

消費者安全法第23条第1項の規定に基づく
事故等原因調査報告書

家庭用コージェネレーションシステムから生じる
運転音により
不眠等の症状が発生したとされる事案

平成29年12月21日

消費者安全調査委員会

本報告書の調査は、消費者安全調査委員会が消費者安全法第23条第1項の規定に基づき、消費者安全の確保の見地にたつて、事故の発生原因や被害の原因を究明するものである。消費者安全調査委員会による調査又は評価は、生命身体に係る消費者被害の発生又は拡大の防止を図るためのものであつて、事故の責任を問うために行うものではない。

本報告書は、担当専門委員による調査、工学等事故調査部会及び製品等事故調査部会における調査・審議を経て、平成29年12月21日に消費者安全調査委員会で決定された。

消費者安全調査委員会

委員長	宇賀克也
委員長代理	持丸正明
委員	朝見行弘
委員	河村真紀子
委員	澁谷いづみ
委員	水流聡子
委員	淵上正朗

(平成28年9月30日まで)

委員長	畑村洋太郎
委員長代理	持丸正明
委員	朝見行弘
委員	岡本満喜子
委員	河村真紀子
委員	中川丈久
委員	松永佳世子

製品等事故調査部会

部会長	淵上正朗
部会長代理	河村真紀子
臨時委員	小坂潤子
臨時委員	越山健彦
臨時委員	齋藤憲道
臨時委員	手島玲子
臨時委員	東畠弘子
臨時委員	松尾亜紀子
臨時委員	宮崎祐介

担当専門委員 高橋幸雄

(平成29年8月1日まで)

担当専門委員 井上保雄

(平成28年9月30日まで)

工学等事故調査部会

部会長	持丸正明
部会長代理	岡本満喜子
臨時委員	鎌田環
臨時委員	小林美智子
臨時委員	長田三紀
臨時委員	東畠弘子
臨時委員	淵上正朗
臨時委員	松尾亜紀子
臨時委員	松岡猛

目次

報告書の要旨

報告書

はじめに	4
1 事案の概要	7
1. 1 家庭用コジェネに関する申出及び相談件数	7
1. 2 燃料電池コジェネに関する事例	7
1. 3 ガスエンジンコジェネに関する事例	8
2 事故等原因調査の経過	9
2. 1 選定理由	9
2. 2 調査体制	9
2. 3 調査の実施経過	10
2. 4 原因関係者からの意見聴取	11
3 基礎情報	12
3. 1 家庭用コジェネの概要	12
3. 1. 1 コージェネレーションシステムとは	12
3. 1. 2 家庭用コジェネの構造及び運転音	12
3. 2 製造事業者等による取組	17
4 分析結果の概要	19
5 分析	25
5. 1 調査対象者への聴取り調査	25
5. 2 音測定及び体感調査	27
5. 2. 1 燃料電池コジェネに関する現地実態調査	29
5. 2. 2 燃料電池コジェネに関する無響室における音測定及び 体感調査	48
5. 2. 3 ガスエンジンコジェネに関する現地実態調査	55
5. 3 不眠等の症状の軽減策の調査	68
5. 3. 1 無響室における症状軽減策の効果調査	68
5. 3. 2 症状の軽減策としての防音エンクロージャ	69
5. 3. 3 症状の軽減策としての ANC 装置	75
5. 3. 4 症状の軽減策としてのマスキング音	78
6 結論	84
6. 1 家庭用コジェネの運転音と症状との関連について	84

6. 2	その他症状の発生に影響する可能性がある因子について	87
7	症状の軽減策	88
7. 1	症状発生の可能性を低減させる対応	88
7. 1. 1	家庭用コジェネにおける運転音の改善	88
7. 1. 2	消費者への周知	88
7. 2	問題発生時の対応（付加装置の設置による症状の軽減策）	89
7. 3	その他必要な対応	90
8	意見	91
8. 1	経済産業大臣への意見	91
8. 2	環境大臣への意見	91
8. 3	公害等調整委員会委員長への意見	92
8. 4	消費者庁長官への意見	92

参考資料

報告書の要旨

消費者安全調査委員会（以下「調査委員会」という。）では、家庭用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及び家庭用ガスエンジンコージェネレーションシステム。以下総称して「家庭用コージェネ」という。）から生じる運転音により不眠等の症状が生じたという申出を複数受けた。

これをきっかけとして、調査委員会は、「事故等原因調査等の対象の選定指針」（平成24年10月3日消費者安全調査委員会決定）に基づき、次の要素を総合的に勘案し、「家庭用コージェネレーションシステムから生じる運転音により不眠等の症状が発生したとされる事案」について、事故等原因調査を行うこととした。

- ・家庭用コージェネは、戸建ての住宅を中心に販売され、累積販売台数が約26万台（平成27年3月）であり、エネルギー効率の高いシステムとして今後も普及することが見込まれることから「公共性」が高いこと。
- ・治療に要する期間が30日以上であり、症状の程度は、自宅で夜眠れないことがあるほどで「被害の程度」が重大な事例があること。
- ・家庭用コージェネから生じる運転音に関して、事故等原因調査の申出や消費生活センターへの相談が複数寄せられており、「多発性」があること。
- ・家庭用コージェネが隣家に設置されている状況において、隣家の協力が得られない場合、「消費者による回避可能性」が低いこと。

<結論>

調査委員会に寄せられた申出及び消費者庁の事故情報データベースに登録された相談合わせて73件（平成21年9月から平成29年9月まで）ある中で、調査の協力が得られた8件について現地実態調査を行った結果、燃料電池コージェネで2件、ガスエンジンコージェネで3件の対応関係がみられた。家庭用コージェネの運転音の人体への影響及びそのメカニズムには不明な点もあることから、現時点で家庭用コージェネの運転音と不眠等の症状の関連を断定することはできないものの、今回の調査で個別の事案において対応関係がみられたことから、その関連性は否定できない。

家庭用コージェネは、駆動部をもつ機械製品であるため運転音を無くすことは不可能であることから、現時点においては、運転音による不眠等の症状の発生を根本的に防ぐことは困難である。しかしながら、今後の普及が見込まれるシステムであることを考慮し、症状発生の可能性をできるだけ低減させ

るという観点から、製造事業者において、製品における運転音低減の従来行っている取組に加え、運転音に含まれるピーク周波数の改善の検討が求められる。製造事業者及び販売事業者は、自宅のみならず隣家への影響があることから、消費者が設置場所、運転時間に関する配慮について理解して購入できるように、必要な情報提供を行うことが重要である。また、運転音に関する問題が発生した場合には、正確な原因把握を行い、具体的な対応を提案するなどの従来の対応を継続すべきである。その際、問題が継続する可能性を想定し、製品の設計段階において対策を検討し、個々の事案に応じて、症状の軽減策を迅速に提案できるようにすべきである。これらの対策と並行して、関係行政機関による適切な対応及び研究の推進が求められる。

<意見>

1. 経済産業大臣への意見

経済産業省は、次の（１）から（３）までの取組を行うべきである。また、消費者庁に対して、それらの取組について情報提供すべきである。

- （１）家庭用コジェネの運転音に含まれるピーク周波数の音圧レベルの低減に一定の効果がみられたことを示した本報告書も参考にしながら、家庭用コジェネの運転音の改善の検討を続けるよう、製造事業者を促すこと。
- （２）家庭用コジェネが運転音を発する機器であること及び自宅又は隣家等の家庭用コジェネの運転音による不眠等が一部報告されていることについては、消費者が製品の購入を検討する際に必要な情報であり、消費者へ確実に伝達するための方策の検討を行うよう、製造事業者及び販売事業者を促すこと。
- （３）家庭用コジェネの運転音による症状の訴えがあった場合には、個々の事案について積極的に情報収集し、正確な原因把握や夜間運転停止プログラムの活用等の対処を行うなど、症状の軽減に向けた具体的な方策を検討し、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の対応を行うよう、製造事業者及び販売事業者を促すこと。具体的な方策の検討に当たっては、上記の従来の取組に加え、本報告書で有効性が示された ANC 装置、防音エンクロージャ及びマスキング音なども選択肢の一つとすること。

2. 環境大臣への意見

環境省は、次の（１）及び（２）の取組を行うべきである。また、消費者庁に対して、それらの取組について情報提供すべきである。

（１）家庭用コジェネの運転音の人体への影響について、医学的知見を得ながら、総合的な研究を推進すること。

（２）現場での音の測定値が「低周波音による心身に係る苦情に関する参照値」以下であっても低周波音の影響の可能性について慎重な判断を要する場合があることを、引き続き周知徹底すること。

3. 公害等調整委員会委員長への意見

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、引き続き地方公共団体に対して指導、助言を行うべきである。また、消費者庁に対して、その取組について情報提供すべきである。

4. 消費者庁長官への意見

消費者庁は、家庭用コジェネから生じる運転音によって不眠等の症状が生じたとの相談への対応方法並びに経済産業省、環境省及び公害等調整委員会の協力を得て、入手した症状の軽減や苦情の相談先に関する有用な情報を地方公共団体に周知すべきである。

報告書

はじめに

消費者安全調査委員会¹（以下「調査委員会」という。）は、消費者安全法に基づき、生命又は身体の被害に係る消費者事故等の原因及びその事故による被害発生の原因を究明し、同種又は類似の事故等の再発・拡大防止や被害の軽減のために講ずべき施策又は措置について、内閣総理大臣に対して勧告し、又は内閣総理大臣若しくは関係行政機関の長に対して意見具申することを任務としている。

調査委員会の調査対象とし得る事故等は、運輸安全委員会が調査対象とする事故等を除く生命又は身体の被害に係る消費者事故等である。ここには、食品、製品、施設、役務といった広い範囲の消費者に身近な消費生活上の事故等が含まれるが、調査委員会はこれらの中から生命身体被害の発生又は拡大の防止を図るために当該事故等の原因を究明することが必要であると認めるものを選定して、原因究明を行う。

調査委員会は選定した事故等について、事故等原因調査（以下「自ら調査」という。）を行う。ただし、既に他の行政機関等が調査等を行っており、これらの調査等で必要な原因究明ができると考えられる場合には、調査委員会はその調査結果を活用することにより当該事故等の原因を究明する。これを、「他の行政機関等による調査等の結果の評価（以下「評価」という。）」という。

この評価は、調査委員会が消費者の安全を確保するという見地から行うものであり、他の行政機関等が行う調査等とは、目的や視点が異なる場合がある。このため、評価の結果、調査委員会が、消費者安全の確保の見地から当該事故等の原因を究明するために必要な事項について、更なる解明が必要であると判断する場合には、調査等に関する事務を担当する行政機関等に対し、原因の究明に関する意見を述べ、又は、調査委員会が、これら必要な事項を解明するため自ら調査を行う。

上述の自ら調査と評価を合わせて事故等原因調査等というが、その流れの概略は次のページの図のとおりである。

¹ 消費者安全法（平成 21 年法律第 50 号）の改正により、平成 24 年 10 月 1 日に消費者庁に設置された。

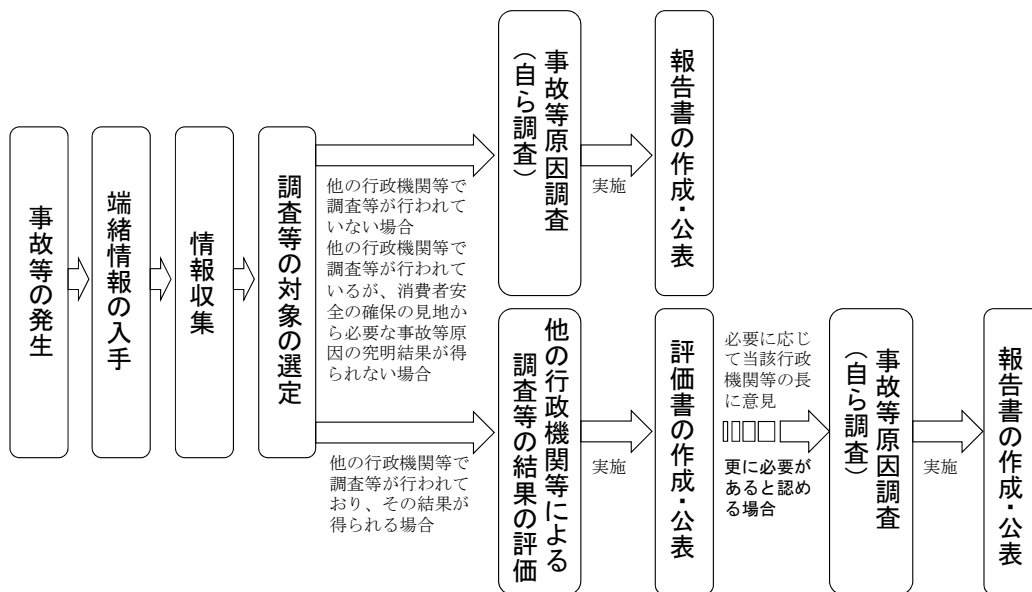


図 消費者安全調査委員会における事故等原因調査等の流れ

< 参照条文 >

○消費者安全法（平成 21 年法律第 50 号）〔抄〕

（事故等原因調査）

第 23 条 調査委員会は、生命身体事故等が発生した場合において、生命身体被害の発生又は拡大の防止（生命身体事故等による被害の拡大又は当該生命身体事故等と同種若しくは類似の生命身体事故等の発生の防止をいう。以下同じ。）を図るため当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明することが必要であると認めるときは、事故等原因調査を行うものとする。ただし、当該生命身体事故等について、消費者安全の確保の見地から必要な事故等原因を究明することができると思料する他の行政機関等による調査等の結果を得た場合又は得ることが見込まれる場合においては、この限りでない。

2～5 （略）

（他の行政機関等による調査等の結果の評価等）

第 24 条 調査委員会は、生命身体事故等が発生した場合において、生命身体被害の発生又は拡大の防止を図るため当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明することが必要であると認める場合において、前条第一項ただし書に規定する他の行政機関等による調査等の結果を得たときは、その評価を行うものとする。

- 2 調査委員会は、前項の評価の結果、消費者安全の確保の見地から必要があると認めるときは、当該他の行政機関等による調査等に関する事務を所掌する行政機関の長に対し、当該生命身体事故等に係る事故等原因の究明に関し意見を述べることができる。
- 3 調査委員会は、第一項の評価の結果、更に調査委員会が消費者安全の確保の見地から当該生命身体事故等に係る事故等原因を究明するために調査を行う必要があると認めるときは、事故等原因調査を行うものとする。
- 4 第一項の他の行政機関等による調査等に関する事務を所掌する行政機関の長は、当該他の行政機関等による調査等に関して調査委員会の意見を聴くことができる

本報告書の本文中における記述に用いる用語の使い方は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
 - ・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
 - ・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
 - ・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
 - ・・・「可能性が考えられる」
 - ・・・「可能性があると考えられる」

1 事案の概要

調査の対象は、家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（以下「燃料電池コジェネ」という。）及び家庭用ガスエンジンコージェネレーションシステム（以下「ガスエンジンコジェネ」という。）（これらを総称して「家庭用コジェネ」という。）から生じる運転音によって、不眠等の症状が発生したとされる事案²である。

1. 1 家庭用コジェネに関する申出及び相談件数

調査委員会に対して事故等原因調査の申出がなされた件数に加えて、消費者庁の事故情報データベース³に登録された相談件数を事案数⁴として集計した。

事案数は、燃料電池コジェネ58件、ガスエンジンコジェネ15件である（表1）。

表1 家庭用コジェネに係る事案数

項目	燃料電池 コジェネ	ガスエンジン コジェネ
申出件数 (平成24年10月～平成29年9月)	18	9
事案数 申出件数＋相談件数 (平成21年9月～平成29年9月)	58	15

1. 2 燃料電池コジェネに関する事例

申出者宅の南東側に位置する隣家に燃料電池コジェネが設置され、稼動してすぐに運転音が響くようになり、住宅内ではどこにいても昼夜問わず一日中音を感じ、不眠、頭痛、胸の圧迫感を感じると訴えるようになったものである。本調査時点では、申出者は借家に引っ越したことで、症状が改善されている。

² 本件事案は、消費者安全法上の「生命身体事故等」に該当するが、本報告書では「事案」と表記する。

³ 「事故情報データベース」は、消費者庁が独立行政法人国民生活センターと連携し、関係機関から「事故情報」、「危険情報」を広く収集し、事故防止に役立てるためのデータ収集・提供システム（平成22年4月から正式運用開始）。

⁴ 事案数は、調査委員会において本件事案のために事例を精査したものである。なお、事実関係及び因果関係を確認したものではない。

1. 3 ガスエンジンコジェネに関する事例

申出者が購入した自宅にガスエンジンコジェネが設置されており、東側の隣家にもガスエンジンコジェネが設置されている状況において、申出者が自宅を購入してから約7年後に、夜中に何度も揺れている感じがして目が覚め、不眠や胸の圧迫感などを訴えるようになったものである。本調査時点では、隣家との協議により自宅及び隣家のガスエンジンコジェネを停止させたことで、申出者は症状が改善されている。

2 事故等原因調査の経過

2. 1 選定理由

調査委員会は、「事故等原因調査等の対象の選定指針」（平成24年10月3日消費者安全調査委員会決定）に基づき、次の要素を総合的に勘案し、「家庭用コージェネレーションシステムから生じる運転音により不眠等の症状が発生したとされる事案」（以下「本件事案」という。）について、事故等原因調査を行うこととした。

- ・家庭用コージェネは、戸建ての住宅を中心に販売され、累積販売台数が約26万台（平成27年3月）であり、エネルギー効率の高いシステムとして今後も普及することが見込まれることから⁵「公共性」が高いこと。
- ・治療に要する期間が30日以上であり、症状の程度は、自宅で夜眠れないことがあるほどで「被害の程度」が重大な事例があること。
- ・家庭用コージェネから生じる運転音に関して、事故等原因調査の申出や消費生活センターへの相談が複数寄せられており、「多発性」があること。
- ・家庭用コージェネが隣家に設置されている状況において、隣家の協力が得られない場合、「消費者による回避可能性」が低いこと。

2. 2 調査体制

調査委員会では、本件事案について、家庭用コージェネから生じる運転音と不眠等の症状との関連性を中心に調査を行うこととし、騒音、低周波音の調査、計測、対策全般を専門とする井上保雄専門委員（株式会社アイ・エヌ・シー・エンジニアリング技監）⁶、労働衛生工学（特に騒音・低周波音）、低周波音と健康との関係を専門とする高橋幸雄専門委員（独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所上席研究員）の計2名を担当専門委員として指名し、工学等事故調査部会⁷、製品等事故調査部会及び調査委員会で審議を行った。

⁵ 資源エネルギー庁がまとめる「水素・燃料電池戦略ロードマップ（平成26年6月23日策定）」では、燃料電池コージェネについて、「早期に市場を自立化し、2020年に140万台、2030年に530万台を普及させる。」とされている。なお、本ロードマップは平成28年3月22日に改訂されているが、燃料電池コージェネに関する記載は同内容となっている。

⁶ 「消費者安全調査委員会の委員等の職務従事の制限について」（平成25年4月26日消費者安全調査委員会決定）により、担当任期は平成29年8月1日までである。

⁷ 工学等事故調査部会は、第49回調査委員会において、製品等事故調査部会に改組。

2. 3 調査の実施経過

平成27年

- 11月27日 第38回調査委員会において事故等原因調査等を行う事案として選定
- 12月4日 調査委員会第36回工学等事故調査部会において調査計画を審議

平成28年

- 3月7日 調査委員会第38回工学等事故調査部会において調査経過を報告
- 3月18日 第42回調査委員会において調査経過を報告
- 4月8日 調査委員会第39回工学等事故調査部会において追加の調査計画を審議
- 5月20日 第44回調査委員会において追加の調査計画を審議
- 6月10日 調査委員会第41回工学等事故調査部会において調査経過を報告
- 9月2日 調査委員会第44回工学等事故調査部会において調査経過を報告
- 10月11日 調査委員会第1回製品等事故調査部会において経過報告（案）及び今後の調査方針を審議
- 10月31日 第50回調査委員会において経過報告（案）及び今後の調査方針を審議
- 11月15日 調査委員会第2回製品等事故調査部会において経過報告（案）を審議
- 11月18日 第51回調査委員会において経過報告を審議・決定
- 12月8日 調査委員会第3回製品等事故調査部会において調査経過を報告

平成29年

- 1月19日 調査委員会第4回製品等事故調査部会において調査報告書骨子を審議
- 2月9日 調査委員会第5回製品等事故調査部会において調査報告書骨子を審議
- 4月14日 調査委員会第7回製品等事故調査部会において調査経過を報告
- 4月24日 第56回調査委員会において調査経過を報告
- 5月18日 調査委員会第8回製品等事故調査部会において調査報告書（素案）を審議
- 6月20日 調査委員会第9回製品等事故調査部会において調査報告書（素案）を審議
- 7月11日 調査委員会第10回製品等事故調査部会において調査報告書

	(素案)を審議
7月24日	第59回調査委員会において調査報告書(素案)を審議
8月18日	調査委員会第11回製品等事故調査部会において調査報告書 (素案)を審議
8月25日	第60回調査委員会において調査報告書(素案)を審議
9月19日	調査委員会第12回製品等事故調査部会において調査報告書 (素案)を審議
9月22日	第61回調査委員会において調査報告書(素案)を審議
10月24日	第62回調査委員会において調査報告書(素案)を審議
11月16日	調査委員会第13回製品等事故調査部会において調査報告書 (案)を審議、決定
11月20日	第63回調査委員会において調査報告書(案)を審議
12月21日	第64回調査委員会において報告書を審議、決定

2. 4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者⁸から意見聴取を行った。

⁸ 原因関係者（消費者安全法第23条第2項第1号）とは、帰責性の有無にかかわらず、事故等原因に係があると認められる者をいう。

3 基礎情報

本件事案では、家庭用コージェネから生じる運転音と不眠等の症状との関連性を中心に調査を行うこととしたことから、ここでは、家庭用コージェネの概要及び製造事業者⁹等による運転音低減の取組を基礎情報として示す。

なお、音の基本情報、音に対する知覚と不快感については、参考資料として示した¹⁰。

3. 1 家庭用コージェネの概要

3. 1. 1 コージェネレーションシステムとは

コージェネレーションシステムとは、天然ガス、石油、LP ガス等を燃料として、燃料電池、エンジン、タービン等の方式により発電し、発電時に生じる排熱を同時に回収するシステムの総称であり「熱電併給」とも呼ばれる。回収した排熱は、蒸気や温水として熱源、冷暖房、給湯などに利用することで、燃料が本来持っているエネルギーを高い効率で利用できる。また、コージェネレーションシステムは、電力や熱の需要に近い地点にシステムを設置することで、発電した電力や熱を運ぶ際の無駄を省くことができる。そのため、化学、機械、食品・飲料といった産業用や、ホテル、病院、商業施設などの業務用で導入が進められてきた。

3. 1. 2 家庭用コージェネの構造及び運転音

家庭用コージェネは、コージェネレーションシステムを一般家庭の設置環境に合わせて小型化し、燃料も都市ガス及びLP ガスに対応することで主に戸建ての住宅に設置して、家庭の電力や温水需要に合わせた運転を可能としたものである。近年は、集合住宅用の製品も販売されている。

各製品の累積販売台数の状況¹¹は、平成 29 年 3 月末時点で、燃料電池コージェ

⁹ 本報告書では、「製造事業者」は、発電ユニット又は家庭用コージェネをシステムとして開発、製造する事業者をいい、貯湯ユニットの製造事業者及び発電ユニットに用いられる部品の製造事業者を含まないものとする。

¹⁰ 調査委員会は、平成 26 年 12 月に「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」について、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を公表している。参考資料には、同報告書と同内容を記載した。

¹¹ 算出した累積販売台数は、平成 29 年 3 月末の累積販売台数の公表値（燃料電池コージェネは、一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター（以下「コージェネ財団」という。）ウェブ

ネは約 20.8 万台、ガスエンジンコジェネは約 14.2 万台である。燃料電池コジェネは近年特に販売台数が増加している（図 1）。

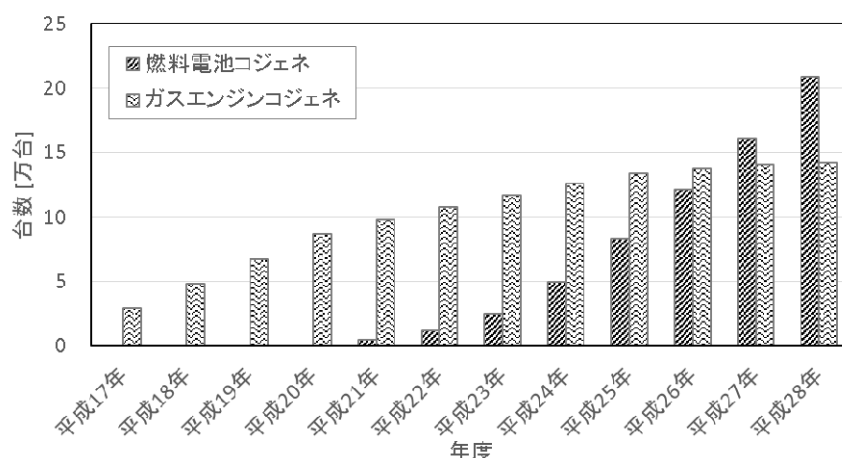


図 1 家庭用コジェネの累積販売台数推移

（１） 燃料電池コジェネ

燃料電池コジェネは、都市ガスやLPガスから水素を取り出し¹²、燃料電池により、水素と空気中の酸素を反応させて発電すると同時に、発電時の排熱を給湯や暖房に利用する家庭用コージェネレーションシステムである。平成21年に世界に先駆けて日本で家庭用として製品化され、販売が開始された。

① 燃料電池コジェネの構成

燃料電池コジェネは、基本的に発電ユニットと貯湯ユニットの 2 つのユニットから構成されている。

発電ユニットは、燃料改質装置、水素を燃料として発電する燃料電池、発電した電力を家庭で利用できる交流に変換するインバータ装置、発電の際に発生する熱を回収して湯を作る熱交換器、燃料となるガス、空気、水を送るポンプ等から構成されている。

貯湯ユニットは、作られた湯を貯める貯湯タンク、貯湯タンク内の湯の温度が低いときや、風呂の追い炊き用に湯を作る補助熱源機等から構成されている。これらのユニットは独立して設置できるものが多いが、貯湯タンクを発電ユニットと一体化し、これに補助熱源機を別に組み合わせるものもある。

サイト、ガスエンジンコジェネは、一般社団法人日本ガス協会ウェブサイトによる。)に基づく。

¹² これを「燃料の改質」といい、燃料の改質を行う装置を「燃料改質装置」という。

② 燃料電池コジェネの種類

燃料電池は化学反応に用いられる材質や水素と酸素の反応方法の違いにより、固体高分子形（PEFC）と固体酸化物形（SOFC）があり（表2）、現在、家庭用の燃料電池コジェネとして主に普及しているのは固体高分子形（PEFC）である。

表2 燃料電池の発電方法

燃料電池	固体高分子形（PEFC）	固体酸化物形（SOFC）
発電容量	1kW級	1kW級～1MW
発電効率	30%～37%	40%～50%
作動温度	常温～90℃	700℃～1,000℃
主用途	家庭用・自動車・携帯用	工場・業務用・家庭用

コージェネ財団ウェブサイトの「燃料電池を活用したコージェネレーション」を参考にして作成

固体高分子形（PEFC）燃料電池コジェネ（以下「PEFC 型」という。）は、電気と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る。このため、常に発電しているわけではない。また、湯が貯湯ユニットのタンクに一杯であった場合には、発電が行われない。このように発電が行われないときや、発電中であっても消費電力量が発電量を上回る場合は、電力会社から電力を購入することになる。

固体酸化物形（SOFC）燃料電池コジェネ（以下「SOFC型」という。）は、PEFC型と比べて発電効率が高いという特長がある。また、運転可能な最小の発電出力が、一般家庭における待機電力程度であり、発電した分を家庭内で消費できることから、発電を主として運転するため基本的に24時間発電している。

③ 燃料電池コジェネの音源

PEFC 型における主な音源は、図2中の赤点線で示された部分であり、燃料となるガス、水、空気を送るための駆動部を有するポンプ、ファン、ブロア及び駆動部を有さないインバータ装置、補助熱源機がある。

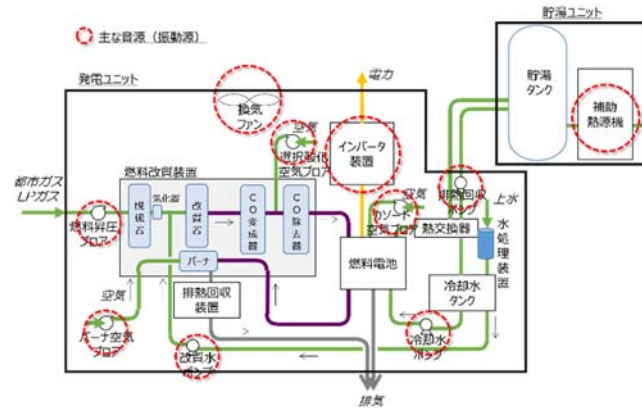


図2 PEFC型の構成例

SOFC 型における主な音源は、図3中の赤点線で示された部分であり、燃料となるガス、水、空気を送るための駆動部を有するポンプ、ファン、ブロア及び駆動部を有さないインバータ装置、補助熱源機がある。

PEFC 型では燃料の改質時に発生する一酸化炭素を除去する必要があるが、SOFC 型では作動温度が PEFC 型に比べて高いことを利用し、一酸化炭素も燃料の一部として使用することができ、発電ユニットにおける燃料の改質に関わる部品点数を少なくすることができる。このため、主な音源は PEFC 型に比べて少ない。

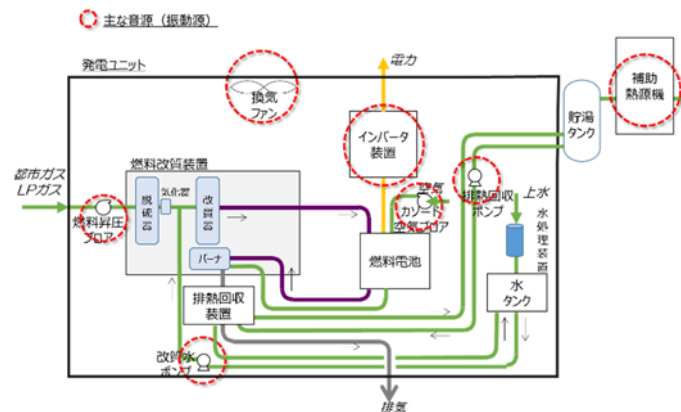


図3 SOFC型の構成例

(2) ガスエンジンコージェネ

ガスエンジンコージェネは、都市ガスやLPガスを燃料とするガスエンジンによって発電機を回転させて発電を行い、その際にガスエンジンから発生する排熱を給湯や暖房に利用する家庭用コージェネレーションシステムで

ある。平成 15 年に製品化され、販売が開始された。

① ガスエンジンコージェネの構成

ガスエンジンコージェネは発電ユニット及び貯湯ユニットの 2 つのユニットから構成されている（図 4）。

発電ユニットは、ガスエンジン、発電機、発電した電力を家庭で利用できる交流に変換するインバータ装置等から構成されている。

貯湯ユニットは、発電の際に発生する熱を回収して湯を作る熱交換器、作られた湯を貯める貯湯タンク、貯湯タンク内の湯の温度が低い時や、風呂の追い炊き用に湯を作る補助熱源機等から構成されている。

ガスエンジンコージェネは電気と湯の使用量や使用時間帯を記憶して運転を制御する機能を持っている。このため、常に発電しているわけではない。また、湯が貯湯ユニットのタンクに一杯であった場合には、発電が行われない。このように発電が行われないときや、発電中であっても消費電力量が発電量を上回る場合は、電力会社から電力を購入することになる。

② ガスエンジンコージェネの音源

ガスエンジンコージェネにおける主な音源は、図 4 中の赤点線で示された部分であり、ガスエンジンでは回転音に加えて、燃烧に必要な空気を取り入れる際に吸気音、ガスエンジンから燃烧ガスを排気する際に排気音が発生する。このほかに、冷却水等を送るためのポンプ及び駆動部を有さないインバータ装置、補助熱源機がある。

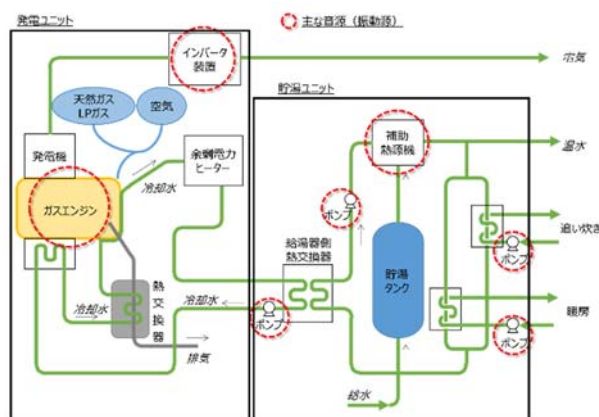


図 4 ガスエンジンコージェネの構成例

3. 2 製造事業者等による取組

(1) 燃料電池コジェネの運転音低減の取組

燃料電池コジェネの運転音については、製造事業者において、製品のモデルチェンジの際に部品ごとに音の低減が図られたり、発電ユニット内の熱を放出するファンの回転数を低減したり、外装の剛性を高めて振動を抑えたり、音の発生源と考えられる部品を防振材で支える構造にしたりして、音の低減が図られている。また、ファンやブロアの吸気及び排気の各経路においても音を低減する構造とするなど、発電ユニットから外へ出る空気を伝搬する音に対しても低減が図られている。この結果、製品のカタログに示されている発電時の騒音レベル¹³は、平成29年4月時点で販売されている最新の機種において38dB¹⁴程度である¹⁵。

