

因果関係の同定と被害者救済
— 家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題 —

内容

1. はじめに

1.1. 本報告の目的と問題の背景

1.2. 低周波音問題とは

1.3. 家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題

2. 消費者事故調報告の概要

2.1. 調査対象事例の概要

2.2. 調査内容

2.3. 報告書の結論

3. 消費者安全調査委員会における議論

3.1. 因果関係の同定

3.2. 被害者救済の考え方

4. 消費者行政の立場から

1. はじめに

1.1. 本報告の目的と問題の背景

2012/10

家庭用ヒートポンプ給湯機（通称：エコキュート）から発生された低周波音による不眠や頭痛などの健康影響の申し出



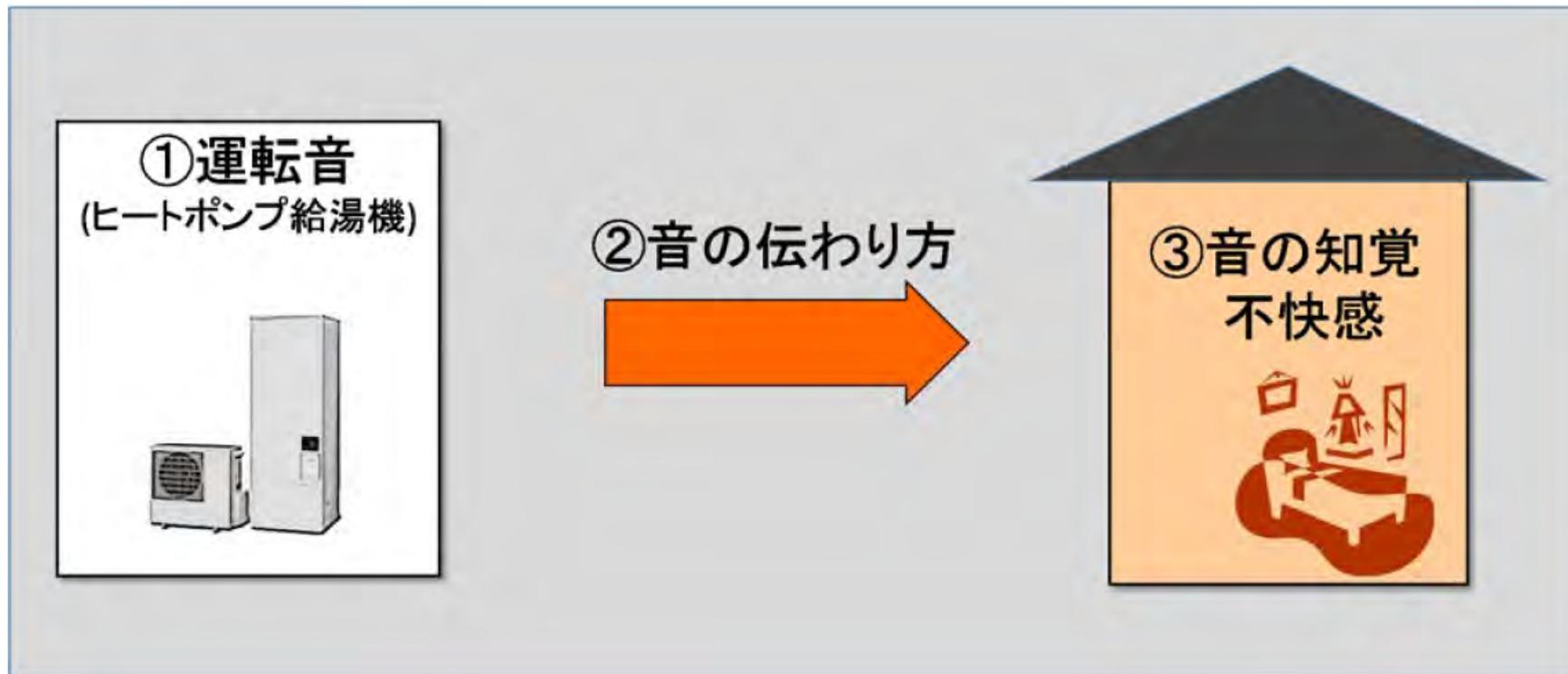
2014/12

「家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題に関する報告書」（消費者安全調査委員会）

https://www.caa.go.jp/policies/council/csic/report/report_002/

1. はじめに

1.1. 本報告の目的と問題の背景



運転音と症状との間にどのような関係があるのか？

