



ホームシアターシステム

## フロントサラウンド アドバンス

# 音が聞こえる方向は どうしてわかる？

テレビを見ているときや本を読んでいるときなどに、視界の外から誰かに声をかけられても、その方向がちゃんと分かるのはなぜでしょうか。映画館でアクション映画を見ていると、実際には存在しないヘリコプターが頭上を飛び回る音が感じられるのはどうしてでしょうか。私たちが音の聞こえてくる方向を判断する仕組みを紹介します。

## Let's Research

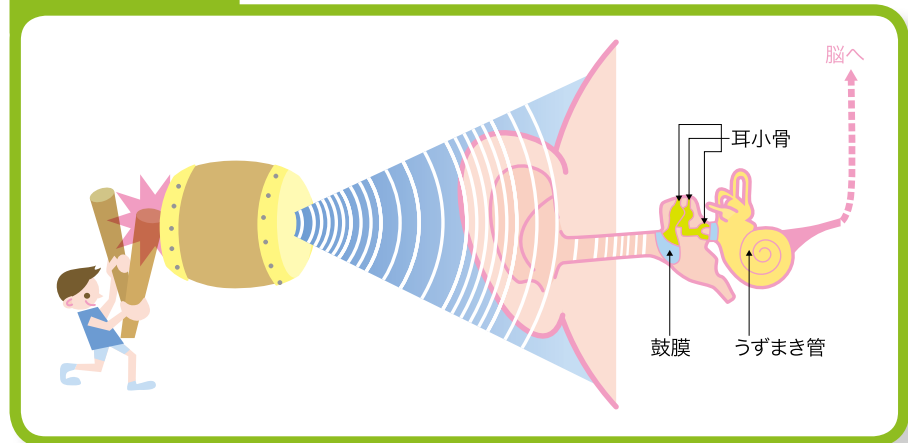
こうもりが暗闇でもぶつからずに飛べるのは、音をうまく利用しているからです。そのしくみを調べて見ましょう。

## 音が聞こえるしくみ

皆さんが聞いている音の正体は、物体の振動です。例えば太鼓の皮の上にビーズなどをのせて叩くと、ビーズが上下に激しく動きます。あるいは糸電話でしゃべりながら糸を触ると、糸が振動していることがわかります。声を出しながら、自分ののどを触ってみてもいいでしょう。

これらの振動は空気中を伝わり、耳まで届きます。耳の中には鼓膜があり、空気の振動が鼓膜に伝わります。鼓膜の振動は耳小骨やうずまき管を刺激し、聴神経を経由して信号として脳まで届くことで、音として感じられるのです。

### 音が聞こえるしくみ

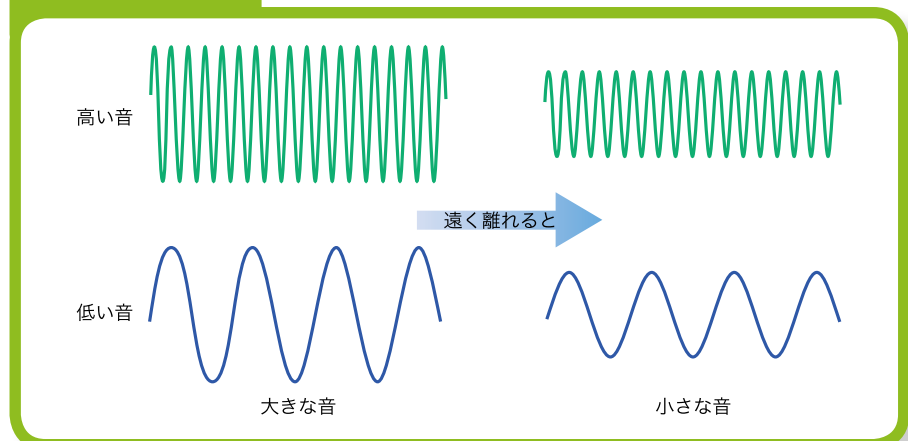


## 音を伝える波の性質

音の大きさや高さは、その振動の振幅（波の大きさ）や振動数（1秒間に振動する回数、周波数）によって変わります。音が大きいほど振幅は大きくなり、音が高いほど振動数も多くなります。

