

頭部運動条件下の水平面音像定位実験における 被験者の頭部運動*

○ 平原 達也, 豊田 勇気, 森川 大輔 (富山県立大学 工学部)

1 はじめに

受聴者の頭部や身体の運動は音像定位において重要な役割を果たす。実世界で音の到来方向を探る場合に頭部を動かすことは普通だし、実験室で音像定位する場合にも頭部を動かすと定位が正確になる[1,2,3]。しかし、受聴者が音像定位を行う際にどのように頭部を動かしているのかはさほど明確ではない。

木村らは0.5秒と2秒の低域通過雑音(LPN, ≤ 1 kHz)、高域通過雑音(HPN, 3 kHz \leq)、ピンクノイズを 30° 間隔で呈示し、音源が正面から遠いほど頭部を大きく動かすこと、音像を正面で捕えようとする、正面<背面<側面の順に運動量が大きくなることを報告している[2,4]。一方、野島らは最長5秒の帯域通過雑音(BPN, $150\sim 500$ Hz)と白色雑音を 45° 間隔で呈示し、側方の音源にはその方向に頭部を動かすこと、正面を向けずとも音源方向を判断できることを報告している[5]。また、豊田らは頭部静止条件では、頭部を固定せずとも静止できることを報告している[6]。

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、頭部運動条件下で実音源を用いた水平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、被験者の頭頂部に磁気方式のモーションセンサ Flock of Birds (Ascension Technology) を装着して、サンプリング周波数 128 Hz で測定した。

頭部運動を測定したのは、頭部静止条件では前後誤りが多い遮断周波数 $f_c = 500$ Hz の低域通過雑音(LPN)および $f_c = 12$ kHz の高域通過雑音(HPN)と、音像定位が容易な白色雑音(WN: 20 Hz ~ 20 kHz)を用いた実音源の水平面音像定位実験中である[7]。刺激音の持続時間と呈示間隔はいずれも3秒で、半径1mの

円周上に 30° 間隔に並べた12個のスピーカ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指示され、頭部を水平面で自由に回旋することを許された。回答時には目を開け、定位方向を 30° 毎の強制選択で回答用紙に記入した。各スピーカから5回ずつ、合計60回の刺激音呈示を1セッションとし、各被験者は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5名である。

3 実験結果

まず、いずれの被験者も、刺激音呈示中の頭部運動は主として回旋運動だけであった。Fig.1にLPNに対する頭部回旋運動軌跡の一例を示す。Fig.1の赤線が頭部回旋軌跡、灰色実線は刺激音波形である。青丸は刺激音の呈示方位角、橙丸は回答方位角を示しており、全て定位ができています。この被験者は、概ね刺激音の呈示方向に頭部を回旋しているが、その回旋角度は刺激音の呈示角度よりも小さかった。また、正面から呈示した場合にも頭部を回旋していた。頭部回旋運動パターンとしては、右側あるいは左側の片側だけで頭部を振る場合と、左右両側に振る場合があった。

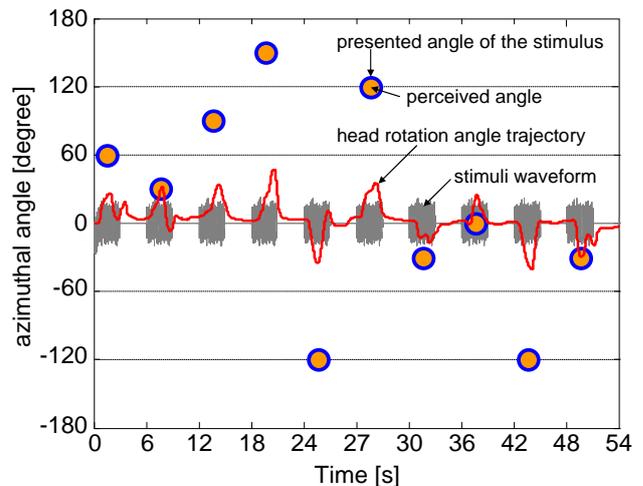


Fig. 1 LPN に対する頭部回旋運動軌跡の一例

* Head movements during horizontal sound localization experiments in head-movement condition, by HIRAHARA Tatsuya, TOYODA Yûki, MORIKAWA Daisuke (Toyama Prefectural University).