1. はじめに

1.2. 低周波音問題とは

低周波音

- 概ね100Hz以下の音
- 聴覚閾値(聞こえるか聞こえないか)との関係

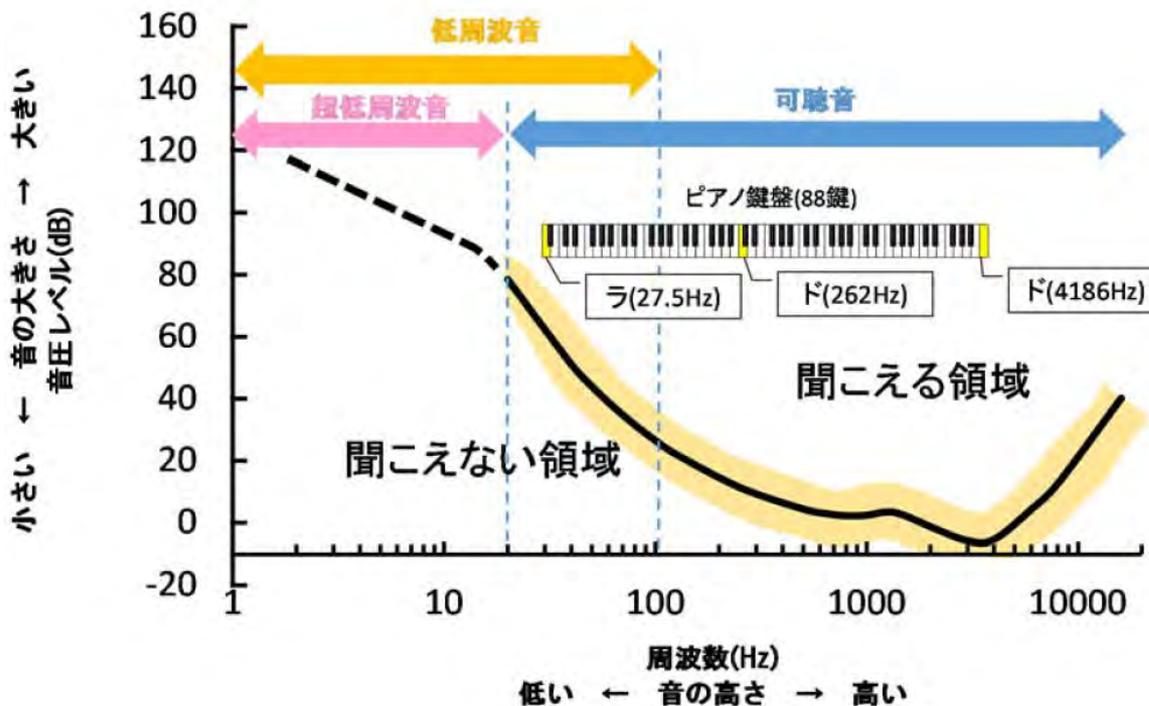


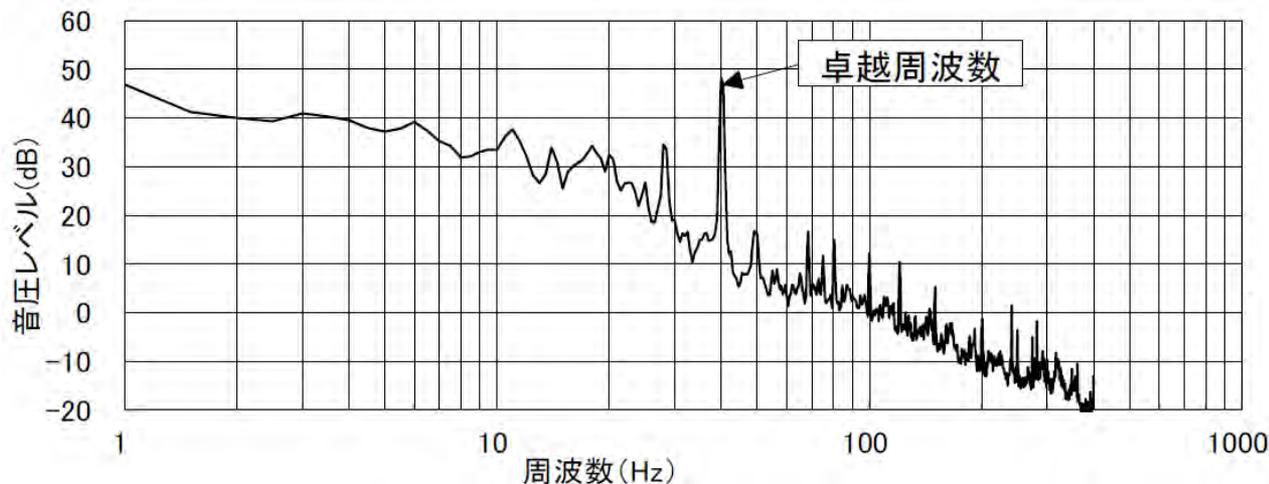
図1 人が音を知覚する周波数と音圧レベルの領域

1. はじめに

1.2.低周波音問題とは

被害の訴えと対策

- 不快音⇒症状 不眠・頭痛・めまい・吐き気・耳鳴り・・・
- 個人差・・・聞こえる人と聞こえない人
- 対策の難しさ・・・波長が長いいため遮蔽しづらい
外壁を透過しやすい



特に大きな**卓越周波数**が存在すると、耳につきやすく不快につながりやすい傾向

図2 卓越周波数の例

1. はじめに

1.2. 低周波音問題とは

参照値

- 2004年6月「低周波音問題対応の手引書」(環境省)
- 「心身に係る苦情に関する**参照値**」

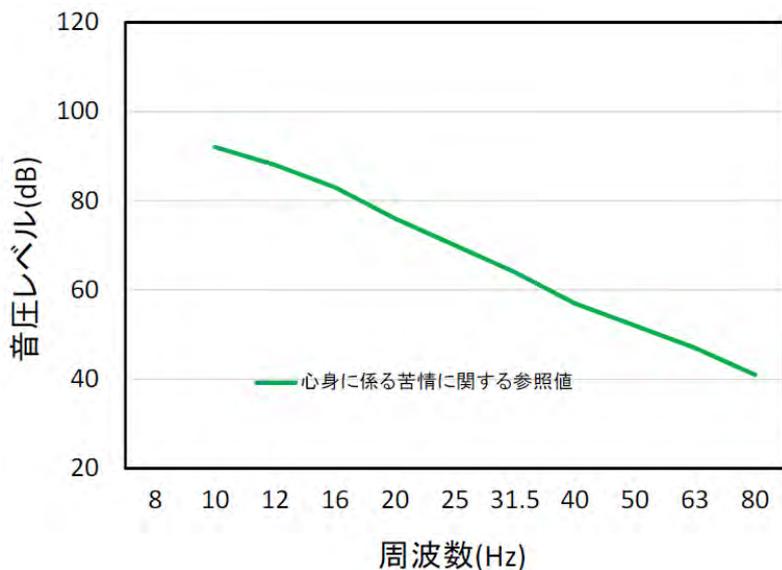


図3 参照値の周波数と音圧レベルの関係

- 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
- 参照値以下の場合でも低周波音が原因の可能性は排除していない(参照値は90パーセンタイルで作成)
- 参照値が事実上の基準値として扱われる例も存在

