

他受聴者の頭部回転運動に追従して移動する音像の定位*

☆吉崎大輔, 平原達也 (富山県立大学・工学部)

1 はじめに

受聴者の頭部運動を反映した動的バイノーラル音を再生すると音像を正確に定位しやすくなることは Wallach 以来知られている^[1]。しかし、頭部運動に伴う何の情報も音像定位をしやすくしているかは明らかでない。

我々は、ダミーヘッドを回転ハンドルで制御した水平面の音像定位実験を行い、頭部回転運動でなく手腕回転運動であっても、受聴者自身の自発的な運動に伴う動的な聴覚情報があれば音像定位しやすくなることを示した^[2]。

本稿では、受聴者自身の自発的な運動に伴う動的な聴覚情報の有無が水平面音像定位に及ぼす影響について明らかにするために、他受聴者の頭部回転運動に追従するダミーヘッドで収録される動的バイノーラル音による水平面の音像定位実験を行った結果について述べる。

2 実験方法

半径 1 m の円周上に 30°間隔で設置した 12 個のラウドスピーカアレイの中心に被験者の頭部回転運動に追従してダミーヘッドが yaw 回転するテレヘッドIV号機を置き、ラウドスピーカから呈示した刺激音をバイノーラル収録した。刺激音として白色雑音を用い、D/A 変換器(Roland, UA-101, サンプル周波数 48 kHz, 量子化精度 24 bit)より出力した。その白色雑音をパワーアンプで電力増幅しラウドスピーカを駆動した。ダミーヘッドで収録したバイノーラル信号を音圧レベル 70 dB とし別室にいる被験者にヘッドホン(Sennheiser, HDA200)を通じて呈示した。被験者は音像の位置を水平面 12 方向から強制選択し、回答用紙に記入した。

実験条件は、被験者の頭部とダミーヘッドを静止させた頭部静止条件、被験者の頭部回転運動でダミーヘッドを制御した頭部運動条件、自動車の回転ハンドルを回してダミーヘ

ッドを制御した手腕運動条件、他受聴者の頭部回転運動でダミーヘッドを制御した他動制御条件の 4 条件である。頭部静止、手腕運動、他動制御条件では、被験者に頭部を静止するように教示した。ダミーヘッドは、他人のダミーヘッドを用いた。

手腕運動条件では、自動車の回転ハンドルにモーションセンサを取り付け、それを両手腕で回転させテレヘッドを制御した。

他動制御条件では、頭部運動条件の受聴者の頭部回転運動を記録し、その回転運動でテレヘッドを制御した。全ての被験者が、他受聴者の頭部回転運動で制御した同じ動的バイノーラル音を受聴し音像定位実験を行った。

実験は、頭部静止、頭部運動、手腕運動、他動制御条件の順で行った。1 セッションでは各ラウドスピーカから 5 回ずつ計 60 回ランダムに刺激音を呈示し、各実験条件についてそれぞれ 4 セッションの実験を行った。被験者は 20 代の成人男性 6 名である。

3 実験結果

被験者 6 名の各実験条件の音像定位実験結果を Fig.1 に、頭外定位正答率の平均値と標準偏差を Fig.2 に示す。Fig.1 の赤色の丸は頭外定位した割合、青色の丸は頭内定位した割合を示している。また、Fig.2 のエラーバーは標準偏差である。

頭部静止条件では、前方から呈示した刺激音が頭内定位する場合があります、前後誤りも多かった。頭部運動条件と手腕運動条件では、ほぼ全て頭外定位し前後誤りも減少した。これに対して、他動制御条件では、全て頭外定位し前後誤りも減少しているが、近傍への誤りが増加した。頭部静止、頭部運動、手腕運動条件、他動制御条件の 6 名の被験者の頭外定位正答率の平均値は、それぞれ 53%、81%、85%、69%であった。分散分析の結果、各実験条件での頭外定位正答率に有意差($F(3,20) = 13.9$)があった。さらに Tukey の多重比較を

* Localization of moving sound image which is synchronous to the head movement of another listener, by YOSHISAKI Daisuke and HIRAHARA Tatsuya (Toyama Prefectural University).