音の波が空気中などを伝わっていく時は、距離が遠くなるにつれて次第に波が弱くなって小さくなります。遠くの音が聞こえにくいのはこのためです。ただし波の振動数は変化しないため、遠く離れていても音の高さは変わりません。

### 高い音と低い音の違い



## 音の方向がわかるしくみ

人間は左右の2つの耳で聞こえる音の違いから、音の方向を判断しています。その音を出すもの（音源）が正面にあれば、左右の耳にはほとんど同じ音が聞こえるはずです。けれども音源が左前方にあれば、左の耳には右の耳よりも早く音が届きます。音の大きさも、左耳の方が大きく聞こえるはずです。こうした微妙な違いをもとに、脳が音の左右の方向を判断しているのです。試しに片方の耳をふさぐと、音の方向が分かりにくくなります。

では音の上下や前後の違いは、どうして分かるのでしょうか。これには、耳の形状が大きな役割を果たしていると言われていています。耳の複雑な形に音が反射することで、正面の音はより聞こえやすくなり、また後方や上下方向からの音は微妙に変化します。この違いを聞き分けることで、さらにはこれまでの経験（飛行機の音は上方から聞こえるなど）も利用して、音の方向を判断しています。

### 音の方向がわかるしくみ

正面からの音



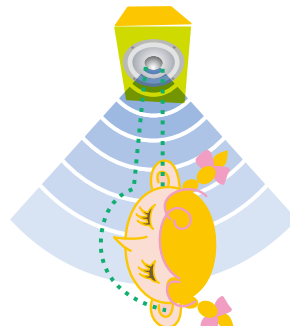
スピーカーから出た音は、左右の耳に同じ大きさで同時に届きます。

斜め前からの音



左右の耳に音が届く時間が少しずれて、大きさも違います。

横からの音

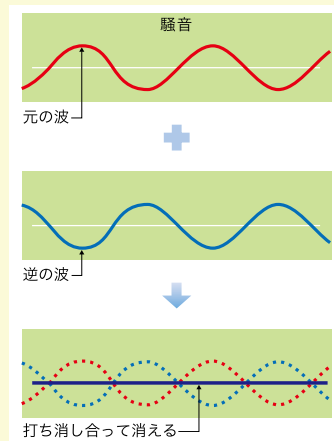


頭の反対側の耳で聞こえる音は、時間差などのため、大きく変化します。

### コラム 騒音を打ち消すヘッドホン

電車の中など騒がしい場所で音楽を楽しもうとすると、どうしても音量を大きくしたくなります。でもそうすると周囲の迷惑になったり、耳に大きな負担をかけてしまいます。これを解決するために、騒音（ノイズ）を打ち消す（キャンセリング）ヘッドホンが開発されています。

波には、山と谷がぶつかると互いに打ち消しあう性質があります。これは音の波も同じです。そこでヘッドホンの外側にマイクを取り付けて周囲の騒音を取り込み、その騒音の波をちょうど打ち消すような波



ノイズキャンセリングヘッドホン



を作り出します。この波の音を騒音と一緒にヘッドホンで聞くことにより、じゃまな騒音を消すことができます。

※危険を知らせる声や音が聞こえにくくなるので、特に自転車などに乗るときはヘッドホンの使用を控えましょう。

## 立体的な音を再現するサラウンド

### Let's Research

このほかにどのようなサラウンド技術があるか、調べてみよう。

テレビ放送や CD、FM ラジオ放送などは、左右2つのスピーカーを使って左右に広がりのある音を再現します。2本のマイクを左右の耳に見立てて録音をして、左のスピーカーからは左耳用の音を、右のスピーカーからは右耳用の音を出すことで、聞いた人に録音した音源の方向がわかるしくみです。この録音から再生までの組み合わせをチャンネルと呼びます。

2つチャンネルを使えば左右の音の広がりを再現できます。3つ以上のチャンネルを使って、より立体的な臨場感の高い音の再生をめざす技術がサラウンドです。サラウンドには使用するチャンネルの数によって多くの種類があります。前方に左右のスピーカーとセリフ用のセンタースピーカー、後方に左右のサラウンドスピーカーを置き、低音専用のサブウーハを追加した 5.1 チャンネルのサラウンドが最も普及しています。前方左右だけでなく後方も含めた周囲 360°から聞こえてくる音が再現できるようになります。DVD で販売されている映画には、5.1 チャンネル再生用の音声が含まれているものが多くあります。

