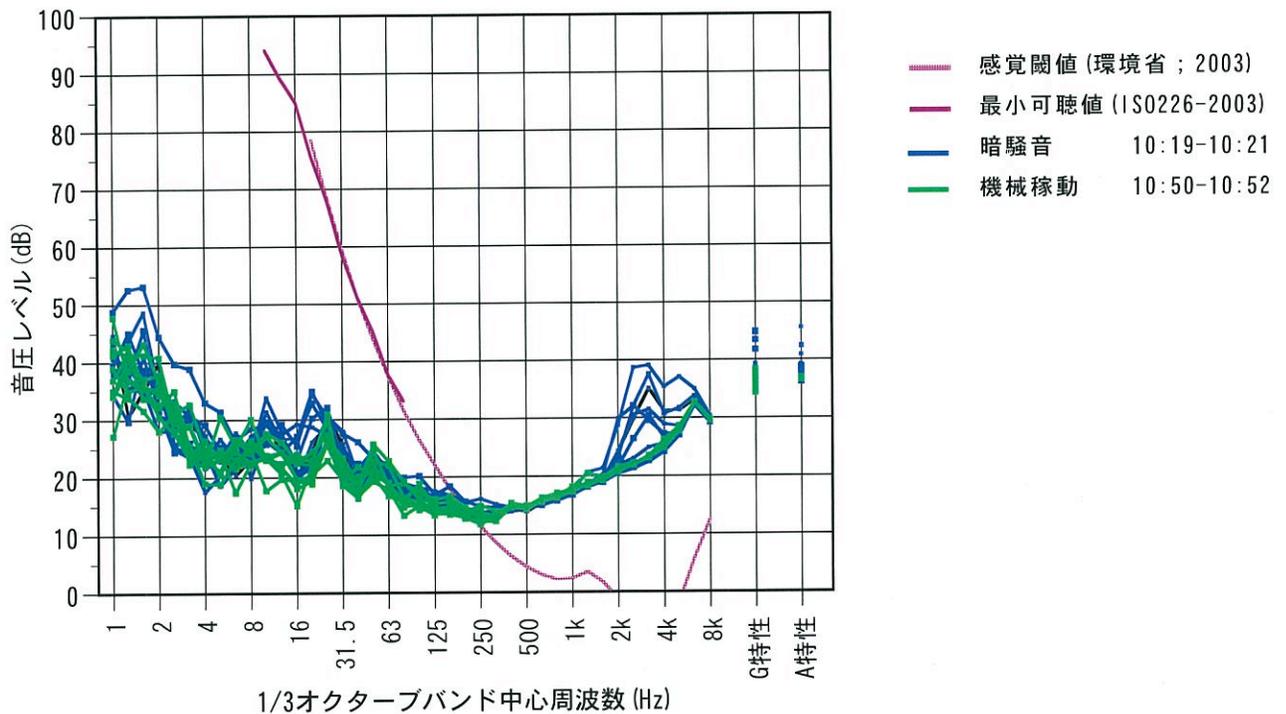


図4. 3. 1. 15 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、屋内)

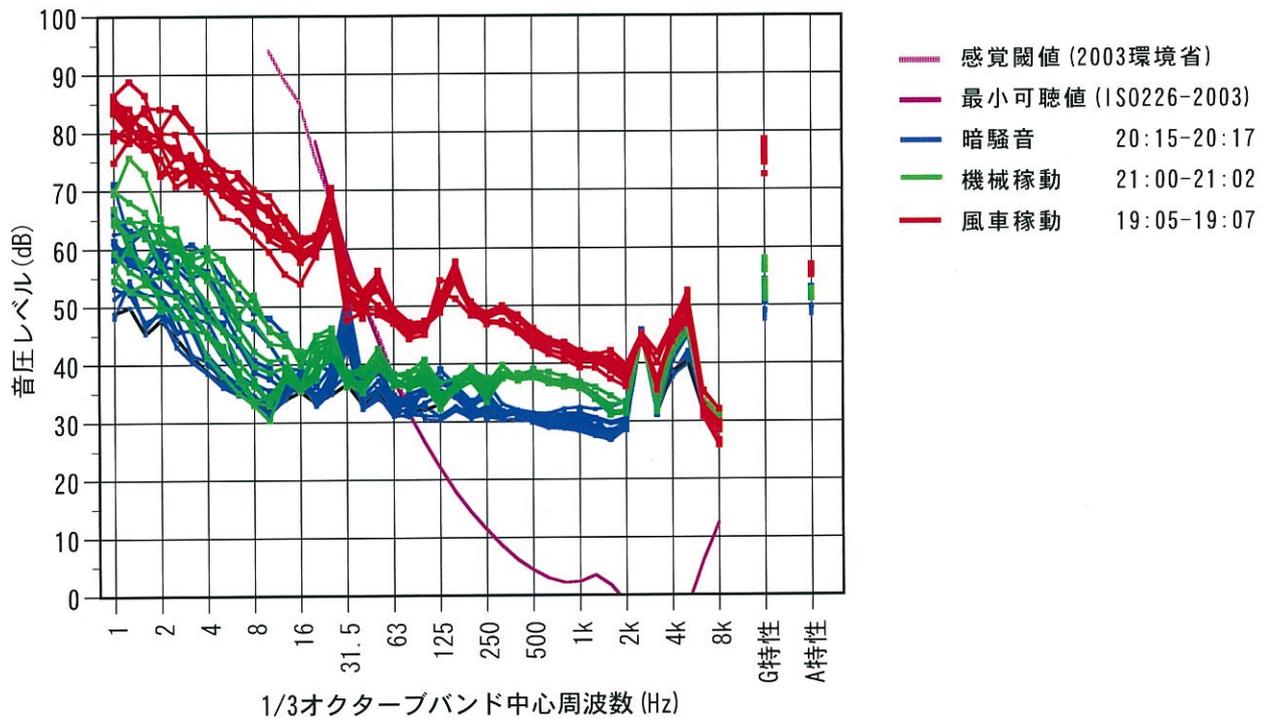


図4. 3. 2. 1 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点1)