

消費者安全法第23条第1項に基づく 事故等原因調査報告書【概要】

一 家庭用ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動により 不眠等の健康症状が発生したとの申出事案 一 (消費者安全調査委員会)

事案の概要

群馬県に在住するA氏（50歳代男性）は、平成21年2月頃、不眠、頭痛、めまい、吐き気等を発症した。その後、同年5月頃、A氏の配偶者B氏（50歳代女性）も同じような症状を訴えた。

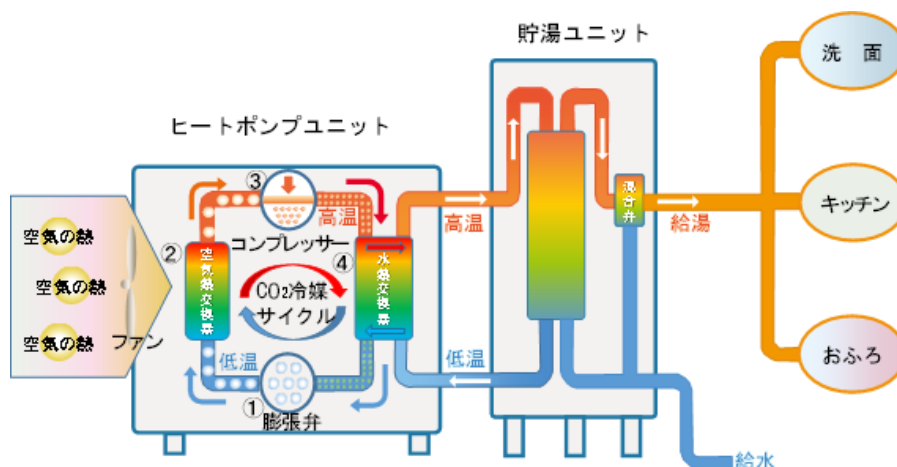
「これらの症状は、隣家の敷地内（自宅から約2m離れた場所）に設置されている家庭用ヒートポンプ給湯機（以下「ヒートポンプ給湯機」という。）から生じる低周波音と思われる運転音・振動によるものである。」として、平成24年10月、A氏及びB氏は消費者安全調査委員会に事故等原因調査等の申出を行った。この申出事案を以下「本件事案」という。

ヒートポンプ給湯機と運転音

ヒートポンプ給湯機は屋外に設置され、給水した水を温めて湯を作るヒートポンプユニットと、この湯を蓄える貯湯ユニットで構成されている。深夜電力を利用するため、一般的には午後11時から午前7時までの時間帯に稼動する。

ヒートポンプ給湯機の運転音は、主にヒートポンプユニットから生じる。ヒートポンプユニットには、コンプレッサーとファンの2つの回転する部品が搭載されており、それぞれが運転音を発生させる。

図1 ヒートポンプ給湯機の概略図



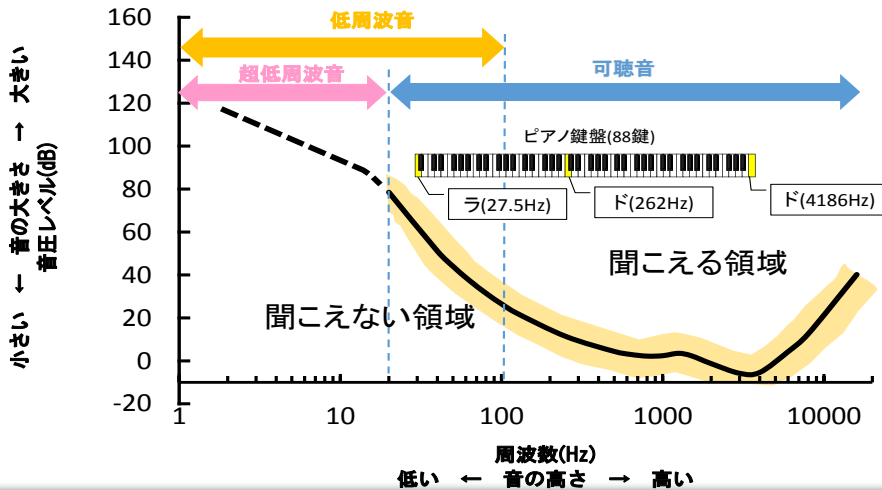
出所：日本冷凍空調工業会のウェブサイト掲載の図を一部修正

●音に対する人の感度

音に対する人の感度は、音の周波数によって異なる。一般に、2,500Hz～4,000Hz付近が最もよく、それ以下ではおおむね周波数が低くなるほど感度が鈍くなるため、低周波音は大きな音でないと聞こえにくくなる。

