

## 正中面音像定位実験中の頭部運動戦略\*

☆豊田勇気, 森川大輔, 平原達也 (富山県立大学 工学部)

## 1 はじめに

私たちは普段音を聴くとき頭部を動かす。なぜなら、私たちは頭部を動かすことで音像定位が正確になることを知っているからである。音像定位における頭部運動の効果は Wallach [1]の報告以来知られている。しかし、音像定位を行う際に私たちがどのように頭部を動かしているか明確ではない。

水平面音像定位実験中の頭部運動についてはいくつかの報告がある[1,2,3]。我々も、頭部静止条件と頭部運動条件での水平面音像定位実験中の頭部運動について報告を行った[5]。しかし、正中面音像定位実験中の頭部運動についての報告はない。

本報告では、音像定位時の頭部運動戦略を探ることを目的として、頭部運動条件での正中面音像定位実験中の頭部運動を計測した結果について述べる。

## 2 実験方法

音像定位実験中の被験者の頭部の位置と角度は、被験者の頭頂部にモーションセンサ (Flock of Birds, Ascension Technology) を固定して、サンプリング周波数 128 Hz で計測した。

頭部運動を計測したのは、500 Hz 以下の低域通過雑音 (LPN)、12 kHz 以上の高域通過雑音 (HPN)、広帯域雑音 (BN) を用いた実音源の正中面音像定位実験中である。LPN と HPN の頭部静止条件での定位正答率は 40% 以下、BN は約 70% である[6]。刺激音の呈示時間と呈示間隔はいずれも 3 秒で、半径 1 m の正中面半円周上に 30° 間隔に置かれた 7 個のスピーカ (Fig. 1) から刺激音ごとにランダムに呈示した。

被験者は、刺激音呈示中は目を閉じるように指示され、頭部を yaw 方向に自由に回転することを許された。これは、正中面音像定位においても頭部の yaw 回転が効果的だからである[7]。回答は定位方向を 30° ごとの強制選択で口頭で回答させた。各スピーカから 5 回

ずつ、合計 35 回の刺激音呈示を 1 セッションとし、各被験者は刺激音ごとに 4 セッションの実験を行った。したがって、刺激音の呈示角度ごとに、20 個の頭部運動データを得た。被験者は、20 代の男性 4 名である。

## 3 実験結果

Fig. 2 に LPN に対する被験者 A の頭部の yaw 回転の一例を示す。頭部の roll、pitch 回転は、頭部の yaw 回転に伴って動いているが 10° 以下であった。灰色線は刺激音波形、赤線は頭部の yaw 回転の軌跡である。青と緑の丸はそれぞれ刺激音の呈示角度と定位した方位角を示しており、2 回目の刺激 (150° から呈示) の時、90° に定位し、7 回目の刺激 (180° から呈示) の時、150° に定位しており、定位を誤っている。この被験者は刺激音の呈示角度による頭部の動かし方に違いはなく、約 ±60° の範囲で頭部を回転させていた。また、すべて左右両側に頭部を振っていた。

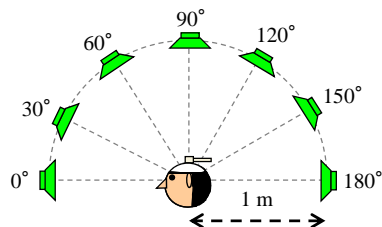


Fig. 1 正中面のスピーカ配置

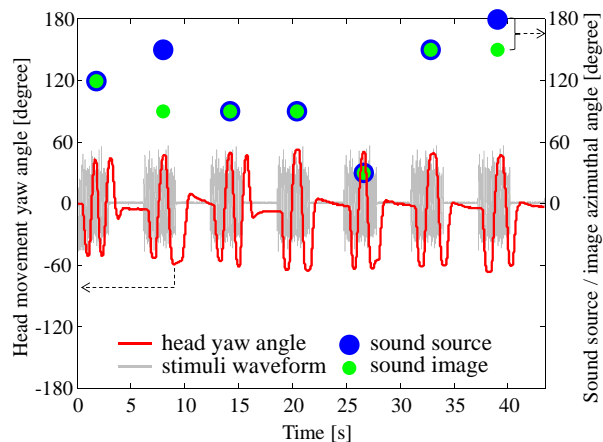


Fig. 2 LPN に対する被験者 A の頭部の yaw 回転の一例

\* Head movement strategy during median sound localization experiments, by TOYODA Yuki, MORIKAWA Daisuke and HIRAHARA Tatsuya (Toyama Prefectural University).

