

# 極限法を用いた垂直パニングの有効高さの上側閾値測定\*

○木村敏幸 (東北学院大学)

## 1 はじめに

我々はこれまでに大画面ディスプレイに適合した立体音響技術 (Multiple Vertical Panning) を提案し [1], 実用化の可能性も示してきた [2]. この技術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) を利用しているが, 垂直パニングが発生する条件やどのようにして発生するのかに関し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視聴距離の閾値が測定されている [3]. 本報告では, 垂直パニングが有効に作用する視聴高さの上側の閾値を極限法 [4] によって測定し, 有効高さの上側閾値が実験条件によってどのように変化するかを検証する.

## 2 視聴覚実験

### 2.1 実験環境・条件

実験は暗騒音レベルが 40.2 dBA である研究室内の実験室にて行った. 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2個のスピーカを配置した. 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. スクリーンから 1.2m 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 1.25 m~1.65 m の間で変化させた.

今回の実験では Table 1 に示すような計 4 種類の実験条件を設定した. 全ての実験条件において, Fig. 1 に示した2個のスピーカから同じ音源信号を同時に再生した. 音源には過去の研究 [1] にて用いた2種類の音 (白色雑音, 音声) を用いた. また, 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 の上部に示すようなスピーカ映像を提示し, 音が音声の場合には Fig. 2 の下部に示すような女性話者映像を提示した.

### 2.2 実験計画・手順

視聴者は6名の男性である. 実験の流れ図を図3に示す. まず, 実験条件ごとに分割を行い, 計4つのセッションを設定した. 各セッションにおいて1セッ

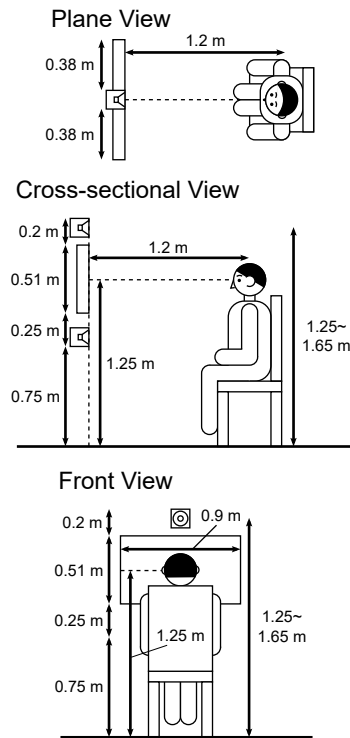


Fig. 1 Position of viewers, display and the loudspeakers in the audio-visual experiment.

Table 1 Experimental conditions in the audio-visual experiment.

Index	Sound	Video
(i)	White noise	Sound only
(ii)	Speech	Sound only
(iii)	White noise	Sound & video
(iv)	Speech	Sound & video

トの練習試行の後, 3セットの本試行を行った. 1セットは上昇による測定と下降による測定で構成されている. 実験条件の提示順序は視聴者ごとにランダム化した.

上昇による測定では, 視聴者をまず垂直パニングが必ず発生する視聴高さ (本実験では地面より 1.25m) 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ていないかを問いかけ, 「はい」と答えたならば, その高さを測定高さとして記録した. 反対に, 「いいえ」と答えたならば, 高さを 0.05 m 高くした視聴位置に上昇させ, 「はい」と答えるまで問いか

\*Upper threshold measurement of effective height of vertical panning by using the method of limits. by KIMURA, Toshiyuki (Tohoku Gakuin University)

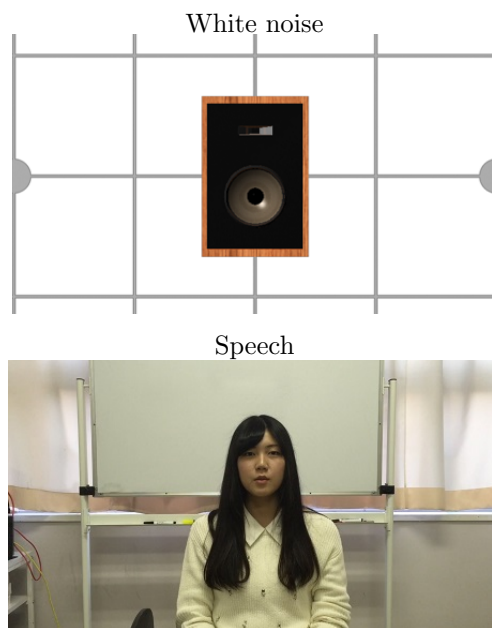


Fig. 2 Videos used in the audio-visual experiment.

