

地方公共団体担当者のための
省エネ型温水器等から発生する
騒音対応に関するガイドブック



環境省水・大気環境局大気生活環境室
令和2年3月

はじめに

騒音に係る公害苦情件数は典型7公害の中で第1位であり、住民生活において、最も身近な公害問題といえます。苦情の内容についても、ライフスタイル等の変化に伴い、今までには無かった新たな騒音苦情も発生しています。

近年は、地球温暖化に対する問題意識の醸成から、一般家庭においても温室効果ガス削減のため、家庭用ヒートポンプ給湯機や家庭用コージェネレーションシステム等（以下「省エネ型温水器等」という。）の導入が進んでおり、平成31年3月末時点でそれぞれ累計約639.3万台、約30.4万台が出荷されています。

一方で、省エネ型温水器等から発生する運転音については、騒音レベルは高くないものの、工場・事業場騒音や道路交通騒音など、環境騒音の低騒音化や家屋の遮音性能向上に伴う静穏な生活環境の創出が進む中で、新たに出現した音として、苦情が寄せられている状況にあります。

それを受けて、環境省では平成29年度から令和元年度にかけて「省エネ型温水器等による騒音等問題の実態等調査に係る検討会」を設置し、省エネ型温水器等から発生する騒音等に関する実態調査等を行いました。

本ガイドブックは、検討会において得られた知見をもとに、地方公共団体の担当者等が省エネ型温水器等による騒音等の苦情対応の現場で、苦情原因が省エネ型温水器等から発生する運転音であることの見極め方や苦情の解決のための手引きとして使用できるよう作成しました。

本ガイドブックが省エネ型温水器等による騒音苦情の解決の一助となることを願っています。なお、今後、新たな知見が得られた際には、本ガイドブックを必要に応じて随時改定していきます。

目次

はじめに	p1
省エネ型温水器等の概要と運転音の発生源	p2
省エネ型温水器等の運転音についてわかったこと	p3
省エネ型温水器等に係る騒音苦情が発生した場合の対応	p6

■このガイドブックで用いる用語

運 転 音：省エネ型温水器等が運転中に発生する音。

低 周 波 音：概ね1 Hz～100 Hz程度の音。

音圧レベル：測定された音圧と基準音圧（20 マイクロパスカル）との比をとり、その常用対数に20をかけた値で、音の物理的な大きさを表す量。単位はデシベル（dB）。

騒音レベル：人の音に対する大きさの感度に合わせて周波数補正した音圧レベルで、音の感覚的な大きさを表す量。単位はデシベル（dB）。

オクターブバンド分析：周波数を対数尺度で等間隔に分割する分析（定比分析）で隣り合うバンド幅の比が1：2になるような分析をいう。

1/3オクターブバンド分析：オクターブバンドを対数軸上で3等分したバンドでの分析のこと。

卓越周波数：1/3オクターブバンド周波数分析結果で、隣り合うバンドの音圧レベルに対して特に大きい音圧レベルの周波数。

聴 覚 閾 値：人が音を聞きとることができる最小の音圧レベル。

暗 騒 音：ある特定の騒音に着目したとき、それ以外のすべての騒音。本ガイドブックでは、省エネ型温水器等から発生する運転音以外のすべての騒音。

■「省エネ型温水器等」とは

家庭用ヒートポンプ給湯機及び家庭用コージェネレーションシステムを指します。家庭用コージェネレーションシステムでは、例として普及台数の多いタイプの家庭用燃料電池コージェネレーションシステムを示しています。

