

騒音等防止を考えた

家庭用ヒートポンプ給湯機の 据付けガイドブック



目次

はじめに	1
ヒートポンプ給湯機の音	2
ヒートポンプ給湯機の据付け要領	3
音と騒音	13
音の減衰と反射	14
塀による遮音の効果	16
壁や塀の反射による音の上昇.....	17

はじめに

私たちの身の回りには、さまざまな音が飛び交い、住宅環境もその音にさらされています。そのさまざまな音は、日常的な生活の中で問題となる場合があり、時には騒音や振動をはじめとする公害関係の苦情へと発展し、その件数は年々増加する傾向にあると言われています。これは、生活の質の向上に伴い、より良い生活環境が求められるようになってきていることに加え、わが国の住宅事情（とりわけ都市の過密化といった住宅事情）により、近隣での騒音苦情が発生しやすい環境が多くなってきたことに起因していると考えられます。

このような中、二酸化炭素(CO₂)を冷媒とする家庭用ヒートポンプ給湯機(以下、ヒートポンプ給湯機と呼ぶ)は、近年の環境意識の高まりを受け急速に普及し、2010年末の累積販売台数は267万台に達しています。その一方でヒートポンプ給湯機は、主に人々が睡眠している深夜に運転するため、騒音等による苦情が一部で報告されています。また、その中には低周波音ではないかと言われているケースもあります。

当工業会では、騒音・振動の有識者に協力をいただき「家庭用ヒートポンプ給湯機の騒音に関する研究会」を設置し、ヒートポンプ給湯機における騒音発生の実態について、100Hz以下の低周波音を含めた騒音の分析等の調査を行ってきました。その結果、据付け環境によっては、20Hz以上の可聴域で騒音レベルが上昇する可能性があることがわかってきました。また、実際の騒音苦情の事例を分析すると、ヒートポンプ給湯機の据付け位置や据付け方法を工夫することで改善されるケースがあることも確認できました。

このような研究成果を踏まえ、お客さまにヒートポンプ給湯機を安心してお使いいただけるよう、騒音等防止を考えたヒートポンプ給湯機の据付け要領をガイドブックとしてまとめました。

ヒートポンプ給湯機の販売、据付けに携わる皆さまが、お客様にご提案いただくときの参考にしていただくことにより、騒音等の苦情の減少に繋がると考えています。

*CO₂を冷媒とした家庭用ヒートポンプ給湯機は、一般に「エコキュート」と呼ばれています。

ヒートポンプ給湯機の音

ヒートポンプ給湯機は、家庭用エアコンと同じ原理でCO₂冷媒を圧縮加熱した熱を利用してお湯を作り出すヒートポンプユニットとお湯を蓄える貯湯ユニットで構成されています。運転音は、主にヒートポンプユニットの圧縮機及び送風機から発生します。

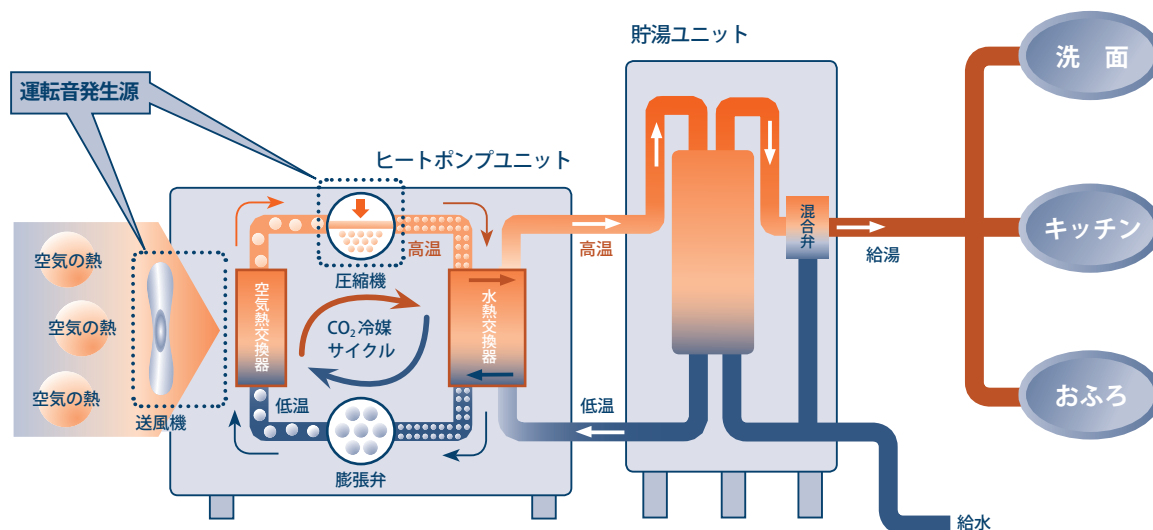


図1-ヒートポンプ給湯機の構成

ヒートポンプ給湯機は、深夜から明け方にかけて深夜電力を使って、ヒートポンプユニットでお湯を作ります。深夜は周りの音が静かなため、運転音自身が小さくても、運転音が認識されやすい傾向にあります。また、ヒートポンプ給湯機の騒音レベル^{※1}は、ヒートポンプユニット近傍で40dB程度^{※2}ですが、外気温度や水温等の環境条件によってヒートポンプユニットの運転状態は変化します。特に冬場は、圧縮機や送風機の回転数が上昇するため、運転音が大きくなる傾向があります。メーカーでは、そのような特徴をふまえ、運転音の発生源である圧縮機及び送風機に対し、防音・防振設計を行い、機器の運転音を小さくする努力を続けています。

※1 騒音レベルについては、「音と騒音(13ページ)」を参照願います。

※2 JIS C 9220「家庭用ヒートポンプ給湯機」に基づき、無響室の中でヒートポンプユニットから1m離れた距離で測定された値。

ヒートポンプ給湯機の据付け要領

お客様が気がねなく、安心してヒートポンプ給湯機をご使用いただくためには、より良い据付け場所の選定が重要となります。据付け場所の選定にあたっては、お客様のご要望もありますが、騒音等防止のために以下に示す据付け場所の選定ポイントをご確認いただき、より良い据付けとなる場所の絞り込みをお願いします。そして、お客様に選定の理由をご説明・ご理解いただいたうえで据付け場所を決定してください。

