

オーディオ・ホームシアター展 2013 での 小型スピーカー、ヘッドホンでの音像定位実験について

日本オーディオ協会理事

穴澤 健明

1. はじめに

良く知られているように、ステレオ音楽の大多数は、スピーカーの左右見込み角 60 度の位置に配置したモニタースピーカー間に音像を定位させている。最近では、このようなステレオ音源を、PC スピーカー等と呼ばれる見込み角 30 度程度、又はそれ以下の小型スピーカーでせまい前方音像幅で楽しむ人が増えている。また最近のイヤホン、ヘッドホンの急速な普及により、このようなステレオ音源をそのままイヤホン、ヘッドホンで聴く人も増えている。イヤホン、ヘッドホンで通常のステレオ音源を聴く場合には、頭内定位と呼ばれるスピーカーの場合の前方定位とは異なる、頭内定位現象が発生する。この頭内定位現象は、通常のステレオ録音ソースの代わりにダミーヘッド録音等を行ったソースでは大幅に改善されることがよく知られている。

以上の問題は、半世紀以上の前の 1960 年代の比較的スピーカー間隔の狭かったアンサンブルステレオの時代から着目され、様々な改善策がなされてきた。ところが最近になると小型スピーカーやヘッドホンが普及してきているにもかかわらず、問題解決への積極的な取り組みがほとんどなされなくなっている。果たして今でもこの音像定位の問題を多くの人が検知できるのか、その改善を望んでいるのかさえも疑わしい状況にある。

このため日本オーディオ協会の技術委員会では、この古くて新しい問題に取り組むこととし、まずはその第 1 歩としてオーディオ・ホームシアター展 2013 の会場に写真に示す「音場再生体験コーナー」を設置し、ごくごく基本的な事柄について評価実験を行った。

その概要と評価結果を以下に報告する。



音場体験コーナー

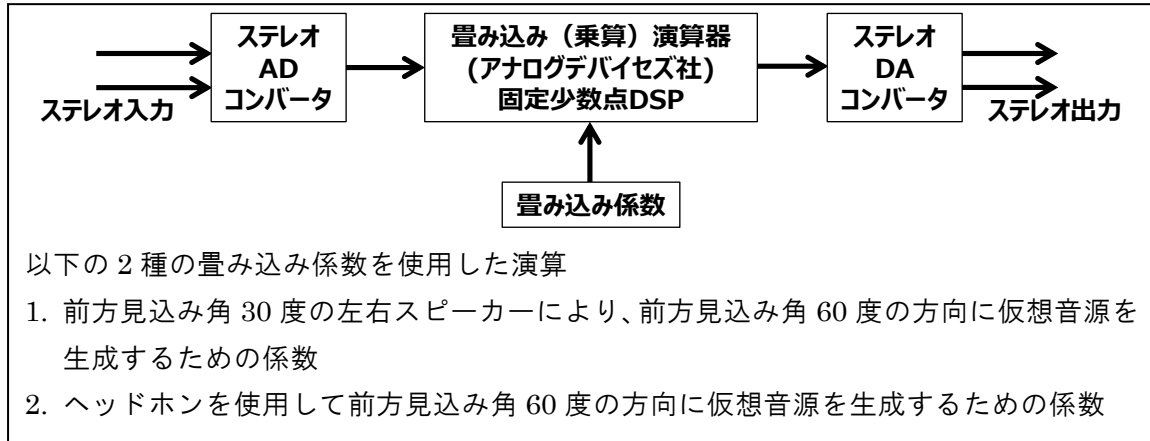


音場体験コーナーと筆者

2. 実験の概要

図1に示す仮想音源生成ユニットを使い2種類の仮想音源を生成し実験を行った。

図1. 仮想音源生成ユニット



この実験に使用した音源については、2013 年 9 月 13 日に東京芸術大学で同大亀川教授が、日本オーディオ協会の依頼により収録した2種の音源を使用した。その概要を図2に示す。この収録では今後の多種の実験を考慮して複数の音源を揃えたが、本実験では、その中のステレオ音源のみを使用した。

図2 再生音源情報	
収録① ・ 曲目：ドボルザーク 弦楽四重奏「アメリカ」第一章 ・ 演奏：Quartette Soleil (クアルテット ソレイユ)	・ 収録日：2013年9月3日 ・ 収録場所：東京芸術大学 千住キャンパス スタジオA ・ 録音エンジニア：東京芸術大学 音楽学部教授 亀川 徹
収録風景	収録風景
マイキング	マイキング
制作者コメント ・ スタジオでの雰囲気をもそのまま伝えるために、メインマイクを主体にして、輪郭を少しだけスポットマイクで足しています。	制作者コメント ・ 「Elm」ではスタジオライブの雰囲気を再現しています。 ・ 「スプートニク」は楽器ごとにオーバーラップングをして音楽の表情をつけるためにバランスを調整しています。