## インタビュー 聞いていて疲れない“いい音”を目指して



パイオニア株式会社  
ホームエンタテインメント  
ビジネスグループ  
AV 技術統括部 AV 開発部  
佐野 健一さん

音をデジタル信号にして重ね合わせたり波の形を変えたりといった処理は DSP(デジタル・シグナル・プロセッサという装置)を使って行います。けれどもフロントサラウンド アドバンスで波形を調整する量も、単に数学的に計算しただけでは“いい音”にはなりません。長時間聴いても疲れない音づくりをするために、実際にたくさんの人に聴いてもらって、どれだけ調整するかを決めています。

理論的には DSP でどんな音でも作り出せますが、最終的に人に聴いてもらうものだけに、心地よい音を追及するために感覚的なところを重視しています。



パイオニア株式会社  
ホームエンタテインメント  
ビジネスグループ  
AV 技術統括部 スピーカー技術部  
長谷 徹さん

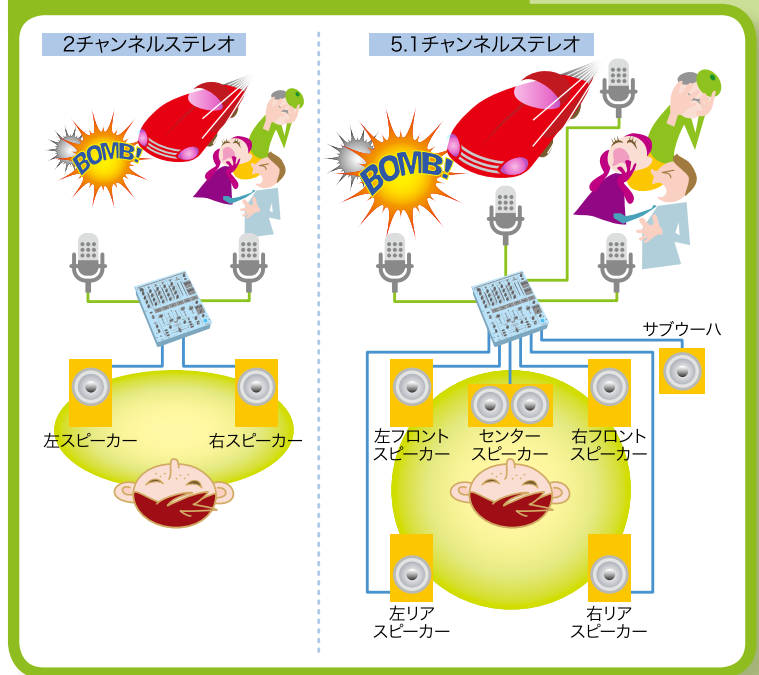
音楽を聴いているとき、人の耳には聞こえないはずの高い音や低い音が出ているかいないかで、印象が変わります。また同じ音を出すスピーカーでも、外観のデザインによっても印象は変わってしまいます。私たちがスピーカーを作るときは、そういった要素も考慮しています。

人間が音の聞こえてくる方向をどのように判断しているのかは、まだ完全には解明されていません。同じ音を聞いても、人によって奥行き感や方向感が違って来るなど立体音響の再現はとても微妙な技術です。これからも研究の余地がある分野と言えるでしょう。

## サラウンド録音

通常サラウンドでは、チャンネルの数だけマイクを用意するのではなく、それぞれの音源ごとに録音を行います。後からそれぞれの音を重ねあわせて、各チャンネル用の音声を作り出しています。このとき、サラウンドスピーカー用のチャンネルにDSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）と呼ばれるコンピュータの計算によって作り出した反響音などを追加することで、より臨場感を高めることができます。