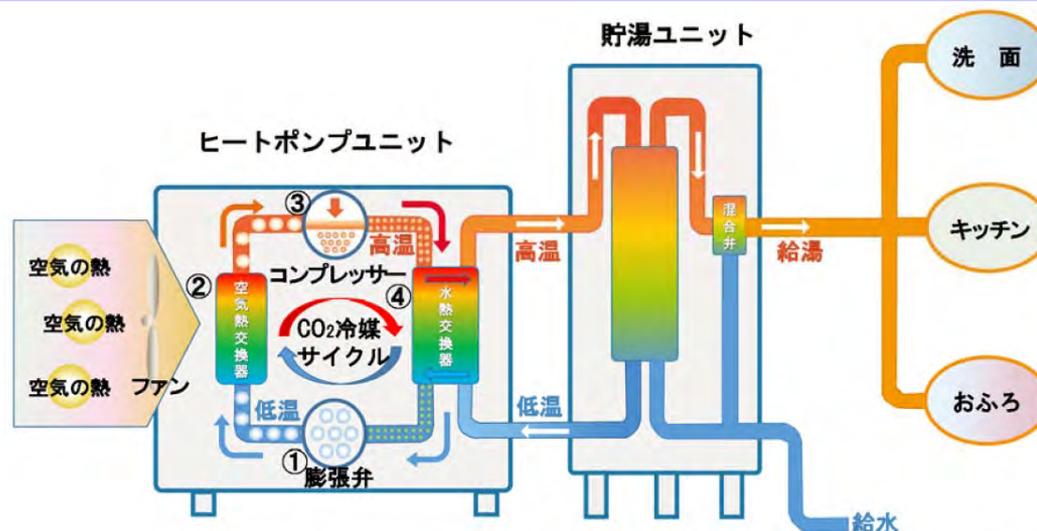
1. はじめに

1.3. 家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題

「環境にやさしく省エネ」

- 優れた熱交換率(3.0程度)
- 深夜電力の利用による優れた経済性・・・**深夜運転**

(23:00～7:00頃)



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

図4 ヒートポンプ給湯機の概略図

1. はじめに

1.3. 家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題

ヒートポンプ給湯機の普及

- 国や自治体の導入補助金
- 2022年3月までで累計876万台（日本冷凍空調工業会調べ）

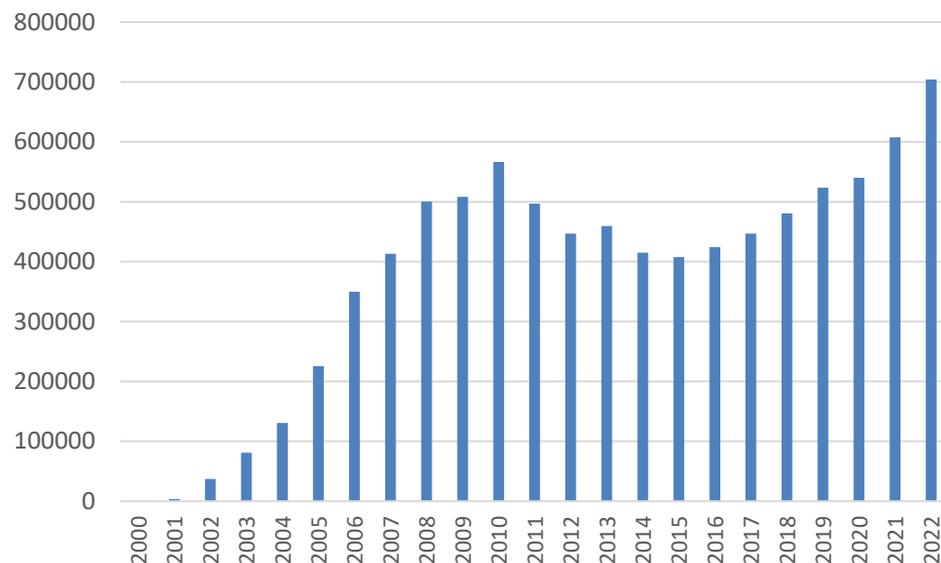


図5 家庭用ヒートポンプ給湯機の国内出荷台数の推移

（日本冷凍空調工業会調べ）

1. はじめに

1.3. 家庭用ヒートポンプ給湯機の低周波音問題

影響範囲が隣家程度

- 被害が集団化しない
 - 運動化のしづらさ
 - 原因特定の困難
- 隣家所有の場合の対処の難しさ
 - 言いづらい
 - 隣家が分かってくれない(聞こえない)
 - 給湯機メーカーや住宅メーカーなどの複数の関係主体
 - 相隣紛争と解される

2.消費者事故調報告の概要

2.1.調査対象事例の概要

調査対象事例(群馬県)