実際に音場再生実験コーナーでデモを行ってみると、熱心な来場者が多く、アンケートを取ってデータの形でまとめようということになり、展示会開催期間の後半のみ、図 3 に示すアンケート用紙を配布し、アンケート調査を実施した。

図 3 音場再生体験コーナーアンケート

※ 間隔の狭いスピーカーで、仮想音源生成技術を使ってスタジオでの再生定位幅に近い効果を体験するデモについてお聞きします。

1. デモ、及び説明について：

☐よくわかった ☐わかった ☐わからなかった

2. 効果について：

☐よくわかった ☐わかった ☐わからなかった

3. 間隔の狭い小型スピーカーに仮想音源生成技術を取り入れることについて：

☐取り入れるとよい ☐取り入れる必要はない

※ ヘッドホン、イヤホンでの頭内定位問題を、仮想音源生成技術によって改善するデモについて お聞きします。

4. デモ、及び説明について：

☐よくわかった ☐わかった ☐わからなかった

5. 効果について：

☐よくわかった ☐わかった ☐わからなかった

6. 今後のヘッドホンやイヤホン再生でこの技術を使うことについて：

☐是非使いたい ☐価格が安ければ使いたい ☐使いたくない

※ オーディオの楽しみ方についてお聞きします。

7. スピーカー再生は行っておりますか？

☐いつも使っている ☐たまに使う ☐スピーカーは使っていない

8. お使いのスピーカーの通常試聴位置からの、見込み角度は何度ですか？

☐見込み角度 度（スタジオでは 60 度です）

9. ヘッドホン再生、イヤホン再生は行っていますか？

ヘッドホン再生：☐いつも使っている ☐たまに使う ☐使っていない

イヤホン再生：☐いつも使っている ☐たまに使う ☐使っていない

※ 年齢について：☐10 代 ☐20 代 ☐30 代 ☐40 代 ☐50 代 ☐60 代以上

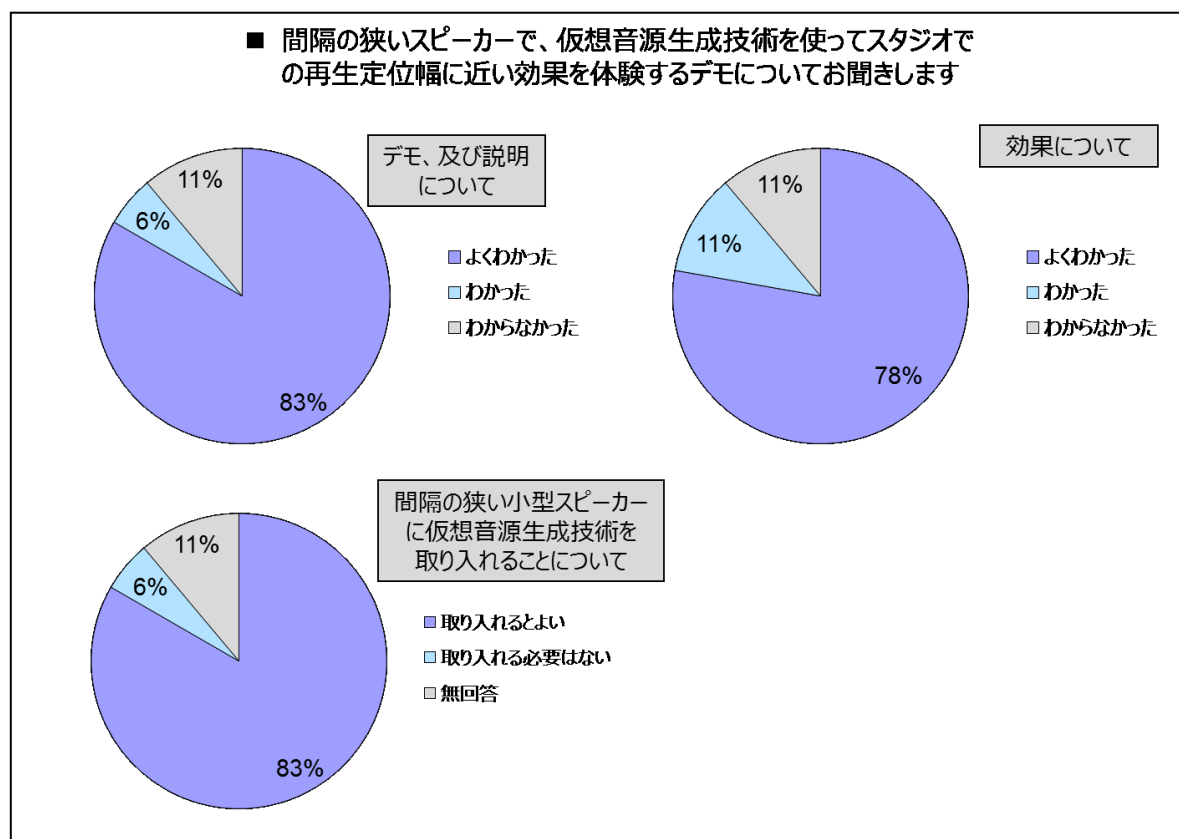
注) 「ヘッドホンとイヤホンは、電気信号を耳に近接した発音体を用いて、音波に変換する装置であり、両耳に当てる形状のものをヘッドホンと呼び、耳に差し込む形状のものをイヤホンと呼ぶ」