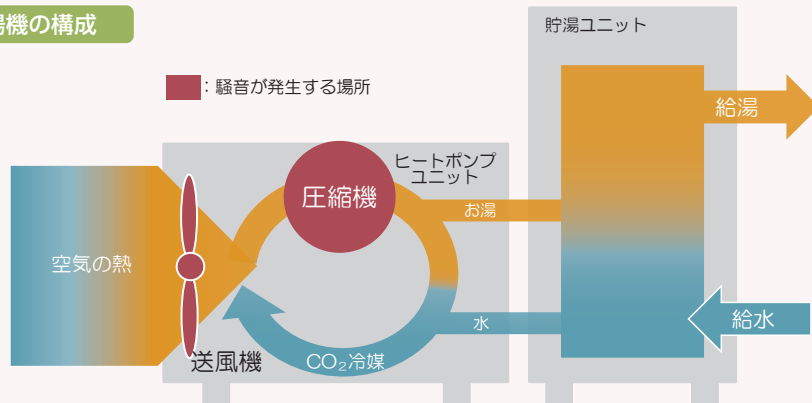


省エネ型温水器等の概要と運転音の発生源

家庭用ヒートポンプ給湯機

家庭用ヒートポンプ給湯機は、空気の熱を熱交換器でCO₂冷媒に集め、その冷媒を圧縮機でさらに高温にして、お湯をつくる機器です。

家庭用ヒートポンプ給湯機の構成



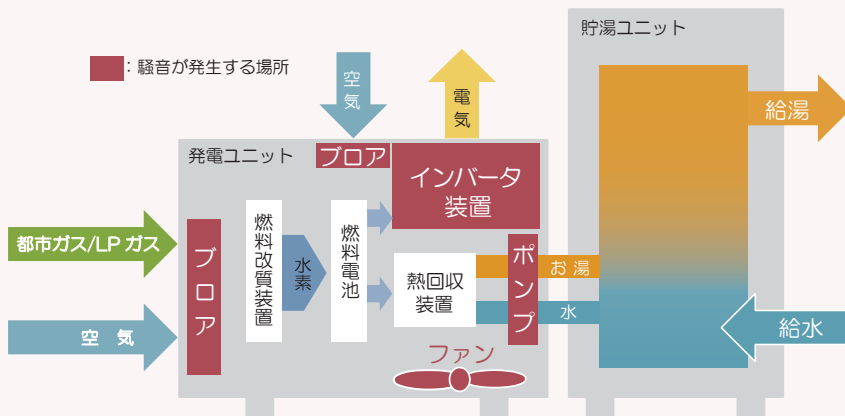
■ 運転音の特徴

- 運転音は、主にヒートポンプユニットの圧縮機及び送風機から発生します。
- 騒音レベルは、製品や運転状況により差があり、冬場は、圧縮機や送風機の回転数が上昇するため、運転音が大きくなる傾向がありますが、ヒートポンプユニット近傍で、38 dBから46 dBです。
- 深夜電力を利用してお湯をつくったり、お湯の使用量に応じて沸き上げを行うので、騒音の発生時間は一定ではありません。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステム

家庭用燃料電池コージェネレーションシステムは、都市ガスやLPガス等を燃料として自宅で発電ができる装置です。燃料を水素に変換して、空気中の酸素と反応させて発電し、その際に発生した熱でお湯をつくる機器です。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの構成



家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの構成の一例

■ 運転音の特徴

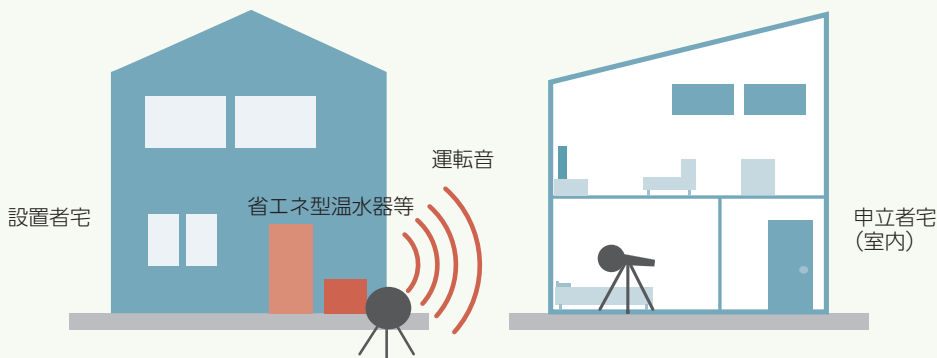
- 運転音は、主に発電ユニットのポンプ、ファン、ブロア、インバータ装置から発生します。
- 令和元年に各社から販売されている発電ユニットの発電時の騒音レベルはいずれも37dBです。
- 発電ユニットは機種や運転パターンによっては半日～1か月程度にわたって連続運転する特徴があります。
- 風呂の追い炊き時などには貯湯ユニット内の補助熱源機から音が発生します。

省エネ型温水器等の運転音についてわかったこと

環境省では、平成29年度から令和元年度にかけて、省エネ型温水器等から発生する運転音に関する知見収集、実際の苦情現場における実態調査、卓越周波数を含む音に対する聴覚調査を行い、省エネ型温水器等から発生する運転音による人への影響について検討を行ったところ、次のことが明らかになりました。

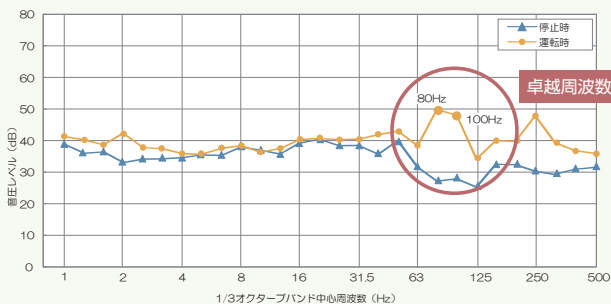
1. 省エネ型温水器等の運転音の特徴

- 省エネ型温水器等から発生する運転音の騒音レベルは小さいものの、夜間など周辺が静かな環境では、運転音が聞き取りやすくなる傾向にあります。
- 運転音には、卓越周波数が含まれており、機器近傍（屋外）での運転音の測定結果から、機種により異なりますが、1/3オクターブバンド中心周波数で家庭用ヒートポンプ給湯機では25 Hzから315 Hz、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムでは31.5 Hzから630 Hzの範囲の周波数帯で見られます。
- 下のグラフは、運転音による不眠等の症状が生じたという申し立てのあった人（以下「申立者」といいます。）の住居の室内（右側のグラフ）と、その原因とされる省エネ型温水器等の機器近傍（左側のグラフ）での運転音の測定結果です。