なお、音の聞こえ方には個人差があり、聞こえる領域と聞こえない領域の境界線は、幅を持っていると考えられている。この境界線のことを聴覚閾（いき）値と呼ぶ。

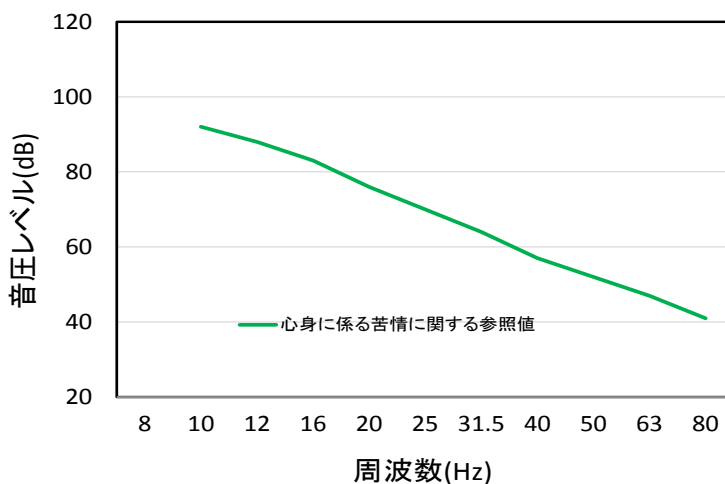
図2 人が音を知覚する周波数と音圧レベルの領域



●低周波音問題への対応指針

平成12年10月、環境庁（当時）は、地方公共団体の環境担当部局の担当者が、低周波音の苦情に対して適切に対応できるよう、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を作成した。その後、環境省は、平成16年6月に、「低周波音問題対応の手引書」を作成、公表した。この中で、苦情の申立が低周波音によるものかどうかを判断するための材料の1つとして「心身に係る苦情に関する参照値」（以下「参照値」という。）が示された。

図3 参照値の周波数と音圧レベルの関係



この参照値について、環境省は、以下のように説明をしている。

「測定値がどの周波数でも『参照値』以下であれば、多くの場合、低周波音は原因ではないと考えられるので、100Hz以上の（低周波音ではない）騒音や、地盤の振動など他の原因について慎重に検討するよう手引書で示しています。問題となる周波数や原因が違っていれば、十分な対策の効果が得られないからです。ただし、感受性等に個人差があることもあり、『参照値』以下であっても低周波音が原因である場合も否定できません。この場合は、詳しく調査をするよう、『手引書』では勧めています。」

発症者への聞き取り等調査

本件事案のほか、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動により健康症状が発生したとされる他の申出事案及び消費者庁の事故情報データバンクに登録されている相談事案の中から18の事案（以下「類似事案」という。）について、健康症状を訴えている者の症状、ヒートポンプ給湯機の設置状況等を、自宅に赴いて聞き取り及び現地調査を実施した。

ここでは、本件事案と合わせた19の事案について、その傾向等を整理する。

（1）本件事案について

ヒートポンプ給湯機設置当初から健康症状が現れ、また、ヒートポンプ給湯機が電気温水器に交換されてからは健康症状が治まったことから、設置と健康症状の発生との間に時間的な関連が認められた。

（2）類似事案も含めた事例分析

①健康症状について

発症者が訴える症状は、不眠、頭痛、めまい、吐き気、耳鳴り等（報告書においては「健康症状」と総称する。）であり、不眠が最も多い症状である。不快感の程度は、引越をしたり、一時的にアパートやホテルに避難したりするなどの事案もあるなど、日常生活に支障を来すものが多い。

②時間的な関連性について

時間的な関連性をみると、発症時期は、ヒートポンプ給湯機の設置の時期又は発症者が発症した住宅に引っ越してきた時期と同時期であるとした者が多かった。また、ヒートポンプ給湯機の移設又は撤去により、健康症状が改善又は治まった事案があった。