1. 据付け場所の選定ポイント

ヒートポンプ給湯機の運転音は主にヒートポンプユニットから発生しますので、据付け場所の選定にあたっては、なるべくヒートポンプユニットの運転音が周囲に影響を及ぼさない場所に据付けることが重要です。貯湯ユニットの据付け場所は、お客様の家屋構造に適していることが大切ですが、ご近所様への配慮が必要な場合には、ヒートポンプユニットは、単独の移動も可能ですので、据付説明書に記載されている範囲内で、貯湯ユニットから離して据付けることもご検討ください。

以下は、ヒートポンプユニットの据付け場所を検討いただくためのポイントです。

- (1) お客様および隣接するご近所様の寝室の傍は避ける。
- (2) ヒートポンプユニットの近辺(上方向含む)に窓や床下通風口等の音の侵入口があれば極力距離をとる。
- (3) ヒートポンプユニットの周囲に極力スペースを設け、壁や塀で音が反射しないように工夫する。

据付け場所の選定の際には、「表1-ヒートポンプユニットの据付け場所選定のチェックポイント」及び「表2-据付け推奨例」をご活用ください。

2. 据付け要領

製品付属の据付説明書に従って据付け工事を行ってください。ヒートポンプユニットの据付け方法に不具合があると機器の騒音・振動が増大し苦情の原因となる場合があります。ポイントは以下の通りです。

- (1) 運転音や振動が増大しないように強固な台に据付けてください。
- (2) ベランダ、テラス、壁面及び高置き台等に据付ける場合は、振動による音が発生しないように十分な強度がある場所に据付けてください。また、防振ゴムを敷く等振動の軽減を図ってください。
- (3) 水平に据付けてください。

3. 試運転時の確認

据付け完了後、試運転による運転音の確認を行ってください。チェックのポイントは以下の通りです。

- (1) 機器からの異常な音が発生していませんか。(ネジの緩み等)
- (2) 架台や壁が振動して騒音が発生していませんか。
- (3) 機器周囲の騒音をご確認ください。

1) 周囲の構造物の反射により音が大きく聞こえませんか。

2) 機器から離れた場所で異常な音や音が大きく聞える場所はありませんか。

また、ご使用にあたっては機器の上や周囲に不用意に物を置かないようお客様へご説明をお願いします。機器の上に物があると、振動により音を発することがあります。また機器の通風が阻害される様な物が周囲にあると、性能低下の原因となるだけでなく、運転音が大きくなる場合があります。

4. 販売後(苦情時)の対策

据付け前のチェックにもかかわらず苦情が発生した場合は、その原因と周囲への影響を確認し、状況により次の処置を行ってください。

(1) 製品の確認

経時変化による製品の異常がないかご確認ください。異常がある場合は、メーカーのサービス窓口等にご連絡ください。また、特に製品に異常がないにもかかわらず、苦情に至っている場合は、次の(2)(3)の処置をご検討ください。

(2) 据付け場所の移動(変更)

「表2 据付け推奨例」にあるような据付け場所への移動をご検討ください。

(3) 防音対策の実施

ご近所様との境界がいけ垣や樹木等、音が透過する環境の場合は、機器の周囲に防音対策を実施することで解決できる場合があります。

※ 「塀による遮音の効果(16ページ)」「壁や塀の反射による音の上昇(17ページ)」を参照願います。

表1ーヒートポンプユニットの据付け場所選定のチェックポイント

製品付属の据付説明書をよくお読みになり、記載されている据付け制約をお守りいただいたうえで以下のチェックポイントをご確認ください。また、6ページ以降の「表2ー据付け推奨例」を参考にしてください。

	チェックポイント	選定ポイント	期待される効果	表2 据付け 推奨例No
1	ご近所様宅およびお客様宅の間取りに配慮する。	寝室の傍は避ける。	寝室への音の影響を軽減できます。	①②③
2	ご近所様宅との据付け場所の位置関係を確認する。	音がご近所様宅へ直接侵入しやすい場所は避ける。	ご近所様宅への音の影響を軽減できます。	④⑤⑥
3	運転音が侵入しやすい開口部の位置を確認する。	窓や床下換気口、換気ダクト等の運転音が侵入する開口部の直近には据付けない。	開口部からの室内への音の侵入を軽減できます。	⑦⑧
4	ヒートポンプユニット周辺の距離を確認する。	(1)ヒートポンプユニットの周辺のスペースが最大限確保できる位置を選定する。	極端に狭いスペースで稀に起こる壁や塀等による音の反射による影響を軽減できます。	⑨⑩
		(2)ヒートポンプユニットの左右に運転音を反射する壁や塀等の構造物がある場所は極力避ける。		
		(3)ヒートポンプユニットの前後に運転音を反射する壁や塀等の構造物がある場所は極力避ける。		
		(4)ヒートポンプユニットから吹き出した冷風が周辺空間に滞留するような据付けは避ける。	⑪	
		(5)ヒートポンプ給湯機を複数台据付ける場合や、据付け場所近傍にエアコンの室外機がある場合は、それぞれの吹き出し方向を考慮して据付ける。	ヒートポンプユニットの運転音を正常な状態に保ちます。	⑫
		(6)ヒートポンプ給湯機を複数台据付ける場合や、据付け場所近傍にエアコンの室外機がある場合は、ユニット間の距離を確保する。	うなり音等の発生を防止できます。	⑬

表2-据付け推奨例

以下は、ヒートポンプユニットの運転音が周囲に影響を及ぼしにくい場所を選定するためのご提案です。実際の現場では様々な条件が複合的に関連してきますので、関連する事例を参考に、より良い据付け場所を選定ください。