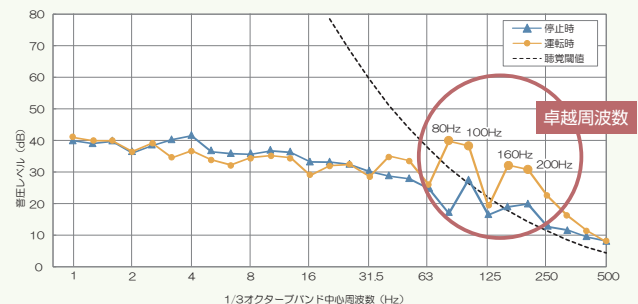


家庭用ヒートポンプ給湯機の運転音の測定例

機器近傍（屋外）での運転音の測定結果

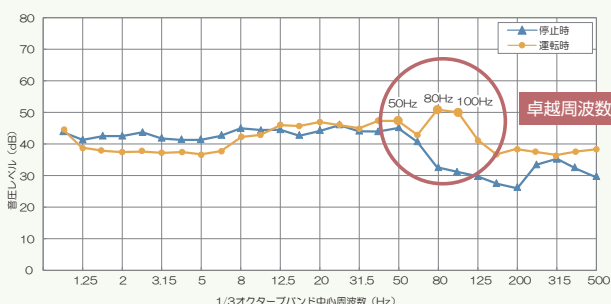


申立者宅（室内）での運転音の測定結果

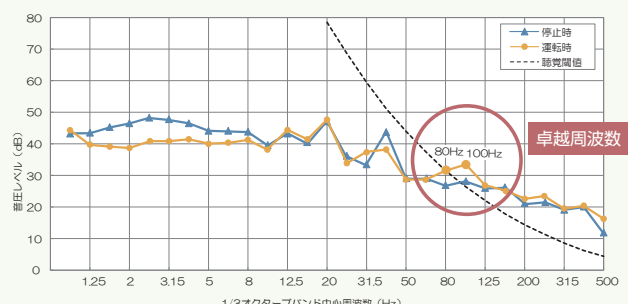


家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの運転音の測定例

機器近傍（屋外）での運転音の測定結果



申立者宅（室内）での運転音の測定結果



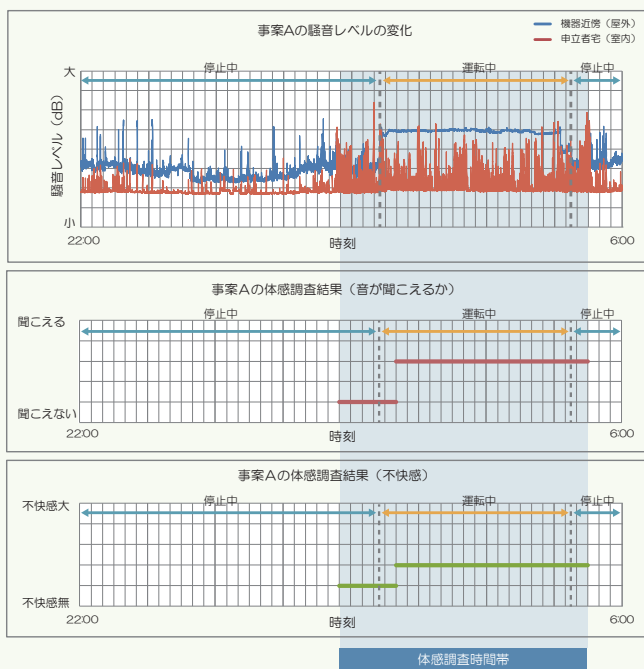
注：運転音が室内に伝わる過程で、窓等の遮音特性や室内における音の干渉による影響により、室内では、一部の卓越周波数で、機器近傍と同じ卓越成分が観測されない場合があります。

2. 実態調査からわかったこと

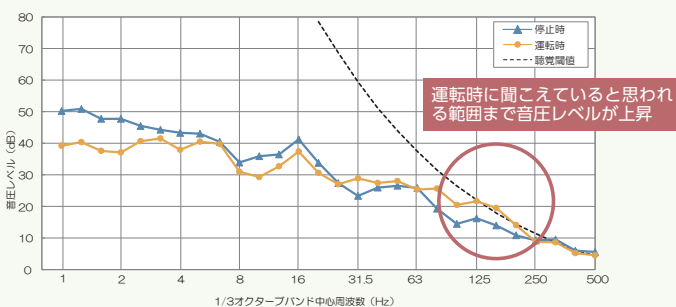
省エネ型温水器等から発生する運転音が苦情の原因と疑われる複数の現場において実態調査を行ったところ、省エネ型温水器等から発生する運転音が室内で聞こえていると思われる事案がありました。一方、省エネ型温水器等から発生する運転音が非常に小さく、室内に伝わっていない場合がありました。騒音苦情に関する原因を調査する場合、原因が何かを把握するためには、申立者の体感の強さ（音が聞こえるかや不快感等）の確認を合わせて行うことが非常に重要です。