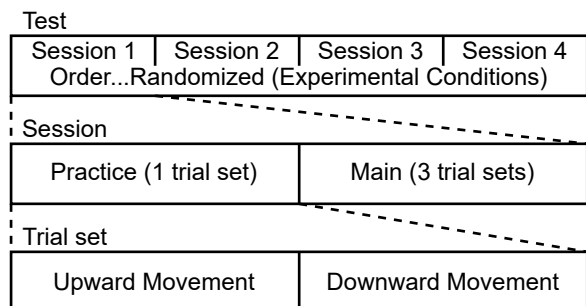


Fig. 3 Flowchart of the audio-visual experiment.

けを繰り返した。

一方、下降による測定では、視聴者をまず垂直パニングが必ず発生しない視聴高さ（本実験では地面より1.65m）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ているかを問いかけ、「はい」と答えたならば、その高さを測定高さとして記録した。反対に、「いいえ」と答えたならば、高さを0.05m低くした視聴位置に下降させ、「はい」と答えるまで問いかけを繰り返した。

### 2.3 実験結果及び考察

実験条件および測定手順ごとの結果を Fig. 4 に示す。エラーバーは95%信頼区間を表す。音の種類（2水準）、映像の有無（2水準）及び測定手順（2水準）を要因とする三要因分散分析（全て被験者間要因）[5]を実施したところ、音の種類、映像の有無及び測定手順に関する主効果が有意である一方で、1次の交互作用、2次の交互作用は有意ではなかった。Fig. 4 と分

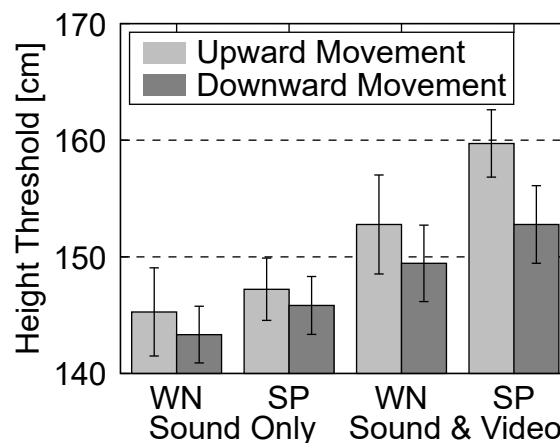


Fig. 4 Results of the audio-visual experiment.

散分析の結果から考察すると、今回の実験では白色雑音よりも音声の方が有効高さの上側閾値が高くなり、映像がない場合よりも映像がある方が有効高さの上側閾値が高くなると言える。また、上昇手順よりも下降手順の方が有効高さの上側閾値が低くなるとも言える。

### 3 おわりに

本報告では、垂直パニングが有効に作用する視聴高さの上側閾値を極限法によって測定し、有効高さの上側閾値が実験条件によってどのように変化するかを検証した。その結果、白色雑音よりも音声を用いた場合や、音と同時に映像を提示した場合の方が有効高さの上側閾値がより高くなり、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。今後は映像上の音源位置を変えた場合の実験などを行い、垂直パニングが発生する条件をより詳細に検討していく必要がある。

謝辞 視聴覚実験の実施にあたり、実験を実施して下さった笠井涼太氏に感謝の意を申し上げる。

### 参考文献

- [1] Kimura *et al.*, ITE Trans. on Media Tech. and App., 2 (1), pp. 33–45, 2014.
- [2] Kimura *et al.*, Trans. VR Soc. Jpn., 20 (3), pp. 179–188, 2015.
- [3] 木村, 音講論 (秋), no.1-P-5, pp. 671–672, 2017.
- [4] 日科技連官能検査委員会編, “官能検査ハンドブック,” 日科技連出版社, 1973, pp. 398–402.
- [5] 森敏昭, 吉田寿夫編著, “心理学のためのデータ解析テクニカルブック,” 北大路書房, 1990, pp. 121–133.