### 2チャンネルステレオと5.1チャンネルサラウンド



## 前方のスピーカーだけでサラウンド再生

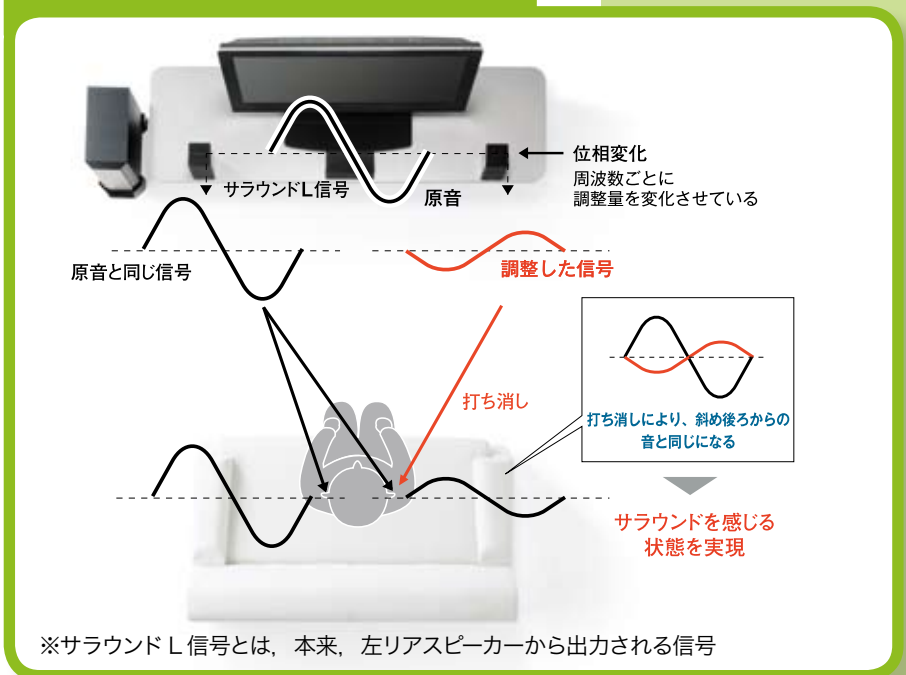
部屋の都合などで後方にスピーカーを置けない場合に、前方に置いたスピーカーだけを使って5.1チャンネルの再生を行う技術が川崎市幸区にあるパイオニアの開発した「フロントサラウンド アドバンス」です。この方式では本来後方に置く2台のサラウンドスピーカーを前方に配置します。

サラウンドL信号の場合、まず左のサラウンドスピーカーからは、原音と同じ音を鳴らします。同時に右のサラウンドスピーカーからは、少し時間を遅らせた音\*を鳴らしています。左右のサラウンドスピーカーの音が耳に届いたときには、音の波が打ち消されることによって左右の耳で感じる音の波に差ができます。これを利用して、後方にスピーカーを置いたときに聞こえる音の波を擬似的に再現しているわけです。

音を調整する量は周波数によって異なるため、計算によって求めています。音の遅れを利用しているため、元の音の周波数を変えずに、自然な効果が得られます。

\* 時間と大きさを調整しています。

### 「フロントサラウンド・アドバンス」効果イメージ図



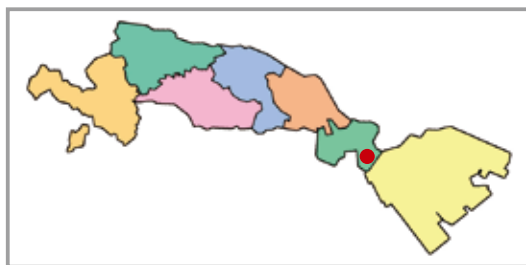
# パイオニア株式会社 川崎事業所



場所：〒212-0031 川崎市幸区新小倉 1-1

<http://pioneer.jp/>

問い合わせ先：044-580-3211



## More Information

音の雑学大事典

<http://pioneer.jp/carrozzeria/museum/oto/>

音に関する豆知識や最新技術を調べよう。

マンガ技術玉手箱

<http://pioneer.jp/e-place/tamate/>

音や光、デジタルや通信の技術をマンガで理解しよう。

サラウンド Web

<http://surround.jp/>

いろいろなサラウンド技術の最新情報を集めよう。



## Keywords

次のキーワードを組み合わせ、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。  
縦波（疎密波）と横波／スピーカーのしくみ／超音波／低周波音／音の位相／  
立体音場／サラウンド／バーチャルサラウンド／DSP とは