- 2009/02 A氏(50歳代男性)、就寝中に機械音に気づく
翌日、新築工事中の隣家の建築業者に確認
→ヒートポンプ給湯機の運転音との回答
その後、不眠、頭痛、めまい、吐き気等を発症
- 2009/05 A氏の配偶者B氏(50歳代女性)も同様の発症
(地元自治体への相談／自宅測定／裁判・・・)
- 2012/10 A氏及びB氏、消費者安全調査委員会に申出
- 2013/11 裁判の和解 → 電気温水器に交換し症状改善

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

対象事例および類似事例についての聴き取り

- － 状況把握

現地における実測調査

- － 音測定

聴感調査

- － 音と人(聴感)との対応関係

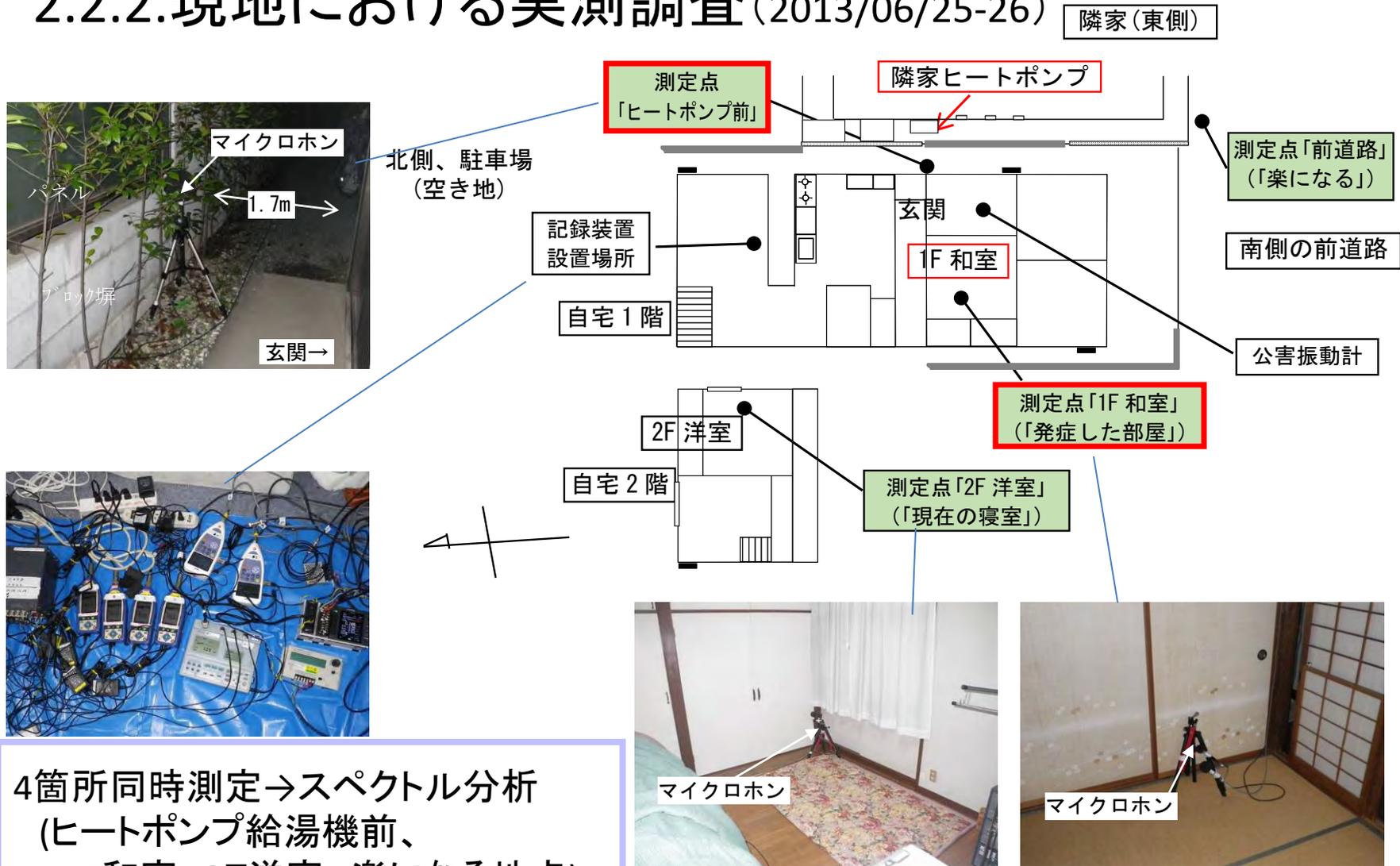
アンケート調査

- － 被害を訴える人の共通性把握(環境要因・個人要因)
- － 問題発生割合の推定

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.2.現地における実測調査(2013/06/25-26)