このアンケート用紙を見る通り、小型スピーカーでの音像定位に関する質問、ヘッドホンでの音像定位に関する質問、被験者のオーディオの楽しみ方、以上の3項目と被験者の年代について質問を行った。展示会の開催期間後半のみのアンケート調査であったこと、かつ最終日に嵐が到来し来場者が少なかったこと等により、アンケート調査回答者数が18名と限られていた。18名のうち男性が61.1%、女性38.9%であった。年齢分布は20代が33%、30代が22%、ついで60代が16.7%と人数が少ないながら広く分布していた。

3. 小型スピーカーでの音像定位実験結果について

聴取者の前方見込み角30度の位置にスピーカーを置き、音源をそのまま再生すると共に、見込み角60度の位置に仮想音源を生成し、見込み角30度に置かれたスピーカーからの実音源再生と、同じスピーカーを用いて見込み角60度の位置に仮想音源を生成した音像の比較評価実験を行った。その結果を図4に示す。

図4 アンケート結果（設問1）



このような音像定位実験では、定位に関する丁寧な説明を行わないと定位が何を意味するか分からないまま評価実験が進行してしまう危険が生じる。このため実験に際しては丁寧な説明を心掛け、評価実験毎に、被験者が内容や説明を理解したかを確認した。その結果この実験では83%の人がよりよく理解したとの回答を得た。89%の人がこの仮想音源生成の効果によりスピーカー間隔の狭い小型スピーカーシステムを使って、スタジオと同様の広がりを持った再生音を聴くことが出来たと答えている。また被験者の83%の人がこのような技術の今後の導入を望んだ。

スピーカーによる定位の方が次項のヘッドホンに比較し定位そのものが分かりやすいようで94%の人が理解できている。

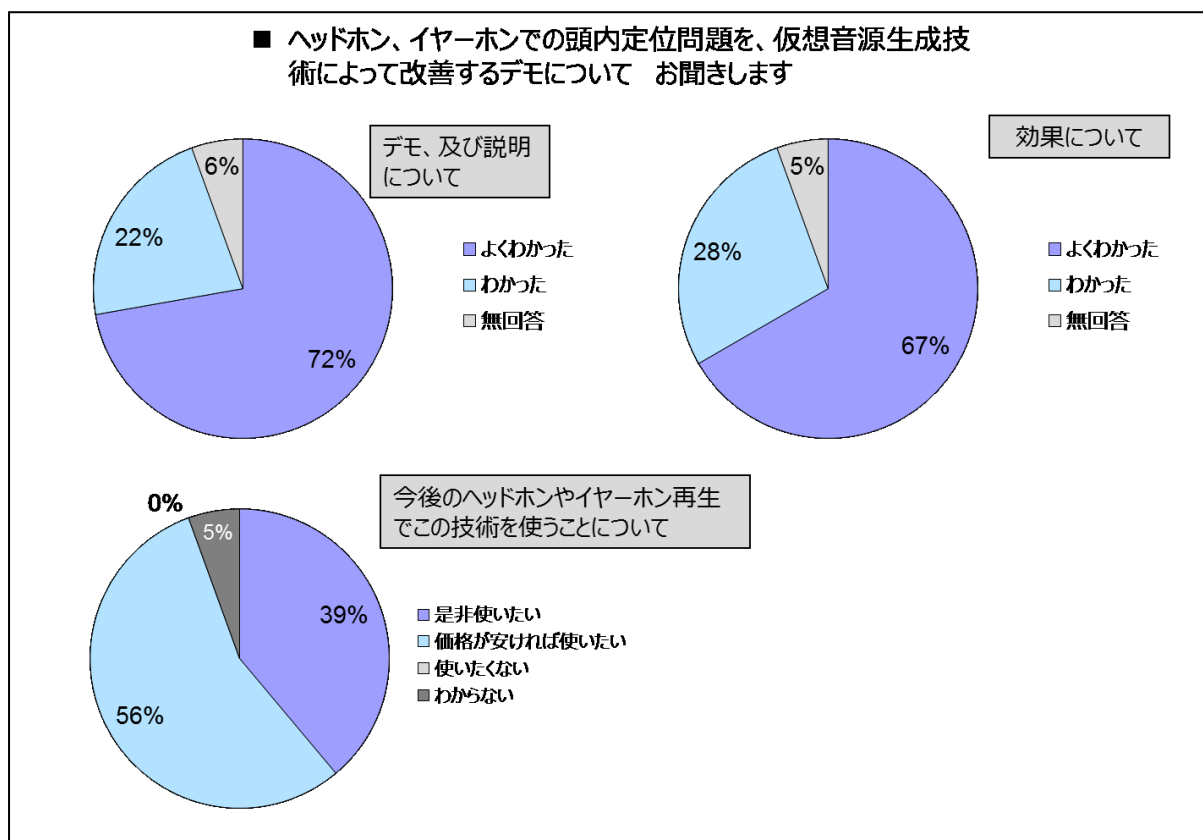
この実験中に筆者が感じたことであるが、仮想音源生成時の音質がより改善され、定位がより明確になると良いと感じた。