(2) 燃料電池コジェネの据付けに関するガイドブック

一般的な戸建ての住宅への据付けを前提とした施工業者向けのガイドブック¹⁶が燃料電池実用化推進協議会¹⁷によって発行されている。据付けに関する基本的な考え方のほか、据付け場所については、据え付ける住宅と近接する住宅の家屋構造と距離に可能な範囲で配慮した設置、発電ユニットの周囲に可能な範囲でスペースを設け、壁や塀で音が反射しないような工夫、発電ユニットの運転音が大きな面（排気面など）を向ける方向に配慮するよう求める内容が記載されている。また、据付け後の対応として、運転音に関する相談がなされるなどした場合には、製品や据付け状態、運転時間設定や機器設定による調整、防音対策、据付け場所の移動などを検討することを挙げている。

¹³ 参考資料1. 2 (1) 参照。

¹⁴ 環境省ウェブサイト「一般環境騒音について」に掲載されている「騒音の目安について」（出典「全国環境研協議会 騒音小委員会」）では、高層住宅地域（夜間）、戸建住宅地（夜間）の騒音レベルに該当する。

¹⁵ 燃料電池コジェネから生じる運転音を測定する方法としては、PEFC 型については「小形固体高分子形燃料電池システムの環境試験方法」（JIS C 8824）、SOFC 型については「小形固体酸化物形燃料電池システム—第3部：性能試験方法及び環境試験方法」（JIS C 8841-3）などに記載される音測定方法がある。

¹⁶ 「運転音に配慮した家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの据付けガイドブック」（平成 28 年 6 月改定）。燃料電池実用化推進協議会ウェブサイトで公開されている。

¹⁷ 燃料電池の実用化・導入・普及に向けて、産業界の横断的な課題検討・協議を通じた政策提言や企業間の協調を推進する組織として、平成 13 年 3 月に設立された。自動車・電気機器製造事業者、エネルギー関連会社など、燃料電池・水素に取り組む 115 の企業・団体会員で構成されている（平成 29 年 11 月時点）。

(3) ガスエンジンコジェネの運転音低減の取組

ガスエンジンコジェネの運転音については、製造事業者において、エアクリナー、マフラーなどの部品の改良によって、吸気音や排気音の低減が図られている。また、ガスエンジンを囲う防音・防振材の配置及び外装への吸音材の配置によって、外装の外へ伝搬する音の低減を図っている。

この結果、製品のカatalogに示されている発電時の騒音レベルは、平成29年4月時点で販売されている最新の機種において43dB程度¹⁸である¹⁹。さらに、運転音に関する相談がなされるなどした場合、据付け後の対応として、製品を据付けた基礎に伝わる振動を低減する低騒音型防振架台²⁰を設置したり、通気口や発電ユニットの底部にカバーを取り付けたりすることで、運転音の低減を図っている。

なお、ガスエンジンコジェネについては、業界団体等による据付けに関するガイドブックは制作されていない。

(4) 問題発生時の対応

製造事業者及び販売事業者からの聴取りによると、家庭用コジェネの運転音に関する問題が発生した際には、個々の事案に応じて、正確な原因把握、夜間に発電を停止する設定の活用、部品の交換、場合によっては機器の移設、設置方向の変更、防音対策（機器内部への防音材貼付け、防音カバーの設置等）等を行っているとのことである。

¹⁸ 環境省ウェブサイト「一般環境騒音について」に掲載されている「騒音の目安について」（出典「全国環境研協議会 騒音小委員会」）では、戸建住宅地（昼間）の騒音レベルに該当する。

¹⁹ ガスエンジンコジェネから生じる運転音を測定する方法としては、「コージェネレーションユニットの性能試験方法」（JIS B 8122）、又は「ガスヒートポンプ冷暖房機」（JIS B 8627）などに規定される音測定方法がある。

²⁰ 例えば、重量を大きくした架台を防振ゴムで支える構造とし、基礎等を介して伝搬する音を低減させるもの等がある。

4 分析結果の概要

調査委員会では、家庭用コジェネから生じる運転音により不眠等の症状が発生したとされる状況を調査するため聴取り調査を実施した。聴取り調査は、調査開始時点における調査委員会に対する事故等原因調査の申出者に加えて、消費者庁の事故情報データベースに情報が登録されている相談者についても対象とした。その結果、調査対象者は、燃料電池コジェネでは19名（申出者12名、その同居者1名、事故情報データベースに登録された相談者6名）、ガスエンジンコジェネでは9名（申出者8名、その同居者1名）となった（表3及び表4）。

調査対象者のうち、一部の者については、家庭用コジェネから生じる運転音の特性を調べるため、調査対象者宅において音測定を実施した。同時に、調査対象者の症状との関連性を調べるため体感調査を実施した。

加えて、調査対象者宅においては風、車、その他の機器等、様々な音源の影響があることから、運転音以外の音を極力排除した環境で燃料電池コジェネの運転音を調査するとともに、運転音と症状との関連性を調査するため、無響室を使用した音測定及び体感調査を実施した。その際に、ANC装置²¹を適用することで、燃料電池コジェネの運転音の特性を確認することとした。

調査対象者宅及び無響室における音測定及び体感調査から、不眠等の症状を訴える者の体感に影響していると考えられる運転音の周波数、音圧レベルの特性を分析した。このとき、一部の申出者が原因であるとしている“低周波音”を含めた、200Hz以下の周波数域にも着目した分析を行うこととした。

このほか、家庭用コジェネから生じる運転音は、住宅の構造等によっても伝搬の状況が異なることから、燃料電池コジェネ及びガスエンジンコジェネそれぞれ1件で、調査対象者宅の居室における音響特性を調査し、定在波²²による体感への影響の可能性を調査した。

また、症状の軽減策として防音エンクロージャ²³、マスキング音²⁴の効果を調査するとともに、上述の無響室を使用した音測定及び体感調査で適用したANC装置についても、症状の軽減策としての効果を調査した。本章では、これらの調査の実施状況（表5及び表6）及び結果（表7から表11）を示し、詳細は5章に示す。

²¹ 5. 2. 2（1）参照。

²² 5. 2（1）③参照。

²³ 5. 3. 2参照。エンクロージャとは、「囲うもの、箱」という意味。

²⁴ 5. 3. 4参照。

表3 燃料電池コジェネに係る聴取り調査結果

調査対象者*1			調査対象者症状*2					自宅寝室 壁までの 距離*2	型式	同居者の 発症人数*2 (調査対象者は 含まず)	
No.	年齢 (代)	性別	症状	季節によ る違い	自宅及びその他箇所で 楽になる場所	設置時期	発症までの 期間*3			発症 有り	発症 無し
F1	50	女	不眠、動悸、体重減少 不安感、イライラ、胸の圧迫感	不明	家の中にはない 転居し症状消失	平成22年12月	1か月 未満	6m	PEFC	1	1
F2	50	女	耳鳴り、めまい、吐き気、不 眠、浮遊感、ふらつき	—	家の中にはない 道路に出た場所	平成23年3月	1年5か月 後	7m	PEFC	0	2
F3	50	女	不眠、振動過敏、 圧迫感、めまい	冬の方が つらい	家の中にはない 1、2軒離れた場所	平成25年6月	1か月 未満	5m	PEFC	0	3
F4	40	女	不眠、頭痛、胸の圧迫感	冬の方が つらい	1階風呂 道路に出た場所	平成22年8月	1か月 未満	10m	PEFC	1	2
F5	50	女	不眠、頭痛、ふらつき	—	家の中にはない 一歩外に出た場所	平成26年10月	2か月後	4m	PEFC	0	2
F6	30	女	頭痛、不眠、うつ	—	家の中にはない 家から20m離れた場所	平成25年	(引越後) 1か月 未満	5.8m	SOFC	1	1
F7	80	女	不眠、頭重、肩こり、頻尿	違いは無い	家の中にはない 自宅周辺で楽になる場所も特にな い	平成23年11月	1か月未満	5m	PEFC	0	1
F8	40	男	不安感、イライラ、不眠、胸の圧迫 感、歯の食いしばり、筋肉の緊張	秋冬は特に 感じる	家の中にはない 自宅外に出た場所	平成25年7月	2か月後	3m	PEFC	0	3
F9	40	女	不眠、動悸、胃の不快 体全体の痛み、脱力	冬場、寒さ に比例して いるように 感じる	1階台所近く、2階西側の部屋 家から離れた場所	平成27年9月	1か月後	5m	SOFC	1	0
F10	40	女	耳鳴り、不眠、 低音障害型難聴	—	家の中にはない 門から5m離れた場所	平成26年10月	(引越後) 1か月 未満	3.5m	PEFC	0	3
F11	50	男	不眠、頭痛、耳鳴り、倦怠感、 吐き気、胃痛、下痢、便秘	冬の方が つらい	家の中にはない 自宅周囲では、装置が設置されて いる側の反対側	平成26年11月	1か月 未満	2m	PEFC	0	4
F12	60	女	血圧上昇、心拍数増加、関節痛、 手足の腫れ、爪色の変化、不眠、 耳鳴り、圧迫感、不安感、体重減 少、微熱、吐き気、食欲不振	発電量の多 い季節ほど つらい	2階ベランダ 門の周辺	平成27年3月	1か月 未満	1m	PEFC	1	1
F13	60	男	不眠、耳鳴り、動悸、不安感	冬季は音が 大きく感じら れる	1階ダイニングなど、 西側(装置の反対側)の部屋 屋外	平成26年10月	(引越後) 1か月 未満	7～8m	SOFC	0	2
F14	70	男	不眠	11月～5月 がつらい	1階 外に出ると気にならない	平成26年9月	1か月後	7m	PEFC	0	1
F15	70	男	不眠、振戦悪化、体重減少	冬の方が つらい	家の中にはない 自宅周辺で楽になる場所も特にな い	平成24年1月	1か月 未満	2.5m	PEFC	0	2
F16	40	女	不眠、頭痛、吐き気、頸椎痛、 歯の食いしばり、喘息、 イライラ、脱毛	冬の方が つらい	家の中にはない 実家、外の店、外の施設	平成23年7月	3か月後	15m	PEFC	0	1
F17	60	女	不眠	冬の方が つらい	1階 屋外、商業施設等	平成25年4月	1か月 未満	20m	PEFC	0	1
F18	60	男	耳鳴り	—	家の中にはない 家から離れた場所	平成24年6月	3か月後	7m	PEFC	0	1
F19	60	女	めまい、頭痛、不眠	冬の方が つらい	廊下、洗面所、トイレ 道路に出た場所	平成24年12月	9か月後	4m	SOFC	0	5
計										5	36

*1 ここで示す内容は、聴取り調査を行った時点のものである。

*2 ここで示す症状等は、調査対象者の申告に基づくものである。

*3 「発症までの期間」とは、対象機器が稼働を開始してから調査対象者が対象機器近傍の住宅に引っ越してから発症するまでの期間を指す。

表4 ガスエンジンコジェネに係る聴取り調査結果

調査対象者*1			調査対象者症状*2					自宅寝室 壁までの 距離*2	同居者の 発症人数*2 (調査対象者は 含まず)	
No.	年齢 (代)	性別	症状	季節によ る違い	自宅及びその他箇所で 発症する場所	設置時期	発症までの 期間*3		発症 有り	発症 無し
G1	30	女	鼓膜の振動、圧迫感、吐き気、動悸、不眠、潰瘍性大腸炎	冬の方が つらい	2階リビング 自宅外	平成20年	3年後	7m	0	3
G2	80	女	不眠、ふらつき	冬の方が つらい	家の中にはない 100m程度歩いた場所	平成20年	5年後	6.7m	2	0
G3	70	男	耳鳴り、不眠	夏の方が 感じる	2階寝室 道路に出た場所	平成19年7月	2年後	3m	0	1
G4	40	女	多発性円形脱毛症、不眠、 耳鳴り	冬の方が つらい	装置と反対側の 2階北側の部屋等 装置と反対側の隣家境界近く	平成20年	1か月 未満	4m	0	2
G5	40	男	不眠、吐き気、頭痛、下痢	—	1階リビング 玄関から20m程度離れた場所	平成26年11月	5か月後	5m	1	2
G6-1	50	男	不眠、頭痛、耳鳴り	不明	廊下、トイレ、浴室 自宅南側など装置から離れた場所	平成20年11月	7年後	4m	0	1
G6-2	40	女	不眠、悪寒、 胸の圧迫感、揺れ	不明	廊下、トイレ、浴室 自宅南側など装置から離れた場所		7年後			
G7	30	男	不眠、吐き気、不安感、耳の 圧迫感、頭痛	—	自宅(集合住宅3階)の中にはない 道路に出た場所	平成23年	5年後	7m	0	0
G8	60	女	胸の圧迫感、胸痛 不眠	冬の方が つらい	2階の隣家から遠い側の寝室 5～6分歩いたところの公園	平成22年	1か月 未満	10m	1	0
計									4	9

*1 ここで示す内容は、聴取り調査を行った時点のものである。

*2 ここで示す症状等は、調査対象者の申告に基づくものである。

*3 「発症までの期間」とは、対象機器が稼働を開始してから調査対象者が発症するまでの期間、又は調査対象者が対象機器近傍の住宅に引っ越してから発症するまでの期間を指す。

表5 本調査の実施状況（燃料電池コジェネ）

調査対象者	聴取り調査 (全員)	現地実態調査 (音測定・体感調査)	症状軽減策の効果調査		
			無響室		調査対象者宅
			ANC	防音 エンクロージャ	
F1	○				
F2	○				
F3	○				
F4	○	○ ※定在波調査実施			○
F5	○				
F6	○		○ ※実態調査として 体感調査も実施	○	
F7	○				
F8	○		○ ※実態調査として 体感調査も実施	○	
F9	○		○ ※実態調査として 体感調査も実施	○	
F10	○				
F11	○				
F12	○	○ ※音測定のみ実施	○ ※現地で対策効果調査 として音測定実施		
F13	○				
F14	○	○			○
F15	○				
F16	○				
F17	○	○			
F18	○				
F19	○				

表6 本調査の実施状況（ガスエンジンコジェネ）

調査対象者	聴取り調査 (全員)	現地実態調査 (音測定・体感調査)	症状軽減策の効果調査		
			無響室		調査対象者宅
			ANC	防音 エンクロージャ	
G1	○	○ ※G6-1宅 における体感調査			○ ※G6-1宅 における体感調査
G2	○				
G3	○				
G4	○	○			
G5	○	○ ※音測定のみ実施 定在波調査実施			
G6-1	○	○			
G6-2	○	○			
G7	○				
G8	○				

表7 燃料電池コジェネに関する現地実態調査結果

調査対象者No. (コジェネ設置場所)	発症状況	居室内の音測定結果	体感調査	運転音と症状との関連性
F4 (隣家)	稼動開始後、すぐに発症 借家に引っ越したことで症状改善	燃料電池コジェネの運転音が、知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していた。調査対象者が他の部屋と比べて楽という部屋の音圧レベルは低かった。	調査対象者は、調査開始から調査終了まで運転音が継続していたと認識していた。ただし、一部の音により運転音の判別が困難な時間があった。	発症状況と体感調査から燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。
F12 (自宅)	設置後、すぐに発症 運転停止後は症状改善	燃料電池コジェネの運転音が、知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していた。	—	発症状況から燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。
F14 (隣家)	設置1か月後に発症	居室内に伝搬する燃料電池コジェネの運転音を知覚することは一般的には困難な状況であった。	調査対象者は、調査開始から翌朝の調査終了まで燃料電池コジェネの運転音が継続していたと認識していた。ただし、翌朝に運転音の継続を認識した時刻は燃料電池コジェネの稼動前と推測される時刻であったため、運転音と体感との対応は不明確であった。	燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。
F17 (隣家)	設置後、すぐに発症	燃料電池コジェネの運転音の居室内への伝搬が確認できなかった。	調査対象者は、調査開始後、一時的に燃料電池コジェネの運転音が停止していたと認識していた。ただし、燃料電池コジェネは、その間も運転を継続していたと推測されたため、運転音と体感との対応は不明確であった。	燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。

表8 ガスエンジンコジェネに関する現地実態調査結果

調査対象者No. (コジェネ設置場所)	発症状況	居室内の音測定結果	体感調査	運転音と症状との関連性
G4 (隣家)	設置後、すぐに発症	ガスエンジンコジェネの運転音が、知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していた。他の部屋と比べて、比較的楽という部屋の音圧レベルは低かった。	調査対象者は、調査開始から調査終了までガスエンジンコジェネの運転音の継続及び停止を認識していた。	発症状況及び体感調査から、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。
G5 (隣家)	設置5か月後に発症	ガスエンジンコジェネの運転音は、知覚することは一般的には困難な状況であった。	—	ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。
G6-1・G6-2 (自宅)	設置7年後に発症 協議により発電停止して症状改善	ガスエンジンコジェネの運転音が、知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していた。	調査対象者は、調査開始から調査終了までガスエンジンコジェネの運転音の継続及び停止を認識していた。	発症状況及び体感調査から、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。
G1 ※G6-1宅における調査	設置3年後に発症 一般的なガス給湯機に交換して症状改善	ガスエンジンコジェネの運転音が、知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していた。	調査対象者は、調査開始から調査終了までガスエンジンコジェネの運転音の継続及び停止を認識していた。	発症状況及び体感調査から、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

表9 症状軽減策の効果調査結果（音測定）

	ANC装置	防音エンクロージャ
無響室	制御対象の中心周波数(80Hz～200Hz)の音圧レベルが10dB程度低減した。	中心周波数80Hz以上の音圧レベルが、聴覚閾値と同等以下に低減した。
現地 (調査対象者F12宅)	居室内の制御対象の中心周波数(87.5Hz、100Hz)の音圧レベルが低減した。	—

表 10 無響室における症状軽減策の効果調査結果（体感調査）

調査対象者No. (無響室)	発症状況	ANC装置	防音エンクロージャ
F6	新居に引っ越しして 1か月未満で発症	ANC装置の作動及び停止（音圧レベルの増減）と体感とが部分的に対応しており、関連性があると考えられた。	不快感が無くなった。
F8	設置2か月後に発症	ANC装置の作動及び停止（音圧レベルの増減）から3～5分後に不快感が変化し、関連性は不明確であった。	不快感が軽減されているが、後半で不快感が上昇した。
F9	設置1か月後に発症	ANC装置の作動及び停止（音圧レベルの増減）と体感とが部分的に対応しており、関連性があると考えられた。	「耳が塞がる感じがする。」として不快感が上昇した。

表 11 マスキング音の効果に関する体感調査結果

調査対象者No. (コジェネ機種)	発症状況	体感調査結果
F4 (燃料電池コジェネ)	稼動開始後、すぐに発症 借家に引っ越したことで症状改善	燃料電池コジェネ及びマスキング音のいずれも不快には感じないと回答した。ただし、マスキング音に関しては、短時間なら聞き流せる程度、としていた。
F14 (燃料電池コジェネ)	設置1か月後に発症	燃料電池コジェネの運転音に含まれる97Hzのピーク周波数がマスキング音に埋もれる形になり、このとき、調査対象者は、「運転音が消えた。」と回答し、不快を感じなくなった。
G1 (ガスエンジンコジェネ) ※G6-1宅における調査	設置3年後に発症 一般的なガス給湯機に交換して症状改善	ガスエンジンコジェネの運転音に含まれる32Hzのピーク周波数が不快感と関係する周波数と考えられたが、本調査では、およそ90Hz以下の周波数域のマスキング音を十分再生できず、マスキング効果は得られなかった。

5 分析

5. 1 調査対象者への聴取り調査

表 3 及び表 4 に示した、聴取り調査を整理した結果は以下①から⑤までのとおりであった。

① 調査対象者の症状

図 5 に、調査対象者が訴える症状の内訳を示す²⁵。典型的な症状は、不眠、頭痛、耳鳴りであり、中でも不眠が燃料電池コジェネにおいて 18 件、ガスエンジンコジェネにおいて 9 件と最も多かった。

なお、調査対象者のうち 10 名は、家庭用コジェネの運転音をきっかけに、車のアイドリング音や冷蔵庫の運転音など、家庭用コジェネ以外の機器・設備から生じる音についても気になるようになった音があると回答した。

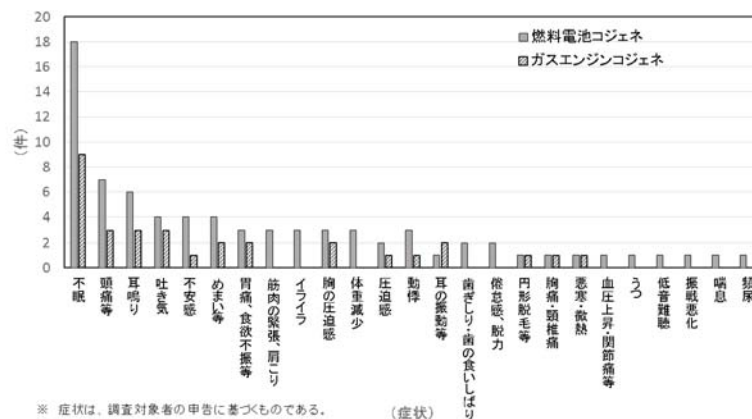


図 5 調査対象者が訴える症状内訳

② 季節性

季節による症状の違いについては、冬の方がつらく感じる旨の回答が燃料電池コジェネで 12 件、ガスエンジンコジェネで 4 件であった。

③ 発症する場所

自宅及び自宅周辺における症状については、ほとんどが自宅以外では症状が良くなるという回答であり、自宅の門まで出ると良くなるという回答もあった。他方で、自宅以外のところでも、耳鳴りがすぐには治ま

²⁵ 一人が複数の症状を訴えている場合があるため、調査対象者数よりも症状の合計数が多くなっている。

らない場合や、良くならないという回答もあった。また、自宅の中では、不快を感じる強さの差があるものの、どこに居ても不快であるという回答も 14 件あった。

④ 調査対象者による対策

運転音に対する調査対象者による対策として、空気清浄機やエアコンを送風モードとするなど、身近な機器を稼働させている事例が 10 件あった。これは、対象とする音が他の音によって聞こえにくくなる現象²⁶を利用したものと考えられる。これらの対策については、機器の稼働音によって「運転音を紛らわせている。」又は「有効である。」という回答もあった。

調査対象者の中には、一時的に仮住まいとして自宅を離れて生活している事例や転居した事例、当該機器の発電を停止又は取り替えた事例が燃料電池コジェネで 10 件、ガスエンジンコジェネで 3 件あり、これらの対策によって一部の調査対象者の症状が改善したという回答であった。

このほか、調査対象者は販売事業者、地方公共団体等へ相談し、音測定をしてもらうなど、問題解決に向けて様々な対策をとっている。しかしながら、調査対象者の中には、販売事業者が音測定を行い、その結果について、環境省の定める「低周波音²⁷による心身に係る苦情に関する参照値」（以下「参照値」という。）²⁸を基準として、「参照値以下の音圧レベルであり、問題はない。」と判断された²⁹という回答もあった。

⑤ 同居者を含めた発症の状況

調査対象者と同居している者の合計が 82 名であり、そのうち、37 名が不眠等の症状を訴えており、45 名は症状を訴えていない（表 12）。

²⁶ 5. 3. 4 参照。

²⁷ 「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境庁大気保全局（現環境省）、平成 12 年 10 月）では、「我が国における低周波音苦情の実態を考慮して、およそ 100Hz 以下の低周波数の可聴音と超低周波音（20Hz 以下）を含む音波を低周波音と呼ぶ」とされている。

²⁸ 参考資料 2. 1（2）参照。

²⁹ このような取扱いに対し、環境省は、低周波音問題対応のための評価指針として示している参照値の取扱を周知するため、「低周波音問題対応の手引き書における参照値の取扱について」（平成 20 年 4 月）及び調査委員会の「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」（平成 26 年 12 月）を受けた「低周波音問題対応の手引き書における参照値の取扱の再周知について」（平成 26 年 12 月）を、都道府県等へ通知している（参考資料 3 章参照）。

表 12 聴取り調査における発症者の状況（同居者含む）

（燃料電池コジェネ）								（ガスエンジンコジェネ）							
年齢	発症した者			発症していない者			総計	年齢	発症した者			発症していない者			総計
	男性	女性	計	男性	女性	計			男性	女性	計	男性	女性	計	
0～6	0	0	0	0	2	2	2	0～6	0	0	0	1	2	3	3
7～19	0	2	2	6	5	11	13	7～19	0	0	0	1	1	2	2
20～29	0	1	1	2	1	3	4	20～29	0	0	0	0	0	0	0
30～39	2	1	3	1	0	1	4	30～39	1	1	2	1	0	1	3
40～49	1	4	5	4	3	7	12	40～49	1	3	4	0	0	0	4
50～59	1	4	5	3	0	3	8	50～59	1	0	1	1	0	1	2
60～69	2	3	5	3	4	7	12	60～69	1	1	2	0	0	0	2
70～	2	1	3	2	0	2	5	70～	2	2	4	0	2	2	6
計	8	16	24	21	15	36	60	計	6	7	13	4	5	9	22

5. 2 音測定及び体感調査

（1）調査対象者宅における調査の方法

① 音測定

音測定は、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境庁大気保全局（現環境省）、平成 12 年 10 月）を参考にして実施した。具体的には、同マニュアルにおいて低周波音の測定において最も注意すべきは、風による影響であるとされていることから、音測定時には風速の常時測定と記録を行い、測定結果に影響するような風がないことを確認した。また、エアコン、冷蔵庫等の測定に影響を及ぼす可能性のある音源はできる限り停止した。測定の時間は夜間から明け方までを中心に行った。測定は、調査対象者宅の周囲の状況を確認するために調査員が滞在し、飛行機等による暗騒音³⁰の変化、天候等を記録した。測定場所として、音源とされる家庭用コジェネの近傍を含めた 3 点の同時測定を基本とした。

② 体感調査

体感調査は、音測定と同時に行い、調査対象者の通常どおりの生活の中で、体感が変化したと感じた際に、体感調査票に自由に記入する方式

³⁰ JIS Z 8731:1999（環境騒音の表示・測定方法）では、「ある場所におけるある時刻の総合的な騒音のうち、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を暗騒音(background noise)ということがある。」としている。

とした。具体的には、体感の変化に影響したと感じる音について、「(音の) 始め」、「(音の) 終わり」、「(音が) 継続」、「(音が) なし」、「不明」の5つを時刻と共に記録した。

③ 定在波調査

外部から居室に進入した音が、天井、床、壁等で反射され、進入した音と干渉（強め合ったり弱め合ったり）して、居室内に音が大きくなる場所と小さくなる場所が定常的に分布する状態が生じることがある。これを定在波といい、居室の寸法や形状による固有の周波数において発生する。このときの固有の周波数を共鳴周波数という³¹。定在波が発生すると、居室の中に音が大きくなる場所と小さくなる場所ができる。それらの位置は、共鳴周波数によって異なる。音が大きくなる場所が就寝位置の近くであった場合には、就寝中に音を大きく感じる可能性がある。

このような定在波の影響を確認するため、調査対象者宅2件において、定在波の測定を行った。測定は、居室に設置したスピーカから、20Hz から 100Hz までの各周波数で音エネルギーが等しくなるように作った人工音を発生させ、居室の水平面上及び鉛直方向を 0.5m幅の等間隔に区切った各点で音圧レベルを測定する方法で行った。測定した結果は、共鳴周波数ごとに音圧レベルが等しく大きくなる点を線で結んだ等値線図として表した。

(2) 分析の方法

まず、音測定によって得られた家庭用コジェネの運転音の周波数、時間による変化等を把握するために、運転音のデータを時間ごとに周波数分析³²し、スペクトログラム³³として表した。

このスペクトログラムの時刻、音の周波数、大きさと、体感調査により得られた調査対象者の体感の変化を比較することで、調査対象者が問題とする音が家庭用コジェネの運転音によるものかを確認した。

調査対象者が家庭用コジェネの所有者ではない場合は、家庭用コジェネの運転及び停止操作ができないため、家庭用コジェネの運転状態は隣家における自動運転によるものとした。家庭用コジェネの運転及び停止の判定

³¹ 参考資料1. 1 (5) 参照。

³² 様々な周波数の音が含まれている音について、どの周波数の音がどの程度含まれているかを分析する手法を周波数分析という。

³³ スペクトログラムとは、時刻、音の周波数、大きさを、それぞれ横軸、縦軸、色で示した図であり、ある時刻のある周波数の音の大きさを色で示すものである。

は、周波数分析をしてスペクトログラムに表した音測定の結果と、別途製造事業者から入手した家庭用コジェネの運転音の周波数スペクトル³⁴又は後述する無響室での燃料電池コジェネの運転音の周波数スペクトルとの比較や、調査対象者宅の3点で同時測定した音圧レベルの大小関係を比較することで推測した。

調査対象者が家庭用コジェネの所有者である場合は、調査員が家庭用コジェネを操作し、計画的に運転及び停止を行った。体感調査においては、このときに調査員による家庭用コジェネの操作が調査対象者に分からないように、別室で操作を行った。

次に、家庭用コジェネの運転状態又は停止状態の、家庭用コジェネ近傍及び居室それぞれの音測定結果について、1/3 オクターブバンド周波数分析³⁵及び狭帯域高速フーリエ変換分析（以下「FFT 分析」という。）³⁶を行い、居室への運転音の伝搬状況を確認した。また、人は特にある周波数の音圧が大きい純音性の高い音に反応することがあることから、運転音に含まれるピーク周波数³⁷にも着目した。

5. 2. 1 燃料電池コジェネに関する現地実態調査

燃料電池コジェネに関して、調査対象者（表3）のうち4名の調査対象者宅において、音測定及び体感調査を行った。

（1） 現地調査1（調査対象者F4）

平成22年に調査対象者F4宅の南東側の隣家に燃料電池コジェネ（PEFC型）が設置され、稼動してすぐに運転音が響くようになり、住宅内ではどこにいても昼夜問わず一日中音を感じ、不眠、頭痛、胸の圧迫感を感じると訴えるようになったものである。本調査時点では、調査対象者は借家に引っ越したことで、症状が改善されている。

図6に燃料電池コジェネ及び測定機器の配置を示す。調査対象者宅の敷

³⁴ 周波数分析し、周波数ごとの音圧レベルを示したグラフを周波数スペクトルという。

³⁵ 周波数分析の手法の一つであり、1オクターブを3分割したオクターブバンド（周波数帯域）に含まれる音の音圧レベルを分析するものである。分析結果は、1/3 オクターブバンドの中心の周波数（以下「中心周波数」という。）（JIS C 1513）ごとの音圧レベルで示されている。

³⁶ FFT 分析は、周波数分析の手法の一つであり、様々な周波数の音が含まれている音に対し、どの周波数の音がどの程度含まれているかを分析するものである。分析する周波数の範囲と、その範囲内で分解する点数によって決まる周波数分解能ごとの音圧レベルを分析することができる。

³⁷ 本報告書では、FFT 分析した場合に純音性の高い音であって、前後の周波数と比べて音圧レベルが6 dB以上大きい単一周波数の音を、「ピーク周波数」と呼ぶ（参考資料1. 2（2）参照）。

地内で燃料電池コジェネに最も近い屋外にマイク A を、調査対象者が燃料電池コジェネの運転音を最も感じて不快な場所であり、寝室として使用していた 2 階洋室にマイク B を、調査対象者が症状が比較的楽であるという 1 階洋室にマイク C を設置して、運転音の測定を行った。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図 6 に示すとおりである。

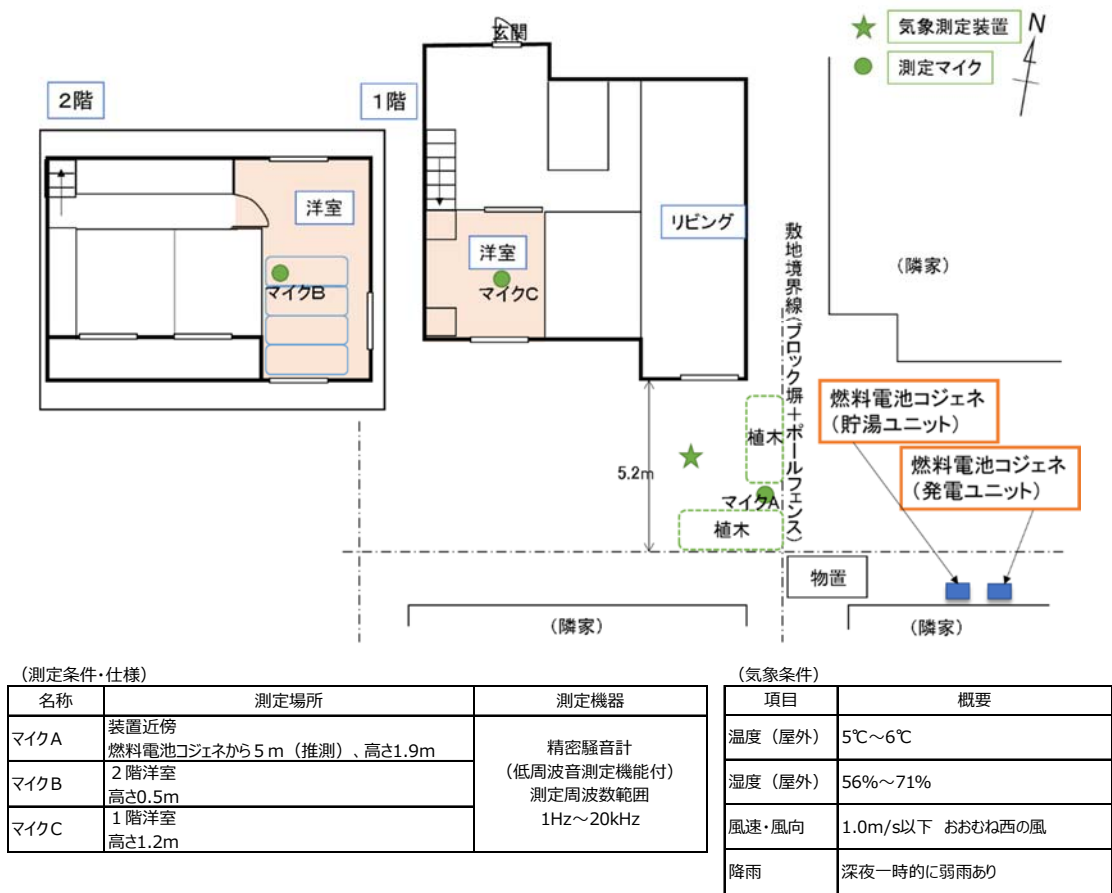


図 6 測定箇所及び概要 (調査対象者 F 4)