No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
①	<p>ヒートポンプユニットの据付け候補の場所にお隣様宅の寝室がある場合(2Fも含む)。</p>	<p>寝室への音の影響を軽減するため、寝室から離れた場所への据付けをお勧めします。</p>
②	<p>ヒートポンプユニットの据付け候補の場所がお隣様宅の寝室で囲まれている場合(2Fも含む)。</p>	<p>寝室への音の影響を軽減するため、道路等の開放空間に面している場所への据付けをお勧めします。</p>

表2-据付け推奨例(続き)

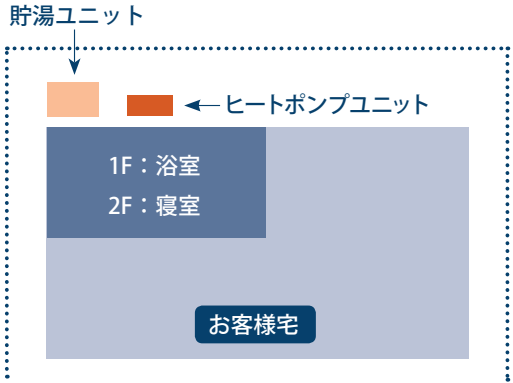
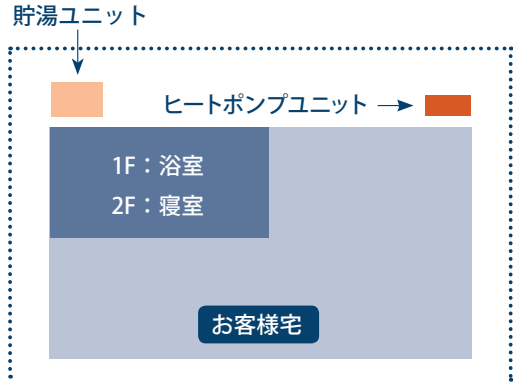
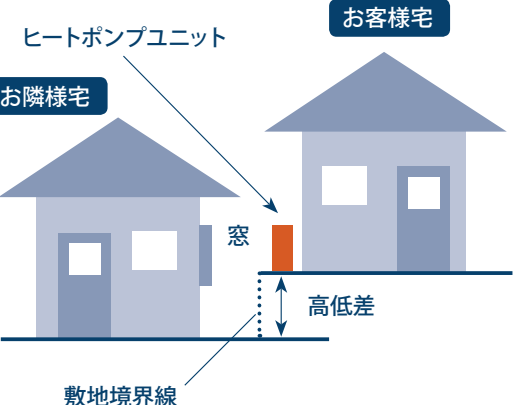
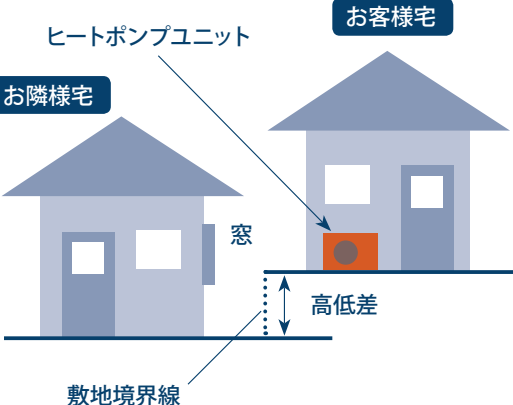
No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
③	<p>ヒートポンプユニットの据付け場所にお客様宅の寝室がある場合(2Fも含む)。</p> 	<p>寝室への音の影響を軽減するため、寝室から離れた場所への据付けをお勧めします。</p> 
④	<p>お隣様宅とお客様宅で高低差があり、ヒートポンプユニットの据付け候補の場所が、お隣様宅の窓の高さの場合。</p> 	<p>お隣様宅側を避けて据付けすることをお勧めします。</p> 

表2-据付け推奨例(続き)

No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
⑤	<p>積雪地域等で高置き台を使用し、ヒートポンプユニットの据付け場所がお隣様宅に面している場合。</p> 	<p>特にお隣様宅の窓の高さとなっている場合、お隣様宅側に据付けないことをお勧めします。</p> 
⑥	<p>お隣様宅とお客様宅で高低差があり、お客様宅の壁とよう壁があって、ヒートポンプユニットの据付け候補の場所がお隣様宅に面している場合。</p> 	<p>壁による音の反射により、まれに運転音が増大することがあります。この現象を避けるために、ヒートポンプユニットの前方ができるだけ広くとれる場所への据付けをお勧めします。</p> 

表2-据付け推奨例(続き)

