

調整法を用いた垂直パニングの有効高さの閾値測定*

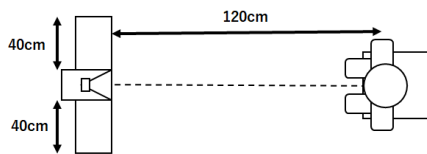
○増田光新, 木村敏幸 (東北学院大学)

1 はじめに

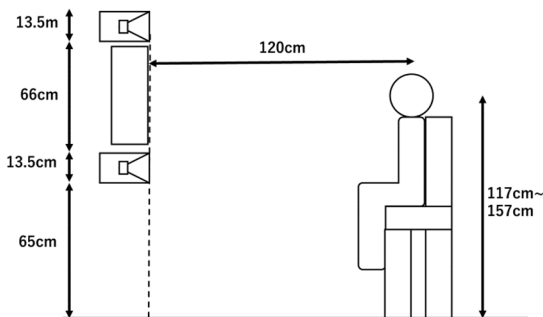
Multiple Vertical Panning を用いた立体音響技術[1]は、ディスプレイの上下に配置した2個のスピーカから音量差をつけた音を同時に再生するとスピーカの間で音が鳴っているように聞こえる心理学的現象（以降「垂直パニング」と呼ぶ）を利用している。しかしながら、垂直パニングの発生条件やメカニズムについては未だに解明されていない点が多い。

これまでに垂直パニングが有効に作用する距離の閾値が変化する条件を調整法によって

Plane View



Cross-sectional View



Front View

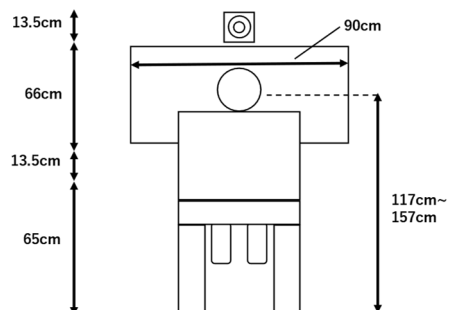


Fig. 1 Position of viewer, display and loudspeakers in the audio-visual experiment.

Table 1 Experimental conditions

	Sound	Position	Video
1	White noise	Upper	Sound Only
2	Speech	Upper	Sound Only
3	White noise	Middle	Sound Only
4	Speech	Middle	Sound Only
5	White noise	Lower	Sound Only
6	Speech	Lower	Sound Only
7	White noise	Upper	Sound & video
8	Speech	Upper	Sound & video
9	White noise	Middle	Sound & video
10	Speech	Middle	Sound & video
11	White noise	Lower	Sound & video
12	Speech	Lower	Sound & video

検証した[2]. 本報告では、垂直パニングが有効に作用する高さの閾値を調整法で測定し、有効高さの閾値が変化する条件を検証する。

2 視聴覚実験

2.1 実験環境・条件

実験は防音室内（暗騒音レベル 30.2 dBA, 残響時間 80 ms）において行った。Fig. 1 に示すように 40 インチディスプレイ（Philips : BDM4065UC/11）の上下にスピーカ 2 台を配置した。スピーカは市販のスピーカユニット（ダイトーボイス : AR-10N）を市販の密閉型エンクロージャ（ダイトーボイス : EX-10 BK）に取り付けたものを用いた。ディスプレイから 120 cm 離れた地点に視聴位置を設定した。視聴位置の高さは視聴者の耳の位置において 117 cm ~ 157 cm の間で変化させた。

Table 1 に示すように、音の種類（白色雑音, 音声）、音像位置（上, 中, 下）、映像の有無（有り, 無し）の 12 種類 (=2×3×2) を実験条件として設定した。Fig. 1 に示した 2 個の

*Threshold measurement of effective height of vertical panning by using the method of adjustment, by MASUTA, Koushin and KIMURA, Toshiyuki (Tohoku Gakuin University).