図 7 は燃料電池コジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。17 時頃の調査開始から 20 時 30 分頃まで及び翌朝 7 時以降において、80Hz 及び 200Hz の中心周波数で、前後の中心周波数よりも音圧レベルが高い状態がみられ、200Hz の中心周波数は 23 時 30 分頃まで音圧レベルが高い状態であった。これは、後述する FFT 分析の結果から、燃料電池コジェネの運転音によるものと推測した。ただし、80Hz 及び 200Hz の中心周波数それぞれの、音の発生源となっている燃料電池コジェネの部品を確認したわけではない。

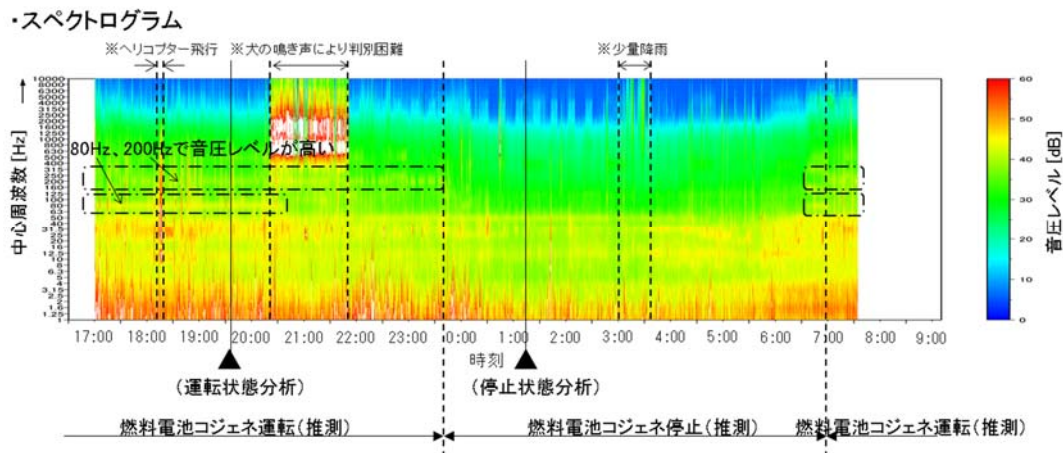
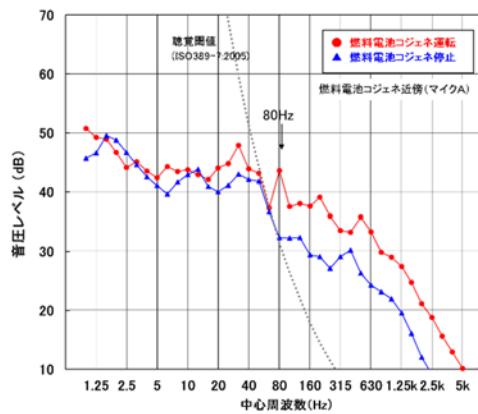


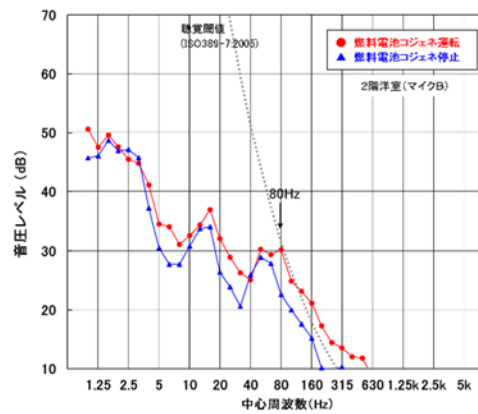
図7 スペクトログラム（調査対象者F4）

図8は音測定の結果について1/3オクターブバンド周波数分析を行ったものである。燃料電池コジェネ近傍、2階洋室及び1階洋室では、80Hzの中心周波数において、停止状態と比べて運転状態のときに音圧レベルの上昇がみられた。このとき燃料電池コジェネ近傍で約10dB、2階洋室で約6dB、1階洋室で約6dB上昇している。特に2階洋室での中心周波数80Hzの音圧レベルは約30dBであり、聴覚閾値³⁸（31.5dB）と同等であった。

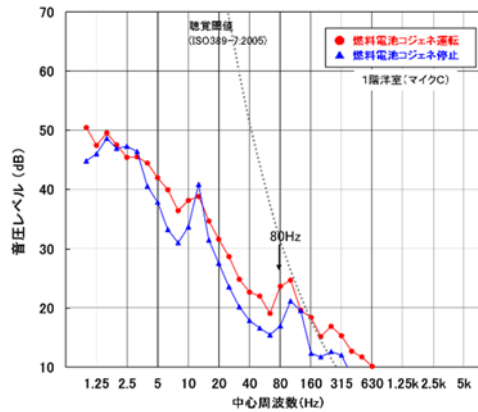
³⁸ ここでいう聴覚閾値^{いきち}は、18歳から25歳までの健常者の50%が聞こえる音圧レベルであり、数値は、国際規格ISO 389-7:2005に基づいて示した。



燃料電池コジェネ近傍（マイク A）



2 階洋室（マイク B）

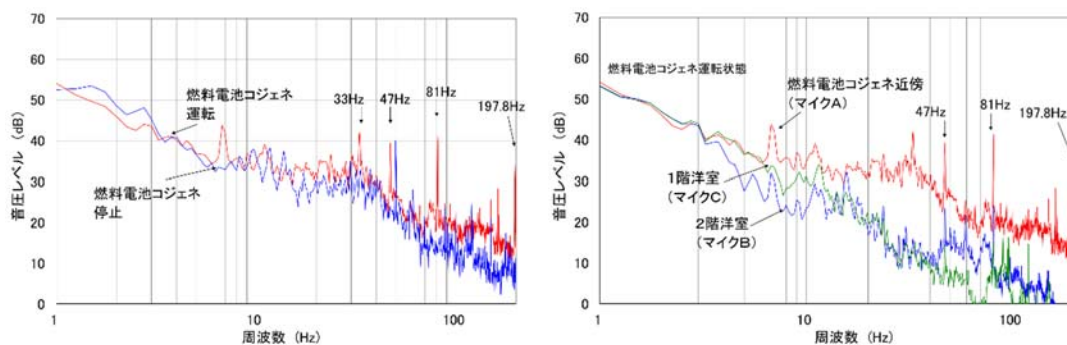


1 階洋室（マイク C）

図 8 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 F 4）

図 9 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。燃料電池コジェネの停止状態と運転状態を比較すると、運転状態では、燃料電池コジェネ近傍で、33Hz、47Hz、81Hz、197.8Hz にピーク周波数がみられた。2 階洋室及び 1 階洋室では 47Hz、81Hz、197.8Hz にピーク周波数がみられた。

このようなことから、80Hz 付近及びそれより高い周波数域の運転音が知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していると考えられる。



燃料電池コジェネ近傍

マイク A, B, C

図9 FFT分析結果（調査対象者F4）

体感調査では、図10のとおり17時頃の調査開始から23時頃の調査終了まで、一部の時間を除き、「（音が）継続している。」という回答であった。

調査対象者F4に係る調査においては、燃料電池コジェネの運転音が知覚可能な音圧レベルで居室内に伝搬していると考えられ、調査対象者の発症状況及び体感調査の結果から、運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

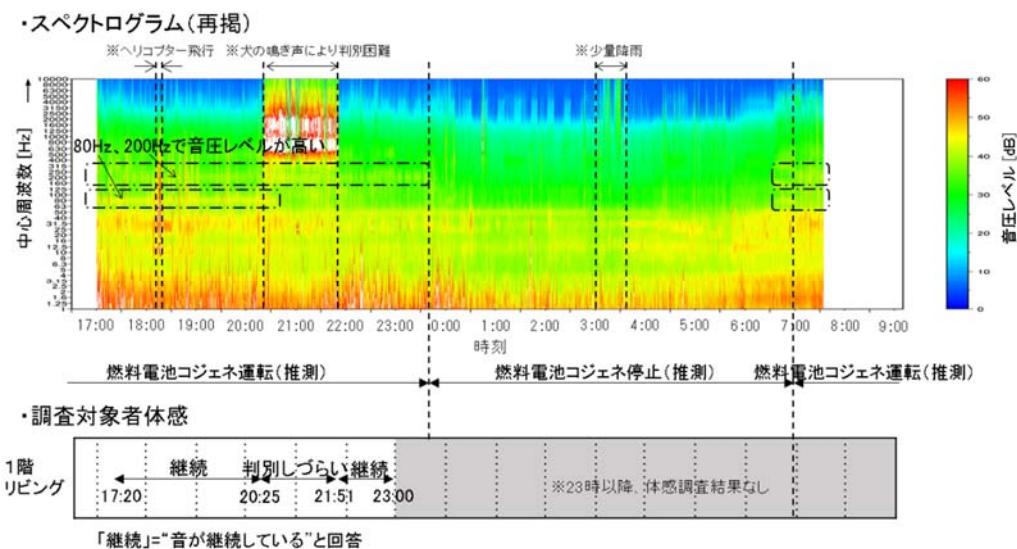


図10 体感調査結果（調査対象者F4）

調査対象者F4に係る調査では、調査対象者が寝室としていた2階洋室において、定在波の測定を行った。図11に、各共鳴周波数で、音圧レベルが等しく大きくなる点を線で結んだ等値線図を示す。図中の色が赤いほど、その周波数の音圧レベルが大きくなり、その音を大きく感じる可能性が高

くなる場所を示している³⁹。

測定の結果、24.75Hz、47.5Hz、57Hz、62.25Hz、76.5Hz、82.75Hz で共鳴周波数がみられた。これらのうち 82.75Hz は音測定で燃料電池コジェネ近傍及び2階洋室でみられたピーク周波数81Hzに近く、定在波が生じて運転音を大きく感じられる可能性が考えられる。なお、図中左側の調査対象者が就寝する際の頭部は、82.75Hz の音が大きく感じられる可能性がある場所であった。

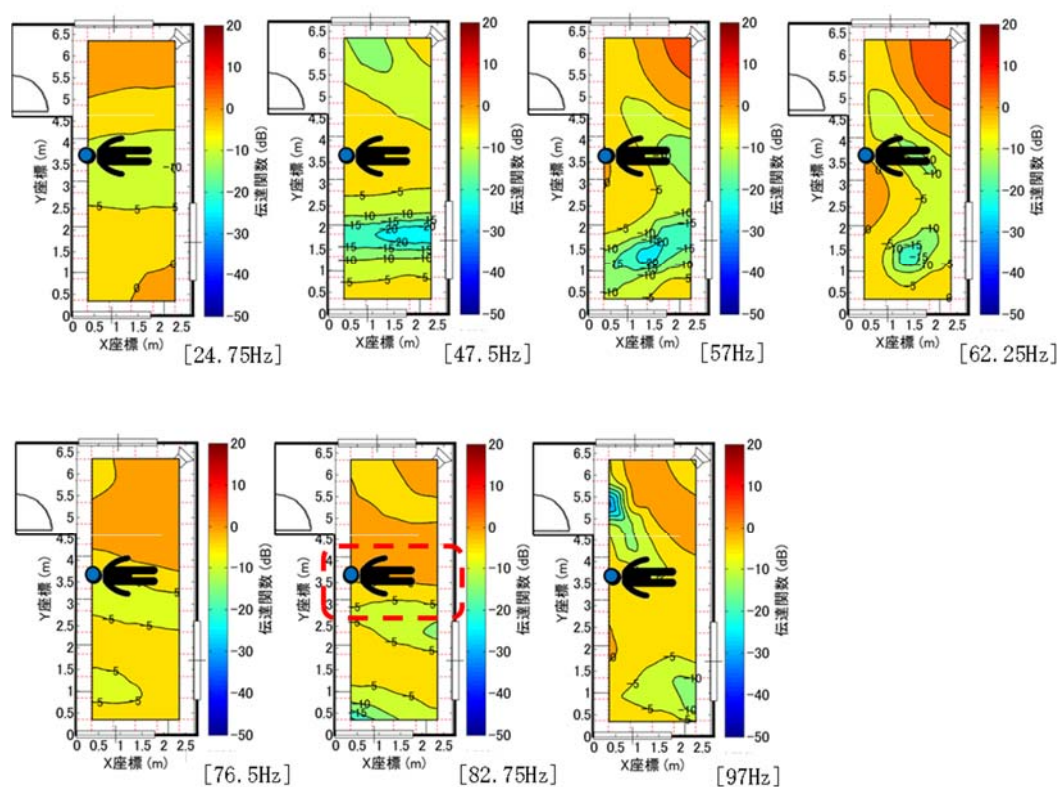


図 11 定在波測定結果（調査対象者 F 4）

（2） 現地調査 2（調査対象者 F 12）

調査対象者 F 12 が平成 27 年に燃料電池コジェネ（PEFC 型）を自宅に設置し、設置後すぐに、耳鳴り、不眠、食欲不振が現れ、数日後に関節痛などにより立ち上がるのにも困難を伴うようになり、血圧上昇、心拍数増加も訴えるようになったものである。本調査の時点では、当該燃料電池コジェネの電源を遮断して停止させており、血圧、心拍数も安定し、睡眠をと

³⁹ 図中の「伝達関数（入出力の関係を表す関数）」は、共鳴周波数を測定するためのスピーカから、測定箇所のマイクへの音の伝わりやすさを表している。数値が大きいほど音が伝わりやすく、小さいほど音が伝わりにくい状態であることを示している。

ることができる状態である。

図 12 に燃料電池コジェネ及び測定機器の配置を示す。調査では、調査員が燃料電池コジェネを操作し、21 時 10 分頃から 22 時 45 分頃まで運転状態として、運転音の測定を行った⁴⁰。燃料電池コジェネ本体の前にマイク A を、調査対象者の寝室であり最も不快な場所であるという 1 階和室にマイク B を、2 階洋室内にマイク C を設置した。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図 12 に示すとおりである。

また、調査対象者 F 12 に係る調査では、燃料電池コジェネの内部にあるブロー、ファン、ポンプ等の部品の稼動と運転音との関係を調査するため、部品の稼動状況をデータとして取得し、燃料電池コジェネの運転状態や運転音の変化と比較した。

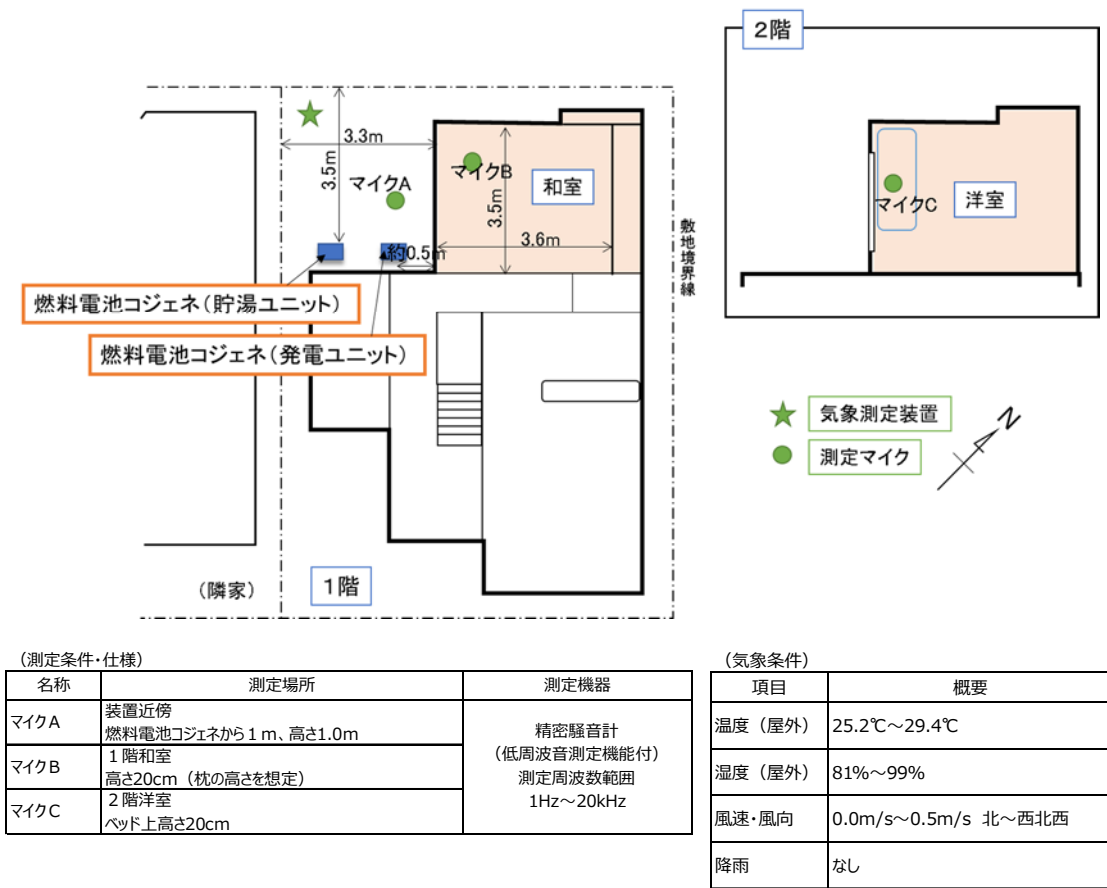


図 12 測定箇所及び概要（調査対象者 F 12）

図 13 は燃料電池コジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラム、

⁴⁰ この調査では、調査対象者の体感調査を行うこととしていた。しかし、調査準備のために燃料電池コジェネを試験的に稼動させ発電状態となったときに調査対象者が体調不良を訴えたことから、体感調査を中止した。

運転状態、発電出力、発電ユニット内にあるブロア、ファン、ポンプの部品別稼動状況を示している。21 時 10 分頃に燃料電池コジェネの運転を開始した際に、発電ユニット内のブロア、ファン、ポンプが稼動していた。その後 21 時 52 分頃から発電出力が徐々に上昇して 22 時 25 分頃に定格発電出力 700W となった。22 時 45 分頃に運転を停止させたことで発電が停止したが、一部のブロア、ファン、ポンプは稼動を続け、燃料電池コジェネの停止移行状態が 23 時 44 分頃に終了した後も、0 時 10 分頃まで稼動し続けた。

音測定した結果のスペクトログラムでは、21 時 10 分頃の運転開始に伴って、50Hz、100Hz、150Hz の周波数にピーク周波数がみられ、0 時 10 分頃まで続いていた。このとき、ブロア 4、ファン 1 の稼動との対応がみられた。21 時 52 分頃に発電状態となったときから、87.5Hz にピーク周波数が表れ、22 時 45 分頃まで続いていた。

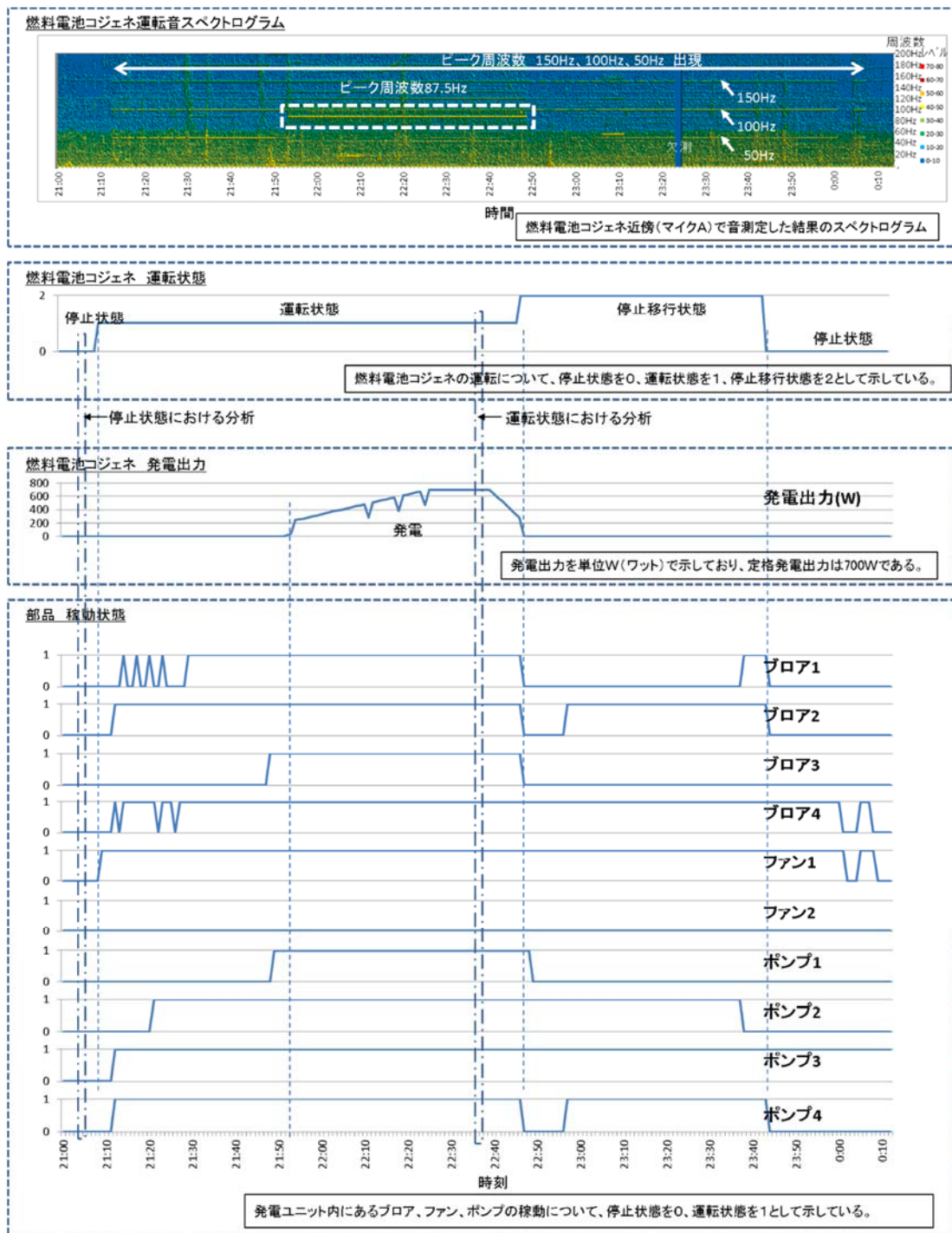
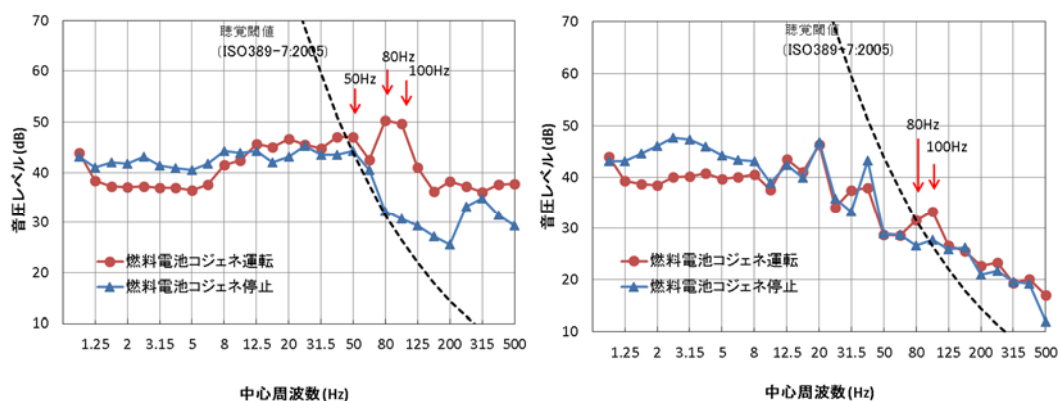


図 13 燃料電池コジェネの音測定結果及び部品別稼働状態
(調査対象者 F 12)

図 14 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。

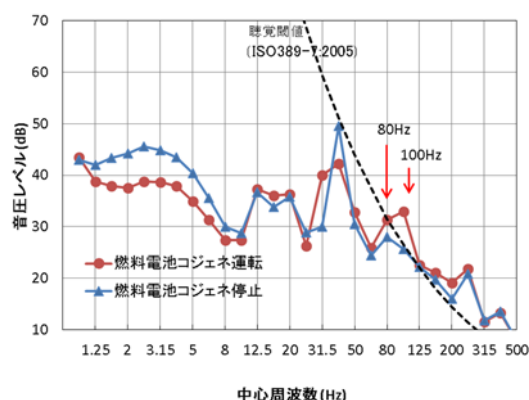
燃料電池コジェネ近傍では、運転状態において 80Hz 以上の中心周波数で、

停止状態よりも運転状態の音圧レベルが上昇していた。1階和室及び2階洋室においても、80Hz 及び 100Hz で停止状態よりも運転状態の音圧レベルが上昇しており、1階和室では、運転状態の 80Hz における音圧レベルは約 32dB、100Hz における音圧レベルは約 33dB であった。この運転状態の 80Hz における音圧レベルは聴覚^{いきち}閾値31.5dB(80Hz)と同等であり、100Hz における音圧レベルは聴覚^{いきち}閾値26.5dB (100Hz) を超えていた。



燃料電池コジェネ近傍（マイク A）

1 階和室（マイク B）



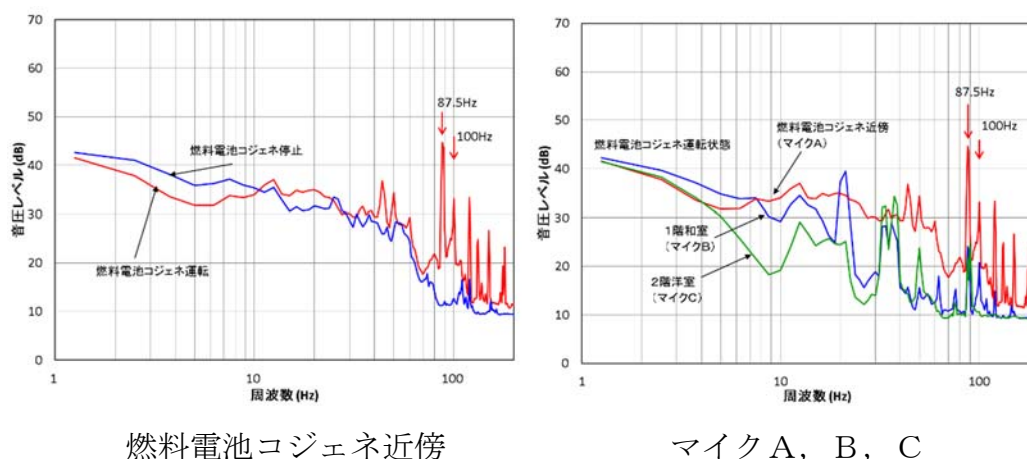
2 階洋室（マイク C）

図 14 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 F 12）

図 15 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。1/3 オクターブバンド周波数分析で音圧レベルの上昇がみられた中心周波数について、燃料電池コジェネ近傍では、運転状態において、87.5Hz、100Hz の周波数及びそれ以上の周波数域でピーク周波数がみられた。1階和室では、87.5Hz 及び 100Hz の周波数、2階洋室では、87.5Hz の周波数でピーク周波数がみられた。

このようなことから、燃料電池コジェネの運転音が知覚可能な音圧レベ

ルで居室内に伝搬していると考えられ、燃料電池コジェネの設置後すぐに症状が発生し、電源を遮断し運転を停止させると症状が改善した状況から、運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。



燃料電池コジェネ近傍 マイク A, B, C
図 15 FFT 分析結果（調査対象者 F 12）

（3） 現地調査 3（調査対象者 F 14）

平成 26 年に調査対象者 F 14 宅の南側隣家に燃料電池コジェネ（PEFC 型）が設置され、1 か月後くらいから異様な音を感じるようになり不眠を訴えるようになったものである。

図 16 に燃料電池コジェネ及び測定機器の配置を示す。燃料電池コジェネ近傍の屋外にマイク A を、調査対象者が特に不快であるという 2 階の洋室にマイク B を、調査対象者が症状が比較的楽であるという 1 階の洗面所付近にマイク C を設置して、運転音の測定を行った。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図 16 に示すとおりである。

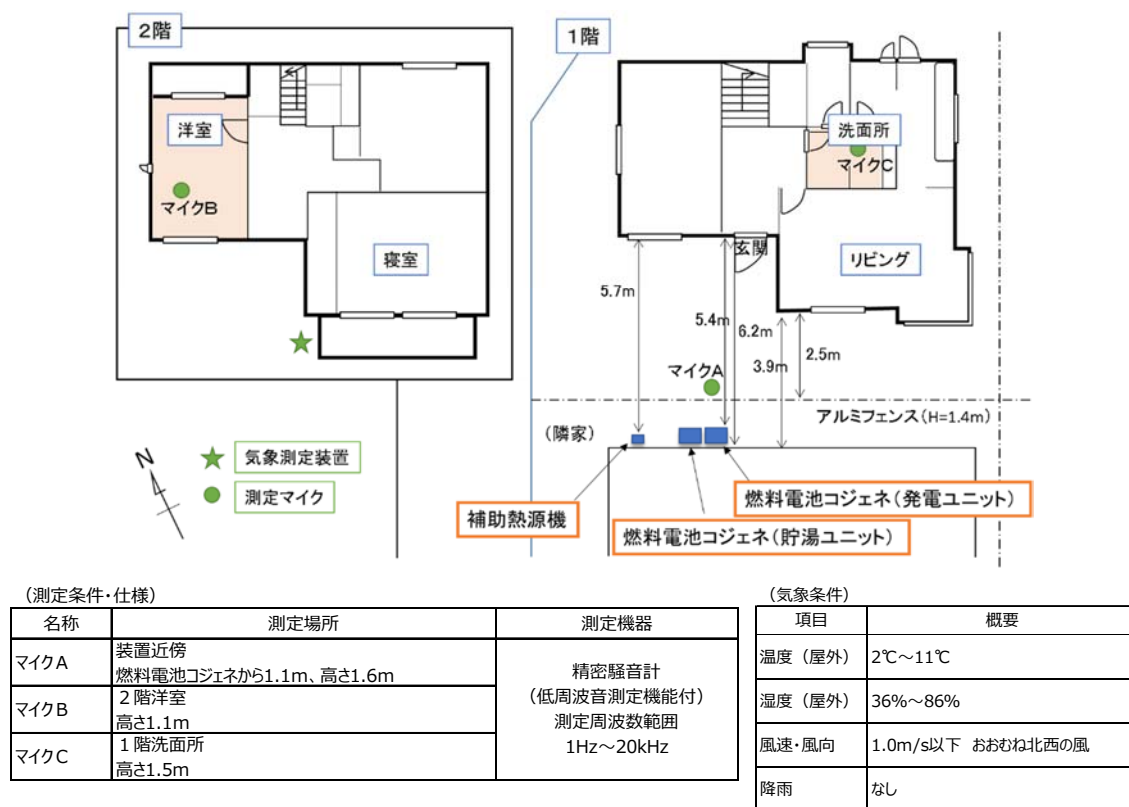


図 16 測定箇所及び概要（調査対象者 F 14）

図 17 は燃料電池コジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。16 時 30 分頃の調査開始から 22 時頃までは、50Hz 及び 100Hz の中心周波数で、前後の中心周波数よりも音圧レベルが高い状態がみられ、翌朝 5 時以降に 50Hz 及び 100Hz で音圧レベルが高い状態があった。製造事業者から提供された運転音のデータ（FFT 分析）では、48Hz とその倍数⁴¹の周波数にピーク周波数がみられたことから、50Hz 及び 100Hz の中心周波数は燃料電池コジェネの運転音によるものと推測した。

⁴¹ 音には基本となる音の周波数のほかに、その整数倍の周波数の音が生じる。例えば、同じ「ド」の音階でも楽器によって音色が異なるのは、整数倍の周波数の含まれ方によるものである。

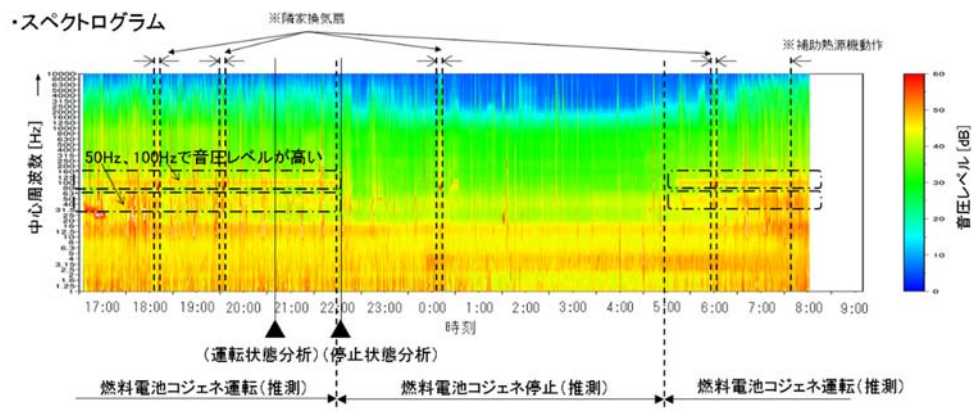
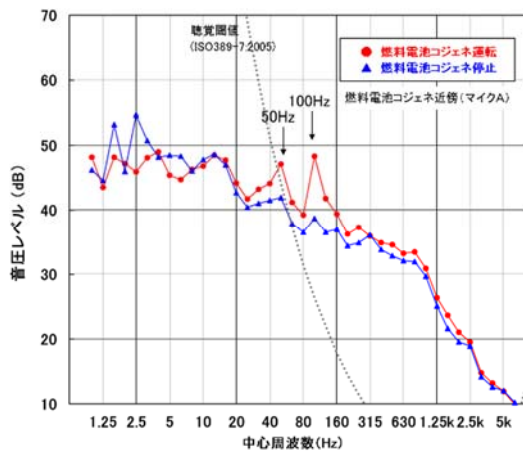
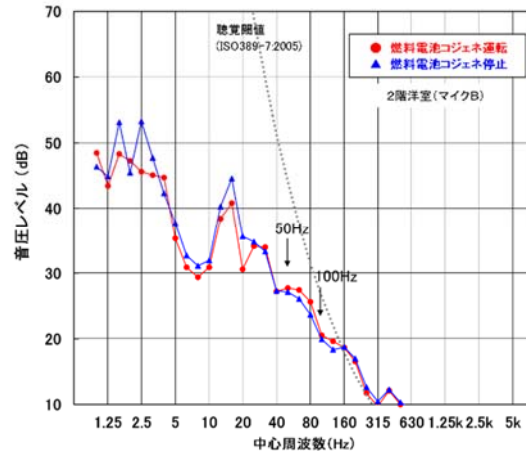


