



# 音刺激の諸特性がベクション知覚時の音像定位に及ぼす影響

山高 正烈<sup>1)</sup>, 坂本 修一<sup>2)</sup>, 寺本 渉<sup>3)</sup>

Zhenglie CUI, Shuichi SAKAMOTO, and Wataru TERAMOTO

1) 愛知工科大学 工学部 (〒 443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2, yamataka-masahiro@aut.ac.jp)

2) 東北大学 電気通信研究所 (〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1, saka@ais.riec.tohoku.ac.jp)

3) 熊本大学 大学院人文社会科学部 (〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2-40-1, teramoto@kumamoto-u.ac.jp)

**概要:** 本研究では, 視覚刺激により誘導されるベクション知覚時に, 提示する音刺激の長さや属性といった特性が音像定位にどのような影響を及ぼすかについて調べた. 実験の結果, 音刺激の長さが増加するにつれ音像定位の精度が向上した. また, 音像の位置がベクションによって想起された自己運動方向と反対方向にシフトする傾向が認められた. 音の属性をパラメータに検討した結果, 意味のある音の場合は音の持つ動きの情報が音像定位に影響を及ぼす可能性が示唆された.

**キーワード:** 自己運動, ベクション, 音像定位

## 1. はじめに

音像定位を行うためには, 自己と対象物との相対位置関係に加え, 自己自身の動きの情報が重要である. 本研究では, 視野の広い範囲に流動的に変化するランダム・ドットパターンを提示し, 視覚誘導性自己運動感覚 (ベクション) を知覚する場合, 同時に提示した音像の空間定位がどのように変化するのかについて調べた.

ベクション知覚時の音像定位については, 従来から様々な議論がなされてきたが [1-3], そのほとんどの研究では提示する音刺激の長さが固定されており, また長さが 1 s 以内と短く, 音刺激の持続時間がベクション知覚時の音像定位に及ぼす影響については検討が不十分であった. 音刺激の持続時間は音像定位の安定性に影響を及ぼしており [4], 刺激の長短によりベクション知覚時の音像定位が異なる様相を示す可能性が考えられる. 更に, 従来の研究ではホワイトノイズやピンクノイズといった単純な音刺激を使用しており, 音刺激の属性をパラメータとした検討は見当たらない.

そこで本研究では, 実験 1 では音刺激の長さ, 実験 2 では音の属性をパラメータに, 音刺激の諸特性がベクション知覚時の音像定位に及ぼす影響を調べた.

## 2. 実験 1 (音刺激の長さについての検討)

### 2.1 実験環境

実験環境を図 1 に示す. 実験は愛知工科大学のコンテンツ制作スタジオ暗室 (暗騒音レベル 32 dB) で行った. 被験者の前方には 120 インチの音響透過型スクリーン (KIKUCHI, MBCF-120) を設置し, スクリーンには被験者の背後に設置したプロジェクタ (BenQ, MW526) を通してランダムドットを提示した. ひとつのドットは  $0.75 \times 0.75$  度の大きさであり, 色は緑, 密度は 20 % であった.

ランダムドットを提示する領域はスクリーンの全面で, 大

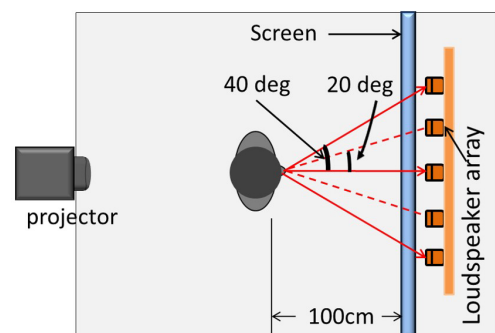


図 1: 実験環境

きさは  $2650 \times 1460$  mm (水平角度 106 度) であった. ドットはスクリーンに向かって左の方向へ一定の速度 (15 deg/s) で移動させた. スクリーンの背後にはスピーカを取り付ける台を設け, 床面から 125 cm の位置に 5 個の小型スピーカ (ホシデン, 7N101) を水平方向に並べて取り付けた. スピーカは, 被験者の目線中心を 0 度として左右 0 度,  $\pm 20$  度,  $\pm 40$  度の位置に設置した. 被験者とスクリーンの距離は 100 cm, 目の高さは床面より 125 cm に設定した.

視聴覚刺激制御用 PC には, 64 チャンネル音信号の入出力が可能なオーディオインターフェース (RME, MADIface USB) を搭載し, 光ケーブルを経由してパワーアンプ (タックシステム, MA32/LP) と接続した. 音刺激は, 10 ms, 100 ms, 1000 ms, 5000 ms の 4 種類とし, ピンクノイズを 5 個のスピーカからランダムな順で出力した. なお, ピンクノイズには立ち上がりとしち下がり 1 ms の Tukey 窓をかけ, 被験者の聴取位置で A 特性音圧レベルが 60 dB となるよう各スピーカの出力を調整した.