White noise



Speech

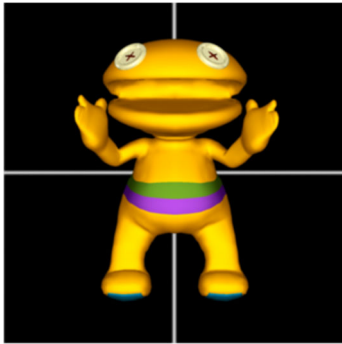


Fig. 2 Visual used in measurements

スピーカから先行研究[1]に基づいて音量差を調整した音源信号を再生した。音と同時に映像を提示する条件においては、音が白色雑音の場合には Fig. 2 の上部に示すスピーカ映像、音が音声の場合には Fig. 2 の下部に示すエイリアン映像を提示し、映像の位置と映像の位置は一致させた。

2.2 実験手順

視聴者 20 人に実験を行った。視聴者は実験開始前に実験内容に関する説明を受けた。説明終了後、視聴者が同意した場合は、視聴者は用意した同意書に署名した。

まず、視聴者を垂直パニングが必ず発生する視聴高さである床から 117 cm に配置し、音を提示した。その後、視聴者に垂直パニングが発生しないと感じられる視聴高さまで、5 cm 刻みに椅子の高さを上昇させた。上昇しすぎた場合は垂直パニングが発生したと感じられる位置まで椅子の高さを下降させ、下降しすぎた場合は再び上昇させた。上昇と下降を繰り返し、閾値が求められるまで、視聴者に視聴高さを調整させた。

各実験条件において、練習 1 試行、本番 1 試行実施した。実験条件の提示順序は視聴者ごとにランダム化した。

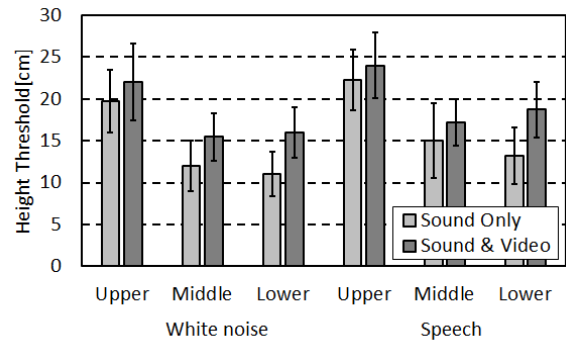


Fig. 3 Result of measurements.

3 実験結果及び考察

実験結果を Fig. 3 に示す。エラーバーは 95%信頼区間を表す。映像の有無 (2 水準)、音像位置 (3 水準) 及び音の種類 (2 水準) を要因とする三要因分散分析 (全て被験者内要因) を実施したところ、映像の有無、音像位置、音の種類の主効果、映像の有無と音の位置の交互作用に有意差があった。映像の有無と音の位置の交互作用の単純主効果では、映像位置が中と下のときに映像の有無による有意差があった。さらに、多重比較を実施したところ、映像位置が上とそれ以外で有意差があった。

従って、音声を用いた場合や音像位置が上側の場合、音像位置が上側以外では映像が加わると有効高さの閾値が高くなると言える。

4 まとめ

本研究では垂直パニングが有効に作用する高さの閾値を調整法によって測定した。その結果、白色雑音よりも音声を用いた場合や音像位置が上の場合、上以外の音像位置では映像が有るときに、有効高さの閾値が高くなり、ディスプレイのより上方で垂直パニングが作用していることが分かった。

参考文献

- [1] T. Kimura and H. Ando, "3D Audio System Using Multiple Vertical Panning for Large-screen Multiview 3D Video Display," ITE Trans. on Media Tech. and App., 2(1), No. 1, pp. 33-45 (2014).
- [2] 増田光新, 木村敏幸, "調整法を用いた垂直パニングの有効距離の閾値測定," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, No. 1-12-1, pp. 1463-1464 (2022).