

健康文化

音の世界

若栗 尚

私達が毎日音を聞いている中で、気にしないでいることの内にも、なかなか、わからないことが多くある。どっちから聞こえるというようなことは気にしないで口にするし、返事を聞いて、すぐに、わかったと納得していることである。しかし、本当に、音の来る方向がわかるのか、どうしてわかるのだろうかということになると、問題は複雑になる。

普通、この音の到来方向の識別は、人間の聴覚器官の信号の入り口である耳が2つあるからだとして簡単に片付ける。確かに、基本的にはそれで正しい回答である。

では、2つある耳で何を識別しているのでしょうか。左右の耳に与えられた物理量の差を手がかりにしていることは容易に察することができる。これから得られる情報は、両耳を含む水平面内では、有効である。純音や狭帯域雑音を使つての実験では、水平面内での方向の識別は細かくできるが、正面と後方の区別が甘くなること、正確には、正中面（両耳を結ぶ線を垂直な中心軸とする平面）内の方向の識別は大変難しいという結果が得られている。

しかし、正面か後方かの判別は、対照となる音が聞きなれたものか否かで差がある。例えば、よく知っている人の声なら比較的よく前後の判断ができるが、知らない人の声は判断しにくいことは、日常、よく経験することである。それまでの経験、学習、特に音色に対するそれが大きな影響を与えるようである。

この音の到来方向によって、人の両耳に入る音は、頭本体や、耳介による回折、反射、散乱の影響を受けて、一定の音圧であっても、周波数に応じて異なった値をとることになる。この音源から両耳の入口まで、または、外耳道底部までの音の伝達関数（音源からその位置まで伝わる間に音の受ける変化を表す関数）がわかれば、1つの信号に電子回路の中で、この両耳で異なった伝達関

数を与えて、音に変換し、それぞれの耳にヘッドホンなどで与えてやれば、ある方向に音源がある感覚を与えることができる。

この音の到来方向を識別することを、普通、定位といっている。

定位は、このように、音源から両耳への行程のなかでの音の受けた変化を捕らえて得られる。

では、この変化の中の何を捕らえて方向を識別しているのかということになる。今までの実験などによる通説としては、レベル差と位相差ということになっている。

この方向識別の手がかりは、1.2から1.5kHzを境にして、それより低域では主に位相差、高域ではレベル差であるとされている。さらに、低域でも、ごく低い方では、方向性が明確でなくなるとされている。このあたりが、オーディオ再生装置などで、極低音の再生用に前方の中央に1つのスピーカーを置くシステムの根拠である。

普通のステレオの音の收音には、いろいろな方法が考えられている。

最初は、無指向性マイクロホン2本を適当な距離を置いて並べる方法で2つのマイクロホンを結ぶ線の中央の点を通る垂線が音場の中心であった。マイクロホンの間隔は、数十センチから1メートル位が多かった。

ついで、単一指向性マイクロホン2本を20センチから30センチ離して、それぞれの主軸の方向を90度から110度の開き角にセットして收音する方法が用いられてきた。この方法は、ほかの指向性のマイクロホンを使う場合でも用いられている。その後、単一指向性のマイクロホンを正面に向けてセットして、ステレオの左右の信号の和の成分、(L+R)成分を得、両指向性マイクロホンを主軸の方向が真横を向くようにセットしてステレオの左右信号の差の成分を得るようにして、この2本のマイクロホンの出力の和と差から左右(L、R)の信号を得るようにした、ワンポイントステレオマイクロホン(MS方式ステレオマイクロホン)が開発されて、使用されるようになった。この方式では、2本のマイクロホンの間に感度差を与えると、合成された左右の信号の收音の方向の開き角を調節できる。

残響信号についても、マイクロホンを2本、広い間隔で使用して方向感も含めて收音するようにしていることが多い。

スピーカーを2個左右に離して置き、ステレオ信号を再生するおなじみのステレオ再生装置では、つくられる音像は聞いている人の頭外に定位するが、密閉型のヘッドホンで聞くと、音像は頭内に定位する。ちょうど、音が頭の中になっているように感ずる。

この頭内定位を頭外定位にすることができないかということが長い間課題になっていたが、前に述べた音源から左右の耳までの空間の伝達関数を左右の耳に与えられる信号にそれぞれ掛け合わせて与えればよいということがわかった。しかし、実際にやってみると、被検者自身の頭部伝達関数を用いた場合と他人の頭部伝達関数を用いた場合とでは、大きな差ではないものの自分のものの方が定位がよい傾向にある。

正面と真後ろについては、必ずしもよい定位になるとは言えない。やはり、左右の耳への信号の差がなくなることに原因があると考えられる。

このようにヘッドホン（イヤホン）で聞いても頭外に定位するようなステレオ信号の收音ができるように、收音時に左右の耳の頭部伝達関数を与えて置く方法が考えられた。

これは、人間の頭部の精密な模型を上半身と共につくり、外耳道も含めて鼓膜の外部からの音に対する性質（音響インピーダンス）を合わせて、この模型の耳内に設けたマイクロホンで2チャンネルステレオ收音する方法である。

このように人間の頭部をまねてつくった收音装置をダミーヘッドと呼び、この装置での收音をダミーヘッド録音と呼んでいる。

前にも述べたように、この場合も、自分自身の頭部の模型が一番よい結果になることは当然であるが、平均的なモデルでも相当な結果が得られている。

NHKのFM放送にもこの方式のものがあつたし、ディスクの中にもダミーヘッド録音と表示したものがある。

ここでも、收音したものの再生で、ヘッドホンを含めて外耳道のところまでの伝送の平坦なことが大切になる。

このような精密なダミーヘッドの代わりに、球体または回転楕円体の両側にマイクロホンを2本埋め込んだ簡易型や、三角柱や四角柱の両側にマイクロホンをつけたもの、2本のマイクロホンの間に適当な大きさの平板を設けたもの

などが実用されている。

最近では、デジタル信号処理が盛んになり、相当複雑な処理も行えるようになってきた。

以前にも触れたことがあるが、ホールのなかの反射音、残響音を含めた実測の伝送特性を信号に畳み込むことで、世界の有名なホールの音を再現するのも限界はあるにしても、できるようになってきた。

頭部伝達関数を畳み込むことなども、程度が問題であるにしても、さほど困難ではなくなってきている。

子供の頃の定位を模擬的に体験することなども面白いかもしれないし、子供の利用する施設の考え方や、設計に利用できるかも知れない。

また、地下街などの非常災害の時の誘導施設の設計などにも使えるのではないだろうか。

ヘッドホンステレオのためだけではなく、もっと有益な使い方、例えば、監視装置への利用や、聴覚の不自由な人の補助、特に、片耳に聴覚障害のあるようなときなど、音源方向の確定に有効な手段になるのではないだろうか。

いずれにしても、このような技術を最近のデジタル技術の進歩と組み合わせれば、いろいろと面白い応用の分野が開けて来るような気がする。

ただ、ステレオの定位のためだけで終わりにするにはもったいないように思われる。

((財) 空港環境整備協会・航空環境研究センター)