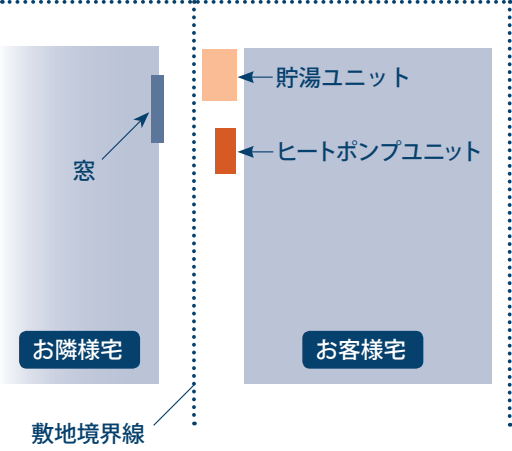
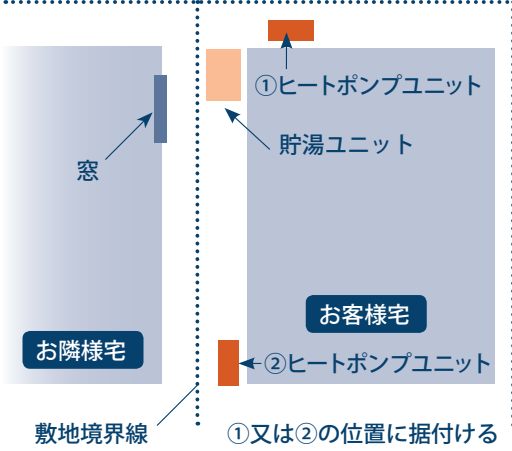
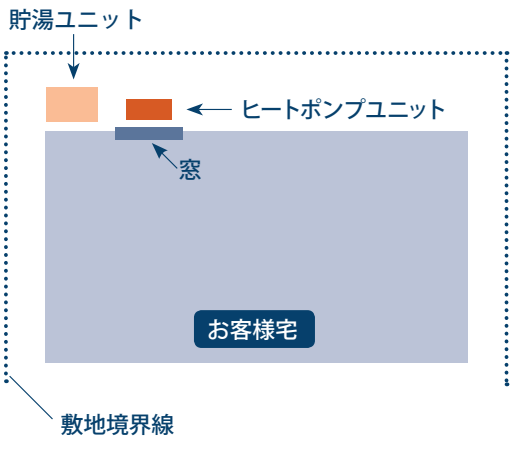
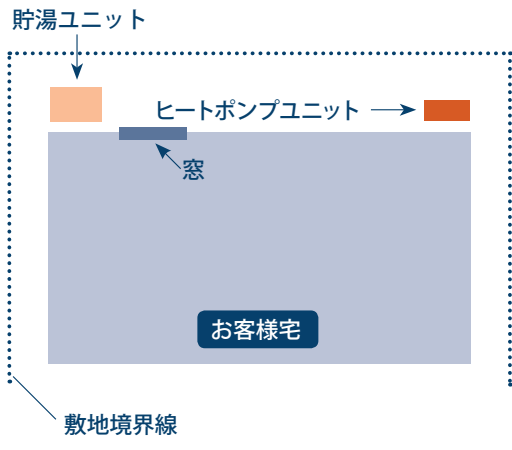
No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
⑦	<p>ヒートポンプユニットの据付け場所が、お隣様宅やお客様宅の窓(出窓)に近い場合。</p>	<p>窓から離れた場所に据付けることをお勧めします。</p>
		
		

表2－据付け推奨例（続き）

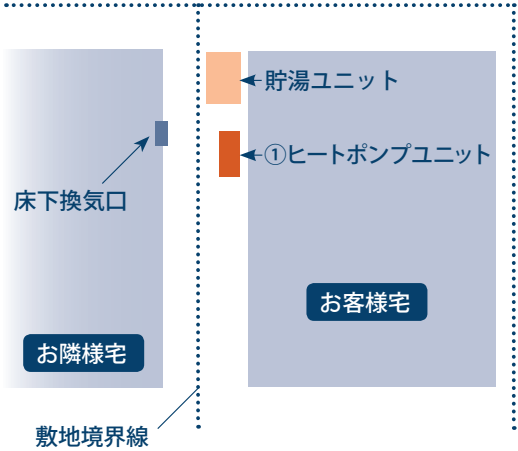
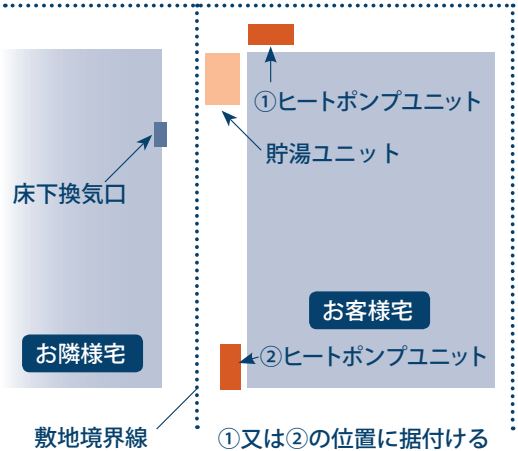
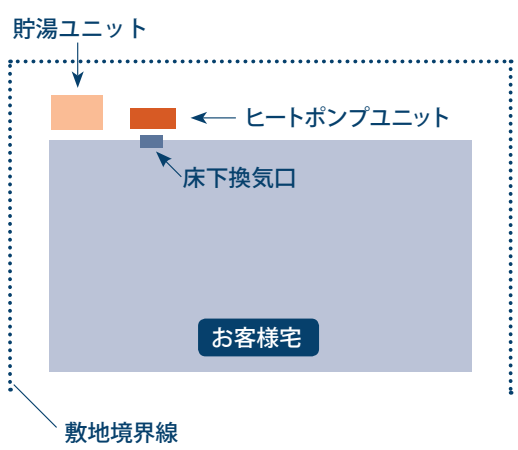
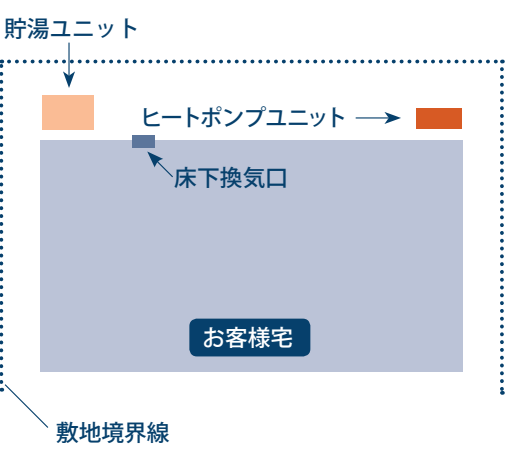
No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
⑧	<p>ヒートポンプユニットの据付け場所が、お隣様宅やお客様宅の床下換気口のような開口部に近い場合。</p>	<p>床下から室内へ運転音が侵入しないよう、床下換気口から離れた場所に据付けることをお勧めします。</p>
		
		

表2-据付け推奨例(続き)