室内の騒音レベルに変化がある事案A

- 騒音レベルの変化のグラフを見ると、運転中は屋外も室内も騒音レベルが上昇しています。
- 停止時・運転時の室内の周波数別音圧レベルのグラフをみると、運転中に80 Hzから200 Hzの周波数帯で音圧レベルが上昇しています。
- 騒音レベルの変化のグラフと体感調査結果のグラフを見ると、室内の騒音レベルの上昇後やや遅れて申立者の体感が増えています。体感調査の回答の間隔が10分毎であること、室内に伝わった運転音の大きさと暗騒音との差が小さかったことを考えると、申立者は運転音を聞き取れている可能性があると考えられます。

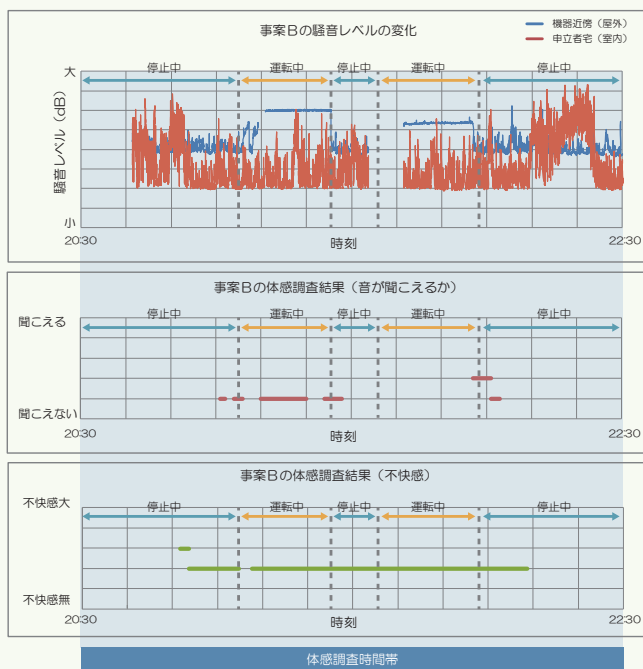


事案Aの停止時・運転時の室内の周波数別音圧レベル

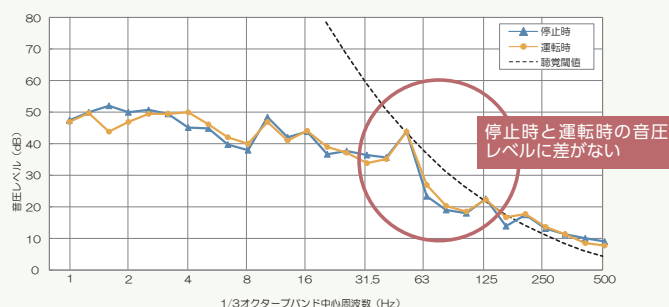


室内の騒音レベルに変化がない事案B

- 騒音レベルの変化のグラフを見ると、運転中でも室内の騒音レベルは変化していません。
- 停止時・運転時の室内の周波数別音圧レベルのグラフでも、運転中の音圧レベルは変化していません。
- 騒音レベルの変化のグラフと体感調査結果のグラフを見ると、停止・運転と関係なく申立者の体感があるので、苦情の原因が省エネ型温水器等から発生する運転音以外の可能性が考えられます。



事案Bの停止時・運転時の室内の周波数別音圧レベル



3. 聴覚調査からわかったこと

省エネ型温水器等の運転音には、低周波音領域に卓越周波数が含まれていることがわかっています。また、省エネ型温水器等に関する騒音苦情は音が不快であるという内容が多いです。そこで、卓越周波数がある場合・無い場合で聞こえ方に違いがあるか、また、卓越周波数がある場合はその大きさによって聞こえ方に違いがあるかについて聴覚調査を実施しました。

聴覚調査の方法

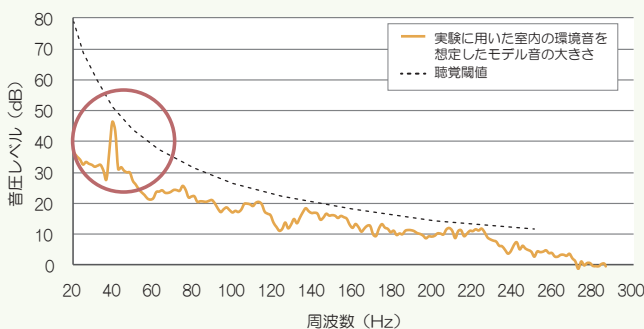
- 室内の環境音を想定したモデル音と、モデル音に特定の周波数の音を加えた音をランダムに聞いてもらう実験を、周波数及びその大きさを変えて複数のパターンで行い、聞こえ方に違いがあるかを20代から60代の年齢の男女40人に対して調べました。
- 今回の調査では、省エネ型温水器等の運転音の実測事例を参考にして40 Hz、80 Hz、160 Hzの大きさを変えて聞いてもらいました。
- 下のグラフは、実験に用いたモデル音の例です。40 Hzの音の大きさが聴覚閾値より小さい場合と聴覚閾値より大きい場合の周波数別の音の大きさを示したものです。

