

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*

☆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再現した動的バイノーラル信号を用いると、音像を定位しやすくなる^[1]。頭部運動に伴う何の情報も音像を定位しやすくしているかを明らかにするため、手部の回転運動でダミーヘッドを制御する手部運動条件で水平面の音像定位実験を行った^[2]。しかし、この実験では頭部運動と手部運動の可動域や角速度が異なる問題点があった。

本稿では、手部運動の可動域と角速度を実頭と合わせるために自動車のハンドルを用いてダミーヘッドの回転を制御し収録した動的バイノーラル信号を用いた水平面音像定位実験の結果について述べる。

2 実験方法

被験者の頭部回転運動に追従してダミーヘッドが回転するテレヘッド四号機^[3]を用いて水平面の音像定位実験を行った。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 (Vifa, MG10SD-0908) の中心にテレヘッドを置き、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。ダミーヘッドは被験者自身のものではなく、他人のダミーヘッドを用いた。

刺激音は、白色雑音で D/A 変換器 (Roland, UA-101, Fs: 48 kHz, 量子化精度: 24 bit) より出力し、パワーアンプ (BOSE, 1705 II) で電力増幅しラウドスピーカを駆動した。

収録したバイノーラル音は、正面の刺激音の音圧レベルを 70 dB とし、別室にいる被験者にイヤホン (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、テレヘッドを起動しない頭部静止条件、受聴者の頭部の動きでテレヘッドを制御した頭部運動条件、頭部を静止させハンドルの動きでテレヘッドを制御した手腕運動条件の 3 つの条件で水平面の音像定位実験を行った。手腕運動条件では、Fig.1 の写真に

示すように自動車のハンドルの中心にモーションセンサ (Ascension Technology, Flock of Birds) を取り付け、それを両手で回転させた。ハンドルの可動域は $\pm 85^\circ$ で、それを動かすときは、頭部運動時とほぼ同じ角速度でハンドルを回転させるよう教示した。手腕運動条件時の実験の様子を Fig.2 の写真に示す。

実験は、頭部静止、頭部運動、手腕運動条件の順で行った。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 4 名である。

3 実験結果

被験者 4 名の各実験条件の実験結果を Fig.3 に、頭外定位正答率の平均値と標準偏差を Fig.4 に示す。黒丸は頭外定位した割合、灰丸は頭内定位した割合を示している。また、エラーバーは標準偏差を示している。

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。これに対して、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。頭部静止、頭部運動、手腕運動条件の 4 名の被験者の頭外定位正答率の平均値は、それぞれ 51%、85%、86% であった。分散分析の結果、各実験条件に有意差 ($F(2,9) = 16.7$) があつた。さらに Tukey-Kramer の事後検定を行った結果、頭部静止条件とその他の条件にそれぞれ有意差 ($p < 0.005$) があつた。頭部運動と手腕運動条件に有意差はなかつた。



Fig.1 : 使用したハンドル Fig.2 : 実験の様子

* Horizontal sound localization with dummy head of which rotation was controlled by a steering wheel, by YOSHISAKI Daisuke and HIRAHARA Tatsuya (Toyama Prefectural University).