③場所による違いについて

発症した場所は主に寝室として使用している部屋であった。また、不快を感じる場所については、住宅内でどの場所（部屋）に居ても同じ不快感を訴える事案が多かったが、同一住宅内で場所によって不快を感じる程度が異なるとする事案もあった。

④設置場所について

ヒートポンプ給湯機の設置場所は、発症者の寝室から5m以下が19事案中13事案であった。寝室までの距離が短い、窓等の開口部に近い等、「騒音等防止を考えた家庭用ヒートポンプ給湯機の据付けガイドブック」【注】に沿って設置されているとは言い難いものが多くみられた。

⑤個人差について

同じ住宅に居住していても、健康症状を訴える者と訴えない者がいた。

【注】 一般社団法人日本冷凍空調工業会（以下「日本冷凍空調工業会」という。）発行の据付けガイドブックでは、据付け場所の選定ポイントとして、以下の3点を示している。

(1) お客様および隣接するご近所様の寝室の傍は避ける。

(2) ヒートポンプユニットの近辺(上方向含む)に窓や床下通風口等の音の侵入口があれば極力距離をとる。

(3) ヒートポンプユニットの周囲に極カスペースを設け、壁や塀で音が反射しないように工夫する。

本件事案の申出者宅において、ヒートポンプ給湯機の運転音及び住宅内外での音実測及び住宅内の定在波を調査した。また、運転条件の変化に伴うヒートポンプ給湯機運転音の変化についても調査した。

(1) 音実測調査

本件事案の申出者宅における音実測調査では、申出者が症状が重いと感じる部屋（1階和室）において、40Hz中心周波数（以下「中心周波数」は省略する。）の卓越周波数が確認された。その音圧レベルは聴覚閾（いき）値とほぼ同じ値であった。また、症状が比較的軽く感じる2階洋室では、40Hzの音圧レベルが上昇したが、その上昇の程度は小さく、症状が楽になる場所であるとする住宅前道路では、40Hzの音圧レベルの変化はみられなかった。

このように、申出者が訴える、場所（部屋）による症状の程度の違いと、低周波音領域における卓越周波数での変化した音圧レベルに、対応関係が認められた。なお、低周波音領域以外の音圧レベルには症状の程度の違いと整合する変化はみられなかった。