聴覚調査の結果

聴覚閾値と同程度や聴覚閾値より小さい音については全員が聞こえませんでした。今回調査では、室内の環境音を想定したモデル音に含まれる卓越周波数40 Hz、80 Hz、160 Hzの音の大きさは、他の周波数より卓越している場合であっても、聴覚閾値を超えなければ聞こえないということがわかりました。

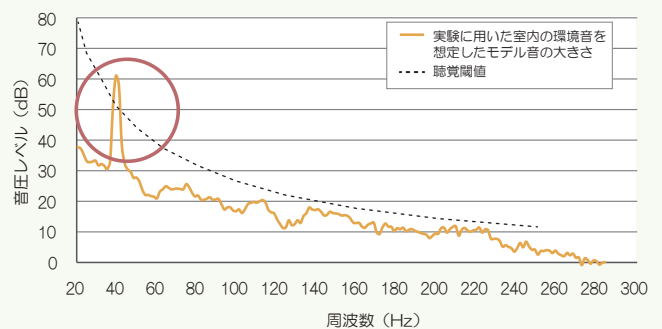
すなわち、運転音に卓越周波数が含まれていても、その音圧レベルが聴覚閾値よりも大きくなければ聞こえないという結果になりました。

全員が聞こえなかったモデル音の周波数別の音圧レベル



40 Hzの音は他の周波数よりも大きいが、聴覚閾値より小さい音のため、全員聞こえませんでした。

ほぼ全員が聞こえたモデル音の周波数別の音圧レベル



40 Hzの音は他の周波数よりも大きく、聴覚閾値より大きい音のため、ほぼ全員が聞こえていました。

省エネ型温水器等が発生する運転音による人への影響のまとめ

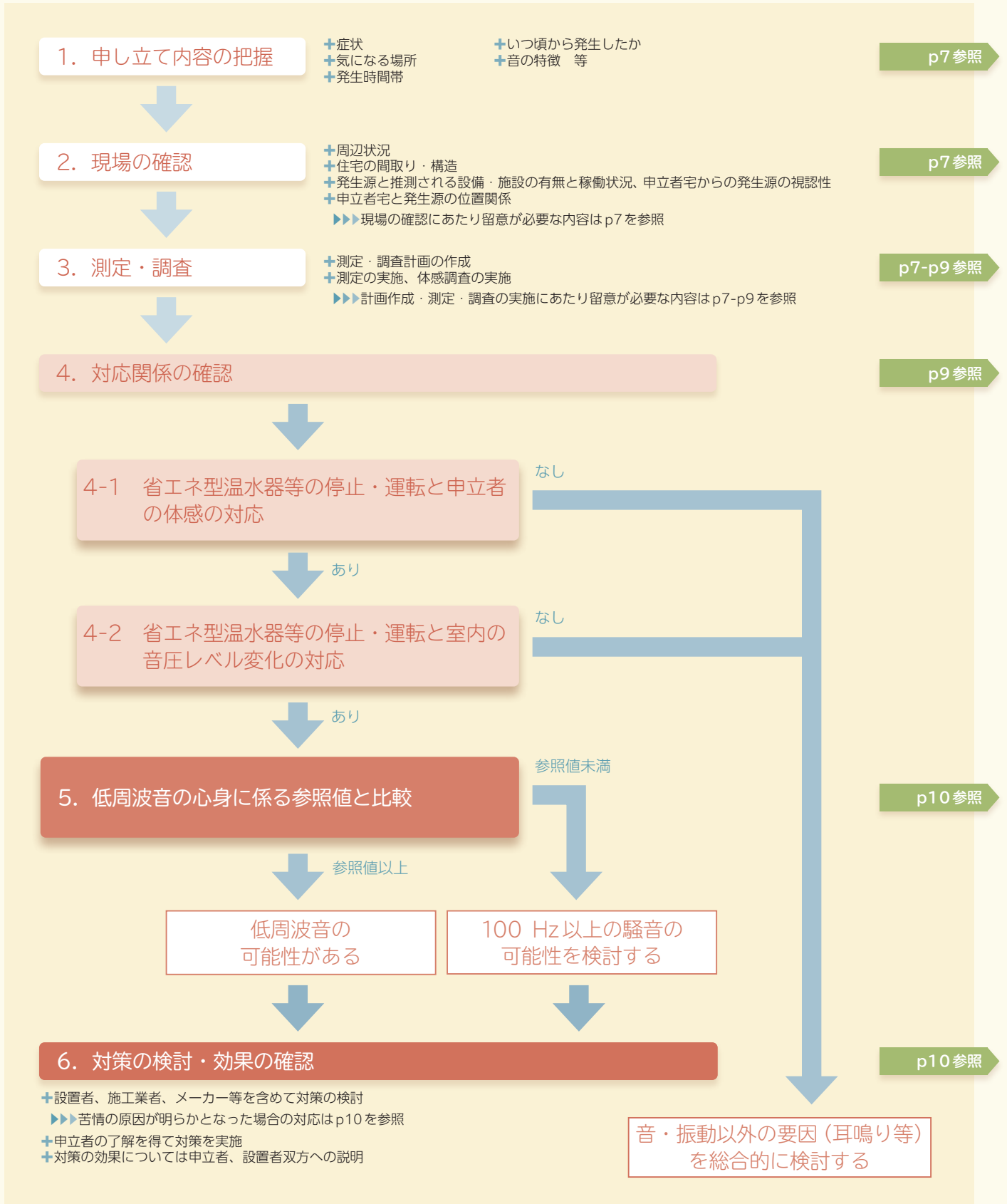
- 運転音の測定事例では、機種により異なりますが、室内に伝わった運転音は1/3オクターブバンド中心周波数で家庭用ヒートポンプ給湯機では31.5 Hzから315 Hz、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムでは50 Hzから100 Hzの範囲において卓越周波数が含まれていることを確認しました。
- 運転音の測定と申立者の体感を調査した結果から、運転・停止と申立者の体感に対応がある事例は、運転・停止で室内の音圧レベルに変化がみられました。室内に伝わった運転音は低周波音による心身に係る苦情に関する参照値を下回っていましたが、聴覚閾値と比較すると80 Hz以上の周波数で同程度または、閾値を上回りました。
一方、運転・停止と体感に対応がない事例は、運転・停止で室内の音圧レベルに変化はありませんでした。
- 聴覚調査の結果から、運転音の卓越周波数の音の大きさが聴覚閾値を上回らないと聞こえないといえます。