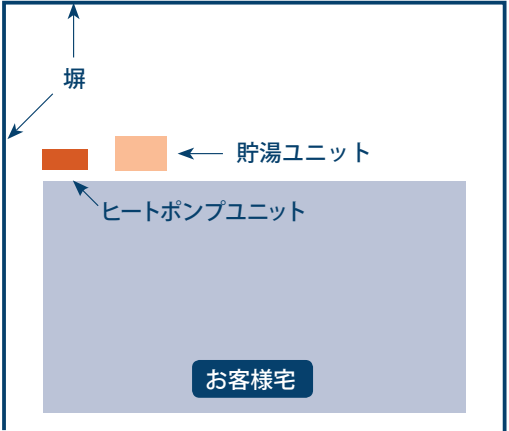
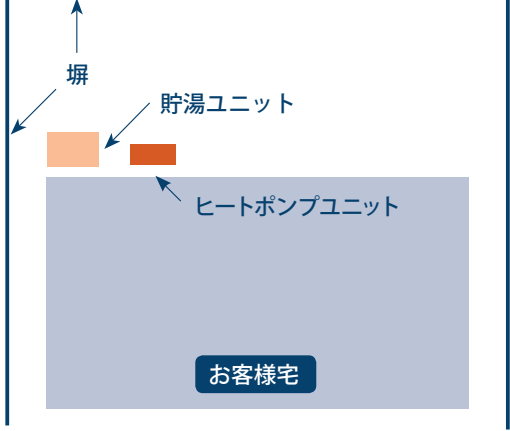
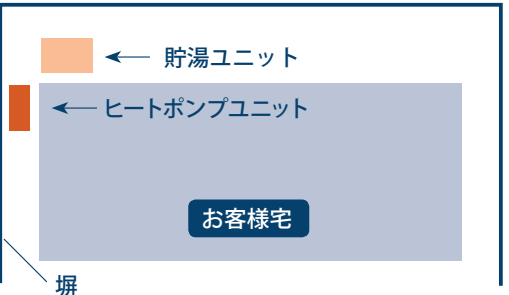
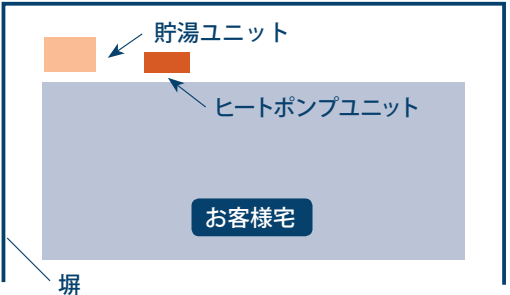
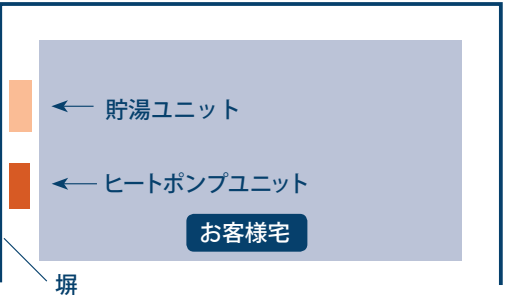
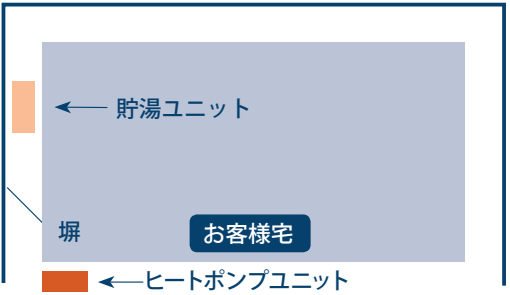
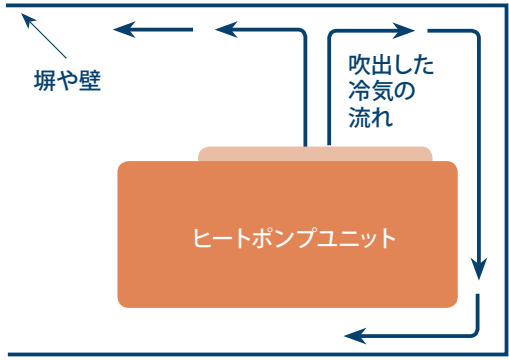
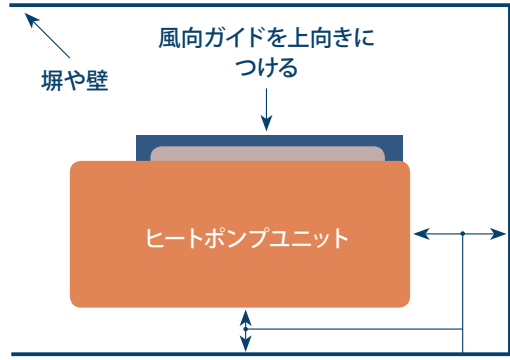
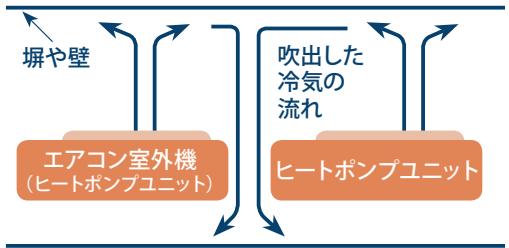
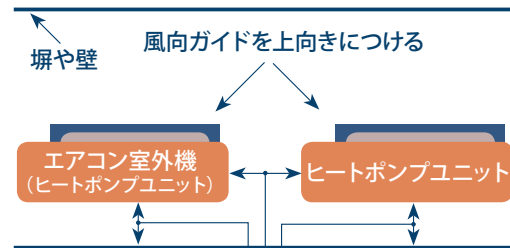
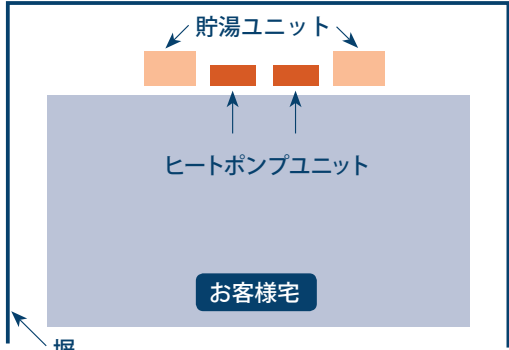
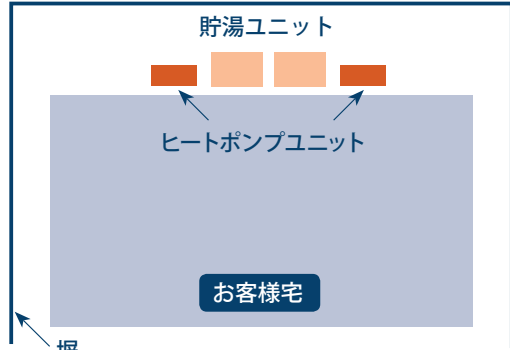
No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
9	<p>ヒートポンプユニットの据付け場所の左右が極端に狭い(壁や塀等の構造物がある)場合。</p>	<p>壁や塀による音の反射によりまれに運転音が増大することがあります。この現象を避けるためにヒートポンプユニットの左右どちらか一方ができるだけ広くとれる場所への据付けをお勧めします。</p>
		
