



ヘッドホン聴取時の Ambisonics 録音方式を用いた単一音源の最適再生方法の検討

岡田拓真, 山高正烈

Takuma OKADA, Masahiro YAMATAKA

愛知工科大学工学研究科 (〒 443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2)

概要: 臨場感あふれる音空間の収録・再生方法として, Ambisonics と呼ばれる立体音響技術が注目を集めている. 本研究では, ヘッドホンによる聴取環境を想定し, Ambisonics 録音方式によって収録した単一音信号をモノフォニック, Cardioid と Figure-Of-Eight ステレオ方式, バイノーラルといった 4 種類の再生方式に変換させ, 各再生方式や収録時の音源配置が音空間知覚にどのような影響を及ぼすかを調べた.

キーワード: Ambisonics 録音方式, ヘッドホン聴取, 臨場感, 満足感, 音像定位

1. はじめに

近年, バーチャルリアリティ技術の発展に伴い, アンビソニックス (Ambisonics[1]) を使用した 3D 立体音響技術が注目を集めている. しかし, Ambisonics 録音方式を用いた最適な音空間再生方法については検討が十分になされておらず, 収録時の音刺激の配置と最適な再生方法との関係については不明なままである. 音空間を高精細に再現するシステムの開発をするためには, 聴取者の高次感性知覚の特性に立脚し, 再現された音空間の最適な再生方法を明らかにすることが重要であると考えられる.

そこで本研究では, Ambisonics マイク (AMBEO VR-MIC, SENHEISER) を使用して音楽と音声の 2 種類の音刺激を収録し, 収録した音刺激を複数の再生方式に変換させ, 音の種類と最適な再生方法の関係について検討を行った.

2. 実験内容

2.1 音刺激の収録

音楽は, ベートーヴェン交響曲 5 番ハ短調「運命」第一楽章から一部を抜粋し, 音声は, ATR 音素バランス音 [2] から 3 つ選択し組み合わせて作成した.

音刺激の収録環境を図 1 に示す. 収録は愛知工科大学体育館にて行った. 再生用スピーカ (400-SP068, サンワサプライ) を, マイクを中心とした半径 150 cm の円上にそれぞれマイクの正面を基準として 45 度の間隔で 8 カ所に設置し, それぞれの場所から音源を PC から再生して収録した. 収録した音は, 2 種類の音源 × 8 角度の合計 16 個の音となる. その後, 収録した音源を, 編集用ソフトを用いて長さ 10 s 程度になるようにカットして再生用音刺激を作成した.

2.2 再生方法

音刺激の再生方式には, モノフォニック, 2ch ステレオとして, Figure-Of-Eight (以降 FoE) および Cardioid (以降 Car) の 2 種類, サムライの HRTF を畳み込んだバイノー

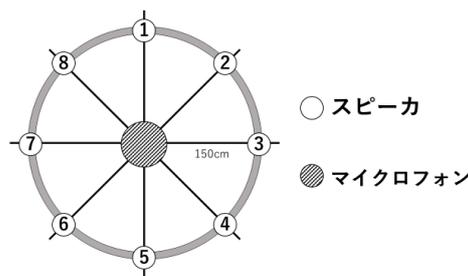


図 1: 収録配置図

ラル再生方式 [3] を使用し, 実験刺激の提示にはヘッドホン (HDA 200, SENHEISER) を使用した. 再生時の音圧レベルは 65 ± 3 dB に設定した.

2.3 主観評価実験

実験には, 正常な聴力を有する 19~22 歳の男性 10 名 (平均年齢 21.2, 標準偏差 0.98) が参加した. 聴取者にはヘッドホンにて音刺激を聴取し, 印象評価をするよう求めた. 印象評価には先行研究 [4] を参考に, 臨場感と満足感の 2 つの印象項目について 0 (全く感じない) ~4 (非常に感じる) の 5 段階で評価するように教示した. なお, 臨場感と満足感は以下のように定義した.

- 臨場感: あたかもその場にいるかのような感覚, 音に囲まれている感じ, および奥行き感
- 満足感: 音を聞いて感じる心地よさ, 満足感

更に, 各再生方式の音像定位の精度を比較するために, 音が聞こえる方向について, 正面を基準とした 45 度刻みの 8 方向から回答を求めた. 刺激の提示順は, 音源の種類と再生方式共に, 異なる聴取者間で同じにならないようにランダム順に提示した.