図 17 スペクトログラム（調査対象者 F14）

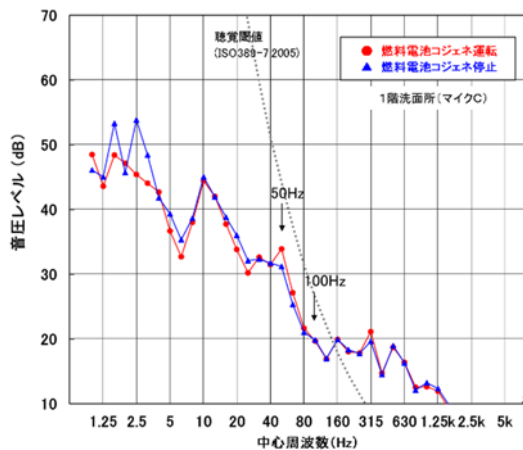
図 18 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。燃料電池コジェネ近傍では、50Hz 及び 100Hz の中心周波数において、停止状態と比べて運転状態で音圧レベルの上昇がみられた。調査対象者が普段、燃料電池コジェネの運転音を強く感じるという 2 階洋室では 50Hz 及び 100Hz で音圧レベルの上昇はみられず、比較的楽であるという 1 階洗面所では 50Hz で約 3 dB 音圧レベルが上昇していた。なお、2 階洋室及び 1 階洗面所における 50Hz 及び 100Hz の音圧レベルは聴覚閾値を下回っていた。



燃料電池コジェネ近傍（マイク A）



2 階洋室（マイク B）

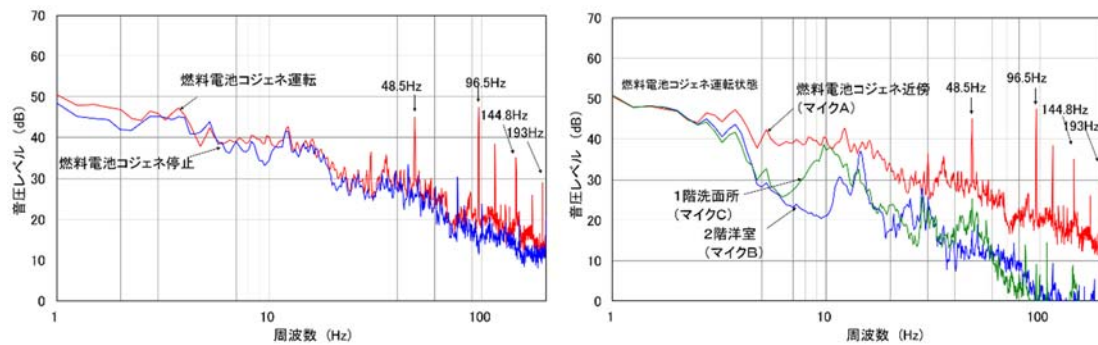


1 階洗面所（マイク C）

図 18 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 F 14）

図 19 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。燃料電池コジェネ近傍において、燃料電池コジェネの停止状態と運転状態を比較すると、運転状態において 48.5Hz、96.5Hz、144.8Hz、193Hz にピーク周波数がみられた。燃料電池コジェネの運転状態においては、1 階洗面所では 96.5Hz にピーク周波数がみられた。他方、2 階洋室では、これらのピーク周波数がみられなかった。

このようなことから、居室内に伝搬する燃料電池コジェネの運転音を知覚することは一般的には困難な状況であると考えられる。



燃料電池コジェネ近傍

マイク A, B, C

図 19 FFT 分析結果（調査対象者 F 14）

体感調査では、図 20 のとおり、16 時 30 分の調査開始から 21 時頃に就寝するまで 2 階寝室及び 1 階リビング共に「(音が) 継続している。」と回答し、運転音の継続を認識していた。また、翌朝 4 時頃に起床した後も同様に回答していたが、燃料電池コジェネは翌朝 5 時頃から稼動したものと推測された。

調査対象者 F 14 に係る調査においては、運転音を知覚することは一般的には困難な状況であると考えられたこと、運転音と体感との対応は不明確であったことから、調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。

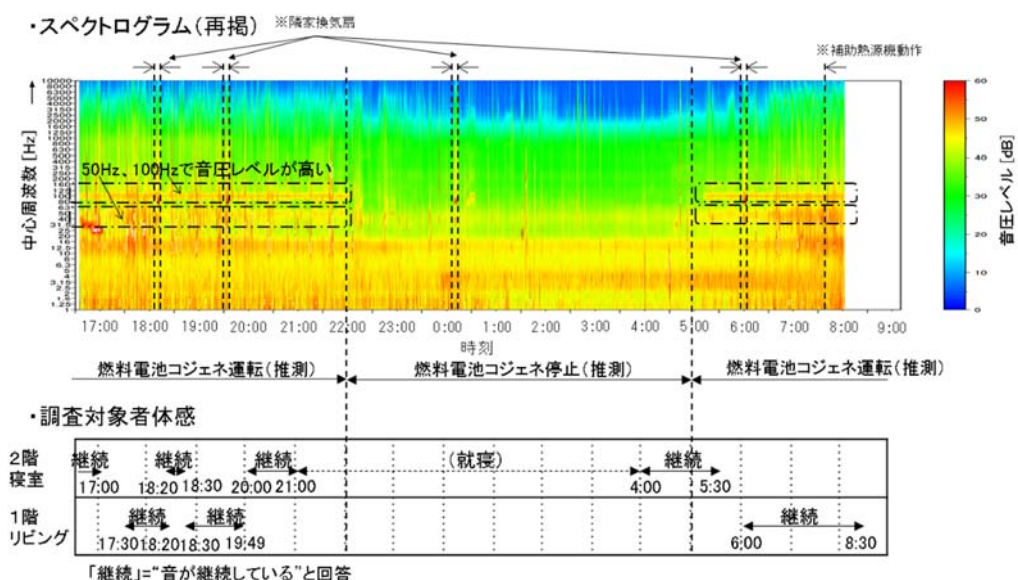


図 20 体感調査結果（調査対象者 F 14）

(4) 現地調査 4 (調査対象者 F 17)

平成 25 年に調査対象者 F 17 宅の西側隣家に燃料電池コジェネ (PEFC 型) が設置され、すぐに、居室内で聞こえる音により不眠を訴えるようになったものである。

図 21 に燃料電池コジェネ及び測定機器の配置を示す。燃料電池コジェネ近傍の敷地外にマイク A を、調査対象者宅敷地内の燃料電池コジェネ寄りの地点にマイク B を、調査対象者の寝室である 2 階洋室にマイク C を設置して、運転音の測定を行った。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図 21 に示すとおりである。

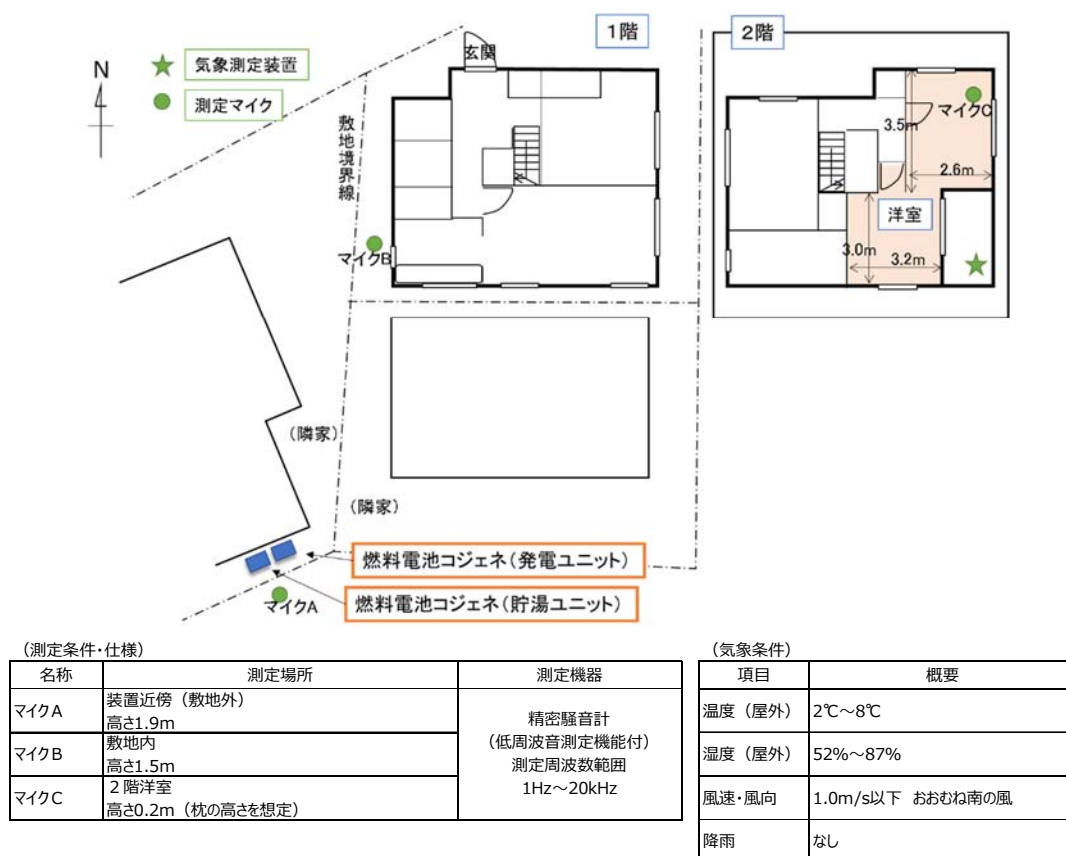


図 21 測定箇所及び概要 (調査対象者 F 17)

図 22 は燃料電池コジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。17 時 30 分頃の調査開始から 23 時 30 分頃まで 100Hz から 125Hz までの中心周波数で、前後の中心周波数よりも音圧レベルが高い状態がみられた。翌朝 6 時頃以降は、その他の中心周波数も含めて、断続的に変化しながら音圧レベルが高い状態であった。

・スペクトログラム

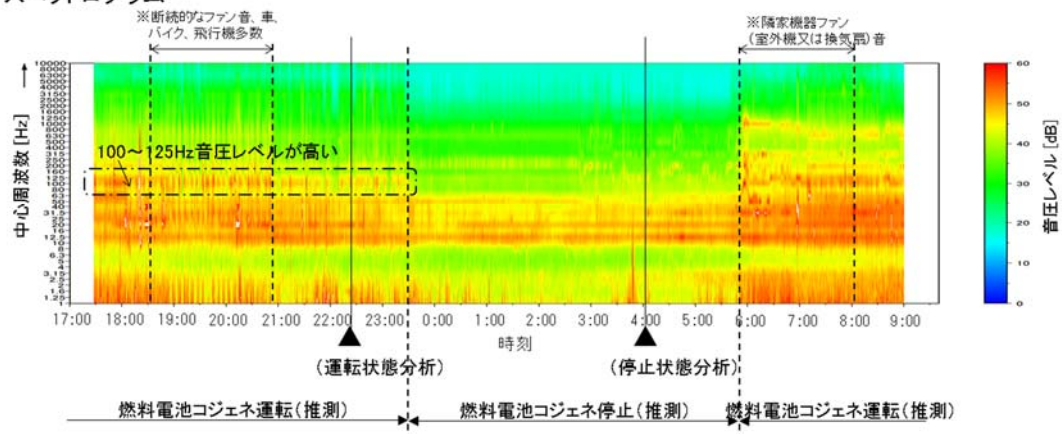
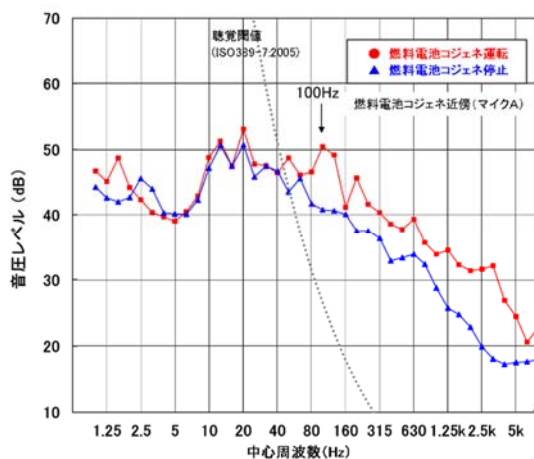
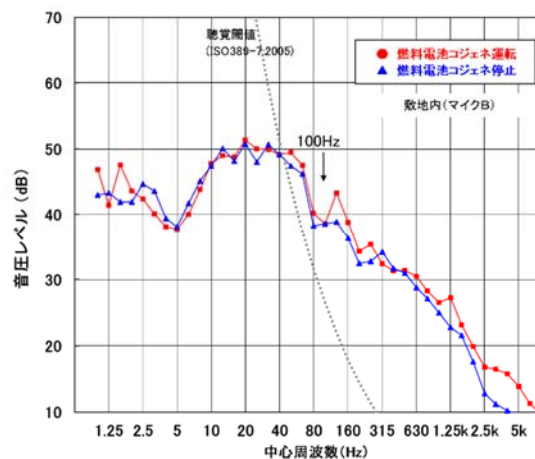


図 22 スペクトログラム（調査対象者 F17）

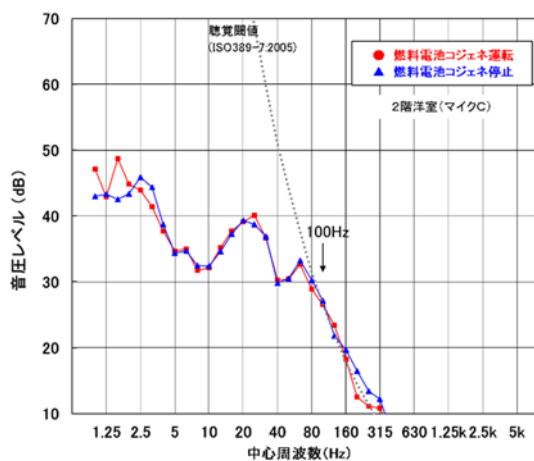
図 23 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。燃料電池コジェネ近傍では、運転状態においては 100Hz の中心周波数で音圧レベルの上昇がみられたが、調査対象者宅敷地内の燃料電池コジェネ寄りの地点及び 2 階洋室では 100Hz の中心周波数で音圧レベルの上昇はみられなかった。



燃料電池コジェネ近傍（マイク A）



敷地内（マイク B）

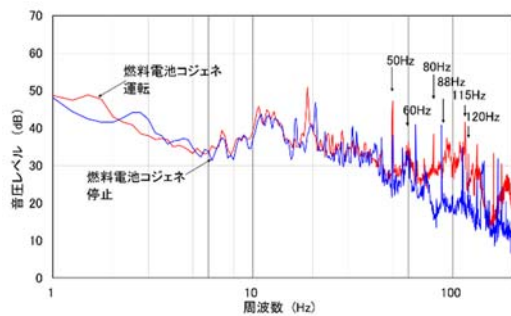


2 階洋室（マイク C）

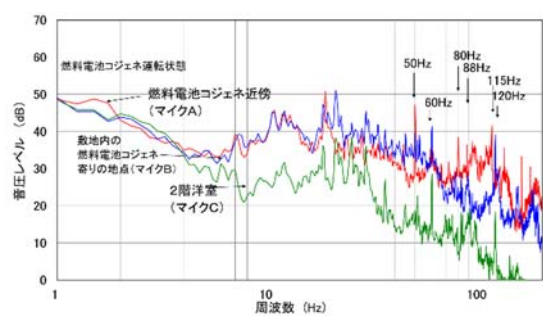
図 23 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 F 17）

図 24 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。燃料電池コジェネ近傍では、運転状態においては 50Hz、80Hz、88Hz、115Hz、120Hz にピーク周波数がみられたが、停止状態と運転状態で 80Hz 以外では音圧レベルの差はあまりみられなかった。さらに、燃料電池コジェネの運転状態においては、調査対象者宅敷地内の燃料電池コジェネ寄りの地点及び 2 階洋室では、60Hz 及び 120Hz にピーク周波数がみられたものの、50Hz、80Hz、88Hz ではピーク周波数がみられなかった。

このようなことから、居室内に燃料電池コジェネの運転音が伝搬していることは確認できなかった。



燃料電池コジェネ近傍



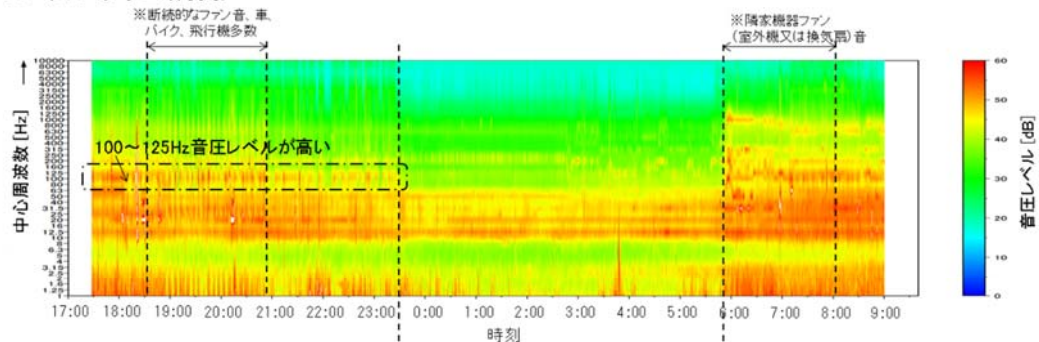
マイク A, B, C

図 24 FFT 分析結果 (調査対象者 F 17)

体感調査では、図 25 のとおり、18 時頃から 23 時 30 分頃まで「(音が) 継続している。」と回答した。また、21 時頃から 21 時 25 分頃に「(一時的に音が小さくなり、音が) かすかに感じる。(図中では「なし」と表記)」と回答した。ただし、この時間帯は、音圧レベルに変化はみられなかった。

調査対象者 F 17 に係る調査においては、居室への運転音の伝搬が確認できなかったこと、運転音と体感との対応は不明確であったことから、調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。

・スペクトログラム(再掲)



・調査対象者体感

	燃料電池コジェネ運転(推測)	燃料電池コジェネ停止(推測)	燃料電池コジェネ運転(推測)
1階リビング	開始 18:10 → 継続 → 停止 21:00 → なし 21:00-21:25 → 開始 21:25 → 継続 → (就寝)		開始 6:00 → 継続 → 継続 6:45 → 8:45
1階洗面所			継続 6:30 → 6:45

「継続」=「音が継続している」と回答、「開始」=「音が始まった」と回答
「停止」=「音が停止した」と回答、「なし」=「音がない」と回答

図 25 体感調査結果 (調査対象者 F 17)

5. 2. 2 燃料電池コジェネに関する無響室における音測定及び体感調査

(1) 無響室における調査の方法

調査対象者宅における音測定及び体感調査は、実際の生活環境下で行うため、燃料電池コジェネのほかにも、風などの天候、近隣の道路、住宅内にある冷蔵庫などの機械製品といった様々な音源があり、測定結果にはそれらの音も含まれていることになる。このような他の音を排除した環境において、燃料電池コジェネから生じる運転音と不眠等の症状を訴える者の症状との関連性を調べるため、「無響室」⁴²において燃料電池コジェネに関する音測定及び体感調査を行った⁴³（図 26）。

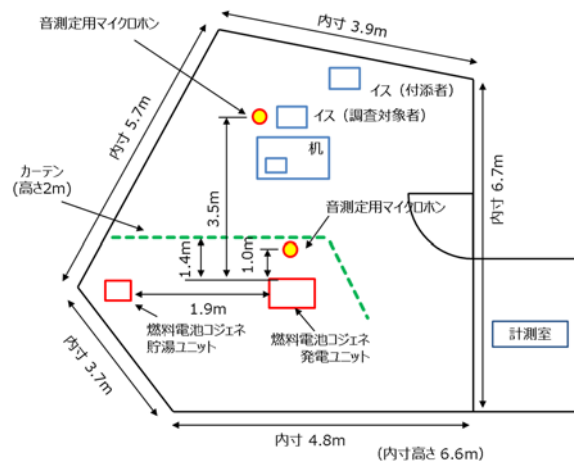


図 26 無響室における調査配置図

体感調査に当たっては、燃料電池コジェネを計画的に運転又は停止する必要があるが、燃料電池コジェネの運転又は停止には 1 時間以上の移行時間が必要となる。そこで、燃料電池コジェネの運転又は停止の代替策として、対象とする音波に対して波形が逆の音波をスピーカから発生させ、音の干渉の作用を利用して音圧レベルを低減する⁴⁴Active Noise Control 装置（以下「ANC 装置」という。）（図 27）を利用し、燃料電池コジェネの運転音に対して任意に音圧レベルを低減させる方法を採用した。

⁴² 壁・天井・床面を遮吸音構造とし、室内での音の反響をさせない部屋。本調査で使用した無響室は、壁・天井・床面の合わせて 7 面が遮吸音構造となっている。

⁴³ ガスエンジンコジェネに関しては、5. 2. 3 に示すように、調査対象者宅における音測定、体感調査で運転音に関する対応関係を確認できたため、無響室での調査は行わなかった。

⁴⁴ 自動車内の騒音低減や、工事用重機等の運転音低減などで使われている事例がある。

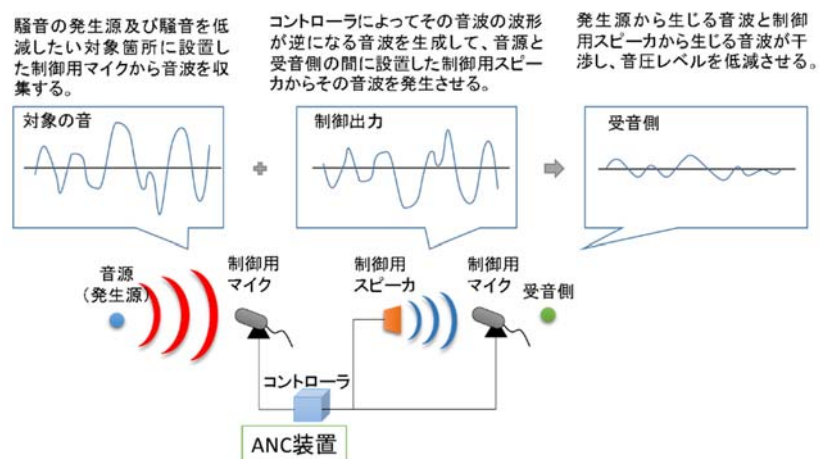


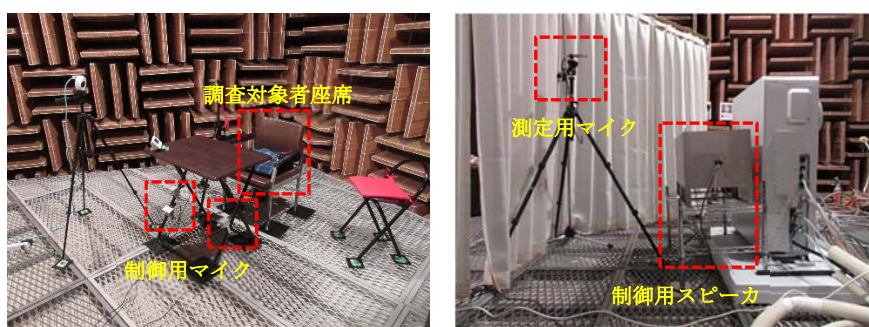
図 27 ANC 原理

① 音測定

燃料電池コジェネの発電ユニットの前に、ANC 装置の制御用スピーカを設置し、燃料電池コジェネを運転した状態で、ANC 装置を作動又は停止⁴⁵した際の運転音の音圧レベルを測定した。

② 体感調査

無響室を仕切り、燃料電池コジェネ及び ANC 装置が調査対象者から見えないようにし、燃料電池コジェネの発電ユニットから 3.5m のところに調査対象者の座席を用意した（図 28）。



調査対象者着座位置

ANC 装置の配置

図 28 無響室における ANC 装置設置状況

体感調査は、調査対象者が着席後に、運転状態の燃料電池コジェネに対して ANC 装置を作動又は停止し、調査対象者が体感が変化したと感じた際に、体感調査票（図 29）に自由に記入する方式とした。

⁴⁵ ANC 装置は停止（5 分）→作動（5 分）→停止（7 分）→作動（8 分）→停止（5 分）とし、合計 30 分間の調査とした。

体感調査 記録用紙
(ア)燃料電池コジェネ

・感じた時、感じ方が変わった時、その「時刻」と「感じる強さ」などについて、
あてはまる項目に○をつけて下さい。
・「5.その他」に○をつけたときは、右欄に具体的にご記入下さい。

日付

被験者ID

(時刻)	音の 感じる強さ	振動(圧迫感)の 感じる強さ	不快を感じる強さ	不快種類	その他の不快種類 補足説明
(:)	0 感じない	0 感じない	0 感じない	1 振動(圧迫感)	
	1 少し感じる	1 少し感じる	1 少し感じる	2 頭痛	
	2 感じる	2 感じる	2 感じる	3 耳鳴り	
	3 かなり感じる	3 かなり感じる	3 かなり感じる	4 吐き気	
	4 強く感じる	4 強く感じる	4 強く感じる	5 その他→右欄	
〰 :)	0 感じない	0 感じない	0 感じない	1 振動(圧迫感)	
	1 少し感じる	1 少し感じる	1 少し感じる	2 頭痛	
	2 感じる	2 感じる	2 感じる	3 耳鳴り	

感じたとき
の時刻

音の感じる強さ、振動の感じる強
さ、不快を感じる強さ の3つの項
目を0～4の5段階で示したもの

調査対象者が感じた
不快の種類

図 29 体感調査票例

(2) 音測定及び体感調査の結果

① 音測定

図 30 は、ANC 装置を作動又は停止した際の、調査対象者の座席位置における音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行った結果である。

ANC 装置の制御対象とする燃料電池コジェネの運転音の周波数は 200Hz 以下とした。ANC 装置を作動した場合に、80Hz から 200Hz までの中心周波数において、10dB 程度音圧レベルが低減した。特に、80Hz から 125Hz までの中心周波数では、聴覚閾値^{いきち}と同等かそれ以下の音圧レベルになった。なお、制御範囲以外では、ANC 装置の作動により音圧レベルが上昇したところもあった⁴⁶。

⁴⁶ 制御範囲外の音を含んだ制御音が制御用スピーカから放射された場合、音の干渉を利用した制御であることから、増幅する場合もあり得る。

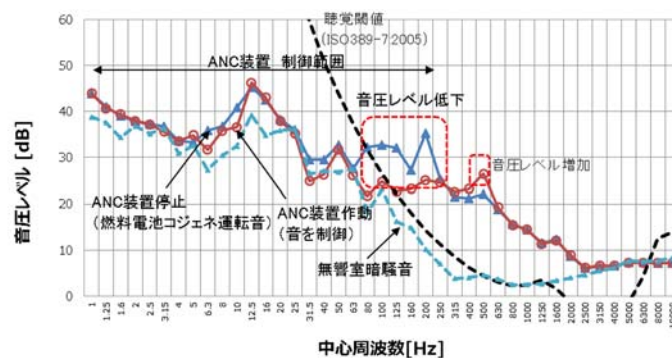


図 30 1/3 オクターブバンド周波数分析結果 (ANC 装置)

② 体感調査

調査対象者F 6、F 8、F 9に対し体感調査を実施した。図 31 から図 33 までに、無響室における、燃料電池コジェネの発電ユニットの運転状態において ANC 装置を作動又は停止した際の、調査対象者の体感調査の結果を示す。図は、上から、スペクトログラム、音を感じる強さ、振動（圧迫感）を感じる強さ、不快を感じる強さの 3 つの項目について調査対象者の回答を 0 から 4 までの段階で示したもの、調査対象者の感想、調査対象者が感じた不快の種類を表している。

図中のスペクトログラムでは、ANC 装置の作動又は停止のタイミングで燃料電池コジェネの運転音の音圧レベルが増減していることを示す色の変化がみられる。図中の赤矢印は、調査対象者の体感と ANC 装置による音圧レベルの変化とが対応している部分を示している。

(ア) 調査対象者F 6

調査対象者F 6は、1回目に ANC 装置を作動させた際には体感に変化はなかったが、2回目に ANC 装置を作動させたところ、音、振動（圧迫感）及び不快を感じる強さが低下した。併せて、振動（圧迫感）、頭痛、耳鳴りについても一時的に解消された（図 31）。

このようなことから、ANC 装置の作動又は停止による運転音の音圧レベルの増減と体感とが部分的に対応しており関連性があると考えられる。

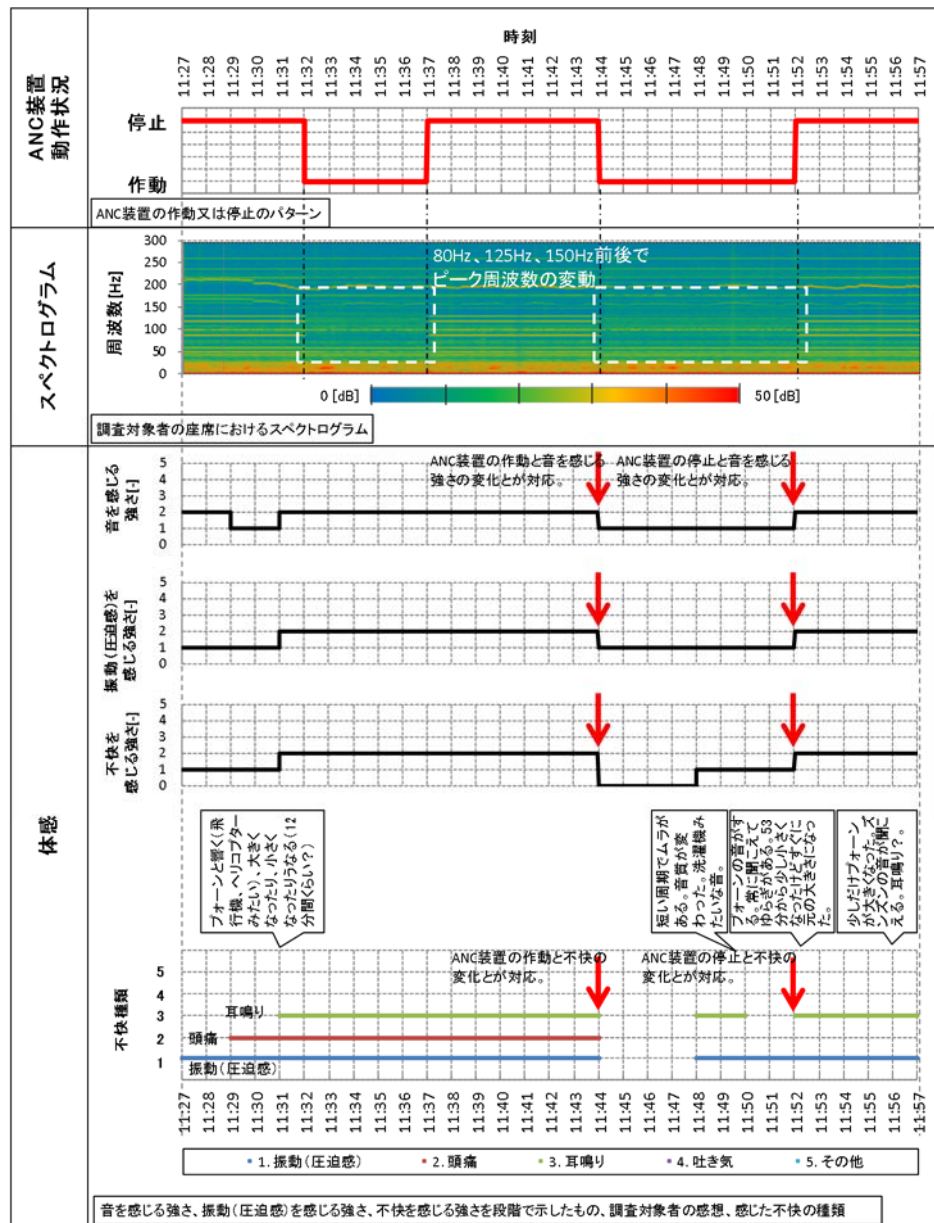


図 31 無響室における体感調査結果（調査対象者F 6）

(イ) 調査対象者F 8

調査対象者F 8は、ANC 装置の作動又は停止に合わせて「音が変わった。」旨を回答し、燃料電池コジェネの運転音の変化を感じていた。他方で、不快を感じる強さについては、ANC 装置の作動から1、2分後に低下し、調査開始から3分後及びANC 装置の1回目の作動が停止してから5分後に増加した(図32)。