以上のことから、個人差はありますが、人は、聴覚閾値と同程度または、閾値を上回る音のみを認識していると考えられました。そのため、省エネ型温水器等の運転音に含まれる聴覚閾値を下回る音（低周波音を含む）が聞こえることはないと考えられます。

なお、運転音が室内に伝わり、卓越周波数がある場合は、その音が聞こえたことで不快感が生じ、これにより、運転音に対する苦情が発生している可能性が考えられます。



苦情対応の手順



1. 申し立て内容の把握

苦情が発生した場合、その後、適切に苦情対応を行うため、初期において苦情内容を的確に把握することが重要です。なお、申立者から聞き取る内容は、「低周波音問題対応の手引書」を参考にしてください。

2. 現場の確認

省エネ型温水器等の運転音に関する苦情が発生する時間帯は、周辺の環境が静かになる夜間や深夜が多いですが、地方公共団体の担当者は苦情が発生する時間帯に現場へ行くことが重要です。現場で確認が必要な内容は、「低周波音問題対応の手引書」を参考にしてください。

省エネ型温水器等の運転音は非常に小さいため、測定には、他の騒音の影響が可能な限り小さい場所・時間帯を選ぶことが重要です。周辺に、省エネ型温水器等以外の音が出る設備・施設（空調室外機、道路等）の有無を確認します。省エネ型温水器等の現場確認の際に、特に留意が必要な事項の「事前調査時確認票」の見本は環境省ウェブサイトからダウンロードできます。

▶ <http://www.env.go.jp/air/noise/syoene.html>

3. 測定・調査

運転音を測定する場合には、事前に設置者側に丁寧な説明を行い、測定の必要性を理解いただき、協力を得ることが重要です。

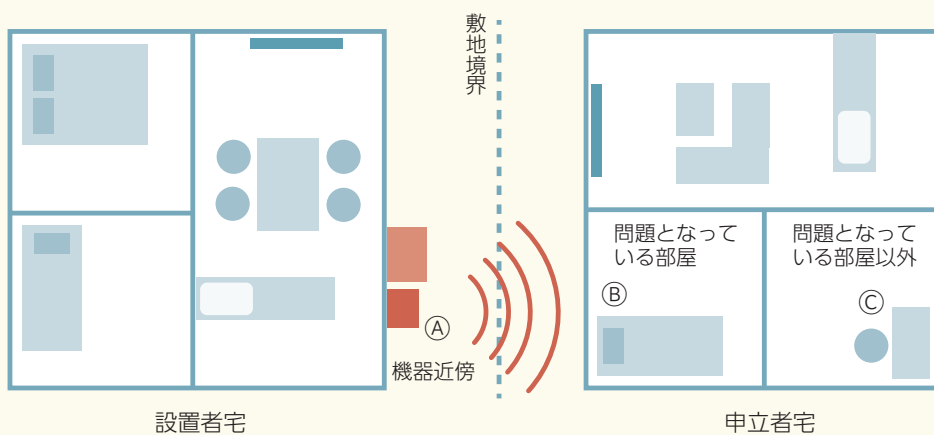
騒音測定方法①

省エネ型温水器等の運転音のように低周波音を含む騒音を測定する際の留意事項は「低周波音の測定方法に関するマニュアル」及び「低周波音問題対応の手引書」を参考にしてください。特に、省エネ型温水器等の運転音を測定する際に測定地点や測定時間帯の選定で重要な内容は以下のとおりです。

■測定地点の選定に関すること

- 少なくとも以下の①②の2地点（できれば①②③の3地点）で、騒音・低周波音を同時に測定します。可能であれば、機器の運転状況を見るために機器本体の振動を測定します。
- 設置者側の機器近傍と申立者宅内で同時に測定することで、機器近傍と申立者宅室内の音圧レベルの変動が運転状態と一致しているか、卓越周波数帯が一致しているか、運転と苦情申し立ての内容が対応しているかを確認できます。