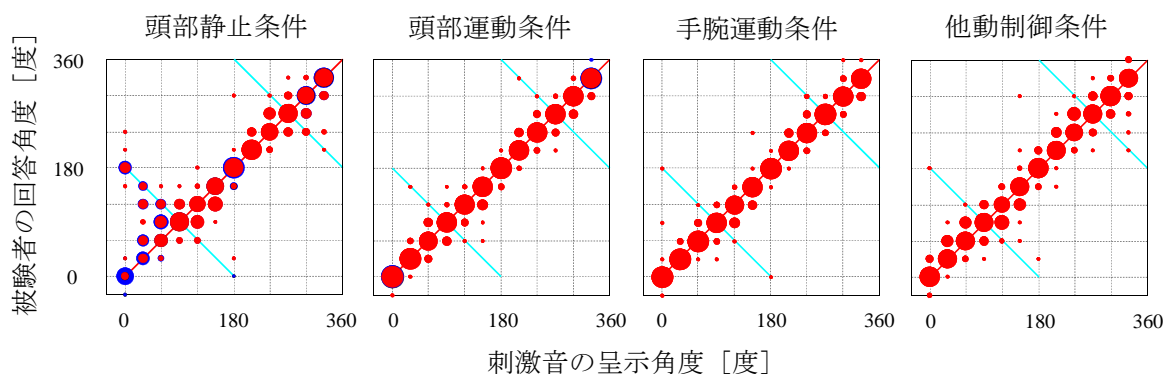


Fig. 1 被験者 6 名の音像定位実験結果のまとめ

行った結果、被験者 6 名における頭部静止条件の頭外定位正答率は頭部運動および手腕運動条件と比較して有意に低く ($p < 0.005$)、他動制御条件は手腕運動条件と比較して有意に低かった ($p < 0.05$)。

4 考察

以上の結果より、動的バイノーラル信号であっても、受聴者自身の自発的な運動に伴う動的な聴覚情報が無い場合、正確に音像を定位できないといえる。なお、頭部運動と他動制御条件に有意差が生じなかったのは、被験者によって各条件の頭外定位正答率に個人差があり、その標準偏差が大きくなったからだと考えられる。

工藤らは、受聴者の頭部を静止させ、動く音像を定位させる実験を行い、移動する音像の移動角度を $\pm 4^\circ$ にすると、近傍への誤りが減少したと報告している^[3]。本実験では、他受聴者の頭部回転運動でテレヘッドを制御しているため、移動する音像の移動角度は約 $\pm 20^\circ$ で工藤らの実験より大きい。そのため、近傍への誤りが多くなり、正確な音像位置がわからなくなったと考えられる。

植松らは、実験者によって回転させられ椅子の動きに追従する動的な合成バイノーラル音を、その椅子に座った受聴者が頭部を静止させて受聴した場合、受聴者自身の頭部を回転させた動きに追従する動的な合成バイノーラル音を受聴した場合よりも、音像の定位はしにくいことを報告している^[4]。すなわち、動的バイノーラル信号でも、受聴者自身の自発的な運動に伴う動的な聴覚情報が利用できないと、音像は定位しにくいことを示しており、本実験結果と合致する。

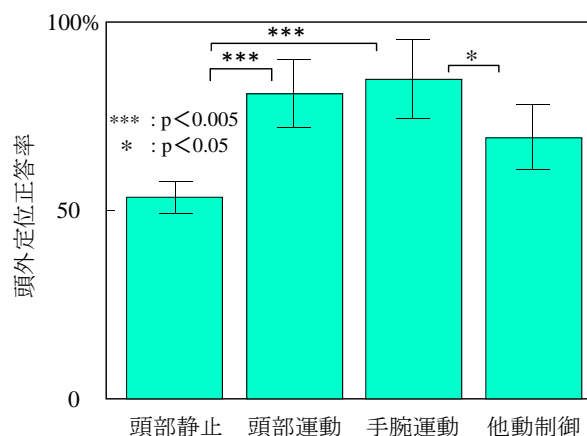


Fig. 2 頭外定位正答率の平均値と標準偏差

5 まとめ

他受聴者の頭部回転運動に追従するダミーヘッドで収録される動的バイノーラル音を用いて、水平面の音像定位実験を行った。その結果、頭部静止条件と他動制御条件の頭外定位正答率には有意差が無かった。これより、動的バイノーラル信号であっても、受聴者自身の自発的な運動に伴う動的な聴覚情報が無い場合、正確に音像を定位できないことがわかった。

謝辞

本研究の一部は科研費(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] 吉崎他, "ハンドルで回転制御したテレヘッドによる水平面音像定位," 音講論(春), 567-568 (2012).
- [3] 工藤, "音像移動に着目した頭外音像定位精度の改善に関する研究," 長岡技術科学大学博士論文, 81-104 (2007).
- [4] 植松他, "頭外音像定位における自発的な頭部回転の影響," 音講論(秋), 501-502 (2001).