10	<p>ヒートポンプユニットの据付け場所の前後が極端に狭い(壁や塀等の構造物がある)場合。</p>	<p>壁や塀による音の反射によりまれに運転音が増大することがあります。この現象を避けるためにヒートポンプユニットの前方ができるだけ広くとれる場所への据付けをお勧めします。</p>
		
		

表2－据付け推奨例（続き）

No	据付け候補の場所	据付け場所の推奨例
⑪	<p>ヒートポンプユニットから吹き出した冷気が、ユニットの周辺に滞留しやすい場合。</p> 	<p>吹出し口に風向ガイド等を設け、吹き出した冷気が滞留しにくいように据付けることをお勧めします。</p> 
⑫	<p>近くに他のヒートポンプユニットやエアコン室外機があり、吹き出した冷気がユニットの周辺に滞留しやすい場合。</p> 	<p>吹出し口に風向ガイド等を設け、吹き出した冷気が滞留しにくいように据付けることをお勧めします。</p> 
⑬	<p>ヒートポンプ給湯機を隣接して2台据付ける場合や近くに他のヒートポンプユニットやエアコン室外機がある場合。</p> 	<p>うなり音等が発生する場合があります。ヒートポンプユニット同士やエコアン室外機との距離がとれるように据付けることをお勧めします。</p> 

音と騒音

音は、空気の微小な圧力変動が音速という速さで伝わる物理現象です。その変動が耳に伝わり、鼓膜を振動させることにより、人は音として感じます。

音には、「音の高さ」、「音の大きさ」、「音色」等の要素があります。「音の高さ」は圧力変動の速さ(周波数)に、「音の大きさ」は空気の圧力変動の大きさに対応します。また「音色」は、いくつかの周波数成分が、どのように組み合わせられているかで決まります。

ところで、人間の耳は、周波数によって感度が異なります。20～20,000 Hzの周波数範囲を可聴域と呼んでいますが、中でも周波数が1,000～5,000 Hz付近の音に対して最も敏感です。周波数がそれよりも大きくなるにつれ、また、それよりも小さくなるにつれ、耳の感度は悪くなります。




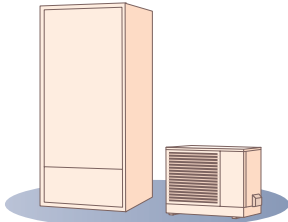

このような人間の耳の感度を考慮した「音の大きさ」は、騒音レベルで表されます。騒音レベルは、「私たちが実際に感じる音の大きさ」を表すのに適した量です。

表3は、私たちの身近にある音と、それらの典型的な騒音レベルを示したものです(単位は、dB(デシベル))。身近な音の騒音レベルが、およそどのくらいかが分かります。

騒音とは、その音を聞いて不快に感じたり、その音が仕事の邪魔になったりする音のことです。ある音が騒音になるかどうかは、その時々状況によって異なりますから、音が存在するだけで、それが騒音になるというわけではありません。また、音の感じ方には個人差もあります。同じ音でも、聞く人によって騒音になったり、ならなかったりすることがあるわけで、ここに騒音問題への対処の難かしさがあります。

表3にも示したように、ヒートポンプ給湯機から発生する運転音は、その近傍で40 dB程度です。これは、図書館の中と同じくらいの騒音レベルですから、一般的には、静かな機器であると言えます。

表3—身近な騒音の大きさ

120 dB	飛行機のエンジン近く 
110 dB	自動車の警笛(前方2m)
100 dB	電車が通る時のガード下 
90 dB	騒々しい工場の中
80 dB	地下鉄の車内、電車の車内
70 dB	電話のベル
60 dB	普通の会話 
50 dB	普通の事務所の中
40 dB	ヒートポンプ給湯機の近傍 
30 dB	柱時計の振子
20 dB	木の葉の触れ合う音 

音の減衰と反射

ヒートポンプ給湯機による騒音問題への対処では、ヒートポンプ給湯機の運転音の大きさが、ある地点(たとえば隣家との境界線上)でどれくらいになるのかを推定することが必要になる場合があります。ここでは、音の伝わり方のうちで特に重要な減衰と反射について説明します。

一般に、音の大きさは、音源の近傍で大きく、音源から離れるに従って減衰して小さくなります。音源が一つの点で、かつ、周囲に反射物(音を反射する物体)や遮蔽物(音を遮蔽する物体)が無い理想的な場合には、音波は球面状に広がっていきます。このような波を球面波と言います。この場合の音の大きさは、距離が2倍になると6 dBだけ減衰します。音の伝わり方は、音源の音の大きさ、変動性、継続時間、周波数、指向性、周囲の反射物や遮蔽物、風向・風速、温度・湿度等、多くの条件が複雑に関係してきます。そのため、実際の音の減衰は、2倍の距離で6 dBになるとは限りません。

音は、特殊な場合を除いて、物体の表面で反射をします。周囲に反射物がある場合には、そこで反射した音(反射音)が直接音と重なり合うことによって、音が大きくなる場合があります。反射物の表面で音がどのくらい反射されるかは、音の周波数、反射物の材質や構造、形状等によって異なります。