図4 ヒートポンプ給湯機近傍での測定結果

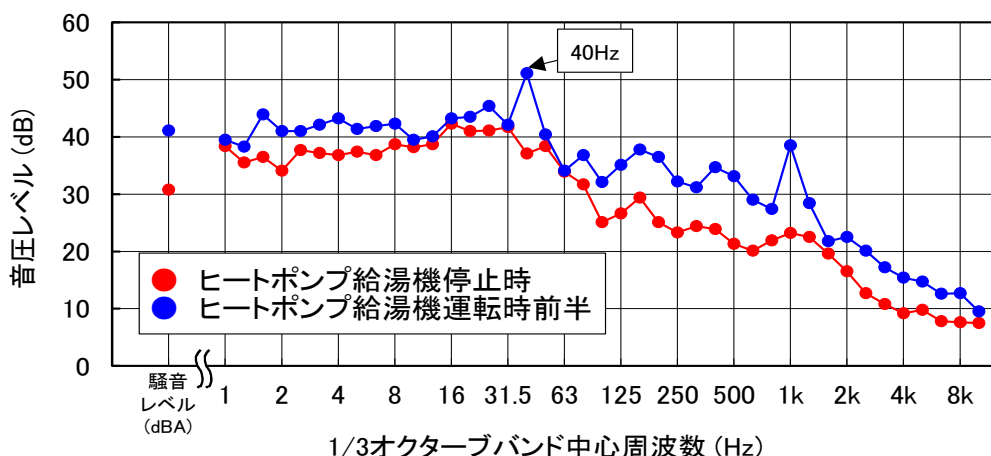


図5 申出者が症状が重いと感じる1階和室での測定結果

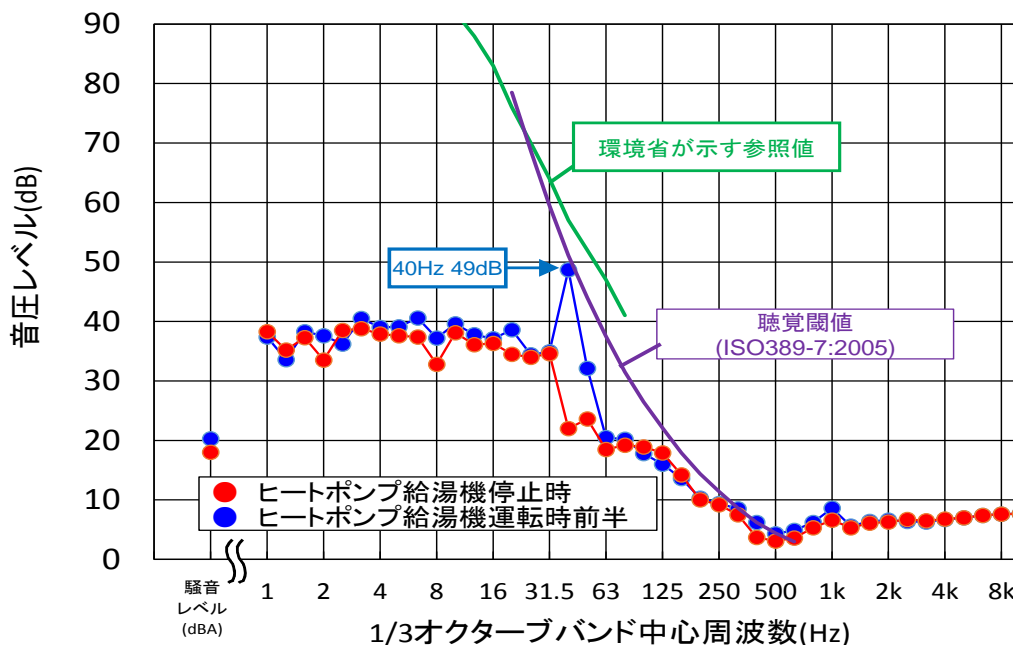


図6 申出者が症状が比較的軽く感じる2階洋室での測定結果

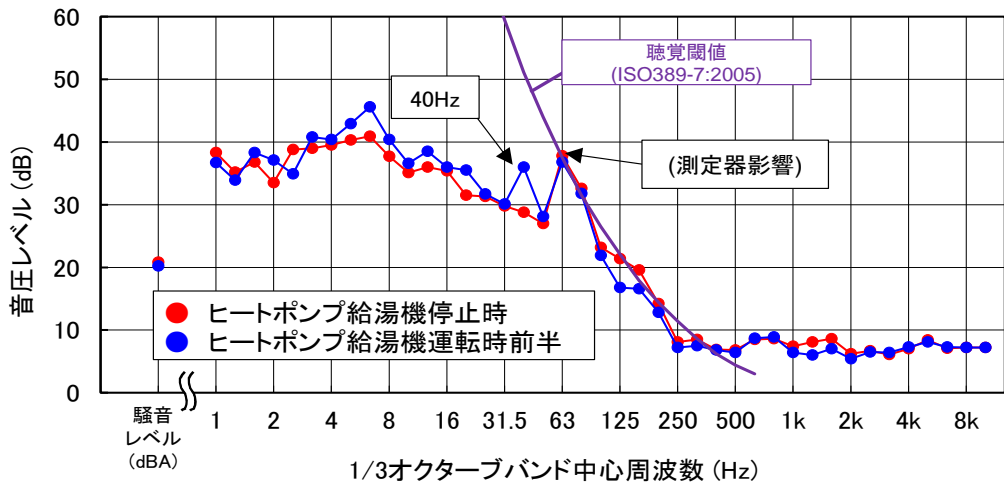
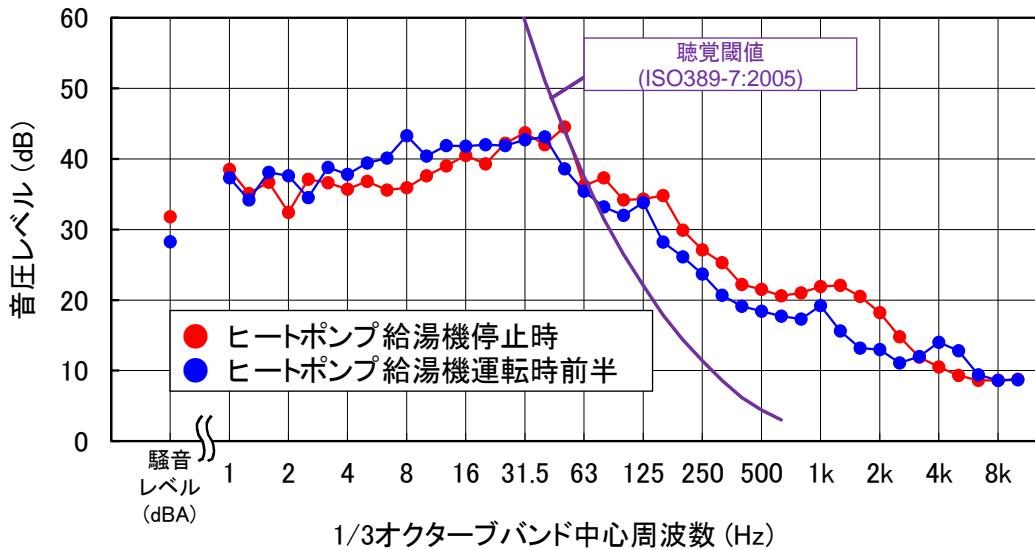


