

5.1ch方式による再生音の臨場感と聴感度特性の関係*

◎森川大輔, 平原達也 (富山県立大・工), 大谷真 (東北大・通研)

1 はじめに

立体音の再生方式には、ステレオフォニック方式やバイノーラル方式、多数のスピーカーで受聴者を囲んで再生するサラウンド方式のように様々な方式がある^[1]。本研究で対象とする 5.1ch 方式は、前方に 3 つ、後方に 2 つの音源と低周波成分専用の音源を使用する方式で、サラウンドの主流である。現在までに、サラウンドに関する研究^[2,3]が行われ、スイートスポット特性やマイキング手法による聴こえ方の違い等、サラウンドの特徴が幾つか明らかにされている。しかし、個人の聴感度の差による 5.1ch 方式の再生音の聴こえ方の違いや、高・低周波成分の臨場感に対する寄与度に関してはあまり調べられていない。そこで、本報告では通常の 5.1ch の音響信号と、その音響信号を帯域制限したものとを比較し、被験者の聴感度特性と臨場感の関係、および、5.1ch 再生音の臨場感における高・低周波成分の寄与度を明らかにする。

2 聴感度特性

聴感度特性を測定するシステムを構築し、被験者 17 名の聴感度特性を計測した。測定は 125 Hz～18 kHz の 10 種類の周波数で行い左右の耳は別々に測定した。測定には MATLAB

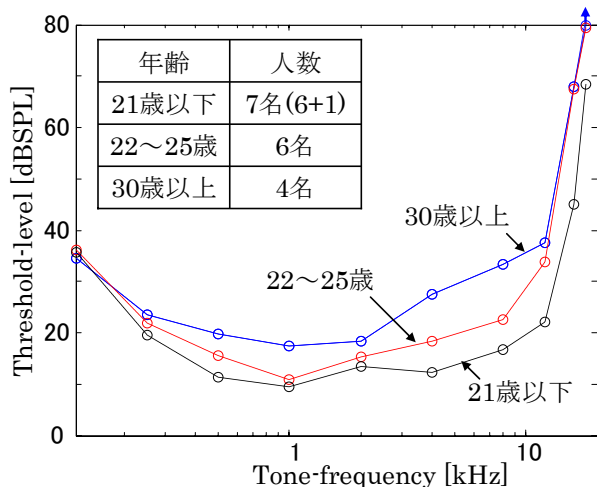


Fig. 1 聴感度特性の測定結果

上で動作する音響心理測定ツール PSYLAB^[4]を改良して用いた。また、測定は吸音材を敷き詰め暗騒音や反射音を減らした部屋で、ヘッドフォン (HDA200, Sennheiser) を用いて行った。その結果、聴感度特性は年齢が同じであっても個人差が大きく、特に高音域で個人差が顕著に現れていることを確認した。また、平均して年齢と共に聴感度が衰えていることも確認した。年齢ごとに平均した結果を Fig. 1 に示す。21 歳以下の被験者のうち 1 名が女性で、他の被験者は男性である。

3 聴感度特性の臨場感への影響

5.1ch 信号に数種類のフィルタをかけた刺激音を、サラウンドシステム (YAMAHA : DSP-AX461) で再生し、Table 1 に示す臨場感の各要因を評価項目として比較した。比較にはシェッフエの一对比較法^[5]を用い、先に呈示された刺激音に対して後に呈示された刺激音の評価を、評価が非常に高い場合の「3」から、非常に低い場合の「-3」までの 7 段階で行った。また、刺激音が呈示されている間、被験者には目を閉じるように指示した。使用した 5.1ch 信号は、映画「アイ, ロボット」(FXBA-24232)のチャプター23 から切り出した。規格は Dolby Digital、サンプリング周波数は 48 kHz、右後方から前方へバイクが移動していく音である。聴取実験に参加した被験者の詳細を Table 2 に示す。

Table 1 評価項目の詳細

| | |
|-----|--------------------------|
| 定位感 | 右後方から前方へ移動していることがわかりやすいか |
| 自然さ | より本物のバイクの音に聞こえるか |
| 迫力 | より音を近くに感じるか |

Table 2 被験者の詳細

| 被験者 | 可聴範囲 | 年齢 |
|-----|-----------|-----|
| A | 12 kHz 以下 | 30代 |
| B | 18 kHz 以上 | 20代 |
| C | 16 kHz 以下 | 20代 |

* Relationship between hearing sensitivity characteristic and reality of reproduced sound by the 5.1ch surround system, by MORIKAWA, Daisuke, HIRAHARA, Tatsuya (Toyama Prefectural University), and OTANI Makoto (RIEC, Tohoku University).