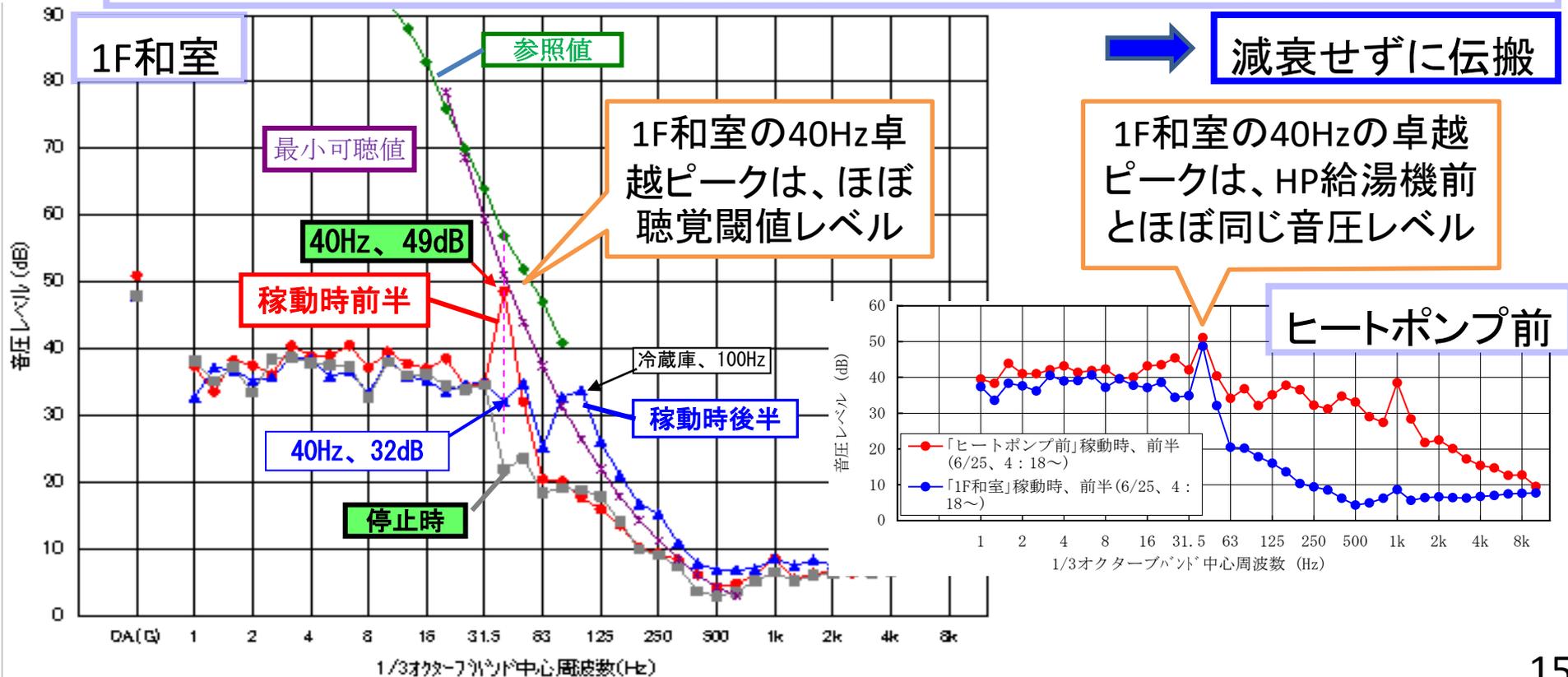


2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.2.現地における実測調査(2013/06/25-26)

- HP給湯機稼働時に、1F和室で、最小聴覚閾値レベルの40Hzの卓越ピーク
- 訴える症状の程度と卓越した40Hzの音圧レベルに対応関係
- 40Hz卓越ピークは、HP給湯機前と住宅内1F和室で、ほぼ同じ音圧レベル



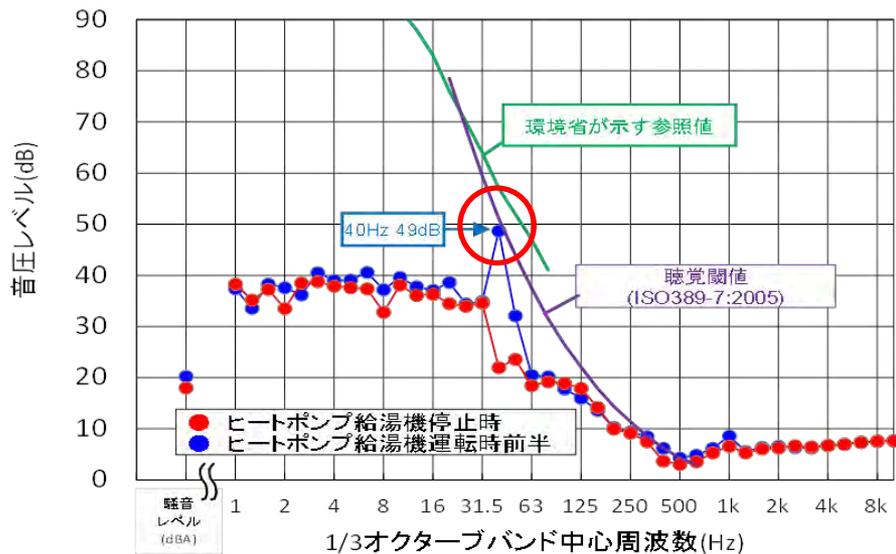
2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

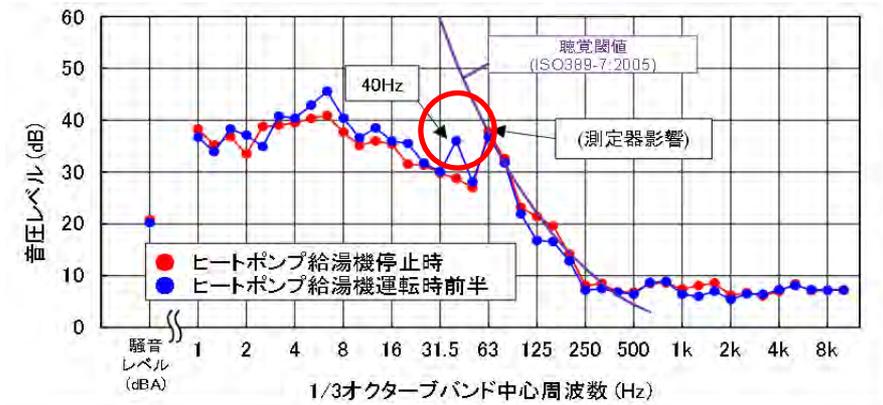
2.2.2.現地における実測調査(2013/06/25-26)