図7 申出者が症状が楽になると感じる住宅前道路での測定結果



また、類似事案のうち5つの事案についても音実測調査を実施したところ、そのうち3事案において、本件事案と同様にヒートポンプ給湯機の運転音が室内に伝搬し、低周波音領域で卓越周波数を生じていることが確認された。

なお、確認された卓越周波数はいずれも20Hz以上の可聴域の低周波音であり、超低周波音領域での卓越周波数は確認されなかった。

これらのことから、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音は、健康症状の発生に關与している可能性があると考えられる。

(2) 定在波調査

本件事案の申出者宅での調査により、室内で、100Hz以下の複数の定在波【注】が発生することが確認され、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数とほぼ一致する複数の定在波周波数があった。定在波が発生している場合には、部屋の中心部よりも外縁部で音圧レベルが高くなるため、部屋の壁際や床に近いところで症状の程度が重いという類似事案の発症者の発言とも整合する。

住宅固有の定在波周波数とヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数がほぼ一致した場合には、住宅内でも場所によって顕著に卓越周波数が発生する可能性が考えられる。

表 定在波周波数一覧（左）とヒートポンプ給湯機運転音の卓越周波数（右）

番号	定在波周波数 (Hz)
1	30.75
2	35.00
3	42.50
4	44.50
5	49.00
6	55.50
7	63.00
8	68.00
9	73.25
10	78.50
11	84.75
12	89.75
13	96.00
14	99.00

番号	卓越周波数(Hz) ヒートポンプ給湯機 運転時前半(1日目)
1	25
2	40
3	50
4	75
5	80.5
6	100

また、「窓を開けると楽になる。」という発症者の発言もあったことから、窓の開閉による効果を調査したところ、広帯域の音圧レベル上昇や、定在波周波数の伝達特性レベル差が小さくなることが認められた。このことは、窓等を開放することで相対的に卓越周波数の音圧レベルの低減やいわゆるマスキングにより症状が緩和されたものと考えられる。

【注】 ガラスのビンに唇を当てて息を吹いたとき、そのビンの形状により特有の周波数の音が出ることが知られている。このような現象は、共鳴現象と呼ばれている。一般住宅の部屋でも同様に、部屋の寸法による固有の共鳴周波数（固有周波数）を持っている。外部から部屋に進入した音はその部屋の固有周波数と一致していると、その進入した音は、天井や床によって反射された音と干渉（強め合ったり弱めあったりする）して、部屋の中で響くことになる。あたかも部屋の中に音が居続けているように観測されるので、この固有周波数の音を定在波という。

聴感調査

健康症状の発生に、音の聞こえ方、不快の感じ方という個人差がどのように影響しているかを調べるため、類似事案の調査を実施した世帯から、隣家のヒートポンプ給湯機運転による健康症状を訴えている者（以下「発症者群」という。）5名及び健康症状を訴えていない者（以下「対照者群」という。）5名の協力を得て、低周波音領域の聴覚閾（いき）値及び寝室許容値に関する調査（以下「聴感調査」という。）を実施した。