4. ヘッドホンでの音像定位実験結果について

聴取者の前方見込み角 60 度の位置にスピーカーを置き、音源をそのまま再生すると共に、ヘッドホン用に見込み角 60 度の位置に同じ音源の仮想音源を生成し、見込み角 60 度のスピーカーから実音源再生の音像と、仮想音源生成によるヘッドホン音像の比較評価実験を行った。

その結果を図 5 に示す。

図 5 アンケート結果（設問 2）



このヘッドホンの実験でも前項のスピーカーでの定位実験と同様、丁寧な説明を心掛けたが、デモや説明についてよく理解できたという人は72%に止まった。多くの若者が日々ヘッドホン受聴による頭内定位現象にさらされ、定位判別能力が欠如しているかもしれないと事前には心配したが、今回は事前の予想を超えて大半の人が定位への理解を示した。今後これ以上の理解度を得るためには、定位に関する予備実験や定位判定訓練等を前以て行う必要があると思われる。95%の被験者が効果を認め、今後の導入を希望した。

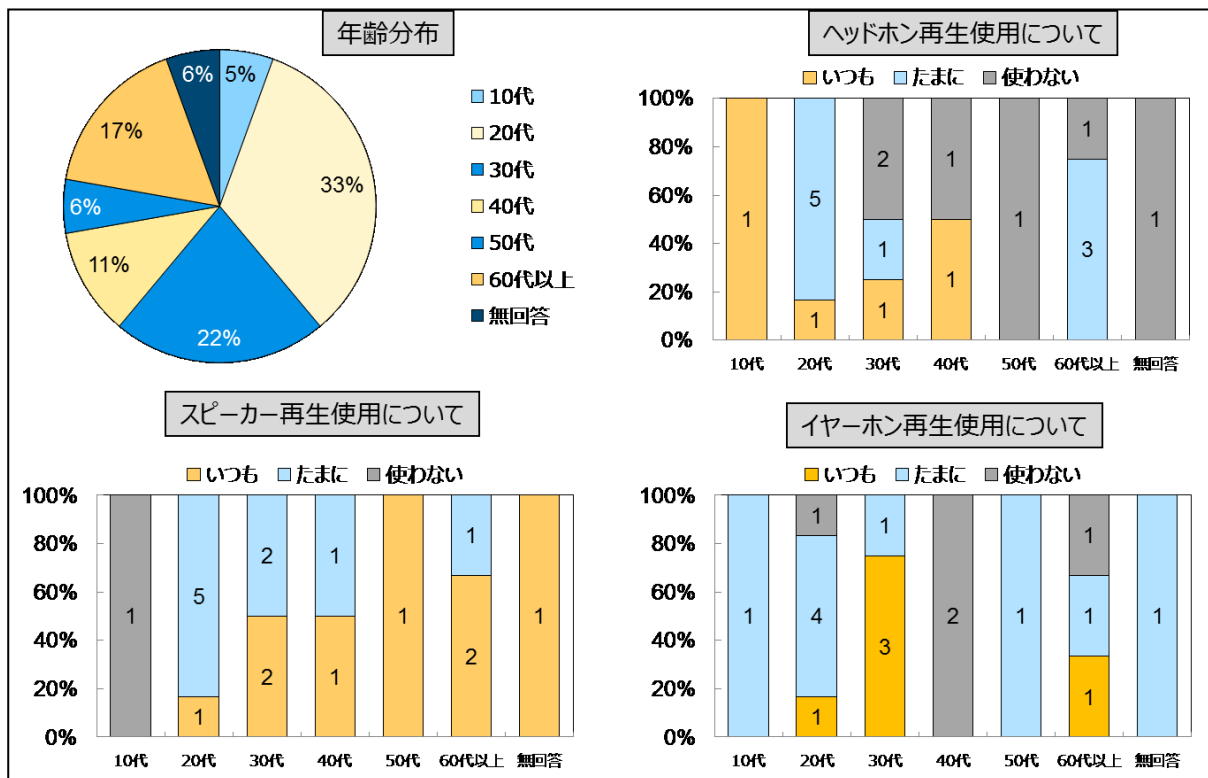
被験者の中に、プロのオーディオエンジニアと思われる方が数人おられたが、この方たちの反応は、一般の方達と異なっていた。前方見込み角 60 度に生成された仮想音源をヘッドホンで聴いた時に、モノラルだとのコメントを出した人もいたし、音像定位幅が極端に狭いとのコメントを出した人がいた。個人差などにより HRTF が異なり、前方の見込み角 60 度の仮想音源を設定しても、実際はより狭くなっていることが考えられる。このため筆者自身が、会場でスピーカー間隔を変えてヘッドホンで聴いた時と同じ見込み角となるスピーカー見込み角を求めてみると、見込み角は 50 度程度であった。この個人的な実験の結果から、今後の HRTF そのものの見直しやその個人差の問題を追及してゆくことの必要性を痛感した。また、仮想音源定位はモノラルと言った極端なコメントについては、頭内定位や逆相等の定位の感じられない信号やモノラルと言った極端な信号のチェックにしかヘッドホンは使えず、スタジオのモニタースピーカーで試聴しているような自然な定位は望めないとのあきらめの姿が垣間見られる。