このようなことから、ANC 装置の作動又は停止による運転音の音圧レベルの増減と体感との対応関係は不明確であった。

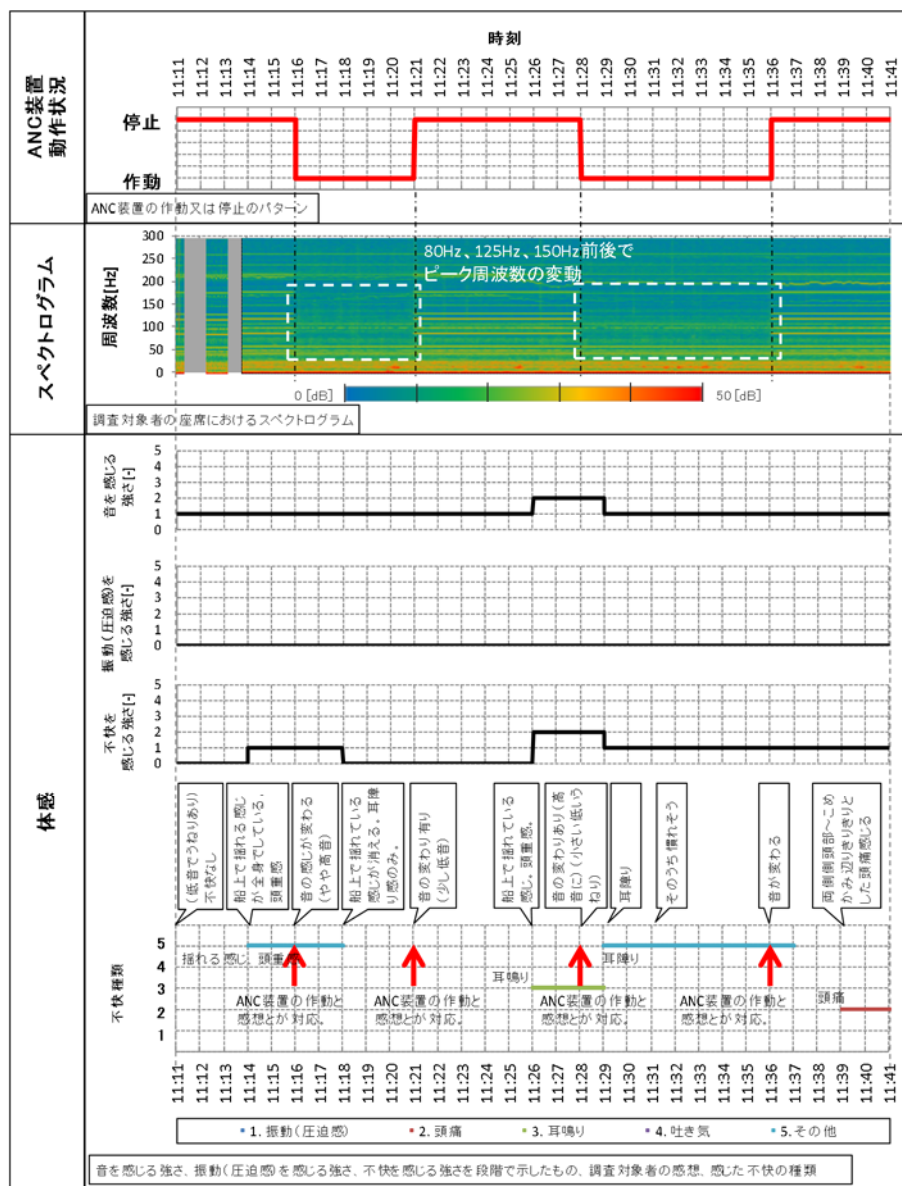


図32 無響室における体感調査結果(調査対象者F 8)

(ウ) 調査対象者F 9

調査対象者F 9は、1回目に ANC 装置を作動させた際には音を感じる強さが低下した。その後、ANC 装置を停止した際には、不安感、動悸が発生した。2回目の ANC 装置の作動では、音及び不快を感じる強さが低下し、「力が抜けた感じ。」と回答した。しばらく後には不快を感じる強さが更に低下したが、ANC 装置を停止した際に「無意識に身体に力が入る。」と回答し、音及び不快を感じる強さがいずれも増加し、また、不安感、動悸に加え耳鳴りも発生した (図 33)。

このようなことから、ANC 装置の作動又は停止による運転音の音圧レベルの増減と体感とが部分的に対応しており関連性があると考えられる。

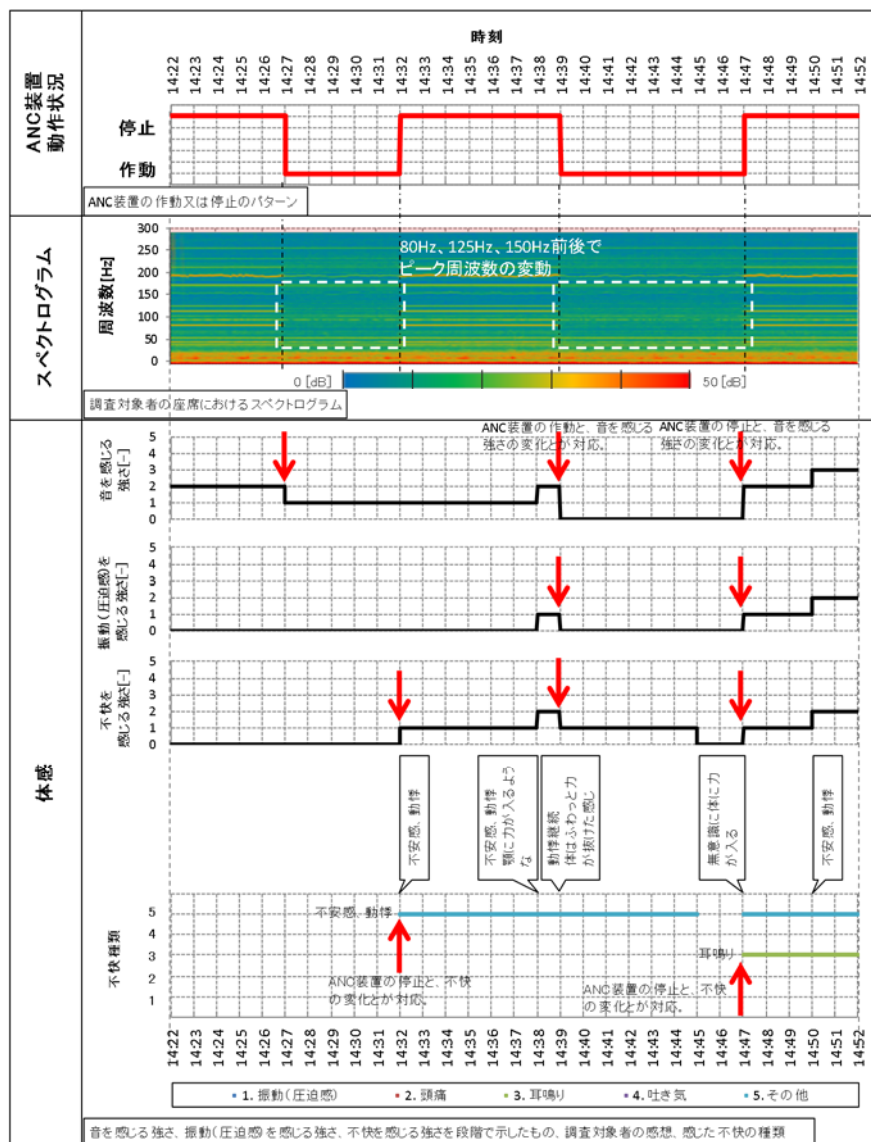


図 33 無響室における体感調査結果 (調査対象者 F 9)

5. 2. 3 ガスエンジンコジェネに関する現地実態調査

ガスエンジンコジェネに関して、調査対象者（表4）のうち3名の調査対象者宅において、音測定及び体感調査を行った。

（1） 現地調査1（調査対象者G4）

平成20年に調査対象者G4宅の南側隣家にガスエンジンコジェネが設置され、すぐに多発性円形脱毛症、不眠、耳鳴りを訴えるようになったものである。

図34にガスエンジンコジェネ及び測定機器の配置を示す。ガスエンジンコジェネ近傍の屋外にマイクAを、ガスエンジンコジェネに近い1階和室にマイクBを、調査対象者が比較的楽であるという2階北側の洋室にマイクCを設置して、運転音の測定を行った。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図34に示すとおりである。

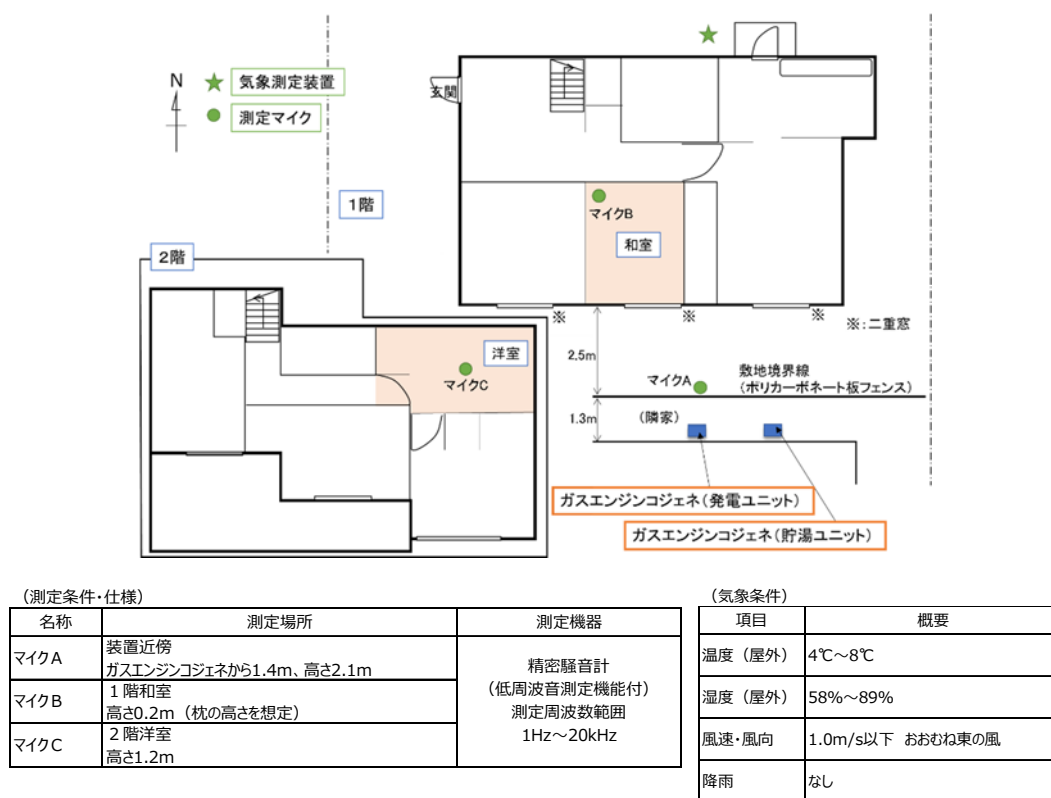


図34 測定箇所及び概要（調査対象者G4）

図35はガスエンジンコジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。18時頃の調査開始から21時頃まで、23時前後、1時頃から

2時 30 分頃まで及び翌朝 8 時頃以降において、16Hz、31.5Hz、63Hz の中心周波数で音圧レベルが高い状態がみられた。これらは、後述する FFT 分析の結果から、ガスエンジンコジェネの運転音によるものと考えられる。

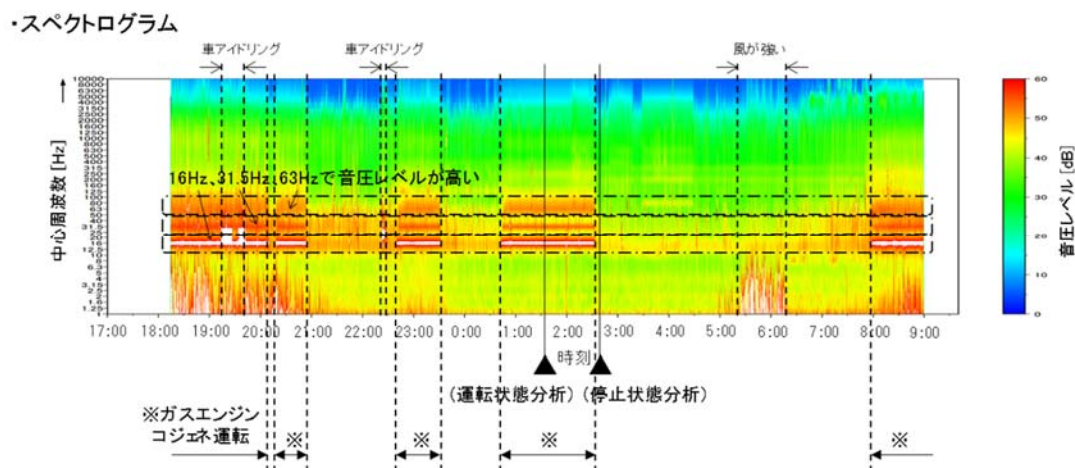
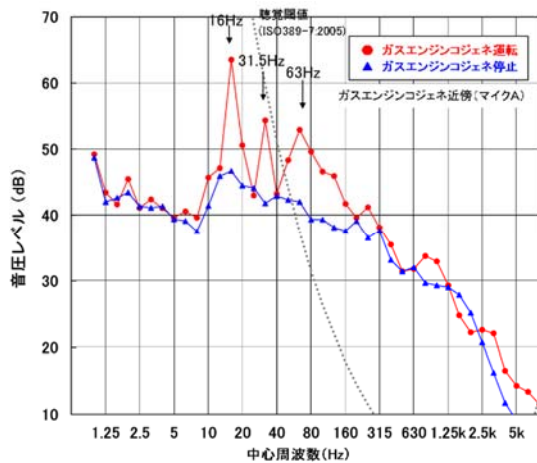
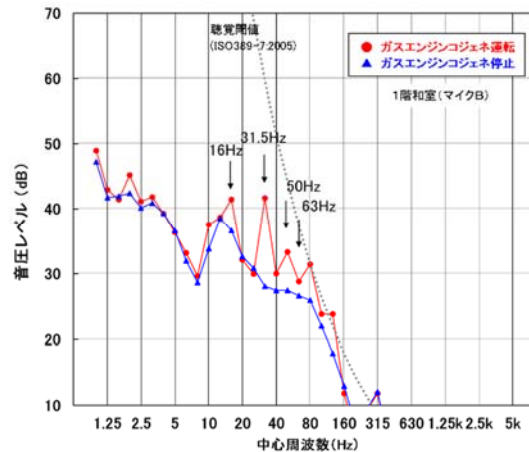


図 35 スペクトログラム（調査対象者 G 4）

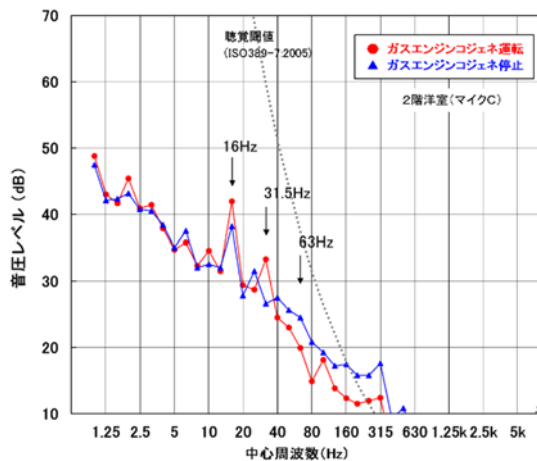
図 36 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。ガスエンジンコジェネ近傍では、運転状態において 16Hz、31.5Hz、50Hz から 125Hz までの中心周波数で音圧レベルの上昇がみられた。1 階和室では 16Hz、31.5Hz、50Hz から 125Hz までの中心周波数で音圧レベルの上昇がみられた。このうち 80Hz から 125Hz までは、聴覚^{いきち}閾値と同等であった。2 階洋室では 16Hz、31.5Hz に音圧レベルの上昇がみられたものの、50Hz から 125Hz までは音圧レベルの上昇はみられなかった。



ガスエンジンコジェネ近傍 (マイク A)



1 階和室 (マイク B)

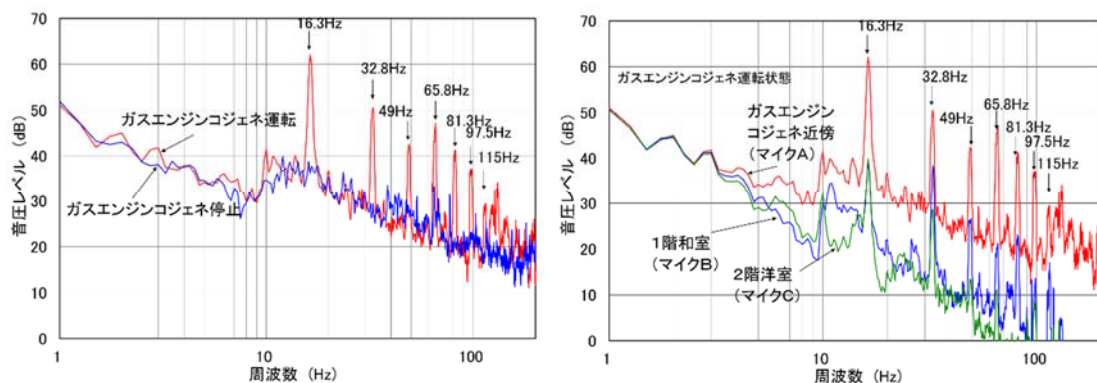


2 階洋室 (マイク C)

図 36 1/3 オクターブバンド周波数分析結果 (調査対象者 G 4)

図 37 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。ガスエンジンコジェネ近傍では、運転状態において 16.3Hz、32.8Hz、49Hz、65.8Hz、81.3Hz といった 16Hz の倍数の周波数でピーク周波数がみられた。2 階洋室及び 1 階和室でも 16.3Hz、32.8Hz、49Hz、65.8Hz、81.3Hz でピーク周波数がみられた。

このようなことから、ガスエンジンコジェネの運転音のうち中心周波数 80Hz 前後の音が知覚可能な音圧レベルで 1 階和室に伝搬していることが考えられる。他の居室と比べて比較的楽であるという 2 階洋室では、聴覚閾値を下回っており運転音を知覚することは一般的には困難な状況であると考えられる。



ガスエンジンコジェネ近傍

マイク A, B, C

図 37 FFT 分析結果（調査対象者 G 4）

体感調査では、図 38 のとおり、調査対象者は調査開始から終了まで、就寝中を除いて、ガスエンジンコジェネが運転しているときには「(音が) 継続している。」と回答し、停止しているときには「(音が) ない。」と回答した。

調査対象者 G 4 に係る調査においては、調査対象者はガスエンジンコジェネの運転音の継続及び停止を認識し、運転音と体感とが対応しており、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

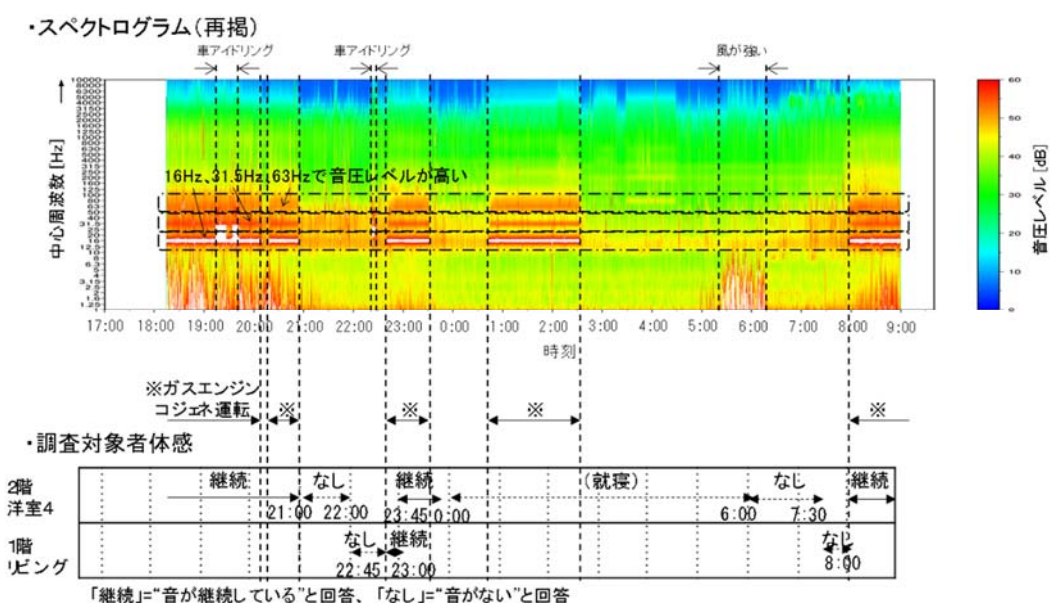


図 38 体感調査結果（調査対象者 G 4）

(2) 現地調査 2 (調査対象者 G 5)

平成 26 年に調査対象者 G 5 宅の東側隣家にガスエンジンコジェネが設置され、設置 5 か月後から頭痛、不眠等の症状を訴えるようになったものである。

図 39 にガスエンジンコジェネ及び測定機器の配置を示す。ガスエンジンコジェネ近傍の屋外にマイク A を、ガスエンジンコジェネに近い 2 階東側の洋室 3 にマイク B を、調査対象者が寝室としている 2 階東側の洋室 2 にマイク C を設置して、運転音の測定を実施した⁴⁷。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図 39 に示すとおりである。

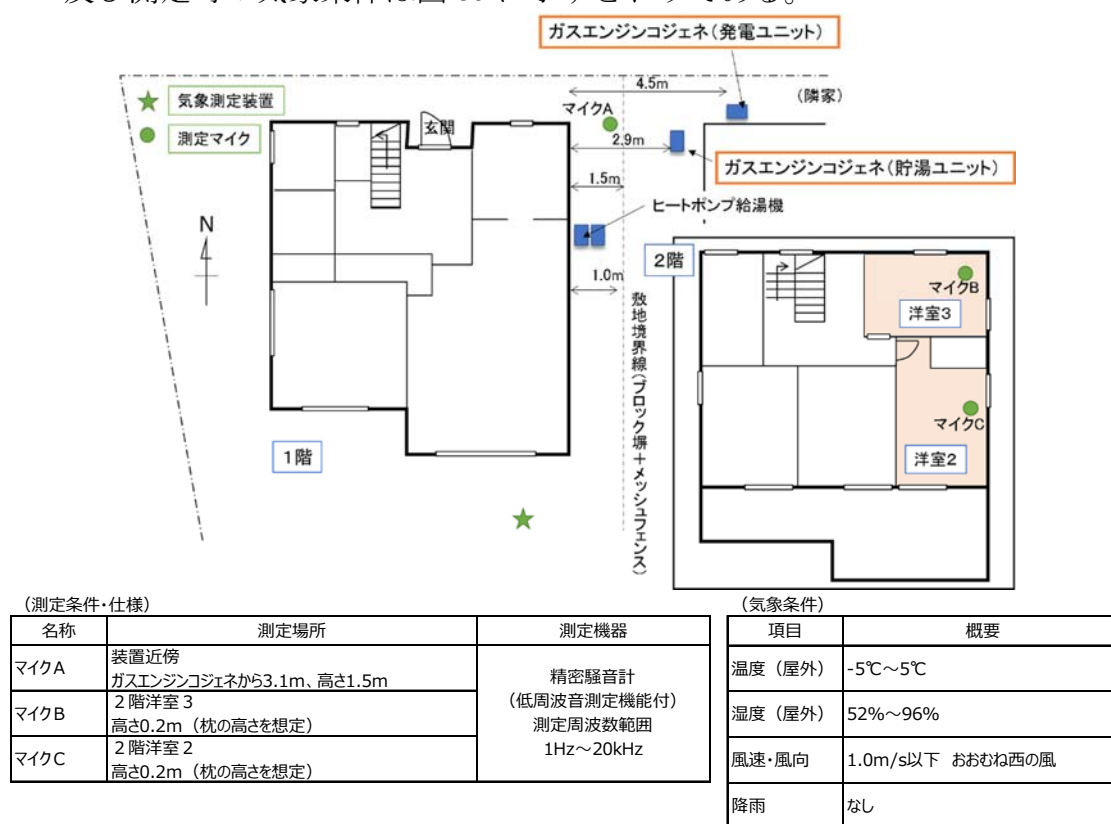


図 39 測定箇所及び概要 (調査対象者 G 5)

図 40 はガスエンジンコジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。18 時頃から 22 時 30 分頃まで 16Hz、31.5Hz、250Hz の中心周波数で音圧レベルが高い状態がみられた。これらは、後述する FFT 分析の結果から、ガスエンジンコジェネの運転音によるものと考えられる。

⁴⁷ この調査では、運転音によって体調不良となる可能性があるという調査対象者の申告により体感調査は行わなかった。

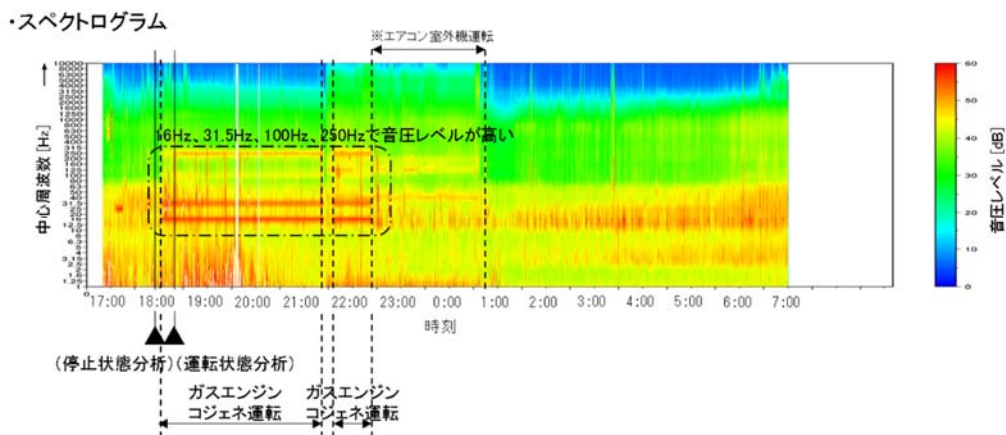
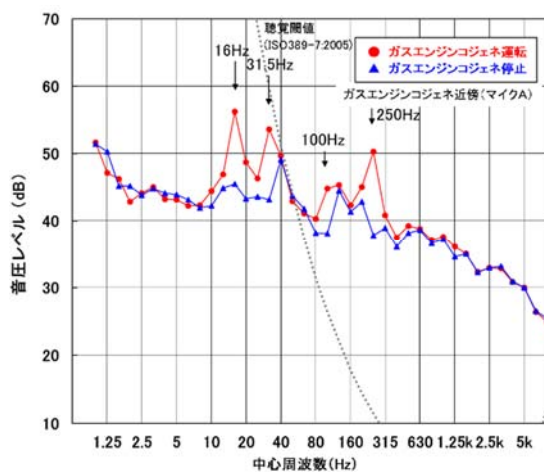
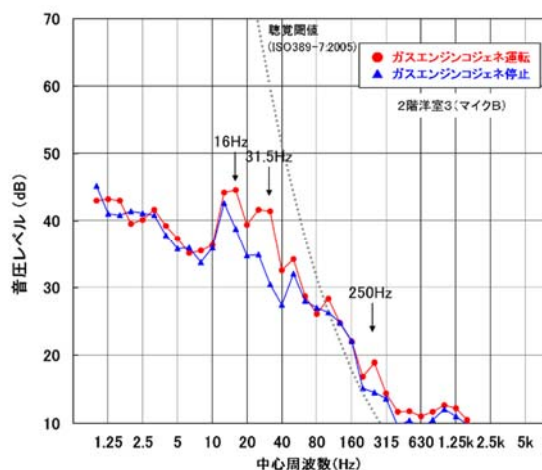


図 40 スペクトログラム（調査対象者 G 5）

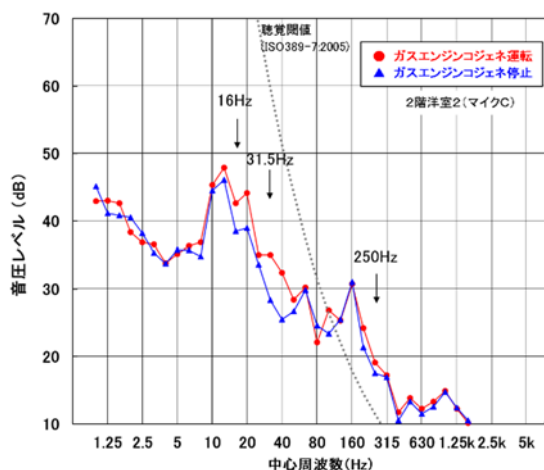
図 41 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。ガスエンジンコージェネ近傍では、運転状態において 16Hz、31.5Hz、100Hz、250Hz で音圧レベルの上昇がみられた。2 階洋室 3 では、16Hz、31.5Hz 及びその前後の中心周波数で音圧レベルの上昇がみられた。また、250Hz で音圧レベルの上昇がみられた。2 階洋室 3 及び洋室 2 では、80Hz の中心周波数までは聴覚閾値を下回っていた。



ガスエンジンコージェネ近傍（マイク A）



2 階洋室 3（マイク B）

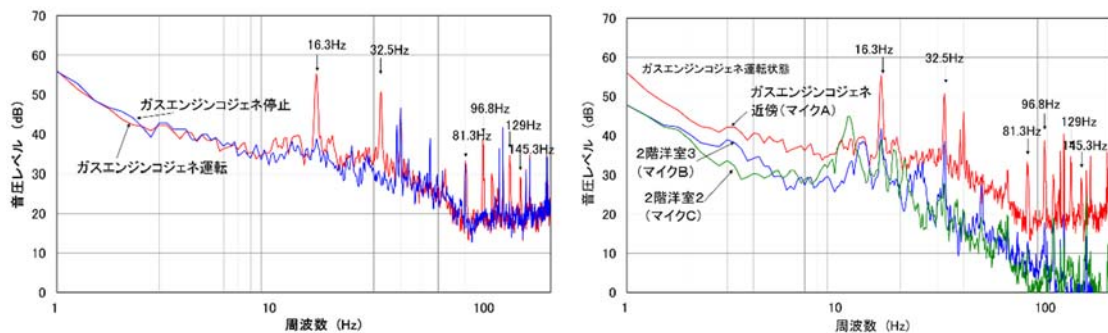


2 階洋室 2（マイク C）

図 41 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 G 5）

図 42 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。ガスエンジンコージェネ近傍では、運転状態において 16.3Hz、32.5Hz、81.3Hz といった、16Hz の倍数の周波数でピーク周波数がみられた。また、2 階洋室 3 でも 16.3Hz、32.5Hz でピーク周波数がみられた。なお、2 階洋室 2 では、32.5Hz、81.3Hz では顕著なピーク周波数はみられなかった。

このようなことから、聴覚閾値を下回り、知覚することは一般的には困難な状況であると考えられ、ガスエンジンコージェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。



ガスエンジンコジェネ近傍

マイク A, B, C

図 42 FFT 分析結果（調査対象者 G 5）

調査対象者 G 5 に係る調査では、調査対象者が寝室としている 2 階洋室 2 において、定在波の測定を行った。図 43 に、各共鳴周波数で、音圧レベルが等しく大きくなる点を線で結んだ等値線図を示す。

測定の結果、48.75Hz、63.5Hz、80Hz、90.75Hz で共鳴周波数がみられ、ガスエンジンコジェネの運転音に含まれるピーク周波数に近い 80Hz では、居室に運転音が伝搬した場合に定在波が発生して音を大きく感じる可能性が考えられる。なお、調査対象者が就寝する際の頭部（図中右側）は、音が伝わりにくい傾向にある場所であった。

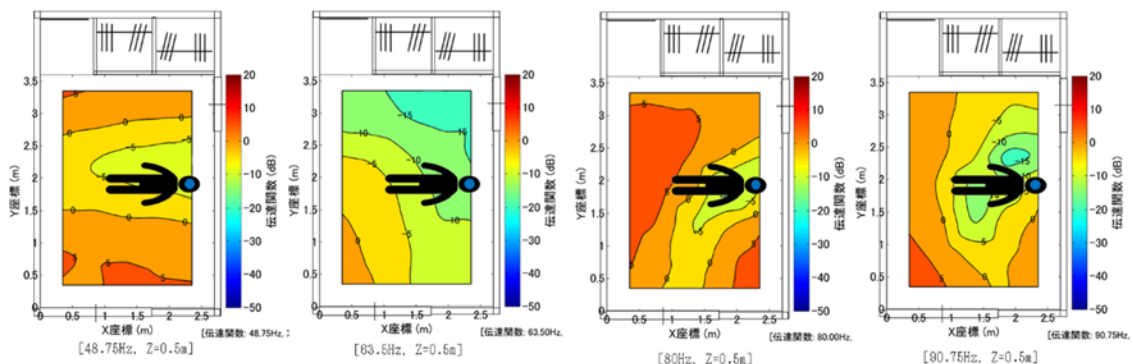


図 43 定在波測定結果（調査対象者 G 5）

（3） 現地調査 3 （調査対象者 G6-1・G6-2）

① 調査対象者 G6-1・G6-2 を対象とした調査

調査対象者 G6-1 が平成 20 年に購入した自宅の隣家擁壁との間及び東側の隣家に、ガスエンジンコジェネが設置されていた。調査対象者 G6-2 は、購入して約 7 年後に、夜中に何度も揺れている感じがして目が覚

め、不眠や胸の圧迫感などを訴えるようになったものである。また、同居者（調査対象者G6-1）も不眠、頭痛、耳鳴りを訴えるようになった。この調査対象者2名は、本調査時点では、隣家との協議により自宅及び隣家のガスエンジンコジェネを停止させたことで、症状が改善されている。

図44に調査対象者宅のガスエンジンコジェネ及び測定機器の配置を示す。調査では、調査員がガスエンジンコジェネを操作し、21時10分から21時40分まで、21時55分から22時25分まで及び22時55分から23時40分まで計画的に運転した。ガスエンジンコジェネ本体の前にマイクAを、1階台所にマイクBを、2階洋室にマイクCを設置して、運転音の測定を行った。なお、測定機器の仕様及び測定時の気象条件は図44に示すとおりである。

