

頭頸部の体性感覚情報が水平面音像定位に及ぼす影響*

☆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信号を用いると、音像が定位しやすくなる¹⁾。しかし、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は明らかでない。もし、受聴者の自発的な運動が音像定位に影響しているのであれば、頭部以外の運動に追従させた動的バイノーラル信号を用いても、音像定位しやすくなると予想される。

本稿では、静的バイノーラル信号と、受聴者の頭部あるいは手の動きに追従するダミーヘッドで収録した動的バイノーラル信号を用いて水平面の音像定位実験を行い、頭頸部の体性感覚情報の有無が水平面音像定位に及ぼす影響について論じる。

2 音像定位実験方法

2.1 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²⁾を用いて水平面の音像定位実験を行った。半径1m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。また、刺激音は広帯域雑音で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方向の中から強制選択し、回答用紙に記入した。

実験条件はテレヘッドを頭部運動に同期させない頭部静止条件、頭部の回転運動に追従してテレヘッドが回転する頭部運動条件、手

部の回転運動に追従してテレヘッドが回転する手部運動条件の3条件である。手部運動条件では、スムーズに回転する水平面回転台の上にモーションセンサ(Ascension Technology, Flock of Birds)を置き、それを利き手で回転させた。頭部静止条件と手部運動条件では、被験者に頭部を静止するよう教示した。

実験は、頭部静止、頭部運動、手部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。被験者は正常な聴力を持つ20代の成人男性8名で、いずれも音像定位実験には習熟していない。

2.2 実験結果

各条件の実験結果と頭外定位正答率をFig.1に示す。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、前後誤りも多かった。これに対して、頭部運動条件と手部運動条件では、すべて頭外定位し前後誤りも減少した。頭部静止条件、頭部運動条件、手部運動条件の頭外定位正答率はそれぞれ46%、70%、63%であった。分散分析の結果、頭外定位正答率の実験条件の違いによって有意差($p > 0.01$)があった。

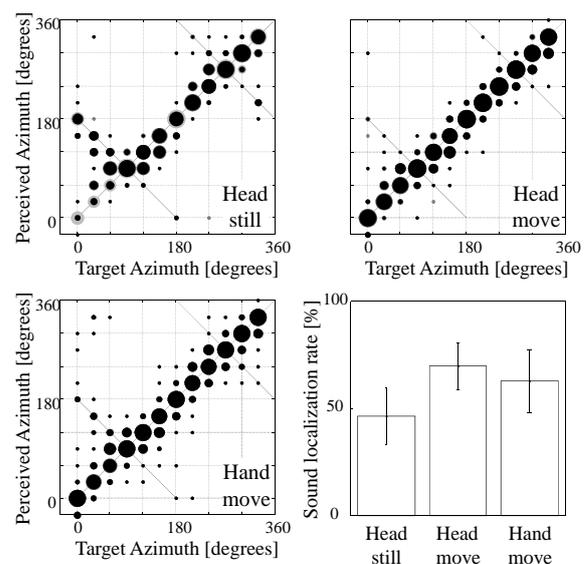


Fig.1 各条件の実験結果と頭外定位正答率

* Impact of head-and-neck somatic information in horizontal sound localization, by YOSHISAKI Daisuke and HIRAHARA Tatsuya (Toyama Prefectural University).

3 考察

各実験条件の違いは、被験者が音像定位に利用可能な情報である(Fig.2)。頭部静止条件では、静的な聴覚情報だけが音像定位に利用できる。しかし、頭部運動条件では、聴覚情報は動的なものが利用できるし、頭部運動に伴う平衡感覚情報と頭頸部の体性感覚情報、すなわち三半規管からの加速度情報と頭頸部筋肉からの求心性情報も利用できる。一方、手部運動条件では、動的な聴覚情報に加えて、手部の体性感覚情報、すなわち手部筋肉からの求心性情報が利用できる。しかし、頭部は運動しないので、平衡感覚情報と頭頸部の体性感覚情報は利用できない。

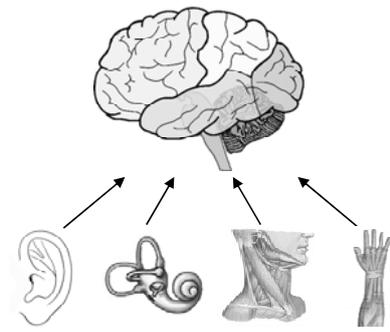
各実験条件の頭外定位正答率を比較すると、頭部静止条件<手部運動条件<頭部運動条件であった。

頭部静止条件よりも手部運動条件の方が頭外定位正答率が高いのは、動的な聴覚情報と手部の体性感覚情報が音像定位に利用できるからと考えられる。手部運動条件よりも頭部運動条件の方が頭外定位正答率が高いのは、頭頸部の体性感覚情報と頭部運動に伴う平衡感覚情報が利用できるからと考えられる。したがって、動的な聴覚情報に加えて手部の体性感覚情報、あるいは、頭頸部の体性感覚情報と頭部運動に伴う平衡感覚情報が利用できる場合は音像定位がしやすくなるといえる。

頭部を静止した被験者に移動音像を呈示した音像定位実験では、動的な聴覚情報だけが利用でき、体性感覚情報も平衡感覚情報も利用できない。工藤らのスウィング法による実験では音像定位正答率は必ずしも改善されていない^[3]。また、我々がステレオマイクロホンを用いて行った、他人がテレヘッドの動きを制御した他動運動条件での実験でも音像定位正答率は改善されていない。しかし、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て受聴すると、音像定位正答率は改善する^[4]。

すなわち、動的な聴覚情報と頭頸部の運動情報と頭部運動に伴う平衡感覚情報が連関しているときに、最も音像を定位しやすくなると考えられる。この条件は、受聴者の自発的な頭部運動によって成立するものであり、ヒトにとってきわめて自然な状態といえる。

今後は、音像移動条件、他動運動条件、他



	聴覚		平衡感覚	体性感覚	
	静的	動的		頭頸部	手部
頭部静止	○	×	×	×	×
頭部運動	△	○	○	○	×
手部運動	△	○	×	×	○

Fig.2 音像定位に利用できる情報

動運動追従条件などの音像定位実験を行い、音像定位に関与するさまざまな情報の寄与度を明らかにしていく予定である。

4 結論

他人のダミーヘッドを用いて、静的バイノーラル信号と、被験者の頭部あるいは手部の動きでテレヘッドを制御して収録した動的バイノーラル信号による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<手部運動条件<頭部運動条件であり、実験条件の違いに有意差があった。この結果より、動的な聴覚情報、頭部運動に伴う平衡感覚情報、頭頸部の体性感覚情報がある場合に音像を定位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 他, " 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] 平原, " 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.
- [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, 2007.
- [4] 平原 他, " 頭部伝達関数と音像定位を巡る諸問題," *音講論(春)*, 1477-1480, 2009.