この実験中にも筆者は仮想音源生成時の音質がより改善され、定位がより明確になると良いと感じた。このための仮想音源生成ユニットの改良が必要である。

5. オーディオの楽しみ方に関する被験者への質問の結果

図 6 に年齢と再生機器使用に関する被験者へのアンケート結果を示す。このうち被験者の世代については、2 項で説明したとおりである。スピーカー、イヤーホンの使用分布は、図 6 より傾向が良くわかる。

図 6 年齢と再生機器使用に関する被験者へのアンケート結果



スピーカーについては、10代の人が全員使わないと答え、20代からたまに使う人が加わり、30代以上では使わない人が無くなり、いつも使う人とたまに使う人で占められ、50代以上の人ではいつも使う人がほぼ全数を占める。

これに対しヘッドホンについては、10代の人がいつも使い、40代の人が愛用し、50代以上の人がほとんど使っていないという傾向を示している。イヤホンでは、全世代に亘って使用されているが、特に30代の人に愛用され、40代の人が使っていないのが目立っている。

当たり前の結果かもしれないが、オーディオ・ホームシアター展来場者による音像定位実験の参加者については、スピーカーは、高年齢世代に愛用され、ヘッドホンは低年齢世代に愛用され、イヤホンは広く使われているという傾向が読み取れる。

6. おわりに

本音像定位実験は、被験者18名による基礎実験のレベルであったが、現状の理解とその上での今後の課題が判明した。

その主な項目を以下にあげる。

- (1) ヘッドホンやイヤホンによる音像定位は、丁寧な説明と簡単な訓練プログラムを実施すれば、大多数の若い人でも判別できる。
- (2) ヘッドホン、イヤホン受聴での HRTF の個人差の定位への影響を評価する必要がある。HRTF ばかりでなく、イヤホン付マイクを用いて、他人の頭と自分の頭を使った場合の定位の差をとらえ個人差を評価する方法も有効と思われる。
- (3) 仮想音源生成ユニットの音質を改善すると共に、より明確な定位を実現する方法を模索する。
- (4) 多くの人がイヤホンやヘッドホンで録音作品を楽しむ現在、その制作に携わるプロのエンジニアが、その作品の意図した通りの音像が得られるようにあきらめずに取り組むことが重要である。

おわりに、上記各項目が早期に達成されることを希望する。