設置者宅・申立者宅の測定地点の配置の例



- ①機器近傍（家庭用ヒートポンプ給湯機はヒートポンプユニット、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムは発電ユニット）
- ②問題となっている部屋（申立者が最も強く感じる部屋の中の最も強く感じる位置）
- ③問題となっている部屋以外（申立者が比較的楽に感じる部屋）

- 騒音・低周波音の測定時のマイクロホンの高さは、以下とします。
 - 測定地点④：運転音の最も大きい位置の高さ
 - 測定地点⑤：運転時に最も感じる高さ（寝室は枕の位置、居間は座った位置等）
 - 測定地点⑥：床面から1.2mから1.5mの高さ
- 測定地点④の機器近傍での位置は、設置者の協力が得られる場合は機器から1 m程度の位置とします。協力が得られない場合は、申立者宅と設置者の敷地境界付近で測定します。敷地境界での測定が困難な場合は、問題となっている部屋の近くの屋外とします。
- 騒音・低周波音を測定する周波数帯は、1/3 オクターブバンド中心周波数で20 Hz から1,000 Hz程度までです。
- 設置者側の協力が得られる場合は、機器本体に振動ピックアップを設置して測定すると、運転時刻を正確に把握できます。

機器近傍（測定地点④）の測定機材の設置例



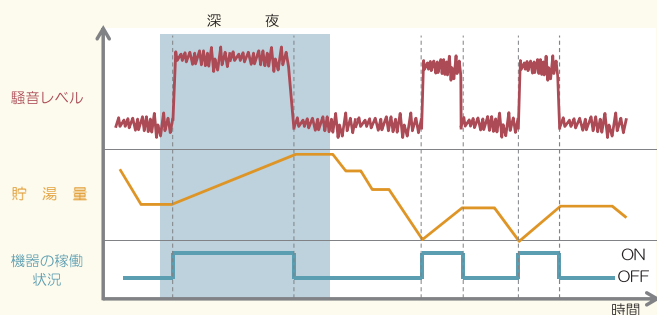
室内（測定地点⑤）の測定機材の設置例



騒音測定方法②

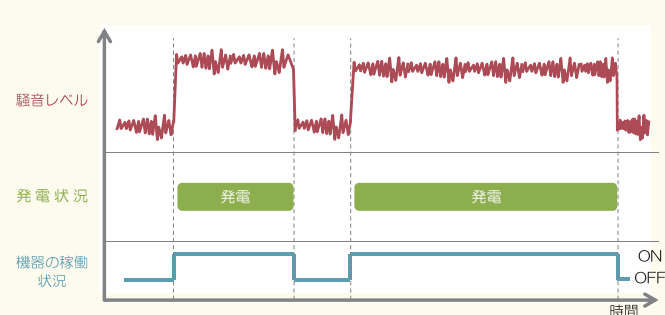
- 測定時間帯に関すること
- 運転開始前、稼働直後、定常運転中、停止後についてそれぞれ十分な時間を連続して測定することを基本とします。運転していない時の暗騒音を確認するため停止中も測定します。
- 運転の開始時刻や停止時刻は、設置者の家庭の状況により異なります。そのため、事前に協力を得て、使用状況や運転時間を聞き取り、測定開始・終了時刻を設定します。
- 省エネ型温水器等の運転音は非常に小さいため、風の弱い日に測定することが重要です。

家庭用ヒートポンプ給湯機の運転状況と騒音レベルのイメージ図



深夜電力を用いてお湯をつくるので、基本的に深夜から明け方までの深夜時間帯に運転します。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの運転状況と騒音レベルのイメージ図



機器が稼働を開始してから概ね1時間くらい後で発電を行います。

電気とお湯の使用量や使用時間帯を記憶して、運転効率を考慮して運転を制御する機能を持っています。

申立者の体感調査方法

運転音の測定の際、同時に、申立者の音の聞こえ方や感じ方等の変化に関する体感調査が必要です。体感調査の結果が運転状態と対応しているかを確認することで、苦情申し立ての原因が省エネ型温水器等の運転音によるものかどうかを調べることができます。

- 申立者の訴える症状（音の種類、不快感等）を事前にヒアリングしておき、症状に合う体感記録表を用意します。「体感記録表」の見本は環境省ウェブサイトからダウンロードできます。
▶ <http://www.env.go.jp/air/noise/syoene.html>
- 体感調査は、申立者宅内で問題となっている部屋の中の最も強く感じる位置で行います。
- マイクロホンの近くで体感調査を行う場合は、筆記具の音、衣擦れの音等で運転音が正確に測定できないことがあるので注意が必要です。
- 深夜などに体感調査を行う場合、騒音は夜間連続測定し、測定機器の時刻と申立者の時計の時刻を合わせておき、申立者が不快感等を感じた時刻・感じない時刻等を記録します。

4. 対応関係の確認

測定・調査結果を整理し、省エネ型温水器等の停止・運転と申立者の体感（音が聞こえるかや不快感等）との対応と、省エネ型温水器等の停止・運転と申立者宅室内の音圧レベル変化との対応を確認する必要があります。