ヒートポンプ給湯機が据付けられた周辺の壁や地面、塀、石垣、自動車等、ほとんどの物体は反射物になります。つまり、実際のヒートポンプ給湯機の近傍で聞こえる運転音には、図2のように、直接音だけでなく反射音も含まれていることになります。カタログ等に表示されているヒートポンプ給湯機の運転音は、JIS C 9220「家庭用ヒートポンプ給湯機」に基づき、無響室の中で製品より1m離れた位置で測定したものです。しかし、上述のように、反射音の影響があるため、実際に1mの距離で測定される運転音の騒音レベルは、この表示値よりも大きくなります。

ある程度離れた位置でのヒートポンプ給湯機の運転音についても、反射音の影響を考える必要があります。先に述べた理想的な場合(球面波とみなせる場合)には、1m離れた位置での運転音に比べて、2m離れた位置では6 dB程度、4m離れた位置では12 dB程度音は減衰するはずですが。しかし実際には、地面や周囲の物体で反射した音が加わることにより、これらの理論値ほどには減衰しない場合がほとんどです。

屋内に伝わってくるヒートポンプ給湯機の運転音は、家屋の壁が遮蔽物となるために、屋外よりも小さくなるのが普通です。これは、壁による音の減衰量が、空気中を伝わる場合の減衰量よりも大きいからです。実際の壁による減衰量は、音の周波数、壁の材質や構造、厚さ等によって異なります。また、窓や換気口が開放しているとか、通気口のような開放部分がある場合には、単純な壁の場合ほど減衰しない可能性があります。

ヒートポンプ給湯機を隣家等との狭い空間に設置する場合には、音の多重反射により、逆に音が増幅することもあります。

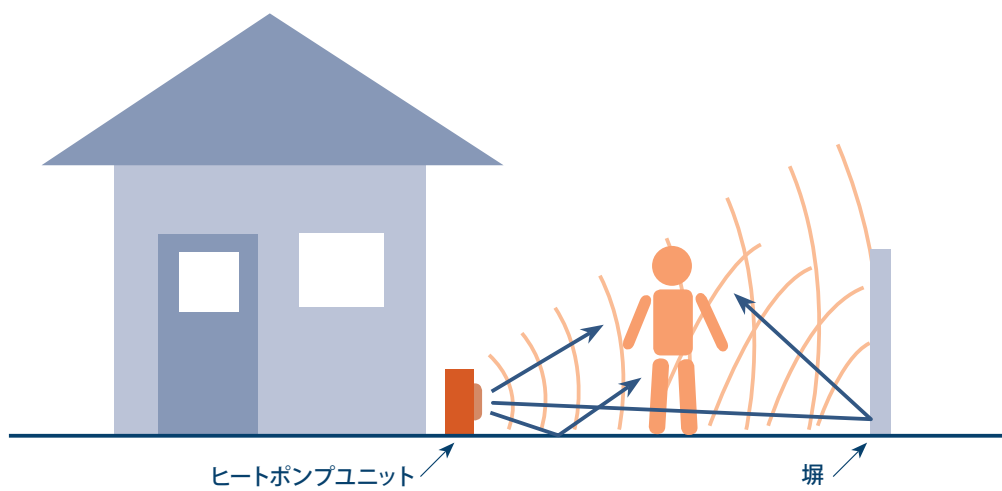


図2-音の伝わり方

塀による遮音の効果

塀等はヒートポンプユニットの運転音を防音する効果があり適切に据付けることで音を低減させることができます。隣家との境に面した場所にヒートポンプユニットを据付けたとき、いけ垣や樹木があっても防音上、ほとんど効果はありません。隣家への音の伝わりをできるだけ防ごうとするときには、コンクリートブロック塀等、隙間のない塀を立てることが必要です。塀による遮音効果を求めると次のようになります。

例えば、図3の減音量は運転音が500Hz付近に主な成分を持つ場合（成分は機種等により異なります）の「塀のないとき」と「塀をつけたとき」の差、すなわち、塀による減音の効果を示したものです。実際の音の減音は距離による減衰量を加えた値になります。このように音源の近くに、音源の高さより1m高い塀（長さは両側の塀高さの数倍以上とる）を設けた場合、10 dB程度音が低くなることを示しています。この場合、減音の効果が見れるのは塀にさえぎられて音源が見えない部分であり、音源が見通せる位置では効果が期待出来ません。また、減音量は音の周波数に関係し、周波数の高い音ほど減音量が大きく、周波数の低い音ほど減音しにくい傾向があります。なお、塀の近くに建築物の壁等があると音の反射により減音の効果が低くなります。場合によっては音が増幅されて逆に悪影響を及ぼすことも考えられます。

《遮音のために塀を設ける場合の注意事項》

- ① 音源の近くに塀を設けることが、一般的に効果的です。ただし、極端に近づけるとヒートポンプユニットの吸熱が悪くなり、効率を悪化させる要因となりますので注意が必要です。このため、メーカーの指定する間隔以上は確保する必要があります。
- ② 塀の高さは音源より十分に高くします。
- ③ 塀の長さは高さの数倍以上（両側に）とると効果的です。
- ④ 塀の材料はスレート、コンクリートブロック等強固で頑丈なもので隙間をつくらないようにすることが大切です。

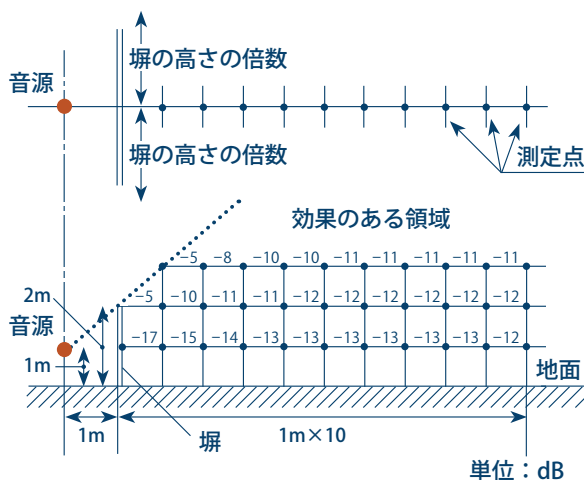


図3—塀を設けたときの減音の効果

壁や塀の反射による音の上昇

ヒートポンプユニットを壁や塀の間隔が極端にせまい場所へ据付けた場合、反射により音が大きくなる場合があります。

図4のシミュレーションを参考に、当工業会で壁や塀による音の反射の影響を実測した結果が図5です。前方及び左右に塀を設けた場合、近接する部屋の中の音の上昇が確認できました。このように前方及び左右に塀があるような閉ざされた空間にヒートポンプユニットを据付けると、反射により音が上昇し、室内に音が侵入する可能性があります。また、ヒートポンプユニットの近傍に窓の隙間や床下換気口、換気ダクト等の音の侵入口がある場合も、室内まで音が届く場合がありますので、これらの侵入口からできるだけ遠ざける等の注意が必要です。