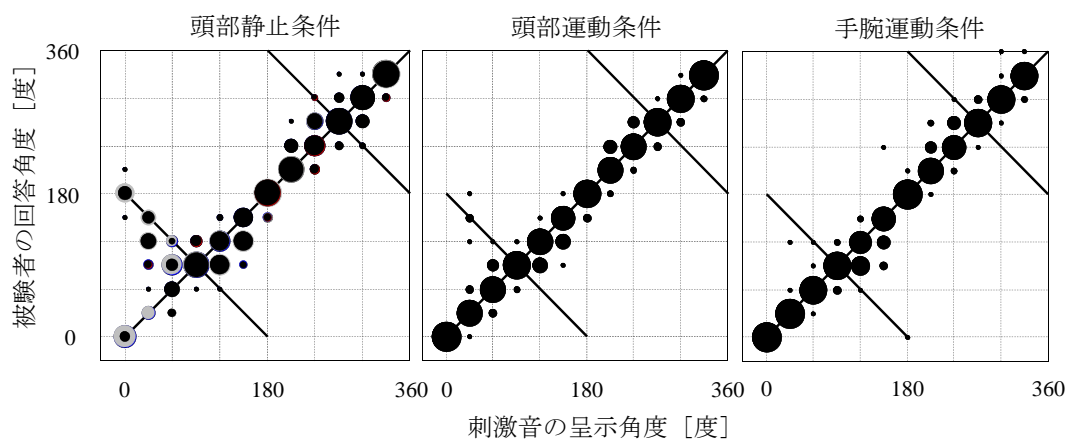


Fig.3 各条件の実験結果

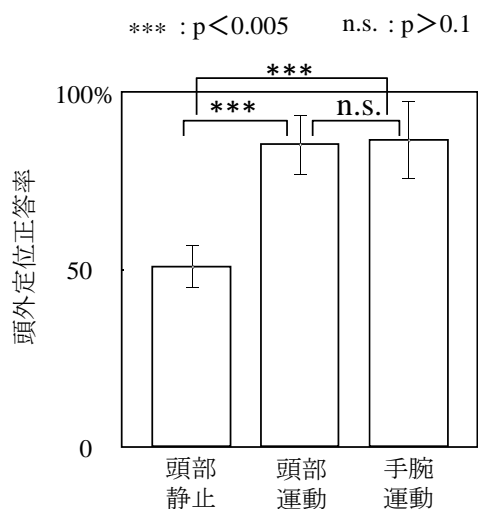


Fig.4 : 頭外定位正答率の平均値と標準偏差

4 考察

頭部静止条件では、静的な聴覚情報だけを音像定位に利用している。頭部運動条件と手腕運動条件では、被験者は自発的にダミーヘッドの頭部を動かし動的な聴覚情報を音像定位に利用している。しかし、頭部運動条件では頭部運動に伴う平衡感覚情報と頭頸部の体性感覚情報も利用できるのに対し、手腕運動条件では頭部は静止しているため手腕部の体性感覚情報のみが音像定位に利用できる。

各実験条件の頭外定位正答率の関係は頭部静止条件<頭部運動条件=手腕運動条件であった。この結果より、被験者自身がダミーヘッドを回転させた動的聴覚情報が利用できれば、音像は定位しやすくなるといえる。

一方、被験者が頭部を静止して音像が移動させた刺激音を聴取した場合、音像定位正答率は必ずしも改善されない^[4]。また、ステレオマイクロホンを用いて他人がその動きを制

御した場合も、音像定位正答率は改善されていないが、他人が制御するテレヘッドの動きを真似て受聴者が頭部を動かし聴取した場合、音像定位正答率は改善する^[5]。すなわち、動的な聴覚情報だけでなく、被験者が自発的に音像を動かしたときに、音像定位正答率が改善されている。

5 まとめ

ダミーヘッドを頭部と手腕で制御した水平面の音像定位実験を行った。その結果、頭外定位正答率の関係は、頭部静止条件<頭部運動条件=手腕運動条件であった。この結果より、被験者自身がダミーヘッドを回転させた動的な聴覚情報を用いると音像定位がしやすくなることがわかった。

謝辞

本研究は科研費(22300061)の助成を受けた。

参考文献

- [1] 平原達也, 大谷真, 戸嶋巖樹, "頭部伝達関数の計測とバイノーラル再生にかかわる諸問題," *Fundamentals Review*, 2(4), 68-85, 2009.
- [2] 吉崎大輔, 平原達也, "頭頸部の体性感覚が水平面音像定位に及ぼす影響," *音講論(秋)*, 479-480, 2011.
- [3] 平原達也, "テレヘッドを通じた空間音響事象の知覚," *音講論(秋)*, 1427-1428, 2009.
- [4] 工藤彰洋, "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.
- [5] 平原達也, 大谷真, "頭部伝達関数と音像定位を巡る諸問題," *音講論(春)*, 1477-1480, 2009.