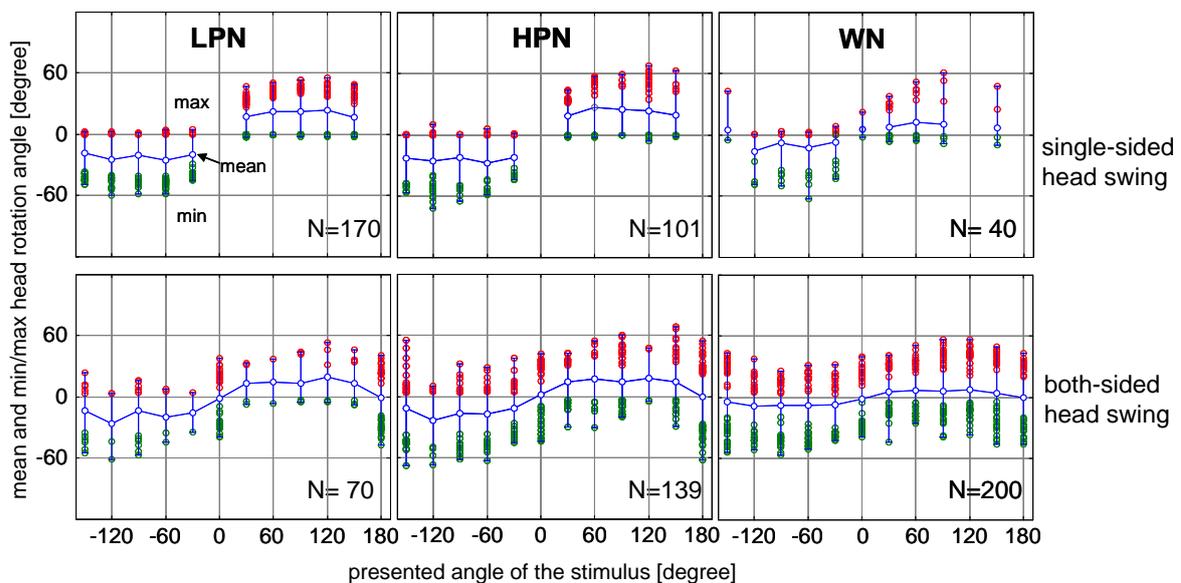


Fig. 2 ある被験者の刺激音呈示角度に対する頭部回旋角度の平均値と最大最小値。上段は頭部を左右片側だけで振った場合、下段は左右両側に振った場合。正面を0°、右側を正、左側を負の値で示す。

Fig.2 は刺激音呈示角度毎に、頭部を右側あるいは左側の片側だけで振った場合(上段)と左右両側に振った場合(下段)の頭部回旋角の平均値と最大値と最小値を、刺激音ごとに描いたものである。図中のNは片側、あるいは、両側に頭部を振った場合の数である。片側に振った場合でデータが描かれていない角度では、常に左右両側に振っていたことになる。また、片側に振った場合の最小値あるいは最大値が必ずしも0°になっていないのは、各刺激音の呈示終了時に頭部が正確には真正面に戻っていなかったためである。

真正面(0°)または真後ろ(180°)から刺激音が呈示された場合、被験者は正面を中心に頭部を左右に振る。右側あるいは左側から刺激音が呈示された場合、被験者はそちらを向いて頭部を振る。前半面(-90° < θ < 90°)から呈示した刺激音の呈示角度と頭部回旋角度の最大値(右側)あるいは最小値(左側)の間には相関が認められる。しかし、左右の頭部回旋角度の最大値は約±60°であり、音像が正面に来るように頭部を向けていない。音像定位に利用できる音響情報が豊富なWNに対しては、それらが限定されているLPN, HPNよりも頭部回旋角の平均値は小さい。つまり、頭部を少ししか回旋させないか、正面に対して左右均等に頭部を回旋させている。

なお、頭部運動条件での音像定位正解率ほどの刺激音でも93%以上で、頭部静止条件よりも高かった。

4 まとめ

低域・高域通過雑音と白色雑音を用いて、頭部運動条件下の水平面音像定位実験中の頭部運動を計測した。その結果、被験者は音像のある側を向いて頭部を回旋させるが、音像が正面に来るようには頭部を向けないことなどがわかった。

謝辞

本研究は科研費(22300061)の助成を受けた。

参考文献

- [1] D. R. Begault *et al.*, "Direct Comparison of the Impact of Head Tracking, Reverberation, and Individualized Head-Related Transfer Functions on the Spatial Perception of a Virtual Speech Source," *J.Audio Eng.Soc.* 49(10), 904-916 2001.
- [2] Yukio Iwaya *et al.*, "Effects of head movement on front-back error in sound localization," *Acoust. Sci. & Tech.*, 24(5), 322-324, 2003.
- [3] 平原達也, "バイノーラル信号による音像定位技術 — 動的バイノーラル信号の効用 —," *騒音制御* 33(3), 204-211, 2009.
- [4] 木村大助 他, "音像定位に頭部運動が及ぼす影響に関する考察," *信学技報*, EA2001-44, 57-64, 2001.
- [5] 野島僚子 他, "方向定位における頭部運動について," *音講論*, pp.513-516, 2009.09.
- [6] 豊田勇氣 他, "水平面音像定位実験中の頭部運動," *信学技報* EA2010-70, 73-78, 2010.
- [7] 森川大輔 他, "被験者の聴感度が水平面音像定位精度に及ぼす影響," *音講論*, pp.575-576, 2010.03.