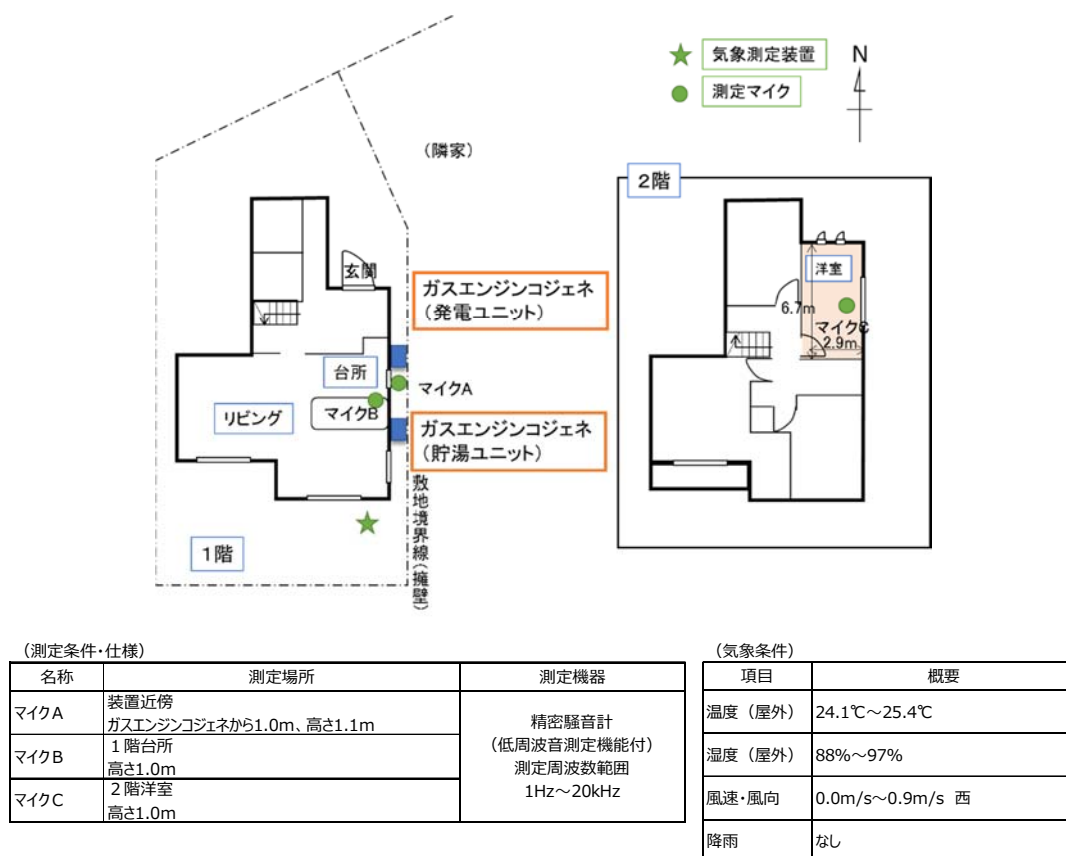


図44 測定箇所及び概要（調査対象者G6-1・G6-2）

図45はガスエンジンコジェネ近傍における音測定の結果のスペクトログラムである。ガスエンジンコジェネが運転状態である21時10分から21時40分まで、21時55分から22時25分まで及び22時55分から23

時 40 分までにおいて、125Hz 以下の周波数のうち、16Hz の倍数の周波数で音圧レベルが高い状態がみられた。

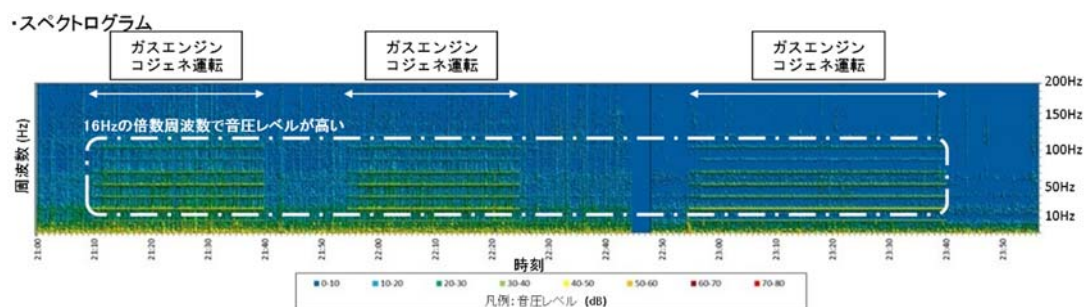
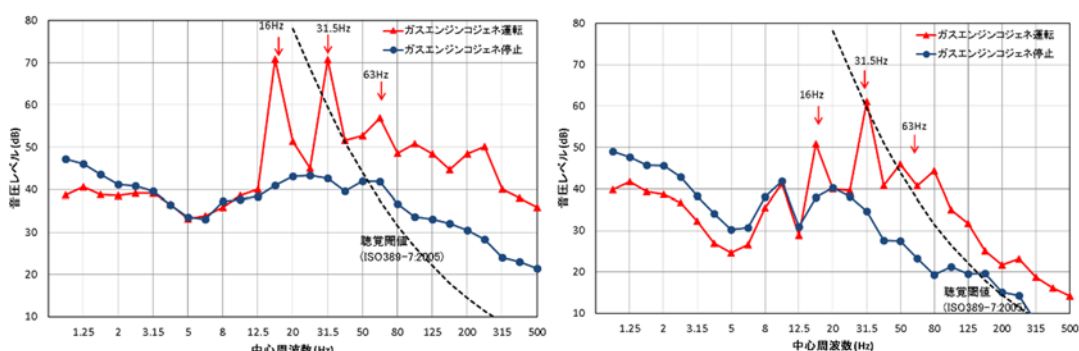


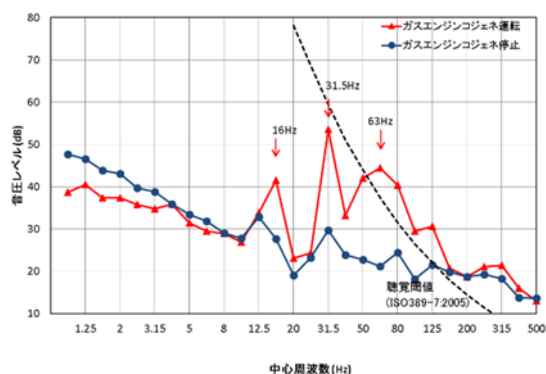
図 45 スペクトログラム（調査対象者 G6-1・G6-2）

図 46 は音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行ったものである。1 階台所及び 2 階洋室では、16Hz、31.5Hz、63Hz で 10dB 以上の音圧レベルの上昇がみられた。31.5Hz の中心周波数の音圧レベルは、1 階台所では 61.1dB、2 階洋室では 53.5dB であった。1 階台所では聴覚閾値（59.5dB）を超えており、参照値 64dB（31.5Hz）に近い値であった。



ガスエンジンコジェネ近傍（マイク A）

1 階台所（マイク B）

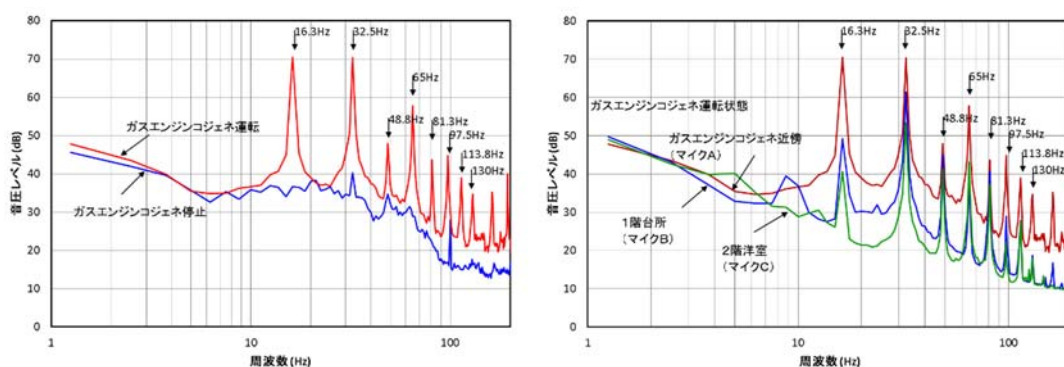


2 階洋室（マイク C）

図 46 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（調査対象者 G6-1・G6-2）

図 47 は音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。ガスエンジンコジェネ近傍では、ガスエンジンコジェネの運転状態においては 16.3Hz、32.5Hz、48.8Hz、65Hz、81.3Hz といった、16Hz の倍数の周波数でピーク周波数がみられた。また、1 階台所及び 2 階洋室でも、16.3Hz、32.5Hz、48.8Hz、65Hz、81.3Hz でピーク周波数がみられた。

このようなことから、ガスエンジンコジェネの運転音が知覚可能な音圧レベルで 2 階洋室に伝搬していると考えられる。



ガスエンジンコジェネ近傍

マイク A, B, C

図 47 FFT 分析結果（調査対象者 G6-1・G6-2）

体感調査は 2 階洋室において行った。図 48 のとおり、調査対象者 G6-2 は、運転状態においては運転音を強く感じ、停止状態においては感じていなかったことから、調査開始から調査終了までガスエンジンコジェネの運転音の継続及び停止を認識し、運転音と体感とが対応していた。また、調査対象者 G6-1 も、運転状態においては運転音を中程度に感じ、停止状態においてはほとんど感じていなかったことから、運転音と体感とがおおむね対応していた。

調査対象者 G6-1・G6-2 に係る調査においては、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

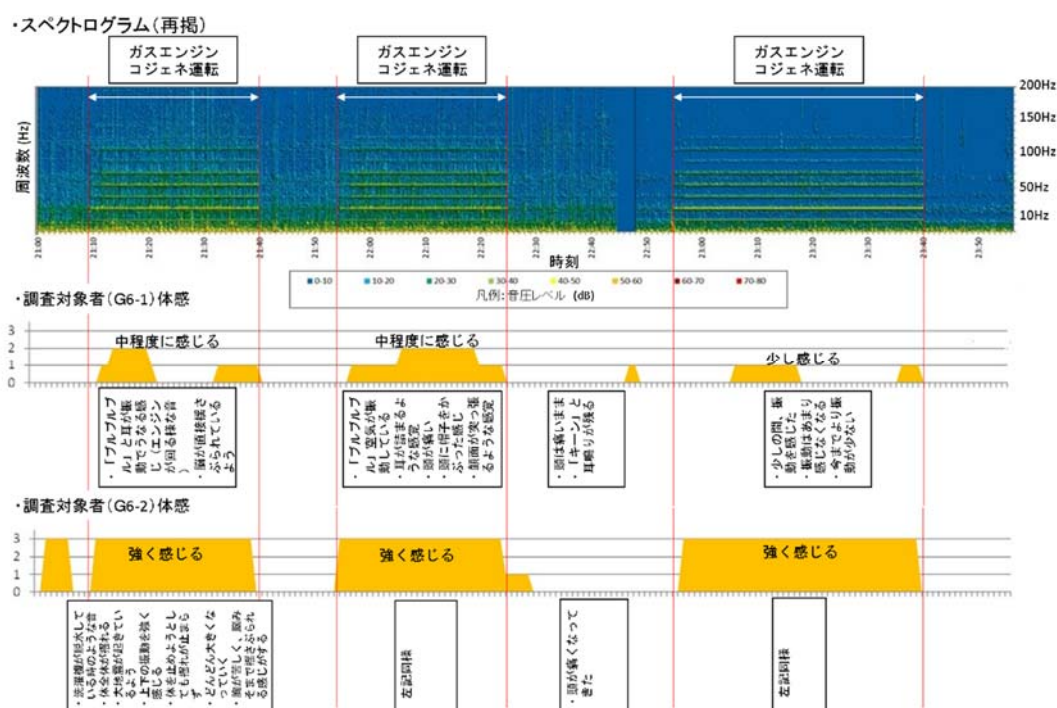


図 48 体感調査結果（調査対象者 G6-1・G6-2）

② 調査対象者 G 1 に対する調査

別の日程で、調査対象者 G6-1 宅において、調査対象者 G 1 に対して、体感調査を実施した。

平成 20 年に調査対象者 G 1 宅の隣家 2 軒にガスエンジンコジェネが設置され、設置から約 3 年後に鼓膜の振動、圧迫感、吐き気、動悸、不眠等の症状が発生したものである。本調査時点では、当該ガスエンジンコジェネは撤去され、一般的な給湯機に交換されており、調査対象者の体調は改善されている。なお、調査対象者 G 1 宅に設置されていたガスエンジンコジェネは、調査対象者 G6-1 宅と同時期の世代の機種である。

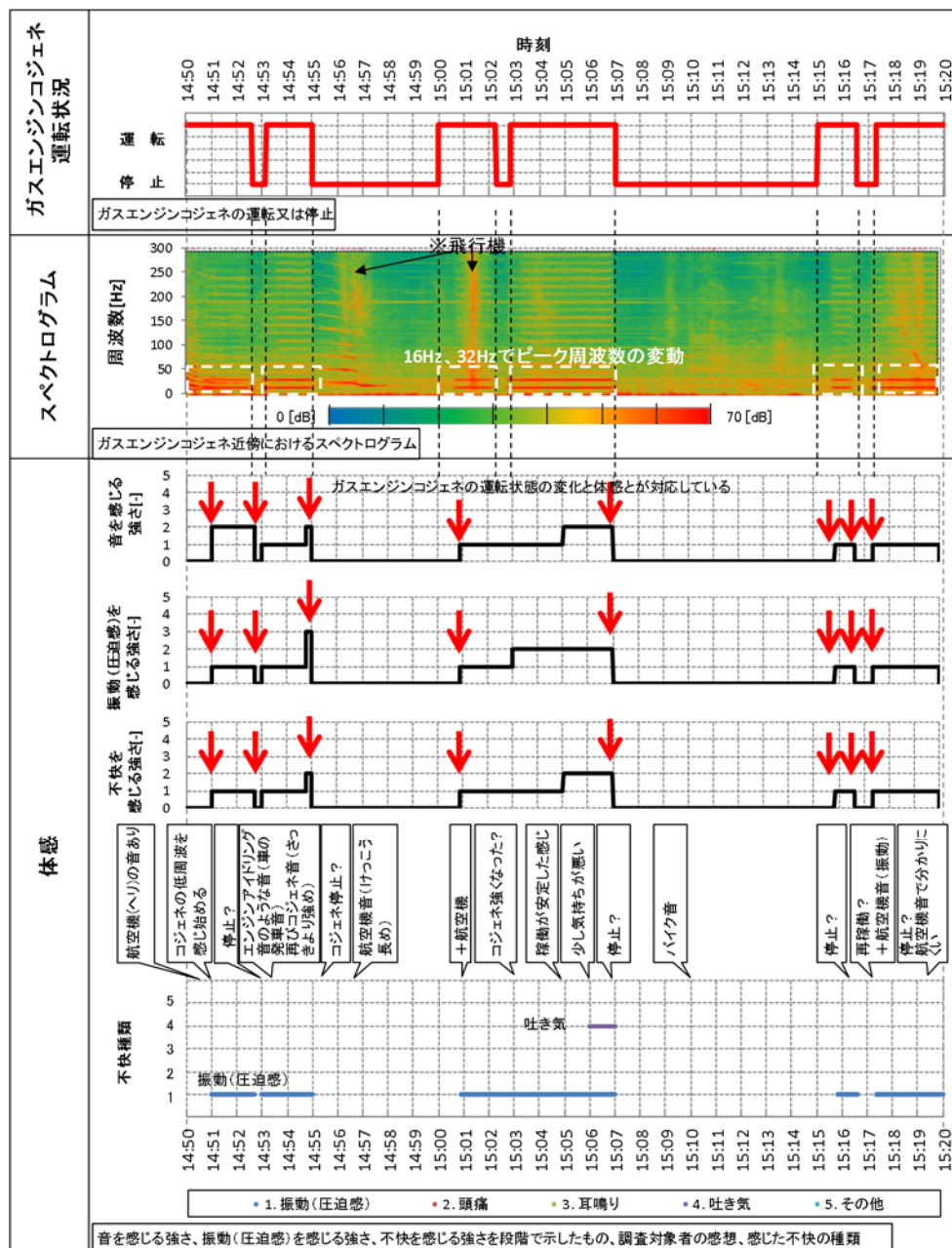
体感調査は 2 階洋室において行い、調査対象者には運転又は停止のタイミングが分からないように、ガスエンジンコジェネを計画的に運転し、調査対象者が体感に変化したと感じた際に、体感調査票（図 29）に自由に記入する方式とした。

図 49 はガスエンジンコジェネ近傍及び調査対象者の耳の位置におけるスペクトログラム、音、振動（圧迫感）及び不快を感じる強さの 3 つの項目について調査対象者の回答を 0 から 4 までの段階で示したもの、調査対象者の感想、調査対象者が感じた不快の種類を表している。

調査対象者は、ガスエンジンコジェネの運転又は停止に合わせて音及び不快を感じており、不快の種類として振動（圧迫感）としていた。ま

た、調査途中にガスエンジンコジェネを停止した時間があったが、その時間についても調査対象者は正確に感じていた。ガスエンジンコジェネの停止状態においては、音、振動（圧迫感）及び不快を感じる強さは改善した。

調査対象者G 1に係る調査においては、運転音と体感とが対応しており、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。



5. 3 不眠等の症状の軽減策の調査

家庭用コジェネが設置された後でも実施が可能な症状の軽減策について調査を行った。

家庭用コジェネから生じる運転音による不眠等の症状の軽減策は、運転音が発生する「発生源」、それらが空気中等を伝搬する「伝搬経路」、音を受音する者に近い場所である「受音側」の3点のいずれかの点で実施することが有効である（図 50）。ただし、「受音側」における軽減策は、症状を軽減する効果を得られる範囲が、対策を講じた箇所に限られる。

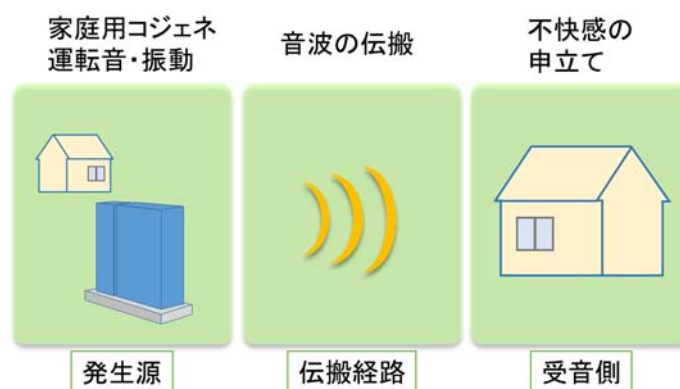


図 50 症状軽減策の考え方

こうした3点における症状の軽減策のうち、「発生源」における軽減策として家庭用コジェネを囲うケースである防音エンクロージャ及びANC装置、「受音側」における軽減策としてANC装置及びマスキング音について、音測定及び体感調査を実施した。調査対象者宅における音測定は、5. 2と同じく、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境庁大気保全局（現環境省）、平成12年10月）を参考にして実施した。

5. 3. 1 無響室における症状軽減策の効果調査

（1）測定状況

5. 2. 2（1）で述べたとおり、調査対象者宅における音測定及び体感調査は、測定結果には様々な音源の音も含まれていることになる。そこで、防音エンクロージャ及びANC装置による症状の軽減策については、運転音以外の音を極力排除した環境で検証するため、無響室において音測定及び体感調査を行った（図 51）。

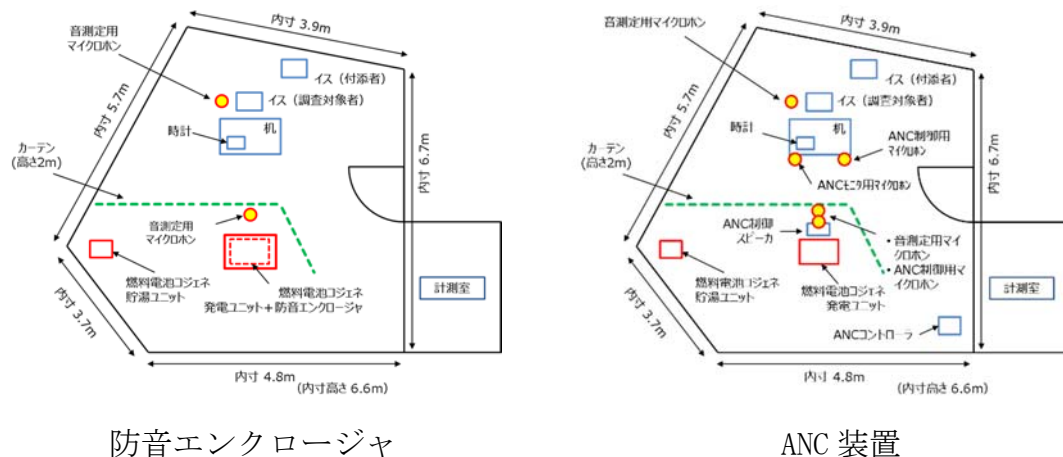


図 51 無響室測定配置図

(2) 体感調査の方法

体感調査は、無響室を仕切り、燃料電池コジェネ、防音エンクロージャ及び ANC 装置が調査対象者から見えなようにし、燃料電池コジェネの発電ユニットから 3.5m のところに調査対象者の座席を用意した。調査対象者が着席後に、運転状態の燃料電池コジェネに対して ANC 装置を作動若しくは停止したとき又は防音エンクロージャを設置したときそれぞれについて、調査対象者が体感が変化したと感じた際に、体感調査票に自由に記入する方式とした。調査項目としては、音を感じる強さ、振動（圧迫感）を感じる強さ、不快を感じる強さの 3 つの項目について、図 29 と同様の形式で回答を得ることとした。

5. 3. 2 症状の軽減策としての防音エンクロージャ

本調査で用いた防音エンクロージャ（図 52）は、吸音性能に優れる吸音筒と呼ばれる吸音材を多数配置した遮吸音パネルを、燃料電池コジェネの発電ユニットに対し、全方位に配置して囲んだものである。このとき、床面は発電ユニットを設置する構造上、吸音筒を配置した遮吸音パネルを利用することはできないが、遮音性能を持つ遮音パネルを設置し、装置の全ての面に対して対策を講じた。また、発電等に必要な空気の吸気口及び排気口にも吸音の対策を施した。

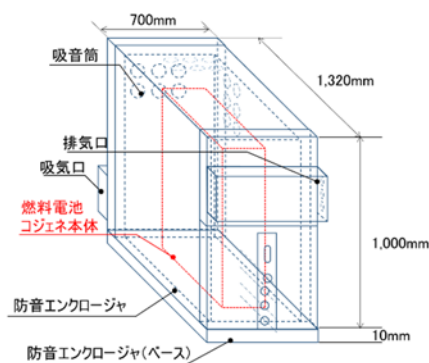


図 52 防音エンクロージャ

無響室における防音エンクロージャの効果の検証は以下のとおり行った。

- ①無響室に燃料電池コジェネを設置する。
- ②防音エンクロージャを設置しない状態で、燃料電池コジェネの運転状態の音圧レベルを測定する（測定結果は図 53 の「防音エンクロージャ設置前」）。
- ③燃料電池コジェネの発電ユニットを囲うように、防音エンクロージャを設置する。
- ④防音エンクロージャを設置した状態で、燃料電池コジェネの運転状態の音圧レベルを測定する（測定結果は図 53 の「防音エンクロージャ設置後」）。
- ⑤防音エンクロージャを設置した状態で、調査対象者の体感調査を実施する。

（１） 効果の測定

図 53 は、運転状態の燃料電池コジェネの発電ユニットに防音エンクロージャを設置する前及び設置した後の、調査対象者の座席位置における音測定の結果について 1/3 オクターブバンド周波数分析を行った結果である。

防音エンクロージャの設置前と比べて、防音エンクロージャを設置することで 80Hz から 2,000Hz までの中心周波数で、10dB から 20dB 程度音圧レベルが低減し、燃料電池コジェネ停止状態（無響室の暗騒音）と同等の音圧レベルとなった。特に 1,250Hz までの中心周波数では、聴覚閾値^{いきち}と同等かそれよりも下回った音圧レベルとなった。

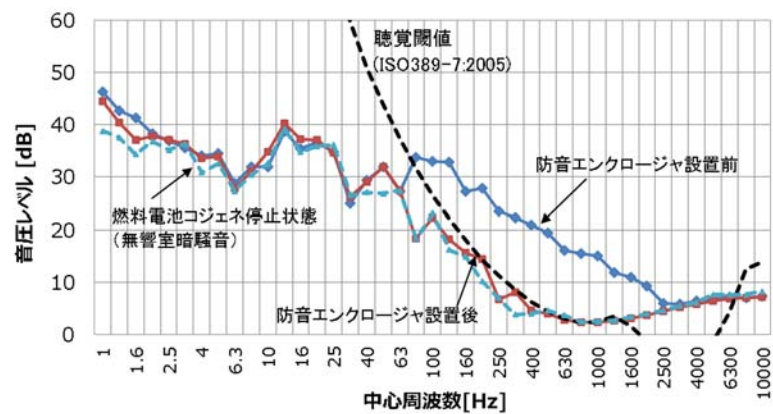


図 53 1/3 オクターブバンド周波数分析結果（防音エンクロージャ）

（２） 体感調査

調査対象者 3 名（調査対象者 F 6、F 8、F 9）に対して体感調査を実施した。

図 54 から図 56 までは、防音エンクロージャを設置したときの音圧レベルの変化を示したスペクトログラム及び調査対象者の体感の変化である。調査を行った時間は、おおむね 5 分である。なお、体感を示す各グラフの冒頭部分は、防音エンクロージャ設置前の状態で、燃料電池コジェネが運転状態における調査対象者の体感を示している。

① 調査対象者F 6

調査対象者F 6は、防音エンクロージャの設置前においては、音、振動（圧迫感）及び不快を感じていたが、防音エンクロージャの設置後は、音、振動（圧迫感）及び不快をいずれも感じていなかった。

なお、調査開始時には耳鳴りがあり調査中は継続していたが、調査終了時には「無くなった。」と回答した（図 54）。

このようなことから、防音エンクロージャの設置により不快感が無くなったと考えられる。

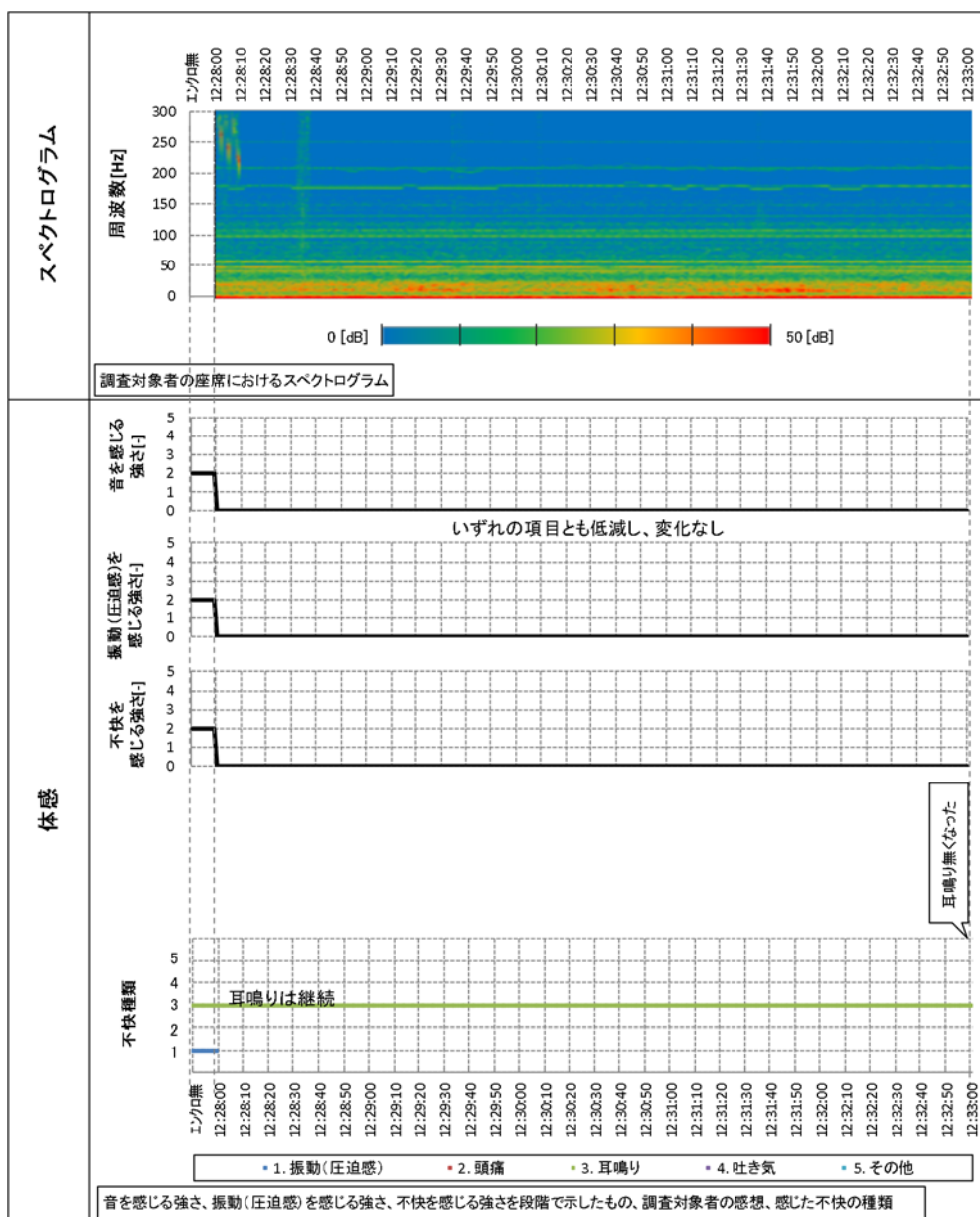


図 54 無響室における体感調査結果（調査対象者 F 6）

② 調査対象者F 8

調査対象者F 8は、防音エンクロージャの設置前においては、音及び不快を感じていたが、調査開始後2分程度までは、音、不快を感じることがなかった。2分程度経った後に、「ブーンというかすかな音が増えた。」と回答し、音、不快を感じる強さが共に上昇した（図 55）。このとき、スペクトログラムでは、50Hz 以下の周波数域において聴覚閾値を下回っていたものの、音圧レベルが増加していることから、この変化を感じた可能性が考えられる。

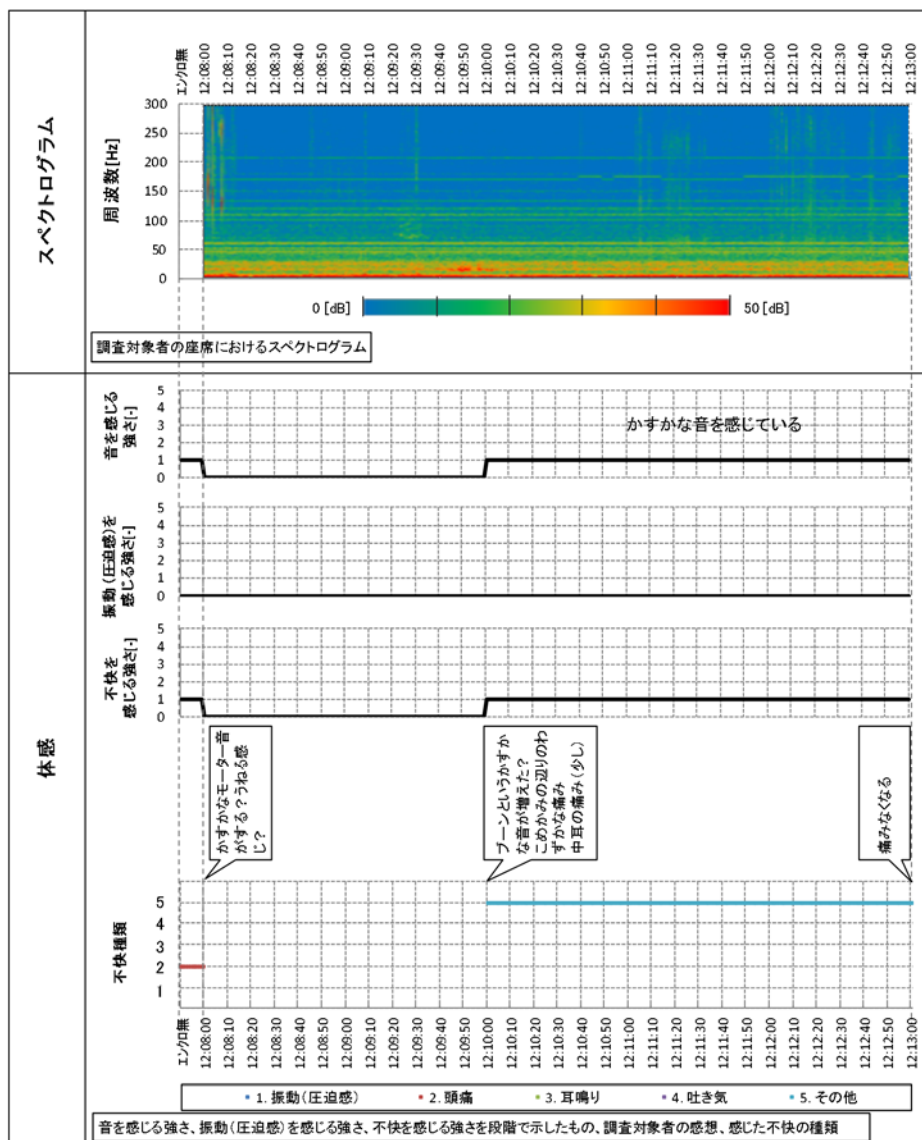


図 55 無響室における体感調査結果（調査対象者F 8）

③ 調査対象者F 9

調査対象者F 9は、防音エンクロージャを設置することによって音を感じる強さは低減されたが、振動（圧迫感）を感じる強さについては調査開始3分後に上昇しており、不快を感じる強さについては、防音エンクロージャを設置する前よりも高く、振動（圧迫感）を感じていた。また、「耳が塞がる感じ。」との回答があった（図 56）。これについては、無響室内で人が感じる特性である可能性が考えられる。