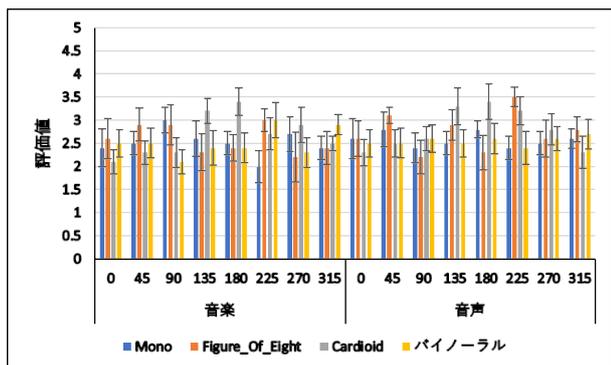


図 2: 臨場感の平均評価値

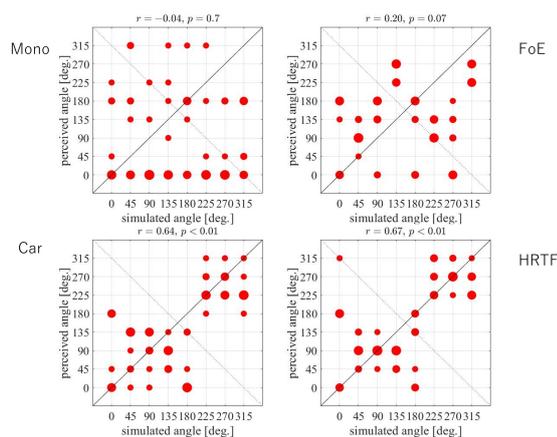


図 3: 音像定位の誤差

3. 実験結果と考察

3.1 高次感性評価

図 2 に、臨場感の平均評価値を示す。各音源ごとに、4 つの再生方式と 8 つの角度条件を被験者内要因として、2 要因の分散分析を行った。その結果、臨場感と満足感共に、音源の種類や再生方式、再生角度に有意差は認められなかった。これらのことから、音の再生方式や音源の配置角度は人の高次感性知覚に影響を与えないことが示唆され、高次感性に着目した場合に再生方式をそれほど考慮する必要がないと考えられる。

バイノーラル再生方式の場合には、奥行き感が強調され臨場感評価が上昇すると判断したが、狙った効果は得られなかった。可能性として、ヘッドホン聴取の場合は、そもそも音に囲まれたような感じが出難いかも知れない。また、今回用いた臨場感評価には奥行き感以外にも他の評価因子が内在されており、バイノーラル再生方式特有の「自分の頭部から離れた場所から音刺激が聞こえてくる」といった奥行き感が強調できなかったと考えられる。さらに、バイノーラル再生方式に使われた頭部伝達関数はサムライのダミーヘッドであり、本人の頭部伝達関数を使用しなかったことも一因として挙げられる。

3.2 方向知覚

図 3 に角度分布の代表例として、音声再生時の角度分布図を示す。横軸が提示した音源の角度、縦軸が聴取者の回答した角度となり、円の大きさが回答者の数を示している。

図から、モノフォニック再生方式では、すべての角度にて 0 度もしくは 180 度の回答が多く、音が前後方向から流れていると知覚されやすいことが示唆された。この傾向は特に音声の場合に強く見られ、音楽の場合には少し分布にばらつきが見えるなど、音の種類による差も見受けられた。

FoE 再生方式では、0 度と 180 度、45 度と 225 度といった、180 度反転させた角度で同じような分布をする傾向がみられた。また、全体を通して提示角度と回答角度が違う場合が多く、方向知覚の精度が悪かった。Car 再生方式では、0 度、180 度の音が前後誤りを起こしやすい可能性が示唆された。45～135 度の音は右方向に、225～315 度の音は左方向に知覚されているが、前後方向に知覚されている場合もあり、左右知覚が完全とは言い切れない。また、音楽の場合に、右方向の音を前方向に知覚される場合があるが、音声の場合は、後方方向に知覚されるなど、音の種類による違いも見られた。

バイノーラル再生方式の場合も、Car 再生方式と同様に、0 度、180 度の音は間違えられやすく、45～135 度の音は右方向に、225～315 度の音は左方向に知覚されたが、左右方向においては前後方向の誤りがなく、判別精度が比較的に高いことがわかる。

4. まとめ

実験の結果、音源の種類や再生方式、再生角度が高次感性知覚に与える影響が小さいことが示唆された。このことから、ヘッドホン聴取の場合に、音源の種類や再生角度に合わせて再生方式を細かく変更する必要のないことが言えよう。

一方、方向知覚では、再生方式に応じて知覚精度が大きく異なることが示された。特に、モノフォニック再生方式では、どの角度の音も 0 度、180 度の前後方向に聞こえることが確認され、方向感が与え難いことが明らかとなった。方向感を提示したい場合には、左右方向の知覚に優れているバイノーラル再生方式を選択すべきと考えられる。

また、前後方向の再生音は、どの再生方式を用いても前後誤りが見受けられ、正しい音像定位が難しいことが示された。これは、今回ヘッドホン聴取方式を採用したことが影響を及ぼしていると考えられる、今後スピーカーによる再生方式についても検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- [1] M.A.Poletti: Journal of the Audio Engineering Society, 53(11), pp. 1004–1025, 2005.
- [2] <https://research.nii.ac.jp/src/ATR503.html>, 参照日: 2023.7.3
- [3] 平原達也: 映像情報メディア学会誌, 68(8), pp. 608–11, 2014.
- [4] 岡部敏貴, TREVINO Jorge, 山高正烈, 坂本修一, 鈴木陽一: 音講論 (秋), 2-1-18, 2019.