3.1 実験 1

fc = 2,4,8,12,16,18 kHz の LPF をかけた刺激音と、fc = 0.125,0.25,0.5,1,2,4 kHz の HPF をかけた刺激音に原音を加えたすべての組み合わせに対して評価を行った。実験を行った被験者は A と B の 2 名、評価項目は定位感、自然さ、迫力である。

各評価項目の評価値は、被験者間で異なっていたが、自然さと迫力の評価傾向は同一被験者では類似していた。また、12 kHz 以上の高周波成分の有無は、被験者 A も B もほとんど区別していなかった。

3.2 実験 2

fc = 2,4,8,16 kHz の LPF をかけた刺激音と原音のすべての組み合わせと、fc = 0.125,0.25,0.5,1,2,4 kHz の HPF をかけた刺激音と原音のすべての組み合わせについて評価を行った。評価項目は定位感と自然さで、3名の被験者が4回ずつ評価した。迫力についての評価は、実験 1 から重要でないと考えられるため、聴感度特性の大きく異なる被験者 A と B のみが実験を行った。

原音と各刺激音の定位感の比較結果を Fig. 2 に示す。同図から、5.1ch 信号の 16 kHz 以上の高周波成分が定位感に与える影響は小さく、低周波成分が定位感に与える影響は大きいことがわかった。

被験者毎の比較判断結果と各被験者の聴感度特性を比べ合わせると、HPF をかけた刺激音の評価値は被験者によらず同じ傾向を示しているため、被験者の聴感度の影響は小さいといえる。一方 LPF をかけた刺激音の評価値は、fc が下がるとともに低下しているが、被験者 A だけは fc = 16,8 kHz で評価値が変わらない。つまり、被験者 A には、fc = 16,8 kHz の LPF をかけた刺激音も原音と同じ臨場感で聴こえている。よって、高域の聴感度が低下している被験者には、高域の成分は臨場感の形成に寄与していないことがわかる。以上の結果は自然さについても同様であった。

実験結果について分散分析を行った結果を Table 3 に示す。刺激音の違いには有意差 ($p < 0.01$) があつたが、判断項目については有意差が認められなかった。被験者の違いについては、LPF をかけた場合には有意差 ($p < 0.05$) があり、HPF をかけた場合には有意差が認められなかった。これは可聴範囲が 12 kHz 以下

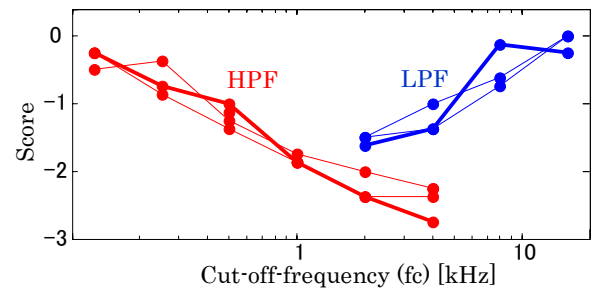


Fig. 2 原音との定位感の比較結果

Table 3 各要因の分散分析表

(a) LPF を通した刺激音の組み合わせ

| 要因 | SS | d.f. | MS | F |
|------|--------|------|--------|----------|
| 刺激音 | 363.7 | 4 | 90.925 | 128.12** |
| 被験者 | 10.163 | 2 | 5.082 | 3.91* |
| 評価項目 | 1.815 | 1 | 1.815 | 1.38 |

(b) HPF を通した刺激音の組み合わせ

| 要因 | SS | d.f. | MS | F |
|------|---------|------|---------|----------|
| 刺激音 | 1598.35 | 6 | 266.392 | 211.03** |
| 被験者 | 2.55 | 2 | 1.273 | 0.49 |
| 評価項目 | 0.34 | 1 | 0.340 | 0.13 |

の被験者 A と他の被験者で LPF をかけた刺激音の評価が分かれたためと考えられる。

ただし、この結果は被験者 3 名によるもので、より正確に帯域制限の影響を把握するためには、さらに多くの被験者で実験を行う必要がある。

4 まとめ

被験者の聴感度特性を測るとともに、LPF、HPF をかけた刺激音を用いて定位感、自然さについて一対比較を行った。その結果、聴感度特性には大きな個人差があること、年齢と共に低下していることがわかった。また、5.1ch 再生音の臨場感は、低周波成分の影響が大きいこと、高域の聴感度が低下している被験者では、必要な帯域幅が狭まることがわかった。

本研究の一部は科学研究費補助金(18300042)による。

参考文献

- [1] 相原, “サラウンド入門,” スタイルノート, 東京, 2006.
- [2] 古川 他, “5.1ch サラウンド再生におけるスイートスポット特性,” 信学信越大会講演集, 373-374, 2004.
- [3] 住友 他, “サラウンド収録時の各種マイキング手法の違いに関する研究,” 音講論(秋), 1123-1124, 2007.
- [4] <http://www.hoertechnik-audiologie.de/web/file/Links/psylib.php>.
- [5] 難波 他, “音の評価のための心理学的測定法,” コロナ社, 東京, 100-107, 1998.