このようなことから、防音エンクロージャを設置したことによって音圧レベルの低減を感じてはいるものの、それに対応して不快が改善されるかは不明確であった。

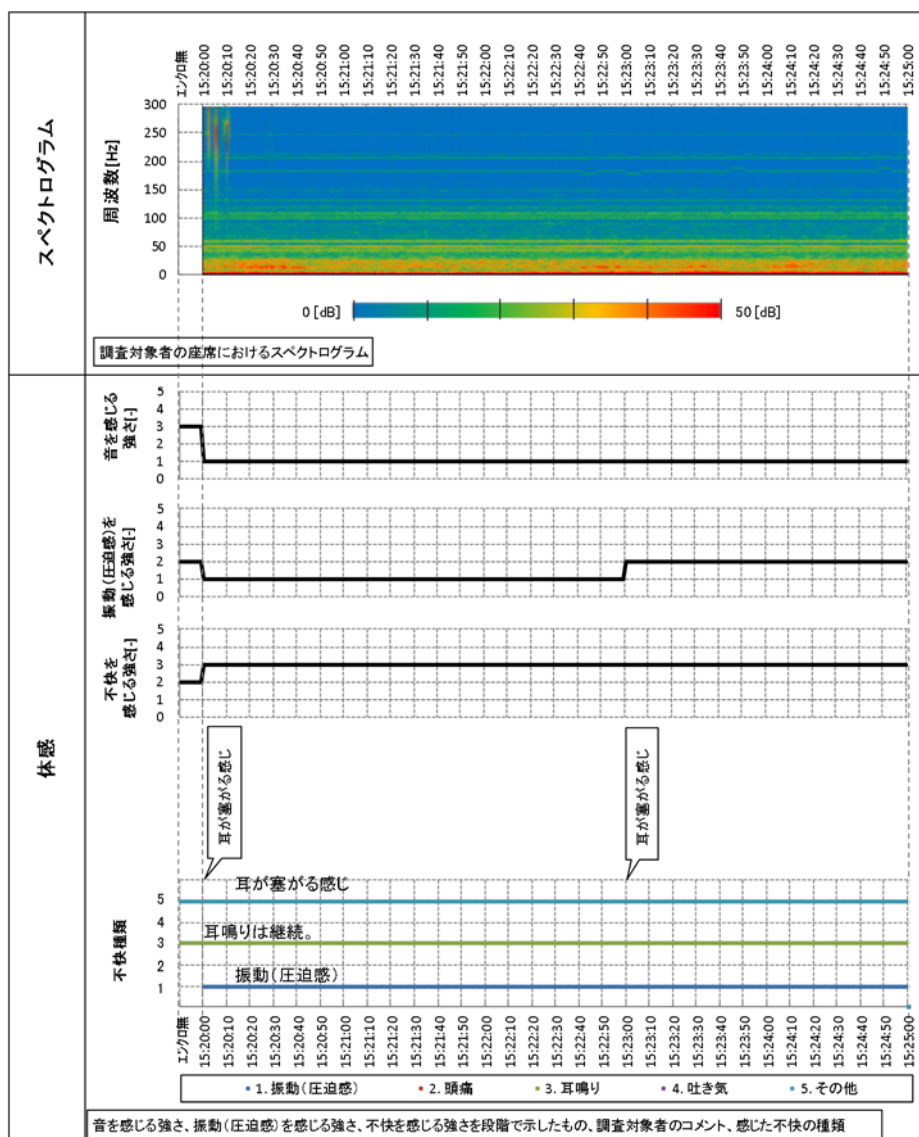


図 56 無響室における体感調査結果（調査対象者 F 9）

5. 3. 3 症状の軽減策としての ANC 装置

(1) 調査対象者 F12 宅における ANC 装置試験

調査対象者 F12 宅において、燃料電池コジェネに対し、ANC 装置を作動させた際の音測定及び調査対象者の体感の変化について調査を試みた。音測定は、ANC 装置の制御用スピーカを、燃料電池コジェネの前に設置する音源側配置及び受音者に近い室内に設置する受音側配置の 2 通りとした。1 階和室（図 12）において、燃料電池コジェネを運転した状態で、居室の窓を開放した状態及び閉鎖した状態のそれぞれで、ANC 装置の作動又は停止による運転音の音圧レベルの変化を測定した。このとき、ANC 装置による制御対象となる燃料電池コジェネの運転音の周波数を 200Hz 以下とした。なお、この調査では、調査対象者の体感調査を行うこととしていたが、調査準備のために燃料電池コジェネを試験的に稼働させ発電状態となったときに調査対象者が体調不良を訴えたことから、体感調査を中止した。

① 音源側配置時の音圧レベル

図 57 に音源側に制御用スピーカを配置した ANC 装置の状況を示す。また、図 58 に 1 階和室の窓を開放した状態及び窓を閉鎖した状態の、ANC 装置の作動又は停止による音圧レベルの変化を示す。表 13 は図 58 でみられたピーク周波数 87.5Hz、100Hz 及び 131.25Hz の、ANC 装置の作動又は停止時の音圧レベル及びその差分を示したものである。

これによると、1 階和室では ANC 装置を作動することで、100Hz 以下の周波数域で、窓を開放した状態において 5.0dB から 7.8dB、窓を閉鎖した状態において 3.5dB から 4.9dB、音圧レベルが低減した。

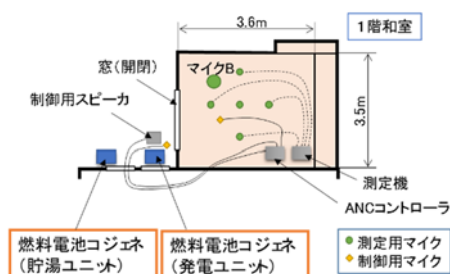


図 57 音源側配置時の ANC 装置の状況

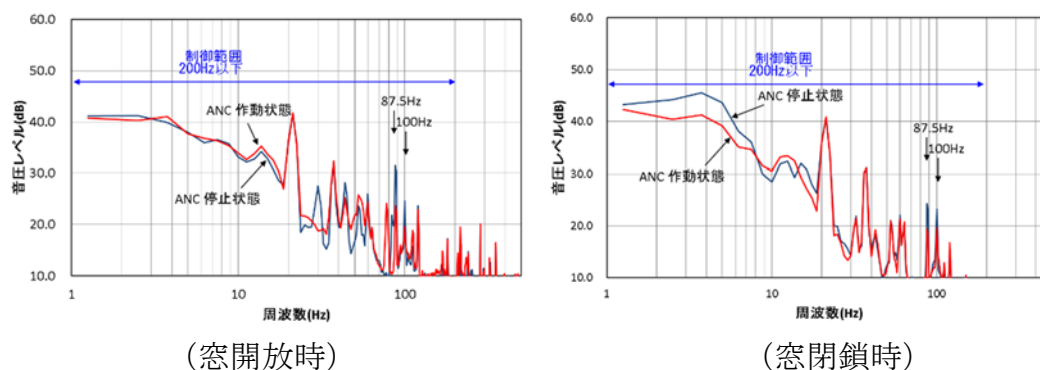


図 58 FFT 分析結果 (ANC 装置音源側配置)

表 13 音源側配置時の ANC 装置作動又は停止時の音圧レベル

音源側配置 窓開放 [dB]				音源側配置 窓閉鎖 [dB]			
	ANC-停止	ANC-作動	差		ANC-停止	ANC-作動	差
87.5	31.5	23.7	-7.8	87.5Hz	24.3	19.4	-4.9
100	24.6	19.7	-5.0	100Hz	23.2	19.7	-3.5
131.25	10.3	10.2	-0.1	131.25Hz	9.4	9.5	0.1

② 受信側配置時の音圧レベル

図 59 に受信側に制御用スピーカを配置した ANC 装置の状況を示す。また、図 60 に 1 階和室の窓を開放した状態及び窓を閉鎖した状態の、ANC 装置の作動又は停止による音圧レベルの変化を示す。表 14 は図 60 でみられたピーク周波数 87.5Hz、100Hz、131.25Hz の ANC 装置の作動又は停止時の音圧レベル及びその差分を示したものである。

これによると、100Hz 以下の周波数域で、窓を開放した状態において 8.1dB から 9.0dB、窓を閉鎖した状態において 6.6dB から 9.4dB、音圧レベルが低減した。ただし、一部の周波数では、ANC 装置を作動することで音圧レベルが増加した⁴⁸。

⁴⁸ ANC 装置の制御用マイク位置では音が制御されていても、他の測定用マイク位置では、制御用スピーカから放射される制御音との干渉によって音圧レベルが増加することもあり得る。

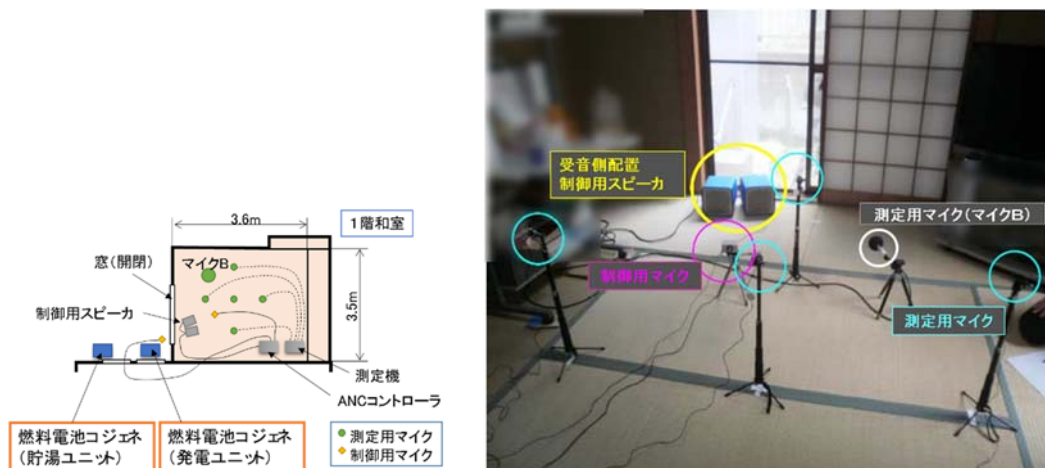


図 59 受音側配置時の ANC 装置の状況

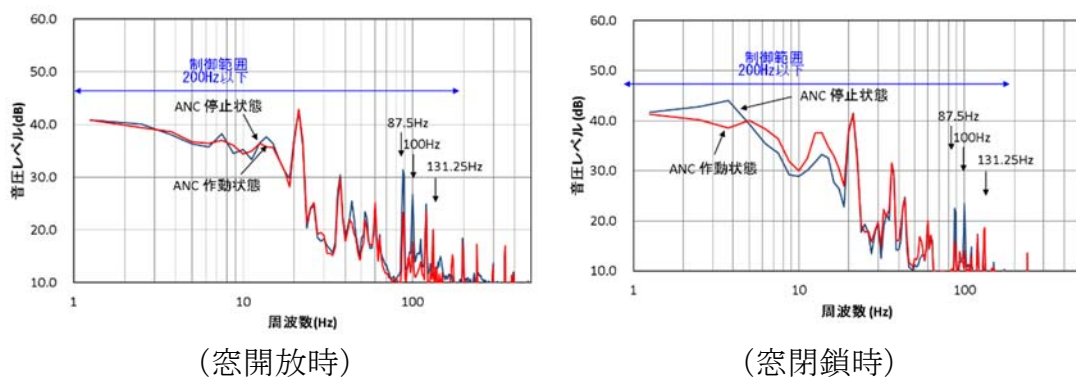


図 60 FFT 分析結果 (ANC 装置受音側配置)

表 14 受音側配置時の ANC 装置作動又は停止時の音圧レベル

受音側配置	窓開放			[dB]	受音側配置	窓閉鎖			[dB]
	ANC-停止	ANC-作動	差			ANC-停止	ANC-作動	差	
87.5Hz	31.4	23.3	-8.1		87.5Hz	22.5	15.9	-6.6	
100Hz	26.7	17.7	-9.0		100Hz	23.4	14.0	-9.4	
131.25Hz	11.5	19.2	7.7		131.25Hz	9.5	18.0	8.5	

(2) 無響室における ANC 装置試験

無響室において、燃料電池コジェネに対し、ANC 装置を作動させた際の音測定及び調査対象者の体感の変化について調査を行った。結果については 5. 2. 2 (2) に示すとおりであり、ANC 装置の作動又は停止による燃料電池コジェネの運転音の変化がみられ、運転音と調査対象者の体感とが部分的に対応していた (調査対象者 F 6、F 9)。

5. 3. 4 症状の軽減策としてのマスキング音

雑踏の中では電話の音声が聴き取りにくいということがある。この、ある音の聴取りが別の音の存在によって妨害を受けることを聴覚マスキング現象という。この聴覚マスキング現象に基づいて制御音（以下「マスキング音」という。）を設計し、放射することで、特にピーク周波数を持つ騒音の不快感を軽減することができる。図 61 は、ピーク周波数に対応した適切な周波数幅のマスキング音により、点線で囲まれた領域でマスキング効果を得られる一般的な原理を示している。本件事案では、5. 1 ④で述べたように、空気清浄機やエアコンのような身近にある機器を稼働させることで症状が軽減された事例もあることから、受信側でできる暫定的な対策の一つとして、マスキング音を利用した症状の軽減策について検証を行った。

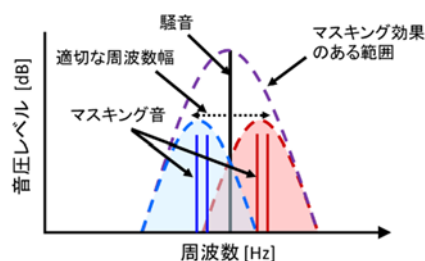


図 61 マスキング原理

本調査に用いたマスキング音は、マスキング音に関する研究を行っている立命館大学 情報理工学部メディア情報学科 西浦敬信教授に依頼して作成した。マスキング音は、調査対象者宅（燃料電池コジェネ 2 件、ガスエンジンコジェネ 1 件）において録音した家庭用コジェネの運転音のピーク周波数に基づいて、おおむね 300Hz 程度の周波数幅として作成した。このマスキング音を体感調査を行う調査対象者宅の居室においてスピーカ（表 15）から発生させ、そのときの体感の変化を、調査対象者が調査票に記入する方法で調査を行った。音量は、調査対象者が自ら操作し、不快感が最も軽減されるように調節した。

表 15 スピーカ仕様

パワーアンプ 定格出力	
左/右	10W+10W
サブウーファー	20W
スピーカ	
全域	8cmコーン×2
高音域	2.6cmセミドームタイプ×2
サブウーファー	13.5cmコーン+パッシブラジエーター
周波数レンジ	50Hz～20kHz

(1) 調査対象者 F 4

調査対象者F 4 宅において、調査対象者が燃料電池コジェネの音を最も感じて不快な場所であり、寝室として使用していた2 階洋室において、燃料電池コジェネの設置方向と調査対象者の間にスピーカを設置し、マスキング音を発生させた（図 62）。

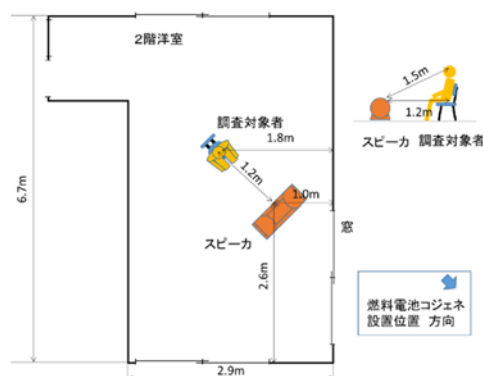


図 62 マスキング音調査概要（調査対象者 F 4）

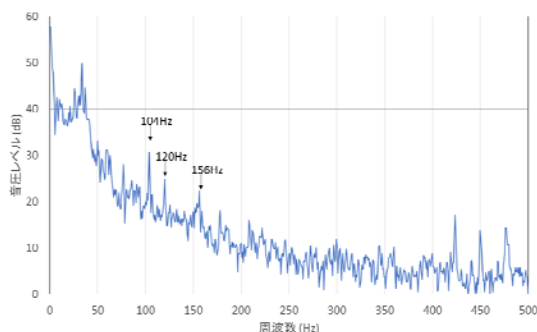
図 63 は、燃料電池コジェネ近傍における運転音、2 階洋室においてマスキング音を発生させる前及び発生中の音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。マスキング音を発生させる前においては、燃料電池コジェネ近傍では、104Hz、120Hz、156Hz でピーク周波数がみられ、2 階洋室で 100Hz、120Hz、148Hz でピーク周波数がみられた。

マスキング音を発生させたところ、およそ 100Hz から 200Hz までの範囲で燃料電池コジェネの運転音がマスキング音の幅広い周波数の音に埋もれる形となったが、運転音のピーク周波数に大きな変化はみられなかった。

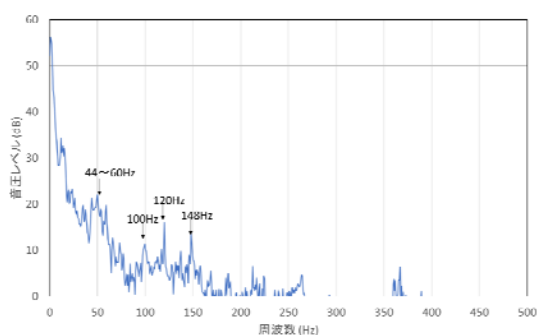
また、調査対象者は、気になる燃料電池コジェネの運転音について、マスキング音を発生させる前には「“カラカラ”という音を感じる。」としていたが、マスキング音を発生させた際には、「マスキング音の“ザー”という音だけを感じる。」とし、燃料電池コジェネ及びマスキング音のいずれも不快には感じないと回答した。ただし、「短時間なら聞き流せる程度である。」としていた。なお、音量を上げた場合、「“ザー”という音が耳障りである。」とし、同様に音量を下げた場合、「“ザー”という音と“カラカラ”という音の両方を感じる。」としていた。

このようなことから、気になる燃料電池コジェネの運転音は 100Hz から 200Hz までの範囲のピーク周波数だけではないと考えられる。100Hz よりも低い周波数域に不快となる原因の周波数があり、それを強制的に大音圧の

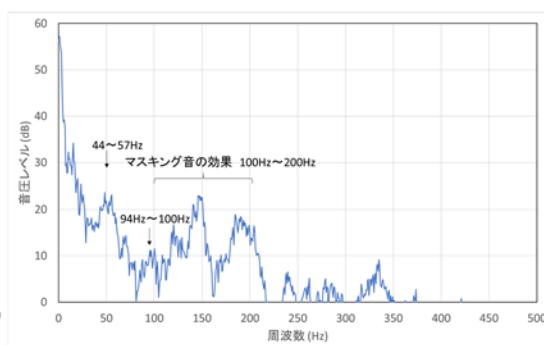
周波数の離れたマスキング音で覆っているため、マスキング音そのものの音についても、耳障りであると感じた可能性が高い。



燃料電池コジェネ近傍



2階洋室（マスキング音発生前）



2階洋室（マスキング音発生中）

図 63 FFT 分析結果（調査対象者 F 4）

（2） 調査対象者 F 14

調査対象者 F 14 宅において、調査対象者が燃料電池コジェネの音を感じるといふ 1 階リビングにおいて、燃料電池コジェネの設置方向と調査対象者の間にスピーカを設置し、マスキング音を発生させた（図 64）。

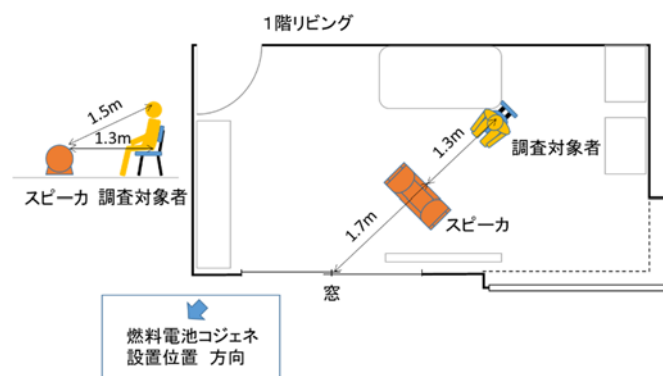


図 64 マスキング音調査概要（調査対象者 F14）

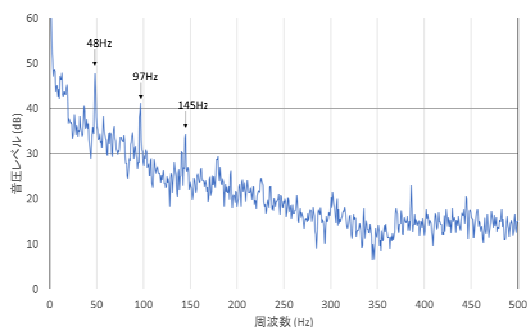
図 65 は、燃料電池コジェネ近傍における運転音、1 階リビングで測定したマスキング音を発生させる前及び発生中の音測定の結果について FFT 分析を行ったものである。

マスキング音を発生させる前は、燃料電池コジェネ近傍では、燃料電池コジェネの運転音によるものと思われるピーク周波数が、48Hz、97Hz、145Hz にみられ、1 階リビングでは、97Hz にピーク周波数がみられた。

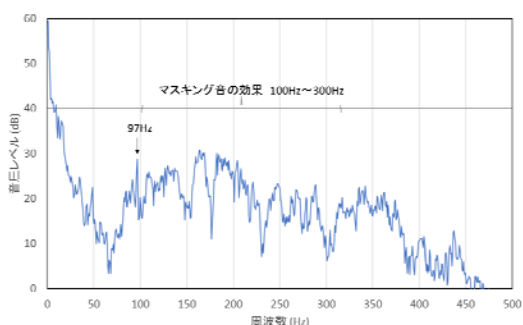
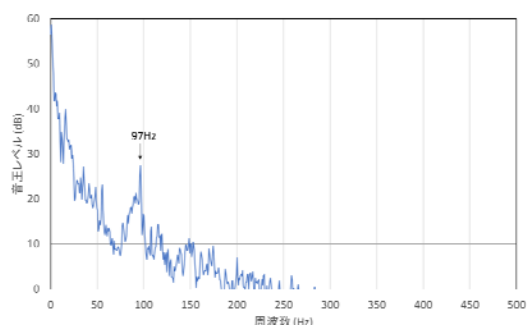
マスキング音を発生させたところ、この 97Hz のピーク周波数はマスキング音の幅広い周波数域の音に埋もれる形となった。

調査対象者はマスキング音を発生させる前には、燃料電池コジェネの運転音を感じ不快であるとしていたが、マスキング音を発生させることによって、これまで気になっていた「(燃料電池コジェネの) 運転音が消えた。」として、燃料電池コジェネの運転音を感じず、不快も感じないと回答した。

このようなことから、調査対象者が気になる燃料電池コジェネの運転音として特に感じていた周波数が 97Hz であり、マスキング音によって騒音の最低可聴音圧レベル（マスキングレベル）が上昇したことによって、調査対象者が不快を感じなくなった可能性が考えられる。



燃料電池コジェネ近傍



1 階リビング（マスキング音発生前） 1 階リビング（マスキング音発生中）

図 65 FFT 分析結果（調査対象者 F 14）

（3） 調査対象者 G 1

自宅にガスエンジンコジェネが設置されている調査対象者 G6-1 宅において、調査対象者 G 1 を対象として体感調査を行った。ガスエンジンコジェネの運転音が伝搬している 2 階洋室において、ガスエンジンコジェネの設置方向と調査対象者の間にスピーカを設置し、マスキング音を発生させた（図 66）。



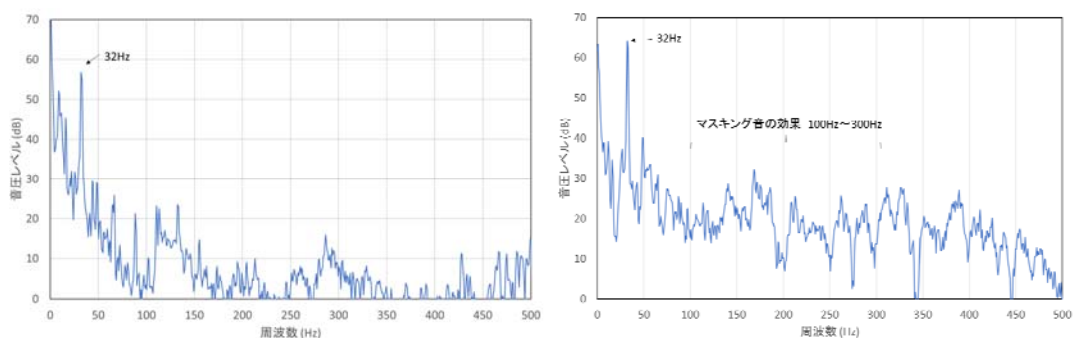
図 66 マスキング音調査概要（調査対象者 G 1）

図 67 は、2 階洋室においてマスキング音を発生させる前及び発生中の音

測定の結果について FFT 分析を行ったものである。

マスキング音を発生させる前は、2階洋室で特に 32Hz にピーク周波数がみられたが、マスキング音を発生させても同様にピーク周波数として最も音圧レベルが高い状態であった。調査対象者は、気になるガスエンジンコジェネの運転音とマスキング音を別々の音として認識し、「マスキング音はガスエンジンコジェネの運転音よりも高い音である。」と回答し、調査対象者の症状は軽減されなかった。

このようなことから、最も音圧レベルが高い 32Hz のピーク周波数が、調査対象者が気になるガスエンジンコジェネの運転音であると考えられるが、本調査ではおよそ 90Hz 以下の周波数域のマスキング音を十分再生できず、マスキングの効果が得られなかったと考えられる。



2階洋室（マスキング音発生前）

2階洋室（マスキング音発生中）

図 67 FFT 分析結果（調査対象者 G 1）

6 結論

調査委員会に寄せられた申出及び消費者庁の事故情報データベースに登録された相談合わせて73件（平成21年9月から平成29年9月まで）ある中で、調査の協力が得られた8件について現地実態調査を行った結果、燃料電池コジェネで2件、ガスエンジンコジェネで3件の対応関係がみられた。家庭用コジェネの運転音の人体への影響及びそのメカニズムには不明な点もあることから、現時点で家庭用コジェネの運転音と不眠等の症状の関連を断定することはできないものの、今回の調査で個別の事案において対応関係がみられたことから、その関連性は否定できない。

6. 1 家庭用コジェネの運転音と症状との関連について

(1) 燃料電池コジェネ

ア. 運転音

調査対象者宅において燃料電池コジェネの音測定を行った4件（調査対象者F4、F12、F14、F17）では、いずれも運転状態の燃料電池コジェネ近傍における80Hz又は100Hzの共通した中心周波数について、音圧レベルの上昇が確認された。ただし、このうち3件（調査対象者F4、F14、F17）では、前述したとおり、燃料電池コジェネの運転及び停止の操作をすることができなかったため、運転状態及び停止状態は推測したものである。

イ. 居室内への伝搬

上記4件のうち1件（調査対象者F4）では、運転状態において、調査対象者の居室内における80Hzの中心周波数について、また、他の1件（調査対象者F12）では、調査対象者の居室内における80Hz及び100Hzの中心周波数について、音圧レベルの上昇が確認された。このときの音圧レベルは、聴覚閾値いきちと同等又はそれ以上であった。音圧レベルの上昇が確認された中心周波数については、FFT分析の結果、ピーク周波数が確認された。

ウ. 調査対象者の症状との対応

上記4件のうち1件（調査対象者F4）では、調査対象者が比較的楽と感じる居室において、他の居室と比較して80Hzの中心周波数の音圧レベル

が小さかったこと、体感調査の結果、燃料電池コジェネの運転状態のときに運転音が継続していると回答していること、燃料電池コジェネの設置後すぐに症状が発生し、借家に引っ越したことで症状が改善されたこと等から、燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

また、他の1件（調査対象者F12）では、体感調査を行うことはできなかったものの、燃料電池コジェネの設置後すぐに症状が発生し、電源を遮断し運転を停止させると症状が改善したこと等から、燃料電池コジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

他の2件のうち1件（調査対象者F14）では、運転音を強く感じるという居室では、燃料電池コジェネが運転状態において、運転音を知覚することは一般的には困難な状況であると考えられ、運転音と体感の対応も不明確であった。もう1件（調査対象者F17）では、運転音の居室内への伝搬は確認できず、運転音と体感の対応も不明確であった。このようなことから、燃料電池コジェネの運転音が2件の調査対象者の症状に影響を及ぼしていることは確認できなかった。

エ．無響室での調査

他の調査対象者（F6、F9）に対して、無響室における体感調査を行ったところ、燃料電池コジェネの運転音のうち、主に80Hzから200Hzまでの音圧レベルをANC装置によって低減させたときに、調査対象者の不快感が軽減されるなど、運転音と体感とが部分的には対応しており、燃料電池コジェネの運転音と調査対象者の症状には関連性があると考えられる。

（2） ガスエンジンコジェネ

ア．運転音

調査対象者宅においてガスエンジンコジェネの音測定を行った3件の調査（調査対象者G4、G5、G6-1・G6-2）では、いずれも、運転状態のガスエンジンコジェネ近傍における16Hz、31.5Hzの共通した中心周波数で、音圧レベルの上昇が確認された。調査対象者G4、G6-1・G6-2では63Hzの中心周波数においても音圧レベルの上昇がみられた。

イ．居室内への伝搬

上記3件のうち1件（調査対象者G4）では、調査対象者宅の一部の居室内では、運転状態において16Hz、31.5Hz、50Hz、63Hz、80Hzの中心周波

数について音圧レベルの上昇が確認された。音圧レベルの上昇が確認された中心周波数について、FFT 分析の結果ピーク周波数が確認された。

また、他の 1 件（調査対象者 G 6-1・G 6-2）では、調査対象者宅の居室内では、運転状態において 16Hz、31.5Hz、63Hz の中心周波数について音圧レベルの上昇が確認された。音圧レベルの上昇が確認された中心周波数について、FFT 分析の結果、ピーク周波数が確認された。このとき 31.5Hz、63Hz の中心周波数の音圧レベルは聴覚閾値^{いきち}を超えていた。

他の 1 件（調査対象者 G 5）では、調査対象者宅の一部の居室内では、16Hz、31.5Hz 及びその前後の中心周波数について、運転状態において音圧レベルの上昇が確認されたが、知覚することは一般的には困難な状況であると考えられた。音圧レベルの上昇が確認された中心周波数について、FFT 分析の結果ピーク周波数が確認された。

ウ．調査対象者の症状との対応

上記 3 件のうち 1 件（調査対象者 G 4）では、調査対象者が比較的楽と感じる居室での中心周波数 31.5Hz の音圧レベルが、他の居室と比較して小さかったこと、中心周波数 50Hz から 125Hz までの範囲では、音圧レベルの上昇がみられなかったこと、体感調査の結果、ガスエンジンコジェネの運転状態では、音が継続していると調査対象者が回答したこと等から、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

また、1 件（調査対象者 G 6-1・G 6-2）では、ガスエンジンコジェネの運転状態で調査対象者が音及び不快を強く感じていたが、他方、停止時には音を感じておらず、運転音と体感とが対応していたこと等から、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

なお、1 件（調査対象者 G 5）では、運転音によって体調不良となる可能性があるという調査対象者の申告により体感調査は行わなかった。

エ．調査対象者の症状との対応（別宅における体感調査）

上記 3 件と別に、調査対象者 G 6-1 宅において調査対象者 G 1 の体感調査を行った。ガスエンジンコジェネが運転状態では調査対象者が音及び不快を感じていたが、他方で、ガスエンジンコジェネが停止状態では不快を感じていなかったことから、ガスエンジンコジェネの運転音と体感とが対応しており、ガスエンジンコジェネの運転音が調査対象者の症状に影響を及ぼしていると考えられる。

6. 2 その他症状の発生に影響する可能性がある因子について

その他症状の発生に影響する可能性がある因子としては、住宅固有の音の伝搬特性、音に対する知覚の個人差があり、これらが症状の発生に複合的に関与している可能性が考えられる。このうち、前者について住宅における定在波の測定を行ったところ、燃料電池コジェネが隣家に設置された調査対象者F 4及びガスエンジンコジェネが隣家に設置された調査対象者G 5のいずれの場合でも、運転音に含まれるピーク周波数に近い共鳴周波数がみられ、居室の中において定在波の影響の可能性があると考えられる。

7 症状の軽減策

6章に示したとおり、家庭用コジェネの運転音と不眠等の症状との関連性は否定できない。

家庭用コジェネの運転音の人体への影響及びそのメカニズムには不明な点もあること並びに駆動部をもつ機械製品であるため運転音を無くすことは不可能であることから、現時点においては、運転音による不眠等の症状の発生を根本的に防ぐことは困難である。しかしながら、今後の普及が見込まれるシステムであることを考慮し、症状発生の可能性をできるだけ低減させるという観点から、7.1のとおり、製造事業者において、製品における運転音低減の従来行っている取組に加え、運転音に含まれるピーク周波数の改善の検討が求められる。製造事業者及び販売事業者は、自宅のみならず隣家への影響があることから、消費者が設置場所、運転時間に関する配慮について理解して購入できるよう、必要な情報提供を行うことが重要である。また、7.2のとおり、運転音に関する問題が発生した場合には、正確な原因把握を行い、具体的な対応を提案するなどの従来への対応を継続すべきである。その際、問題が継続する可能性を想定し、製品の設計段階において対策を検討し、個々の事案に応じて、症状の軽減策を迅速に提案できるようにすべきである。