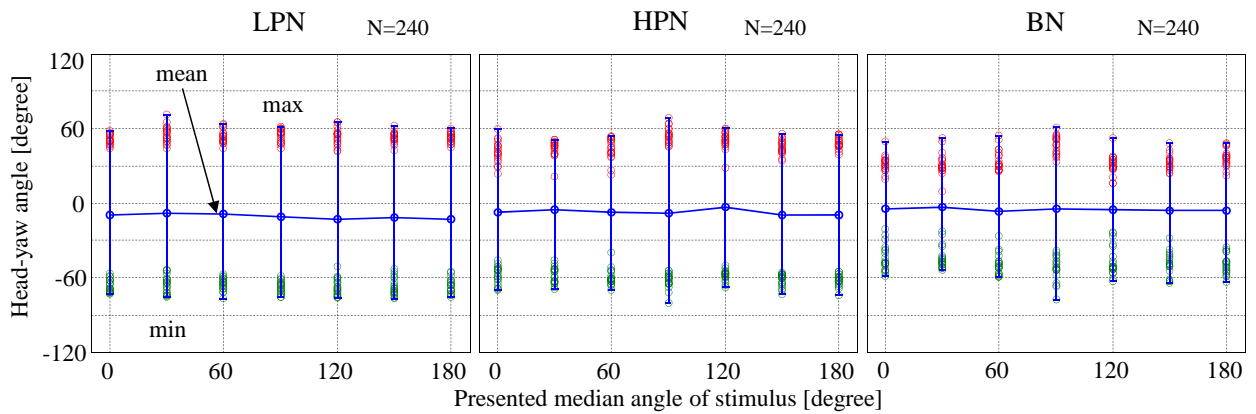


Fig. 2 被験者 A の刺激音呈示角度に対する頭部の yaw 回転の平均値、最大値、最小値。

Fig. 2 は刺激音呈示角度に対する被験者 A の頭部を左右両側に振った場合の頭部の yaw 回転の平均値、最大値、最小値を、刺激音ごとに示したものである。図中の N は両側に頭部を振った場合の回数で、被験者 A は、刺激音の種類や呈示角度によらず全ての場合で、頭部を左右両側に振っていた。他の被験者もほぼ 100%、頭部を左右両側に振っていた。

被験者 A は  $\pm 80^\circ$  の範囲で頭部を左右に均等に振り、刺激音の種類や呈示角度による頭部の yaw 回転に違いはなかった。被験者 B は被験者 A と同様の戦略をとっていた。一方、被験者 C は定位が困難な LPN と HPN の頭部の yaw 回転が約  $70^\circ$  であるのに比べ、BN は約  $10^\circ \sim 20^\circ$  小さかった。しかし、刺激音の呈示角度による頭部の動かし方に違いはなかった。被験者 D は刺激音の種類や呈示角度による頭部の動かし方に違いはないが、どの刺激音でも約  $\pm 50^\circ$  の範囲で頭部を動かしており、他の被験者と比べると動きが小さかった。

このように、被験者や刺激音の違いによる頭部運動戦略には大きな差がなかった。また、水平面と正中面での音像定位実験中の頭部運動戦略を比較すると、水平面音像定位中の頭部運動戦略は、頭部を左右両側に振る場合と片側だけで振る場合があり、音像のある側を向いて頭部を回転させるというもので、刺激音の呈示角度による頭部の動かし方に違いがある。一方、正中面音像定位中の頭部運動戦略は、ほぼ 100% 頭部を左右両側に振り、常に正面を中心に頭部を左右均等に回転させるというもので、刺激音の呈示角度による頭部の動かし方に違いはない。

なお、頭部運動条件での定位正答率は、LPN と HPN が約 70%、BN が約 90% であった[6]。

#### 4 まとめ

低域・高域通過雑音と広帯域雑音を用いて、頭部運動条件での正中面音像定位実験中の被験者の頭部運動を計測した。その結果、全ての被験者の頭部運動戦略には大きな差がなく、頭部を  $\pm 80^\circ$  以下で左右両側に均等に振ることがわかった。

#### 謝辞

本研究は科研費(22300061)の助成を受けた。

#### 参考文献

- [1] H. Wallach, "On sound localization," J. Acoust. Soc. Am., 10, 270-274 (1939).
- [2] D. Perrot *et al.*, "Minimum audible angle thresholds for sources varying in both elevation and azimuth," J. Acoust. Soc. Am., 87(4), 1728-1731 (1990).
- [3] Y. Iwaya *et al.*, "Effects of head movement on front-back error in sound localization," Acoust. Sci. & Tech. 24(5), 322-324 (2003).
- [4] 野島僚子 他, "方向定位における頭部運動について," 音講論, 513-516 (2009.09).
- [5] Y. Toyoda *et al.*, "Head movements during horizontal sound localization," Proc. Inter-noise 2011, (2011).
- [6] D. Morikawa *et al.*, "Impact of head movement on sound localization with band-limited noise," Proc. Inter-noise 2011, (2011).
- [7] 平原達也 他, "動的バイノーラル信号の音像定位におけるイヤホンの実耳応答補正の効果," 音講論, 511-512 (2008.09).