### 2.2 実験手続き

正常な聴力を有する 21~25 歳男子大学生 8 名が実験に参加した. 視覚条件は, 赤色の十字の注視点のみ提示する

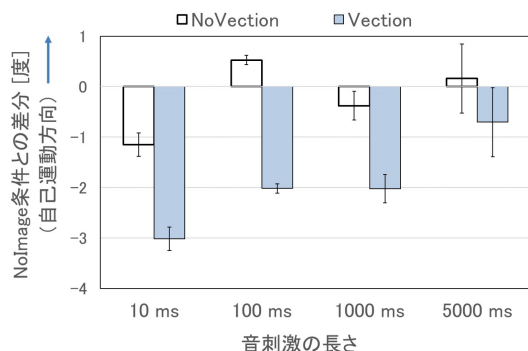


図 2: 実験 1 の結果

視覚なし条件 (NoImage), ランダムドットを 1 s だけ移動させるベクションなし条件 (NoVection), およびベクション条件 (Vection) の順番で計 3 つ設けた。Vection 条件では, 被験者がマウス中央のボタンを押しベクション状態に入ったことを報告するまで視覚刺激を流し続けた。

被験者には, 赤い注視点を見ながら画面上に表示されるマウスカーソルを動かし, 音刺激が聞こえた位置をマウスの左ボタンをクリックして回答するよう求めた。試行は, 各スピーカ位置で 30 回ずつの計 150 回, 音刺激 4 条件で合計 600 回を 4 セッションに分割して提示した。

### 2.3 実験結果と考察

実験結果を図 2 に示す。横軸は音刺激の長さ, 縦軸は NoVection および Vection 条件と NoImage 条件との音像定位の差分を表す。図示のように, 縦軸の「+」方向が自己運動の方向, 「-」が視覚刺激の運動方向を指す。図から, 視覚条件に関係なく, 音刺激が長くなるにつれ NoImage 条件との音像定位の差分が小さくなるが見て取れる。音刺激が長くなるほど, 音像定位が安定すると考えられる。この音像定位の安定性は, 音刺激が 5 s と比較的に長い場合に顕著に表れた。

また, Vection 条件の場合には, 音像を想起される自己運動方向とは反対方向 (図 2 の「-」方向) ヘシフトして定位していることが分かる。この音像定位のシフトは音刺激の長さが短いほど顕著に表れ, 逆に音刺激の長さが 5 s と長い場合はベクション知覚による音像定位のシフトがほとんど見られなかった。

## 3. 実験 2 (音刺激の属性についての検討)

### 3.1 実験内容

実験環境と視覚条件は実験 1 と同様であった。被験者は, 実験 1 の被験者 6 名 (21~25 歳) が参加した。音刺激は, 静止物体から出てくる音と動きを想起させる音といった音刺激の属性が音像定位に及ぼす影響を検討するために, 実験 1 のピンクノイズに時計のアラーム音 (Alarm) と馬の走る音 (Horse) を加え, 計 3 条件とした。刺激の長さは 3 つとも 2000 ms に設定し, 時間率騒音レベル  $L_{A10}$  で 60 dB になるよう調整して提示した。なお, 音刺激の長さは, 提示音の属性を判断できるギリギリの長さとして 2000 ms を設

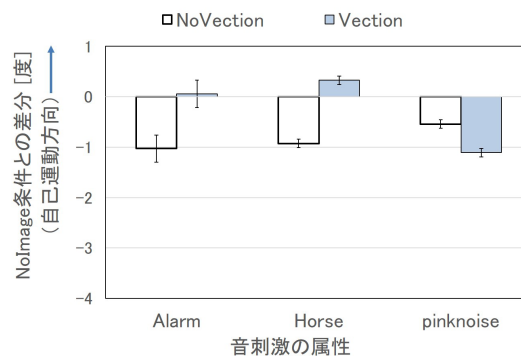


図 3: 実験 2 の結果

定した。試行は, 計 450 回の音刺激 (1 条件 150 回 × 3 種類) をランダム順に 3 セッションに分割して行った。

### 3.2 実験結果と考察

実験結果を図 3 に示す。横軸は音刺激の属性, 縦軸は NoVection および Vection と NoImage 条件との音像定位の差分を表す。図から, NoVection 条件に限って見ると, ピンクノイズの場合の音像定位の差分が一番小さく, アラムや馬の走る音を提示した場合には音像定位が視覚刺激の運動方向ヘシフトされる傾向が見て取れる。

一方, Vection 条件に着目すると, ピンクノイズの場合は実験 1 と同様に音像を想起された自己運動の方向とは反対方向にシフトして定位したが, アラムや馬の音を提示した場合はこのような音像定位のシフト傾向が見られなかった。即ち, 馬の走る音やアラームといった意味のある音とピンクノイズとでは音像定位の様相が異なり, 音の持つ動きの情報が音像定位に何らかの影響を及ぼす可能性が考えられる。

## 4. むすび

本研究では, 音刺激の持続時間および属性の違いがベクション知覚時の音像定位に及ぼす影響について検討した。実験結果, 音の持続時間が長くなるほど音像定位の誤差が減少することが分かった。音刺激の提示時間が増加すると, 増加した音入力を何らかの形で音像定位へ利用できる可能性が考えられる。また, 提示する音刺激の属性によって音像定位の様相が異なる可能性が示された。

謝辞 本研究の実験に参加した愛知工科大学の大井啓立君に感謝する。

### 参考文献

- [1] W. R. Thurlow et al.: The American Journal of Psychology, Vol.83, No.1, pp.112-118, 1970.
- [2] K. I. McNally et al.: Experimental Brain Research, Vol.185, No.2, pp.337-340, 2008.
- [3] 崔ら: ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.14, No.2, pp.41-48, 2012.
- [4] 角掛ら: 日本音響学会聴覚研究会, H-2015-114, pp.649-652, 2015.