- 訴える症状の程度と卓越した40Hzの音圧レベルに対応関係

1F和室(症状が重い)



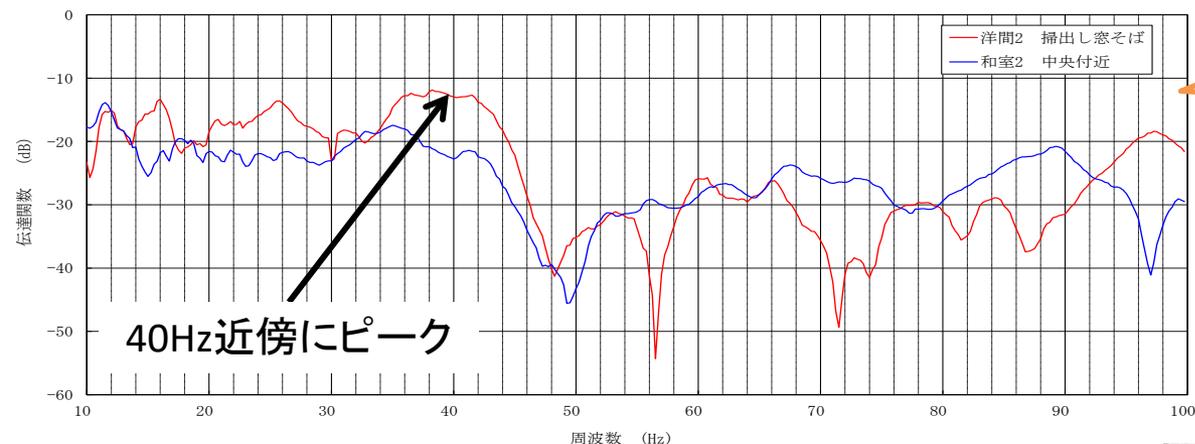
2F洋室(症状が軽い)



2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.2.現地における実測調査(2014/01/21)



伝達関数分析では、40Hzの音が減衰しにくいことが判明

住居内の定在波周波数と給湯機から発生する卓越周波数(水色で示す)

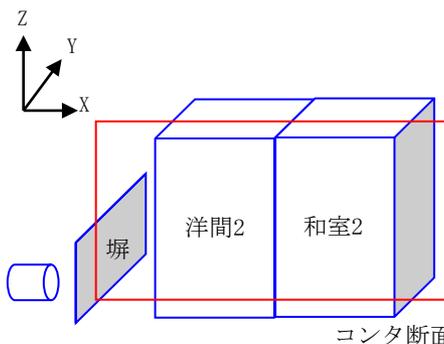
番号	定在波周波数 (Hz)	番号	定在波周波数 (Hz)
1	30.75	11	84.75
2	35.00	12	89.75
3	42.50	13	96.00
4	44.50	14	99.00
5	49.00		
6	55.50		
7	63.00		
8	68.00		
9	73.25		
10	78.50		

定在波周波数と稼働音の卓越ピークがほぼ一致(水色部分)

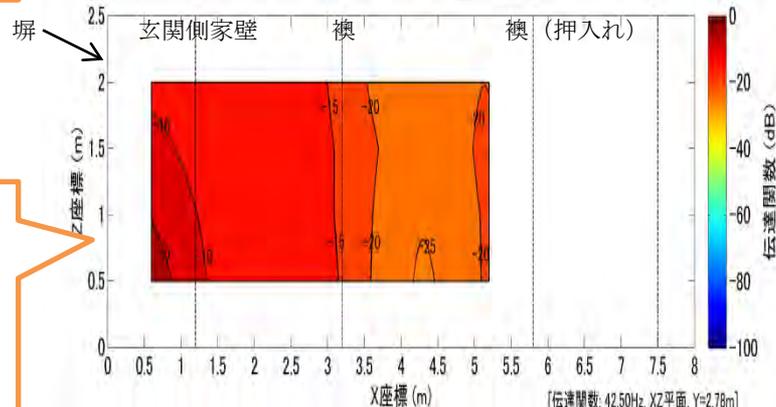
定在波の影響で室内で音の大小が存在し、申し出内容と対応していた



ピンクノイズを発音



X軸方向 定在波(42.5Hz、伝達関数コンタマップ、XZ平面)



2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

目的

- 隣家のヒートポンプ給湯機運転による健康影響を訴えている人(以下**申出者群**とする)に対し、予め録音したヒートポンプ給湯機運転音を実験室空間において曝露させることにより、**自宅と同様の反応が生ずるか**どうか
- 申出者群は、そうでない者(対照者群とする)と聴覚(低周波音領域も含む)および**許容限度**に何らかの違いがあるのかどうか
- ヒートポンプ給湯機から発生する音において特に不快感を生ずる何らかの特性があるかどうか

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

方法

被験者10名(苦情者群5名 48歳~73歳、対照群5名 29歳~82歳)

1)健康調査・・・調査前後、健康アンケートと血圧・心拍数の測定

2)聴カレベル検査・・・無響室において、125Hzから8kHzで聴力検査

3)純音聴覚閾値実験

- ・1/3オクターブ中心周波数31.5Hz,40Hz,50Hz,63Hzの4種類の純音
- ・徐々に音圧レベルを上昇/下降させて、聞こえ始めの値/聞こえ終わりの値を被験者がボタン等で知らせる適応法(単純上下法)