（1）血圧の変化について

- ・聴感調査において、発症者群は対象者群に比べて、調査実施後の血圧の上昇が顕著である者が多かった。

（2）聴覚閾（いき）値について

- ・低周波音領域において、発症者群が対照者群と異なる聴覚閾（いき）値を有することを示唆するような結果は認められなかった。
- ・発症者群と対照者群の双方において聴覚閾（いき）値の個人間のばらつきが大きかった。

（3）寝室許容値について

- ・発症者群においては、対象者群と比較して、寝室許容値と聴覚閾（いき）値との差が小さい傾向がうかがわれた。すなわち、発症者群は、知覚すると直ちに不快を感じることを示唆された。

アンケート調査

発症者への聞き取り等調査では、同じ住宅に居住していても健康症状を訴える者と訴えない者がいた。ヒートポンプ給湯機の運転音による健康症状を訴える者と訴えない者との間の環境要因及び個人要因における相違点を調査するため、インターネットを利用してアンケート調査を実施した。

「健康影響あり群」と「健康影響なし群」との回答分布を比較すると、

- ① 居住地域（「健康影響あり群」では、「住宅地域」に住んでいる者の割合が高い。）
- ② 設置場所（「健康影響あり群」では、「自宅に近い」者の割合が高い。）
- ③ 音漏れに対する反応（「健康影響あり群」では、「とても気になる」者の割合が高い。）等の項目で有意な差がみられた。

他方、住居の構造（木造、鉄筋コンクリート造等）や周辺の静寂度といった項目では有意な差は認められなかった。なお、低周波音の健康症状への影響については個人の様々な気質が関係しているとの議論があるが、今回実施した調査・分析からは、個人の気質と健康症状の発生との間に関係は認められなかった。

据付けガイドブックの認知率調査

日本冷凍空調工業会が発行した据付けガイドブックには、騒音等の問題を避けるための据付け場所の選定ポイントが記載されている。

据付けガイドブックの認知率について、ヒートポンプ給湯機の据付けを行ったことがある電器店及び電気工事業者と工務店及びハウスメーカーに対しアンケート調査を実施した。その結果、据付けガイドブックの認知率は、電器店及び電気工事業者では約2割、工務店及びハウスメーカーでは約3割であり、普及が不十分である状況が判明した。

1 ヒートポンプ給湯機と健康症状の関連について

(1) 本件事案について

本件事案については、以下の点から、ヒートポンプ給湯機の運転音が申出者の健康症状の発生に關与していると考えられる。なお、運転音に含まれる低周波音については、申出者の健康症状の発生に關与している可能性があると考えられる。

- ① ヒートポンプ給湯機設置当初から健康症状が現れ、また、ヒートポンプ給湯機が電氣温水器に交換されてからは健康症状が治まったことから、設置と健康症状の発生との間に時間的な關連が認められたこと。
- ② 申出者が訴える、場所（部屋）による症状の程度の違いと、現地での音測定で得られた各場所でのヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の違いに対応關係が認められたこと。また、低周波音領域以外の音では、場所による症状の程度の違いと整合する特徴は、みられなかったこと。

(2) 類似事案等も含めた事例分析

類似事案等も含めた聞取り等調査、音実測調査、アンケート調査、聴感調査による事例分析から、以下の点が明らかになった。これらのことから、健康症状の発生にヒートポンプ給湯機の設置が關与していることや、さらに③～⑤から、運転音に含まれる低周波音が健康症状の発生に關与していることを否定できないと考えられる。

- ① 聞取り調査において、発症時期の多くはヒートポンプ給湯機が設置された時期と同時期であること、また、ヒートポンプ給湯機を移設又は撤去したことで健康症状が改善した事案がみられるなど、時間的な關連が認められた。
- ② アンケート調査において、自宅から隣家のヒートポンプ給湯機の設置場所までの距離が、健康症状の有無に対し有意であった。
- ③ 類似事案のうち5事案について、現地での音実測調査を実施したところ、そのうち3事案において、本件事案と同様にヒートポンプ給湯機の運転音が室内に伝搬し、低周波音領域で卓越周波数を生じていることが確認された。
- ④ 聞取り調査において、発症者が訴える健康症状が不眠、頭痛、めまい、吐き気等であること、窓を閉めた方が症状が重くなる可能性があること、同じ部屋内で不快に感じる場所（部屋）と比較的楽な場所（部屋）が存在する場合があることなど、他の低周波音に係る問題でみられる状況と共通する点がみられた。
- ⑤ 聴感調査において、発症者群は対象者群に比べて、調査実施後の血圧の上昇が顕著である者が多かった。