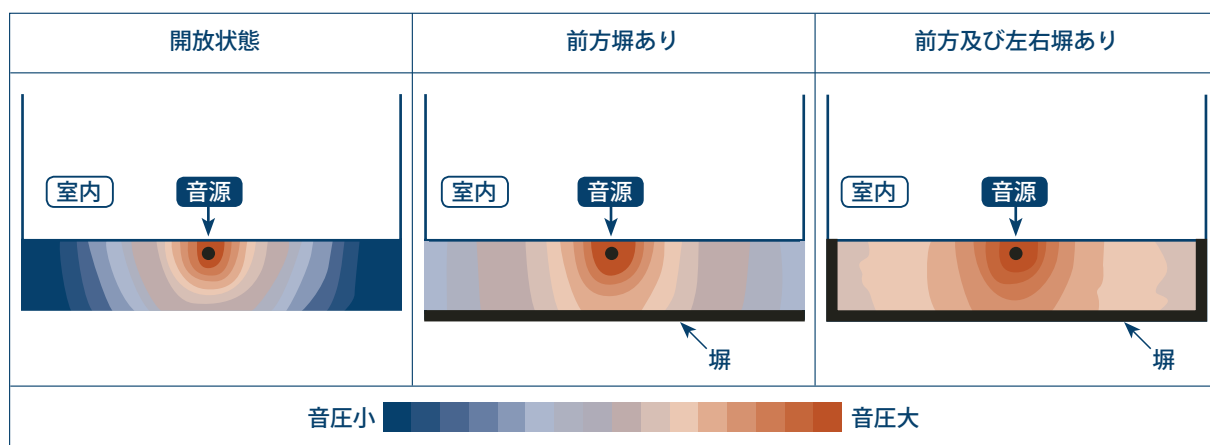


図4—壁や塀による音圧上昇シミュレーション

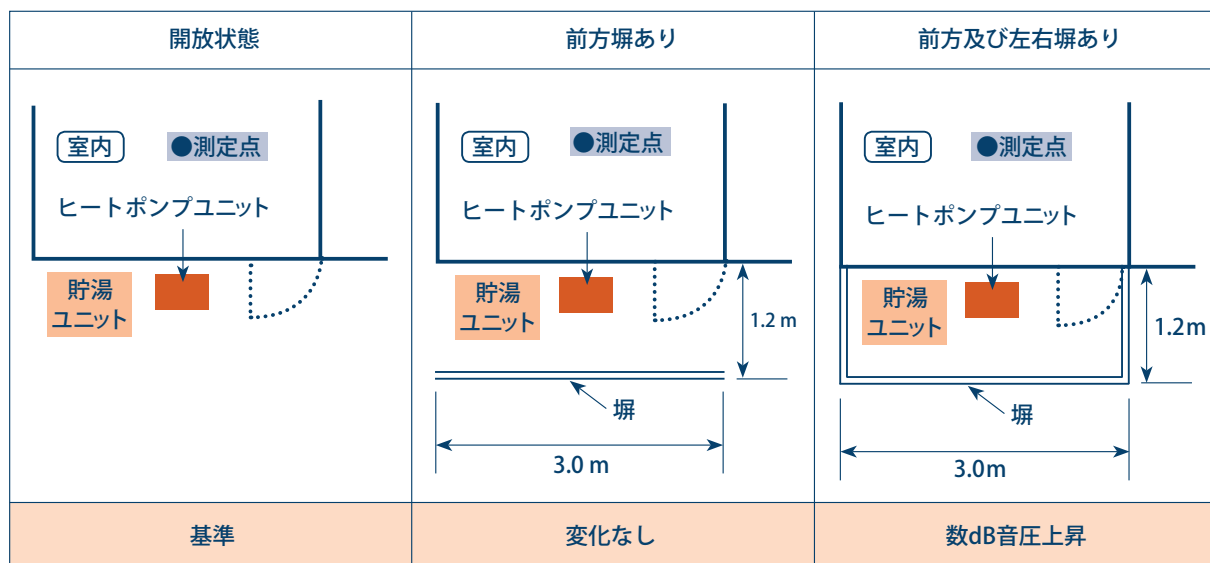


図5—壁や塀による音圧上昇実験

関連するホームページ

- 環境省 <http://www.env.go.jp/>
 - ・ 騒音対策について <http://www.env.go.jp/air/noise/noise.html>
 - ・ 振動対策について <http://www.env.go.jp/air/sindo/sindo.html>
 - ・ 報道発表資料 <http://www.env.go.jp/press/>
- 経済産業省 <http://www.meti.go.jp/>
- 総務省 公害等調整委員会 <http://www.soumu.go.jp/kouchoi/>
- 社団法人 日本音響学会 <http://www.asj.gr.jp/>
- 社団法人 日本環境測定分析協会 <http://www.jemca.or.jp/info/>
- 公益社団法人 日本騒音制御工学会 <http://www.ince-j.or.jp/>

騒音等防止を考えた
家庭用ヒートポンプ給湯機の据付けガイドブック

2011年4月発行
2012年2月改訂

 **社団法人 日本冷凍空調工業会**
ヒートポンプ給湯機委員会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
URL <http://www.jraia.or.jp>
TEL 03-3432-1671