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

方法

4)収録音を用いた寝室許容値に関する評価実験

- ・被験者自身が音量調整して、許容値を求める「被験者調整法」
- ・収録したヒートポンプ給湯機稼働音を用いた寝室許容値の測定

5)モデル音を用いた寝室許容値に関する評価実験

- ・申出者宅の寝室でのヒートポンプ給湯機の模擬音(純音とノイズの合成音)を用いた寝室許容値の測定

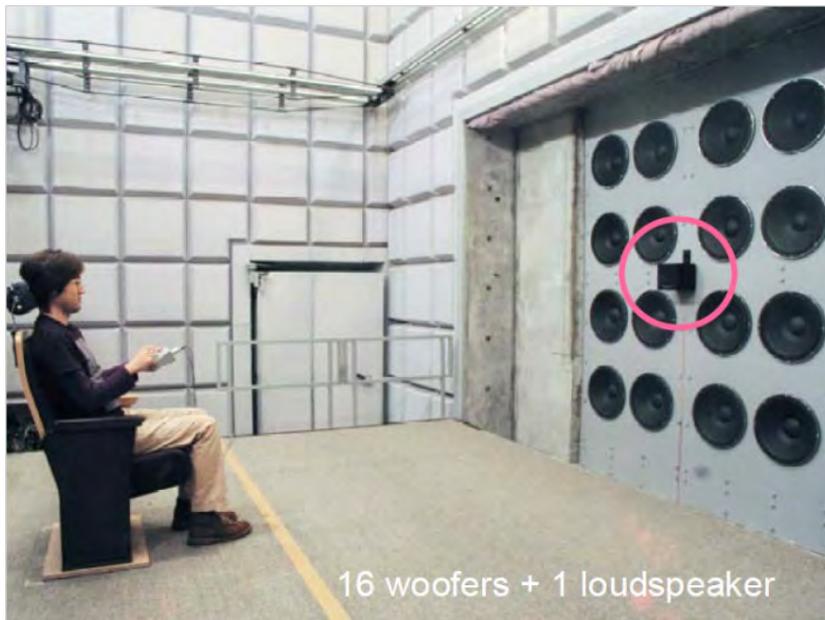
2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

方法

- 東京大学生産技術研究所の応用音響実験設備を利用
 - 低音再生用スピーカ(ウーファ)16台と電子機器より構成
 - 20Hz以下の超低周波音領域の再生が可能なレベル校正された正確な超低周波音を再生



被験者自身が音量調整して、寝室許容値を測定



2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

結果

1)健康調査

- ・ 申出者群の方が、調査後に、血圧が上昇する傾向が明らかに大
- ・ 脈拍数は、前後変化に両群の差異はなし

2)聴カレベル検査

- ・ 年齢に起因すると思われる聴力損失が認められたが、申出者群と対照者群での明確な差はなし

3)純音聴覚閾値実験

- ・ 低周波数帯域における聴覚閾値には群に明確な差はなし

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.3.聴感調査

結果

4)収録音を用いた寝室許容値に関する評価実験

- ・ 申出者群の寝室許容値は、個人によるばらつきが大
- ・ 申出者群において、40Hzのピークを低減させた音に対し、許容値が高くなる傾向はなし

5)モデル音を用いた寝室許容値に関する評価実験

- ・ モデル音を使用した実験でも寝室許容値は、個人によるばらつきが大
- ・ 両群とも40Hz純音の許容レベルは背景騒音の強さには依らず
- ・ 申出者群の各人の寝室許容値は、各々の聴覚閾値により近い傾向
＝聞こえたとすぐ不快

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査

目的

- ヒートポンプ給湯機により何らかの症状を自覚する人とそうでない人の環境要因および個人要因の探究
- ヒートポンプ給湯機の設置により何らかの症状を自覚する人の割合の推定

方法

- インターネットを用いたパネル調査
 - パネル数: 約200万
 - 調査日程 スクリーニング調査 2014/02/21～24
 - 本調査 2014/03/21～24

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査

スクリーニング調査結果

- 回答数 350,036 男性208,527/女性141,509 40歳台が最多

戸建て201,081/戸建て以外148,955

- 自宅にヒートポンプ給湯機の設置を認識 35,255人
- 隣家にヒートポンプ給湯機の設置を認識 8,197人
- 自宅のヒートポンプ給湯機が「非常に気になる」 695人(1.9%)
- 隣家のヒートポンプ給湯機が「非常に気になる」 354人(4.3%)

うち自宅にヒートポンプ給湯機なし(3137人)の場合 206人(6.6%)

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査

本調査

「健康影響あり」群・・・「戸建て」の「隣家がヒートポンプ給湯機を設置」の
「自宅にヒートポンプ給湯機なし」の「健康影響あり」150名

「健康影響なし」群・・・「戸建て」の「隣家がヒートポンプ給湯機を設置」の
「自宅にヒートポンプ給湯機なし」の「気にならない」の「健康影響なし」
150名

上記を、年齢をコントロールした上でスクリーニング調査結果から無作為
抽出して、調査票をインターネット配布し、それぞれ100名分の回収を得
た時点で終了

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査・・・本調査結果(1)