これらの対策と並行して、7.3のとおり、関係行政機関による適切な対応及び研究の推進が求められる。

7.1 症状発生の可能性を低減させる対応

7.1.1 家庭用コジェネにおける運転音の改善

6.1(1)エで述べたとおり、燃料電池コジェネの運転音に含まれる80Hzから200Hzまでのピーク周波数の音圧レベルを低減したところ、調査対象者の不快感が軽減された事例（調査対象者F6、F9）があった。この事例を踏まえ、製造事業者において、製品のモデルチェンジの際などに運転音低減に向けた従来への取組に加えて、運転音に含まれるピーク周波数の音圧レベルを低減することの検討が求められる。

7.1.2 消費者への周知

販売事業者は、製品のカタログに運転音に配慮した設置について記載してお

り、また、燃料電池コジェネに関しては燃料電池実用化推進協議会によって工業者向けに据付けに関するガイドブックが発行されている。こうした取組のほか、家庭用コジェネが運転音を発する機器であること及び自宅又は隣家等の家庭用コジェネの運転音による不眠等が一部報告されていることについては、消費者が製品の購入を検討する際に必要な情報であり、消費者へ確実に伝達されるべきである。

7. 2 問題発生時の対応（付加装置の設置による症状の軽減策）

既に設置されている家庭用コジェネにおいて、運転音によって不眠等の症状が発生したとの訴えがあった場合、製造事業者及び販売事業者は、個々の事案における症状の軽減に向けて積極的に情報収集し、正確な原因把握を行い、夜間に発電を抑制する設定の活用、部品の交換、場合によっては機器の移設、設置方向の変更、防音対策など、症状を軽減する方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の、従来の対応を継続して行うことが求められる。その上で、症状を軽減する方策の選択肢の一つとして、ANC装置や防音エンクロージャなどの音源側で行う対策や、マスキング音などの受音側で行うことができる暫定的な対策又はこれらの組合せによる対策についても、製品の設計段階において検討し、訴えがあった場合に迅速に提案できるようにすべきである。

（1） ANC 装置

5. 3. 3で述べたように、調査対象者F12 宅及び無響室において、燃料電池コジェネにANC装置を適用したところ、80Hz から 200Hz までの周波数域において音圧レベルが10dB程度低減し、その周波数域に含まれるピーク周波数の音圧レベルが低減した。ANC装置は、音源側における対策として、燃料電池コジェネの運転音及びそれに含まれるピーク周波数の音圧レベルの低減に有効である。本調査においてはガスエンジンコジェネに対して検証を行わなかったが、ANC装置の原理上、運転音及びそれに含まれるピーク周波数の音圧レベルの低減効果が期待される。

したがって、製造事業者は、家庭用コジェネの所有者又は近隣の居住者に不眠等の症状が発生した場合に、必要に応じてANC装置を適用することができるよう、ANC装置の開発を検討すべきである。

なお、本調査においては、ANC装置を受音側に配置した場合にも、燃料電池コジェネの運転音のうち、ピーク周波数の音圧レベルを低減させるこ

とができたことから、受音側における対策としても期待される。

(2) 防音エンクロージャ

5. 3. 2で述べたように、燃料電池コジェネについて防音エンクロージャを設置することで、80Hz 以上の周波数域で音圧レベルが低減された。また、調査対象者の症状が軽減された事例（調査対象者F 6）があった。

したがって、製造事業者は、防火や給排気などの課題を解決し、症状の軽減策の一つとして、防音エンクロージャの開発を検討すべきである。

(3) マスキング音

5. 3. 4で述べたように、マスキング音により、燃料電池コジェネの調査対象者の症状が改善された事例（調査対象者F 14）があった。マスキング音そのものを耳障りと感じる可能性もあるが、受音側で実施できる暫定的な症状の軽減策の一つとして、製造事業者は、製品に対応したマスキング音による症状の軽減策の可能性について、検討すべきである。

7. 3 その他必要な対応

調査対象者からの聴取りによれば、家庭用コジェネの運転音に関する相談に対する地方公共団体や製造事業者の対応に、「低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱の再周知について」⁴⁹（平成26年12月）が十分に行き渡っていないと推察される事例があった。具体的には、地方公共団体や販売事業者が音測定を行い、その結果について「低周波音による心身に係る苦情に関する参照値」を基準として、「参照値以下の音圧レベルであり、問題はない」と判断したという事例である。症状の発生には、音に対する知覚の個人差等も影響すると考えられ、地方公共団体に対して、低周波音による影響の可能性について慎重な判断が必要な場合があることを引き続き周知徹底すべきである。

また、運転音による影響に個人差があることについて、本調査では、同一の住宅に同居していても症状を訴える者と訴えない者がいた。運転音の人体への影響の解明は、製品改良等や、症状が発生したときの対応等の検討に寄与すると考えられる。したがって、家庭用コジェネの運転音の人体への影響について、医学的知見を得ながら、総合的な研究を行うことが求められる。

⁴⁹ 参考資料3章 参照。

8 意見

8. 1 経済産業大臣への意見

経済産業省は、次の（１）から（３）までの取組を行うべきである。また、消費者庁に対して、それらの取組について情報提供すべきである。

- （１）家庭用コジェネの運転音に含まれるピーク周波数の音圧レベルの低減に一定の効果がみられたことを示した本報告書も参考にしながら、家庭用コジェネの運転音の改善の検討を続けるよう、製造事業者を促すこと。
- （２）家庭用コジェネが運転音を発する機器であること及び自宅又は隣家等の家庭用コジェネの運転音による不眠等が一部報告されていることについては、消費者が製品の購入を検討する際に必要な情報であり、消費者へ確実に伝達するための方策の検討を行うよう、製造事業者及び販売事業者を促すこと。
- （３）家庭用コジェネの運転音による症状の訴えがあった場合には、個々の事案について積極的に情報収集し、正確な原因把握や夜間運転停止プログラムの活用等の対処を行うなど、症状の軽減に向けた具体的な方策を検討し、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の対応を行うよう、製造事業者及び販売事業者を促すこと。具体的な方策の検討に当たっては、上記の従来取組に加え、本報告書で有効性が示された ANC 装置、防音エンクロージャ及びマスキング音なども選択肢の一つとすること。

8. 2 環境大臣への意見

環境省は、次の（１）及び（２）の取組を行うべきである。また、消費者庁に対して、それらの取組について情報提供すべきである。

- （１）家庭用コジェネの運転音の人体への影響について、医学的知見を得ながら、総合的な研究を推進すること。

- (2) 現場での音の測定値が「低周波音による心身に係る苦情に関する参照値」以下であっても低周波音の影響の可能性について慎重な判断を要する場合があることを、引き続き周知徹底すること。

8. 3 公害等調整委員会委員長への意見

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、引き続き地方公共団体に対して指導、助言を行うべきである。また、消費者庁に対して、その取組について情報提供すべきである。

8. 4 消費者庁長官への意見

消費者庁は、家庭用コジェネから生じる運転音によって不眠等の症状が生じたとの相談への対応方法並びに経済産業省、環境省及び公害等調整委員会の協力を得て、入手した症状の軽減や苦情の相談先に関する有用な情報を地方公共団体に周知すべきである。

參考資料

目次

1. 音とは	3
1. 1 音の基本情報	3
(1) 音とは	3
(2) 音圧の大きさ	4
(3) 音の高さと低周波音	4
(4) 音の伝わり方	5
(5) 住宅の音響特性と定在波	5
1. 2 音に対する知覚と不快感	6
(1) 音圧レベルと知覚	6
(2) 音色と不快感	8
2. 騒音苦情に関して	9
2. 1 騒音苦情への対応	9
2. 2 地方公共団体による騒音に関する相談対応の状況	11
3. 環境省「低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱いの再周知 について」(環境省水・大気環境局大気生活環境室 平成 26 年 12 月)	13

1. 音とは

1. 1 音の基本情報

(1) 音とは

一般に音とは、空気の微小な圧力変動である¹。音は、一種の波（密度が「密」の領域と「疎」の領域が交互に現れる波）として、空気中を伝わり、それが人間の鼓膜を振動させることによって、人は音として知覚する。空気中を伝わる音波（音）の1つの波の長さ（「密」から「密」まで又は「疎」から「疎」までの長さ）を波長という。波長の単位は、長さの単位であるメートルを用いる（図1）。

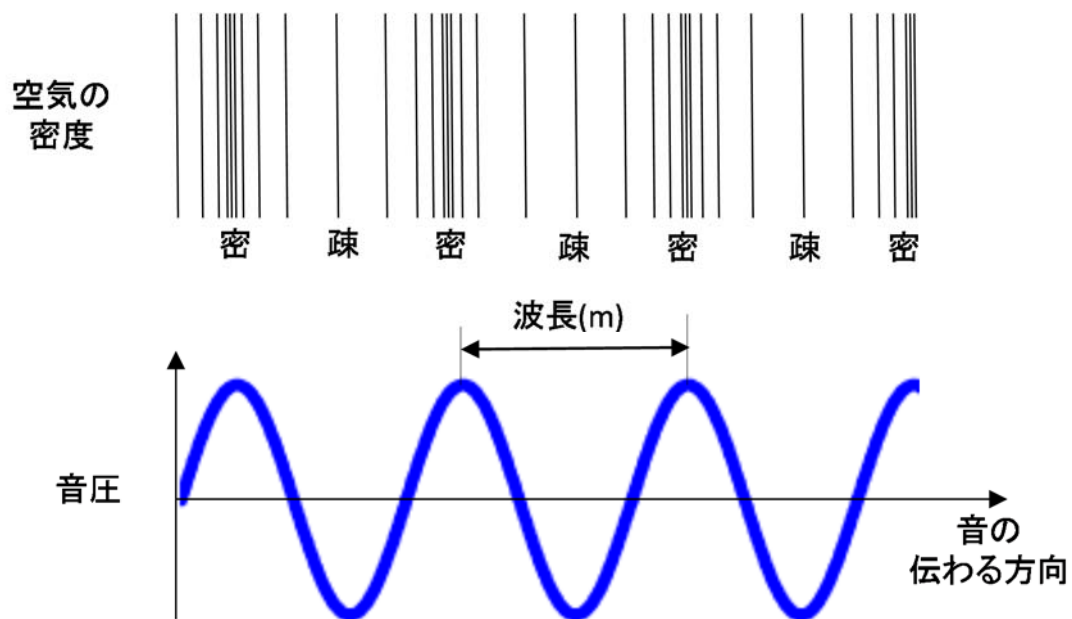


図1 音波の伝わり方と音圧

¹ 音は、実際には固体や液体中でも伝わるが、ここでは、空気中の音の伝わり方について説明する。

(2) 音圧の大きさ

空気の圧力変動の大きさを音圧という。音圧が大きい場合は大きな音、音圧が小さい場合は小さな音として聞こえる。すなわち、図 1 に示すように、音圧の大小が音の大小に対応している。しかし、音圧の大きさの変化と人の聞こえ方の変化とは単純に比例していない。このような人間の感覚に近い音圧の大きさの尺度として音圧レベル²が用いられ、単位は、デシベル (dB) を用いる。

(3) 音の高さと低周波音

1 秒間当たりの空気の圧力変動の回数を周波数という。周波数が大きい（高い）場合は高い音、小さい（低い）場合は低い音として聞こえる。音の高さは周波数で表し、単位はヘルツ (Hz) を用いる。

身近な音に例えると、通常のドレミの「ド」にあたるド (C4) の周波数は約 262Hz、ラ (A4) の周波数は 440Hz³である。その 2 オクターブ下のラ (A2) は 110Hz、更に 2 オクターブ下のラ (A0) (ピアノの一番左の鍵盤) は 27.5Hz である。なお、ピアノの一番右の鍵盤は、ド (C5) の音であり、周波数は 4,186Hz である⁴。

また、低周波音とは周波数が小さい（低い）音である⁵。低周波音は、船、飛行機、大型の自動車などのエンジン音や、真空ポンプ、ボイラー、空気圧縮機や送風機等の運転音にも含まれている。自然界の音としては、大きな滝の水が落ちる音、波が防波堤で砕ける音などに含まれている。図 2 は、低周波音の中で、10Hz の音と 40Hz の音と 80Hz の音の圧力変動の様子を示している。

² 人の音の大きさに関する感じ方は、音圧の対数に比例しているとされている。また、人が感じる音の大きさを音圧で表すと広範囲にわたるため、対数変換して音圧レベルで表す。単位は、デシベル (dB) を用いる。具体的には、音圧を、基準音圧 (1 kHz の音について、人が聞くことができるほぼ最小の音圧) との比の常用対数の 20 倍をとって、レベル (単位は dB) として表したものの。なお、ここでいう基準音圧は、 $20 \mu\text{Pa}$ である。

³ ラ (A4) の音 (周波数 440Hz) は、NHK の時報に用いられている。時報では、ラ (A4) の周波数 440Hz が 3 回鳴り、最後に 1 オクターブ高い周波数 880Hz のラ (A5) の音が鳴る。

⁴ 図 3 を参照。

⁵ 我が国ではおおむね 1 Hz～100Hz 程度の音を低周波音と呼んでいるが、この範囲は国際的に統一されているものではない。

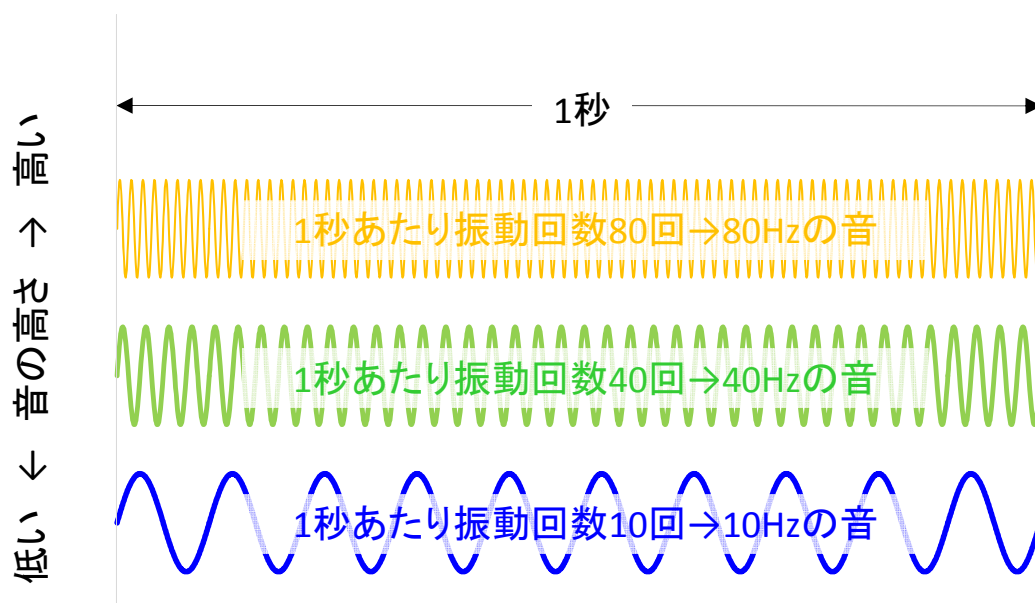


図2 周波数と音の高さの関係

(4) 音の伝わり方

音は、音源から遠ざかるほど減衰する。例えば、音源から音が球面状に広がっていくような場合⁶を想定すると、音源からの距離が2倍になると音の大きさは6 dB 減衰する。ただし実際には、音源の大きさ、周波数、指向性、周囲の状況（反射、屈折など）、天候等により伝わり方は変化する。

低周波音の特徴として、波長が長いために、通常の高さのブロック塀などの障害物を回り込む特徴がある。また、低周波音に対する一般住宅の壁などの遮音性能は、一般騒音に比べて低いことが知られており、特に薄い窓ガラスなどは、低周波音に対する遮音性能が低いと考えられる。

(5) 住宅の音響特性と定在波

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、部屋の寸法や形状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（基本周波数の整数倍の周波数）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（強め合ったり弱め合ったりする）して、

⁶ 音源が点とみなせるような場合で、かつ周囲に物がないような場合。

部屋の中に音が大きくなる場所と小さくなる場所が定常的に分布する状態を作り出す。あたかも部屋の中に定常的な（減衰しない）音の波が発生して、強弱の位置が固定化されたように観測される。このようなとき、部屋の中に定在波⁷が発生しているという。例えば、1辺が 3.6m 程度の部屋（正方形の 8 畳間）の場合には、47Hz の定在波が発生すると考えられる。

1. 2 音に対する知覚と不快感

（1）音圧レベルと知覚

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 付近が最も感度がよく、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、図 3 の曲線に示すように、低周波音は大きな音圧レベルでなければ聞こえにくくなる⁸。例えば、80Hz の音では 1,000Hz の音に比べて約 30dB（音圧では約 32 倍）、40Hz の音では約 50dB（音圧では約 316 倍）大きな音圧レベルでなければ、人は音として知覚することができない。なお、音の聞こえ方には個人差があり、同じ大きさの音でも聞こえる人と聞こえない人がいる。このため、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値⁹と呼ぶ。

⁷ 壁などの障害物までの距離と音波の波長がある条件を満たすと、音波の干渉により、定常的に存在する定在波が発生することがある。このような定在波は、部屋の大きさが波長の半分の長さの整数倍になっている場合に発生しやすい。

⁸ 人が音として知覚できる範囲は、一般的に 20Hz から 20,000Hz とされ、「可聴音」と呼ばれている。また、可聴音の周波数領域よりも低い 1 Hz～20Hz の音は「超低周波音」と呼ばれている（図 3 参照）。

⁹ 図 3 に示す聴覚閾値は、18 歳から 25 歳までの健常者の 50% が聞こえる音圧レベル（国際規格 ISO 389-7:2005）に基づいて示した。

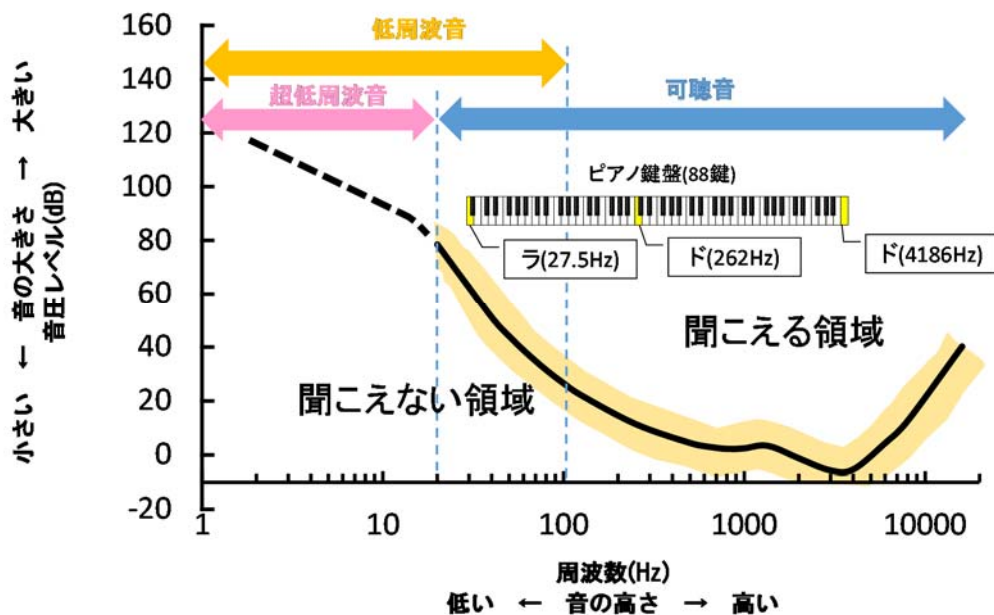


図3 人が音を知覚する周波数と音圧レベルの領域

実際の音圧レベルと人の感度が周波数によって異なるという特性を踏まえ、騒音の測定では、人の感度に近くなるような補正を行った数値で評価がなされることが一般的であり、その数値を「A特性音圧レベル」¹⁰という。この感覚補正では、実際の音圧レベルは同じであっても、人には聞こえにくい周波数ほど数値を小さくする（図4参照）。例えば、100Hzの低周波音では、実際の音圧レベルに対して-19.1dBの補正を行う。言い換えれば、図4の凸の形の補正曲線は、音に対する人の感度を模式的に示しているといえる。

通常、音は基本となる周波数の音のほか様々な音が混ざって構成されており、その全体としての音の大きさを表すために、「騒音レベル」が用いられる。騒音レベルとは、A特性音圧レベルを周波数ごとに算出した後に、それらを合算して算出した、音全体の音圧レベルである。

¹⁰ A特性音圧レベルとは、人間の聴覚感度が周波数で異なっている特性を有していることから、あらかじめ人間の聴覚感度を模したA特性による補正を行った音圧レベルのことをいう。単位は、通常は dB と記載することが多い。具体的な補正値は JIS C 1509-1:2017 による。

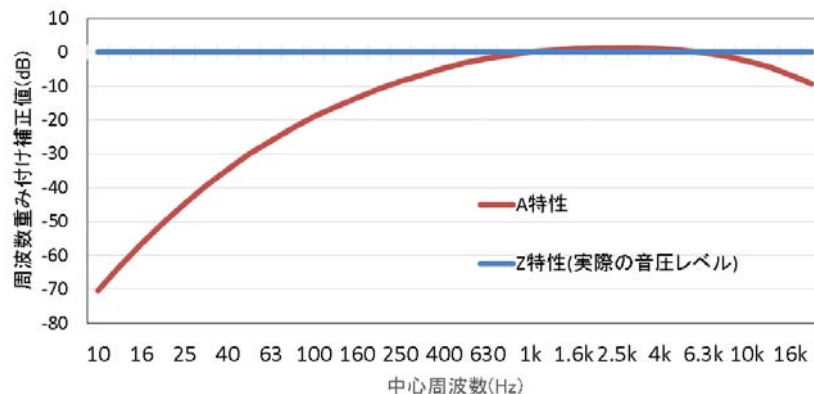


図4 A特性及びZ特性の周波数重み付け特性（周波数補正特性）

（２）音色と不快感

通常の音には様々な周波数の音が混在しており、これらの音の周波数と大きさなどの組合せによって、その音の「音色」が決まる。

どのような周波数の音がどの程度混ざっているかを分析すると、ある周波数の音圧が極端に大きい場合があり、その周波数を「卓越周波数」¹¹と呼ぶことがある（図5参照）。また、一つの卓越周波数が特に大きい場合、「純音性が高い」という。純音性が高い音は、耳につきやすいため不快感につながり、一般的に苦情の対象になりやすいことが知られている¹²。

また、低周波音が健康に与える影響、症状の発症の条件、生理的な発症メカニズム等については、世界的に様々な研究が行われているが、学術的な評価が定まっているわけではなく、不明な点も多い¹³。

¹¹ 本報告書では、FFT 分析（狭帯域高速フーリエ変換分析。周波数分析の手法の一つであり、様々な周波数の音が含まれている音に対し、どの周波数の音がどの程度含まれているかを分析するものである。）した場合に純音性の高い音であって、前後の周波数と比べて音圧レベルが 6 dB 以上大きい単一周波数の音を、「ピーク周波数」と呼ぶこととしている。

¹² 社団法人日本騒音制御工学会編集「騒音制御工学ハンドブック」p. 385、p. 814 参照。また、国際規格 ISO1996-2:2017 の附属書 J、ISO1996-1:2016 の附属書 A や JIS Z 8731:1999 においては、純音性が高い騒音の場合には、測定された当該の騒音レベルに最大 6 dB の調整値を加えることが定められている。

¹³ 中電技術コンサルタント株式会社「環境省請負業務 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」平成 25 年 3 月。

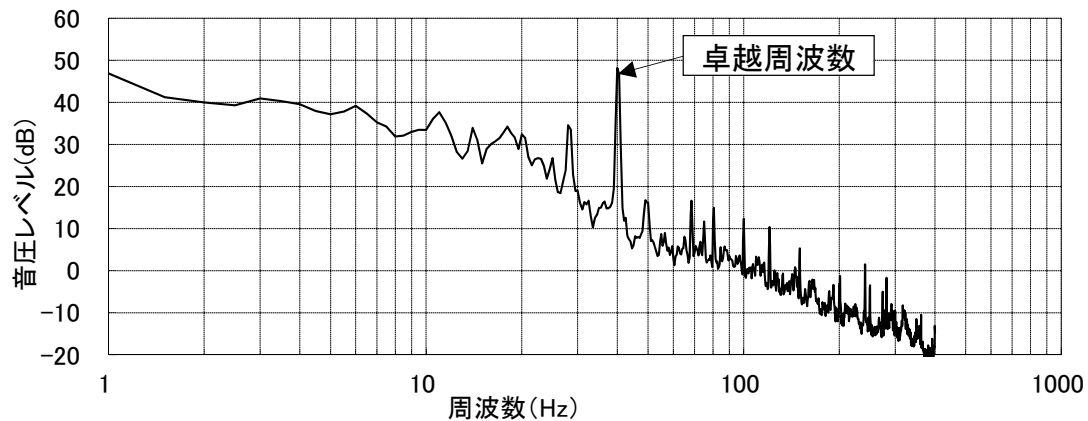


図5 卓越周波数の例

2. 騒音苦情に関して

2. 1 騒音苦情への対応

(1) 環境基準

騒音全般については、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めた環境基本法¹⁴（平成5年法律第91号）第16条第1項の規定に基づき、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準（行政政策上の目標値）として「騒音に係る環境基準」（平成10年環境庁告示第64号）が定められている。

具体的には、居住・商業・工業といった地域の目的・用途、昼夜の区分に応じて基準値が定められており、地域の指定は、都道府県知事又は市長が行うこととされている。この基準では、夜間は昼間よりも厳しい（低い）基準値を定めており、夜間は騒音による睡眠への影響を適切に防止することを基準設定の基本的考え方としていると考えられる。ただし、この基準は、騒音レベル（騒音全体）の大きさを定めたものであって、低周波音に特に言及したものではない。

¹⁴ このほか関連法として騒音規制法（昭和43年法律第98号）があるが、これは、工場及び事業場における事業活動並びに建設工事に伴って発生する騒音を規制するものであり、家庭からの騒音は規制対象ではない。

（２）低周波音問題への対応指針

平成12年10月、環境庁（現環境省）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。このマニュアルには、低周波音の苦情があった場合の対処方法や測定方法が記載されている。

その後、静かな地域の家屋内において、工場、作業場、店舗、近隣の家屋などに設置された設備機器等から発生する低周波音成分が観測される苦情事例が多くみられるようになってきた。このような苦情に的確に対応するため、環境省は、一般社団法人（現公益社団法人）日本騒音制御工学会への調査委託等により、低周波音の苦情対応について検討を行い、平成16年6月に、「低周波音問題対応の手引書」（以下「手引書」という。）を作成、公表した。この手引書は、低周波音問題対応のための「手引」、「評価指針」及び「評価指針の解説」の3つの部分から成る。「評価指針」においては、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6）。

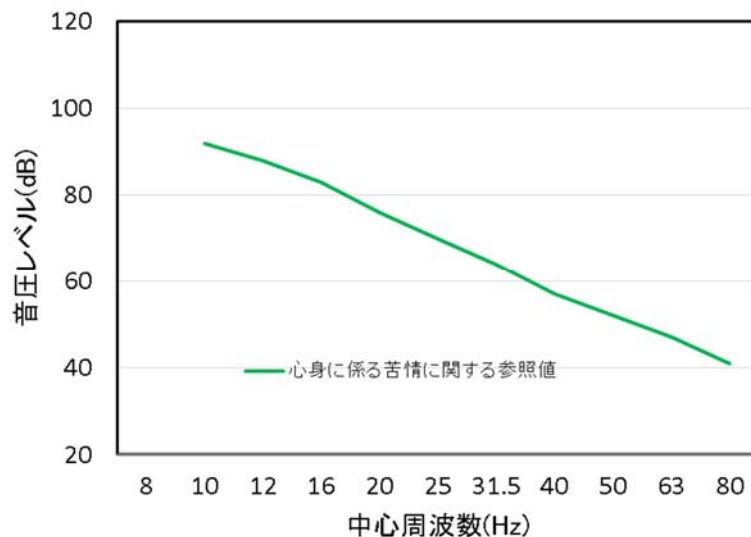


図6 心身に係る苦情に関する参照値の中心周波数と音圧レベルの関係

この参照値は、一般成人の90%が寝室で許容できる低周波音の音圧レベルとなっている¹⁵。つまり、参照値以下の音圧レベルであれば、一般成人の90%の

¹⁵ 犬飼幸男「低周波音の心身に係る苦情に関する参照値の科学的知見Ⅰ」, 騒音制御 Vol. 30, No. 1 (2006), p. 29-35

者は気にならないということになるが、言い換えれば、10%の者は、参照値以下の音圧レベルであっても気になる可能性があることになる。この点について、環境省は、以下のように説明をしている¹⁶。「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。」

2. 2 地方公共団体による騒音に関する相談対応の状況

複数の地方公共団体に対してヒアリングを行い、家庭用コジェネの運転音を含む、住民からの騒音に関する相談に対する、地方公共団体の対応の具体例を示す。

(1) A市（人口規模 10 万人以上 50 万人未満）

騒音に関する相談が入ると、対応できる職員がいる場合にはすぐに又は少なくとも 2、3 日以内には現地へ行き、必要な場合には所有している測定器を持参して、事実確認をしている。

A市は、3つの工業団地と住宅地域が近接していることから、騒音に関する住民からの相談が多くなっており、工事が多いことも相談件数を増加させている一因である。低周波音に関する相談は年 2、3 件程度である。

低周波音に関する住民からの相談のほとんどは測定を行ったものの音源を特定できなかったとのことである。

また、A市では、生活騒音への対応に関する要綱を制定、運用している。この要綱では、騒音規制法、関連の条例とは別に、近隣騒音防止を目的として、法に定めのない音響機器音や楽器音などの音で、程度の著しい音に対して、市長が市民又は事業者に対して指導するための区域ごとに上限の騒音レベル（基準）を設けている。要綱には低周波音に対する基準は示されていないため、実際の測定、評価には住民への聴取り及び対応関係を参考に総合的に判断している。

¹⁶ 低周波音問題に関する Q&A（環境省ウェブサイト）参照。

(2) B市（人口規模 100 万人以上）

近年、騒音に関する相談は事業所等からの騒音だけではなく、楽器や冷暖房装置といった一般家庭から発生する生活騒音が多くなっている。特に、集合住宅の上の階からの音が下の階に伝わる騒音による相談が増加している。相談内容が一般的な騒音である場合、集合住宅の管理会社等との相談を勧め、相談内容によって市が所有する騒音計を貸し出したり、無料の法律相談への紹介をしたりしている。相談が低周波音とされるものである場合、希望によって市職員による測定を行い、参照値と比較し、相談内容の原因が低周波音であるかについて助言をしている。

騒音に関する相談は、平成 27 年度では 230 件程度あり、そのうち低周波音に関するものが 7 件であった。

B 市では生活騒音に関する指針を定め、エアコン、給湯機などの家庭用機器、ピアノ、テレビなどの音響機器による生活騒音に対して、昼間、朝夕、夜間の時間ごとに目安となる指針値を定めているほか、集合住宅の上の階からの音が下の階に伝わる騒音についても、目安となる指針値を定め、生活騒音防止を図っている。

また、市民向けの啓発活動として、生活騒音に関するパンフレットを作成し、集合住宅の管理人や希望する市民へ配布するなどしている。

(3) C市（人口規模 10 万人未満）

C 市では、条例に基づき、生活騒音に関する要綱を定めている。平成 27 年度は 18 件のうち 12 件について現地確認したとのことである。その結果、ほとんどの音源が事業者によるもので、生活騒音とされたものは 1 件であった。

従来、住民からの相談に関しては測定等を行っていなかったが、平成 26 年頃から、相談内容や現地確認の結果等に応じて、測定を行い、現地確認していないものは電話対応で終了したとのことである。

なお、C 市では、燃料電池コジェネの設置に対して助成金を拠出しているが、国の補助金を受けていることが前提条件であるため、燃料電池コジェネが設置された後の申請となっており、設置場所等の指導ができない状態とのことである。

3. 環境省「低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱の再周知について」(環境省水・大気環境局大気生活環境室 平成 26 年 12 月)

事 務 連 絡
平成 26 年 12 月 26 日

各 都道府県 環境主管部(局)騒音振動担当官 殿
市・特別区

環境省水・大気環境局大気生活環境室

低周波音問題対応の手引書における参照値の取扱の再周知について

騒音・振動行政につきましては、平素よりご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、環境省では、低周波音に関する苦情への的確な対応を図るため、平成 16 年 6 月に「低周波音問題対応の手引書」を公表しました。

本手引書においては低周波音問題対応のための評価指針として「参照値」を示しておりますが、平成 20 年 4 月 17 日付け事務連絡にて、その取扱について周知徹底方お願いしたところです。

今般、平成 26 年 12 月 19 日に消費者庁より、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が公表され、同法第 33 条の規定に基づき別添のとおり意見が述べられました。

消費者庁の意見では、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とされています。

改めて、参照値の扱いについて、下記の事項にご留意のうえ、手引書の活用を図るとともに、貴管下町村及び関係者への周知徹底方お願いいたします。

記

1. 参照値は、固定発生源（ある時間連続的に低周波音を発生する固定された音源）から発生する低周波音について苦情の申し立てが発生した際に、低周波音によるものかを判断するための目安として示したものである。
2. 参照値は、低周波音についての対策目標値、環境アセスメントの環境保全目標値、作業環境のガイドラインなどとして策定したものではない。
3. 心身に係る苦情に関する参照値は、低周波音に関する感覚については個人差が大きいことを考慮し、大部分の被験者が許容できる音圧レベルを設定したものである。

なお、参照値は低周波音の聴感特性に関する実験の集積結果であるが、低周波音に関する感覚については個人差が大きく、参照値以下であっても、低周波音を許容できないレベルである可能性が 10%程度ではあるが残されているので、個人差があることも考慮し判断することが極めて重要である。

<問い合わせ先>

環境省水・大気環境局

大気生活環境室振動騒音係 松戸、東(あずま)

03-5521-8299 (直通)