2 健康症状の発生に影響する可能性がある因子について

健康症状の発生に影響する可能性がある因子としては、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音のほか、設置状況、住宅固有の音の伝搬特性、個人因子があり、これらが健康症状の発生に複合的に関与している可能性が考えられた。

(1) 設置状況について

一般的に音（音圧レベル）は音源からの距離が離れば減衰するものであり、また、アンケート調査では、隣家のヒートポンプ給湯機の設置場所と住宅との距離が、健康症状の発生の有無に対し有意であった。さらに、類似事案も含めた現地調査によれば、過半数の事案で、ヒートポンプ給湯機の設置場所から発症者の寝室までの距離が5m以下であったり、発症者宅の窓や換気扇などの開口部の近くにヒートポンプ給湯機が設置されていることが確認された。

(2) 住宅固有の音の伝搬特性について

住宅はそれぞれ、音に係る伝搬や定在波の発生について固有の特性を有している。申出者宅内の音特性等実測調査の結果から、住宅固有の定在波周波数とヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる卓越周波数がほぼ一致した場合には、住宅内でも場所によって顕著に卓越周波数が発生する可能性があると考えられる。

(3) 個人因子について

同一住宅内でも発症した者と発症していない者が存在することから、個人因子が何らかの影響を与えている可能性が考えられた。

聴感調査において、先行研究と同様、症状を訴えている者は、症状を訴えていない者と比較して、低周波音の寝室許容値と聴覚閾（いき）値との音圧レベル差が小さく、知覚すると直ちに不快に感じる傾向が示唆された。

一方、症状を訴えている者が、症状を訴えていない者と比較して、低周波音領域を含め聴覚閾（いき）値が低い（耳の感度が高い。）ことはなく、両者の聴覚閾（いき）値には大きな違いはなかった。また、両者ともに個人間での聴覚閾（いき）値にばらつきがみられた。

なお、低周波音の健康症状への影響については、個人の気質が関係しているとの議論があり、聞き取り調査においても「神経質である。」と非難されたとの主張もあったが、今回実施した調査・分析からは、個人の気質と健康症状の発生との間に関連は認められなかった。

3 健康症状が発生した場合の問題の解決について

ヒートポンプ給湯機の運転音の問題は、隣家が所有するものが多く、解決が難しいものとなっている。低周波音は、人に聞こえにくい領域の音であること、音の聞こえ方に個人差があることなどから音源の特定が難しいこと、また、設置者の理解を得ることが難しいことも、解決を難しくしていると考えられる。

また、環境省の示す参照値は、寄せられた相談が低周波音によるものかどうかを判断するための材料の1つではあるが、感受性等に個人差があることもあり、参照値以下であっても低周波音が原因である場合も否定できないとされている。他方、発症者への聞き取り調査においては、製造事業者等によって、測定値が参照値以下であることから、対応がなされない事例がみられた。健康症状の発生には個人因子も影響する可能性を考慮すると、一定の音圧レベルによっては一律に対応できない場合があると考えられる。

発症者の健康症状の発生にヒートポンプ給湯機の設置が関連していることは否定できないと考えられる。また、発症者が訴える症状の程度は、日常の生活に支障を来すほどのものであり、関係する行政機関、事業者等において、健康症状の発生リスクの低減や症状の軽減に向けた取組が必要と考えられる。

他方、同一の住宅に居住していても、健康症状を発生した者と発生していない者がいるが、低周波音が健康に与える影響の有無及びそのメカニズム（発症の条件、生理的な発症メカニズム等）には不明な点もある。そのメカニズムを更に解明することで、将来的な、製品改良等を通じた未然防止や、健康症状発生時の対応等の検討に寄与すると考えられる。

現時点において、万能な対策を示すことは困難であるが、こうした取組によりできるだけ発症のリスクを低減するとともに、なお残るリスクに備えて、健康症状が発生した場合の対応の改善についても併せて検討されるべきと考えられる。

（１）設置上の対策

ヒートポンプ給湯機の設置に際し、隣家の寝室の傍を避け、かつ開口部から極力距離を取ることを推進するために、据付けガイドブックの活用を促すことで、全ての事案を防げるとは限らないものの、発症リスクの低減や症状の軽減に一定の効果があると考えられる。