	健康影響あり (n=100)	健康影響なし (n=100)	p値*
年齢 (歳) (平均年齢, 範囲)	46.8 (20-78)	45.9 (21-85)	0.589
性別 (%男性)	66	63	0.658
Q1.居住地域 (%住宅地域)	94	83	0.008
Q2.住居構造 (%木造)	73	82	0.103
Q3.周辺静寂度 (%とても静か)	36	47	0.153
Q4.隣家ヒートポンプ給湯機設置時期 (%一年以内)	30	11	<0.001
Q5.隣家ヒートポンプ給湯機距離 (%「目の前」)	42	25	<0.001
Q6.現在の健康状態 (%あまりよくない+よくない)	34	12	<0.001
Q7.疾病の有無	34	28	0.36
アレルギー疾患	11	3	
うつ病	7	4	
耳の病気	6	1	
胃腸の病気	9	2	

* ロジスティック回帰分析による

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査・・・本調査結果(2)

	健康影響あり (n=100)	健康影響なし (n=100)	p値*
Q8.最近の体調 (%自覚症状あり)	34	14	<0.001
頭痛	14	4	
めまい	11	0	
だるさ	15	3	
手足のしびれ	8	1	
不眠	11	0	
Q9.健康への気遣い	74	60	0.059
Q10.喫煙(%喫煙者)	18	22	0.372
Q11.飲酒(%毎日+ときどき)	65	53	0.59
Q12.音もれに対する反応 (%「とても気になる」)	29	18	0.005
Q13.臭いに対する反応 (%「とても気になる」)	45	32	0.065
Q15.生活への支障度	かなりある18, 非常にある7	N.A.	
Q17.影響発生時期	設置直後39, 数カ月後38	N.A.	
Q18.症状の増減	変化なし58, 増強24	N.A.	
Q19.日内変動	夜間75, 一日中15	N.A.	
Q20.季節変動	関係なし59, 主に冬17, 主に夏16	N.A.	
Q21.症状の強い部屋	寝室77, 居間16	N.A.	
Q22.稼動音の感知	よく聞こえる62 ときどき34	N.A.	
Q24.家族の有症状者の有無	44	N.A.	

* ロジスティック回帰分析による

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査・・・本調査結果(3)

		健康影響あり (n=100)	健康影響なし (n=100)	p値 _{注1}
Q25～74 改訂精研式パーソナリティ	分裂気質(S)	4	10	0.47
	循環気質(Z)	3	2	
	粘着気質(E)	7	5	
	ヒステリー(H)	3	1	
	神経質(N)	6	8	
	いずれにも分類されず	81	78	

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.4. アンケート調査

まとめ

- 「健康影響あり」群は「健康影響なし」群に比べて、
 - ①住宅地域に住んでおり、
 - ②設置場所が自宅に近く、
 - ③音漏れに対してより敏感、という傾向
- 一方、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差なし
- 低周波音の健康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、個人の気質と症状の発生との間に関係は認められなかった

2.消費者事故調報告の概要

2.2. 調査内容

2.2.5.「据付けガイドブック」の認知率調査

概要と結果

- 日本冷凍空調工業会発行の「据付けガイドブック」には、騒音等の問題を避けるための設置場所の選定ポイントが記載
- 聴き取り調査の結果から「ガイドブック」を遵守していない傾向
- 「ガイドブック」の認知率調査の実施
 - 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
 - 「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
 - 明らかに普及が不十分！！

2.消費者事故調報告の概要

2.3. 報告書の結論

ヒートポンプ給湯機と症状の関連

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**に関与していると**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**に関与している**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**対応関係**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.消費者事故調報告の概要

2.3. 報告書の結論

症状の発生に影響する可能性がある因子

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る。

3.消費者安全調査委員会における議論

3.1.因果関係の同定

結論の表現

- 対象事例における因果関係を強く示唆
- 運転音に含まれる低周波音が関与したかどうかについては、その可能性を指摘する表現
- 今回の調査で得られた知見だけでは科学的因果関係の同定は困難(発症に関する医学的機序が未解明)
- **予防原則**の導入
- 暫定的な対応＋科学的因果関係の同定作業の継続
(**順応的管理**の発想)

3.消費者安全調査委員会における議論

3.2.被害者救済の考え方

被害者救済の考え方

- 問題の性質上、被害発生をゼロに抑えることは困難
 - リスク低減
 - 発生時の個別対応

リスク低減策

(1) 設置上の対策

「据付けガイドブック」の活用促進

(2) 消費者への周知

運転音による症状発生の可能性を製品カタログ等で周知

3.消費者安全調査委員会における議論

3.2.被害者救済の考え方

リスク低減策

(3)低周波音の音圧レベルの表示

運転音に含まれる低周波音の音圧レベルの表示制度の検討

(4)運転音の改善

運転音に含まれる低周波音の音圧レベルの低減等に向けた製品開発

(5)低周波音による人体への影響についての研究

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についての解明努力

(6)症状が発生した場合の対応

- 個別ケースに対する製造事業者の丁寧な対応
- 参照値以下の事例への対応改善

4.消費者行政の立場から

消費者行政の立場

- 「線引き」による規制強化の見送り
 - － 科学的因果関係の証明に対する知見不足
 - － 「線引き」そのものの難しさ
 - － 「不快」に関する個人差の大きさ
- 発生している被害への寄り添い(個別対応)
 - － 事故調査の基本は今後の事故発生の抑止という考え方
 - － 現在進行形の個別の被害への対応は念頭にない
 - － 一方で調査対象者はそうした被害の申し出者



症状が発生した場合の対応

・・・現在進行形の個別被害への対策につながる期待

実践知の応用

当時考えたこと

- 「予防原則」・・・公害問題からの示唆
- 公害問題における「被害者研究」
 - 二次的被害等の存在 cf.水俣病研究等
- 寄り添う／たった一人を大切に／最後の一人まで