4-1 省エネ型温水器等の停止・運転と申立者の体感（音が聞こえるかや不快感等）の対応

省エネ型温水器等の運転状況と申立者の体感の対応の有無の確認には、騒音レベル・周波数別音圧レベルが変化した時刻を体感記録表の記録と照らし合わせ、停止時・運転時の申立者の体感の変化を確認する必要があります。

なお、深夜の連続測定等で省エネ型温水器等の運転状況が確認できない場合には、申立者が不快感等を感じた時刻・感じない時刻の測定データを各々複数回分析し、音圧レベルや周波数特性に違いがあるかどうか、不快感等を感じた複数回の測定結果に卓越周波数等で共通した傾向がみられるかを確認します。

4-2 省エネ型温水器等の停止・運転と室内の音圧レベル変化の対応

- 機器近傍の測定結果と申立者宅の室内の測定結果で、運転時に騒音レベル・周波数別音圧レベルが上昇し、停止時に下降するかを確認します。
- 機器近傍の運転音の測定結果と申立者宅の室内の測定結果で、卓越周波数が一致しているかを確認します。

■ 省エネ型温水器等のオン・オフ調査（可能であれば実施）

省エネ型温水器等が深夜に運転する場合、申立者が体感調査を行うことが難しいことがあります。その場合には、設置者の協力を得て、省エネ型温水器等を意図的に運転・停止させて、その間の運転音を測定するオン・オフ調査を行うことも考えられます。

運転状況と申立者の音の聞こえ方や感じ方等の体感の変化との対応関係を正確に把握することができます。オン・オフ調査を行う場合は以下のことに留意して行います。

- 当該メーカーへ稼働・停止の操作方法や定常運転になるまでの時間、停止させた後で次に電源をオンするまでの間隔を事前に確認してください。
- 測定は、停止時と運転中・停止後を連続で測定します。
- 定常運転となった後、少なくとも10分間程度は測定を行います。運転時・停止時の測定を複数回、行ってください。
- 例えば2時間等時間を決めて、いつオン・オフするかは申立者に知らせずに体感を連続的に記録します。
- その間騒音も連続的に測定し、測定結果と体感調査結果と照らし合わせて対応の有無を確認します。

家庭用ヒートポンプ給湯機の場合

- 設置者には事前に湯量の調整をしてもらう必要がある場合があります。
- 稼働後から定常運転になるまでの時間は、メーカーに事前に確認する必要があります。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの場合

- 湯量に関係なく運転・停止させることは可能です。
- 稼働後から定常運転になるまでの時間は、メーカーに事前に確認する必要があります。



5. 低周波音の心身に係る参照値と比較

詳細は「低周波音問題対応の手引書」を参考にしてください。

6. 対策の検討・効果の確認

運転音の測定の結果と体感調査の結果から、運転音と申し立て内容の対応関係が確認された場合は、省エネ型温水器等に係る運転音が苦情の原因と考えられます。このような場合には、周辺環境や運転音の大きさも十分も考慮しつつ、申立者と設置者で、また必要に応じて施工業者も加わって、双方が納得できる対応策について協議し、対応策を実施していくことが重要です。

■ 設置者、施工業者、メーカー等と対策を検討し、申立者の了解を得て実施してもらいます。

対策例 ■ 夜間に稼働する場合は、運転時間を別の時間帯に調整する

■ 機器に防音カバー、防音板等を設置する

■ 機器を移設する

■ 具体的な対策が実施されるまでの間、申立者がすぐにできる処置として、比較的影響が少ないと感じる部屋で過ごしてもらうことで緩和されます。

■ 対策後に再度運転音を測定し、対策効果を申立者・設置者双方が確認できることが望ましいです。

測定、体感調査の結果、申し立て内容と運転状況の対応関係がなかった場合は、運転音以外の要因が考えられます。この場合も、申立者・設置者双方が、測定・調査結果について十分理解することが重要です。



参考文献

- 生活騒音に関するパンフレット「生活騒音 互いの思いやりで騒音のない社会を」
▶▶▶ <https://www.env.go.jp/air/seikatsu.pdf>
- 騒音に関するパンフレット「騒音規制法 住みよい音環境を目指して」
▶▶▶ <https://www.env.go.jp/air/noise/souonkiseih-pamphlet.pdf>
- 近隣騒音に関するパンフレット「その音だいじょうぶ？」
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/ippan/kinrin/attach/sonooto.pdf>
- 低周波音に関するパンフレット「よくわかる低周波音」
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuuhaon1zenntai.pdf>
- 低周波音問題に関するQ&A
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/qa/index.html>
- 低周波音問題対応の手引書
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/tebiki/index.html>
- 低周波音の測定方法に関するマニュアル
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/manual/index.html>
- 低周波音防止対策事例集
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/jirei/index.html>
- 低周波音問題対応事例集
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/jirei/h20/index.html>
- 低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱いについて
(都道府県等宛通知 平成29年12月27日)
▶▶▶ <http://www.env.go.jp/air/teishuha/tebiki/attach/H291227jimurenraku.pdf>

問い合わせ先

- 本書について
環境省水・大気環境局大気生活環境室
▶ TEL: 03-3581-3351
▶ <http://www.env.go.jp/air/noise/syoene.html>