（２）消費者への周知

上述の据付けガイドブックに沿った設置を円滑に行うには、ヒートポンプ給湯機の所有者の理解が重要である。そのため、ヒートポンプ給湯機の購入前に、設置状況によってはヒートポンプ給湯機の運転音に起因した健康症状を訴える者が生じる可能性があることを、製品カタログに記載する等により、消費者に伝えることも有効と考えられる。

（３）低周波音の音圧レベルの表示

ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の音圧レベルの表示の在り方について検討し、消費者の選択に資することが考えられる。また、こうした表示制度の普及が製造事業者による低周波音低減のための製品開発を促すことにもつながると考えられる。

（４）運転音の改善

根本的なリスク低減策としては、ヒートポンプ給湯機から生じる卓越した低周波音領域の音圧レベルの低減等に向け、製品開発を行っていくことが有効と考えられる。

(5) 低周波音による人体への影響についての研究

同一の住宅に居住していても、健康症状を発生した者と発生していない者がいるなど、低周波音による人体への影響の有無及びそのメカニズム（発症の条件、生理的な発症メカニズム等）には不明な点もある。

こうしたメカニズムの解明は、製品改良等を通じた未然防止や、健康症状発生時の対応等の検討に寄与すると考えられる。

(6) 健康症状が発生した場合の対応

ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとの訴えがあった事案について、既設のヒートポンプ給湯機も含めて、製造事業者は、個々の事案に応じて、健康症状の軽減に向けたヒートポンプ給湯機に関する具体的な対策を検討し提案するとともに、その履行がなされるように取り計らうなど丁寧に対応すべきである。

また、環境省が定めた参照値があたかも基準値であるかのように扱われている事例がみられた。健康症状の発生には個人の特性等も影響すると考えられ、一定の音圧レベルによって一律に対応すべきものではなく、参照値以下であっても慎重な判断が必要な場合があることについて、一層明確に周知すべきである。

さらに、紛争となった場合の地方公共団体における適切な公害苦情対応についても検討すべきである。

低周波音固有の人体への影響の有無及びそのメカニズムには不明な点もあるため、現時点においては、ヒートポンプ給湯機の運転音による不眠等の健康症状の発生を根本的に防ぐ対策を示すことは困難であるが、健康症状発生のリスクをできるだけ低減するとともに、より根本的な再発防止策の検討と発症時の対応の改善を進めるため、経済産業省、環境省、消費者庁及び公害等調整委員会は以下の取組を行うべきである。

(1) リスク低減のための対策

- ① 経済産業省は、住宅の設計・施工時における据付けガイドブックの活用を促すため、住宅事業者や設置事業者へ据付けガイドブックの説明及び普及を促進し、適切な時期にその効果の確認を行うよう、日本冷凍空調工業会を指導すること。
- ② 経済産業省は、設置状況によってはヒートポンプ給湯機の運転音に起因した健康症状を訴える者が生じる可能性があることを、製品カタログに記載する等により、消費者に伝わるよう、製造事業者を指導すること。
- ③ 経済産業省は、低周波音が健康症状を発生させる可能性があることに鑑み、ヒートポンプ給湯機の運転音に含まれる低周波音の更なる低減等に向けて、製品開発を行う際に配慮するとともに、低周波音の表示の在り方について検討を行うよう、製造事業者を促すこと。
- ④ 環境省は、低周波音の人体への影響について、一層の解明に向けた研究を促進すること。

(2) 健康症状の発生時の対応

- ⑤ 経済産業省は製造事業者に対して、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとする個々の事案に対応して、製造事業者が健康症状の軽減に向けたヒートポンプ給湯機に関する具体的な対策を検討し提案するとともに、その履行がなされるように取り計らうなど丁寧な対応に努めるよう、指導すること。
- ⑥ 消費者庁は、ヒートポンプ給湯機から生じる運転音・振動によって健康症状が生じたとの苦情相談への対応方法を地方公共団体に周知すること。
- ⑦ 環境省は、現場での音の測定値が参照値以下であっても慎重な判断を要する場合があることを、一層明確に周知すること。
- ⑧ 公害等調整委員会は、紛争となった場合の地方公共団体における適切な公害苦情対応について検討を行い、地方公共団体に対して指導、助言を行うこと。