

J-017

聴覚刺激が自己運動距離知覚に与える影響

Effects of auditory information on travel distance estimation

古根 史雅*† 坂本 修一*† 寺本 渉* 行場 次朗† 鈴木 陽一*†

Fumimasa Furune Shuichi Sakamoto Wataru Teramoto Jiro Gyoba Yōiti Suzuki

1 はじめに

人間と発音体との距離が変化する際には、様々なパラメータが物理的に変化する。その中一つとして音圧があげられる。音源と自分との距離が短くなる場合は音圧レベルが高くなり、逆に、音源と自分との距離が長くなる場合は、音圧レベルは低くなる。音源と自分との距離変化を引き起こす原因には、音源自体の移動と自己の移動が考えられ、このうち後者については、音圧レベル変化が自己運動を知覚するための重要な手がかりとなっているという知見も示されている [1]。

そこで本研究では、聴覚刺激が自己運動の知覚に与える影響について検討を行った。実験では、音源との距離変化を模擬して音圧レベルを変化させた聴覚刺激を等加速度運動中の聴取者に提示し、聴取者がある一定距離を運動したと知覚した運動距離を測定した。

2 実験方法

2.1 刺激

聴取者が音源に接近する場合（接近条件）と音源から遠ざかる場合（離反条件）の2種類を模擬するために以下のような刺激を作成・提示した。

まず、前庭感覚刺激は自走式車いす型装置により提示し、前方への直線等加速度運動 (0.4m/s^2) をさせた。

聴覚刺激は、接近条件では、聴取者の頭部前方に、離反条件では頭部後方に定位するように制御したバーチャル音像をヘッドホン (SENNHEISER, HDA-200) を用いて提示した。バーチャル音像は、ピンクノイズを音源とし、ダミーヘッド (高研, SAMRAI) の頭部伝達関数 (HRTF) を用いて作成した。また、自走式車いす型装置の運動に対応し、接近条件では、移動に応じてピンクノイズの音圧レベルを上昇させ、離反条件では音圧レベルを減少させた。接近条件と離反条件それぞれに関して、音圧レベルの変化の度合いにより、3種

類の条件を設けた。1つ目は無響空間における物理現象と等価の変化をさせた条件（1倍条件）であり、逆二乗則にしたがって音源までの距離が2倍になるごとに6 dB減少させた。2つ目は物理現象から算出される音圧レベルの変化の半分（1/2倍条件）とした。これは、1倍条件において自走式車いす型装置の運動距離を1/2倍した場合に提示される音圧レベルの変化と等価となる。3つ目は物理現象から算出される音圧レベル変化の2倍（2倍条件）とした。これは、1倍条件において自走式車いす型装置の運動距離を2倍した場合に提示される音圧レベルの変化である。ここで、接近条件では聴覚刺激提示開始時の音圧レベルを60 dBとし、音圧レベルが85 dBに到達した時点で、音圧レベルは85 dB一定とした。また、離反条件では、聴覚刺激提示直後の音圧レベルを85 dBとした。接近条件および離反条件における音圧レベル変化を Fig.1, Fig.2にそれぞれ示す。横軸は自走式車いす型装置の移動距離を示し、縦軸は聴覚刺激の音圧レベルを示す。halfは1/2倍条件、equalは1倍条件、twiceは2倍条件を示す。

ここで、上記の各条件とは別に、聴覚刺激の音圧レベルが変化しない条件（音圧変化なし条件）を設け、基準とした。

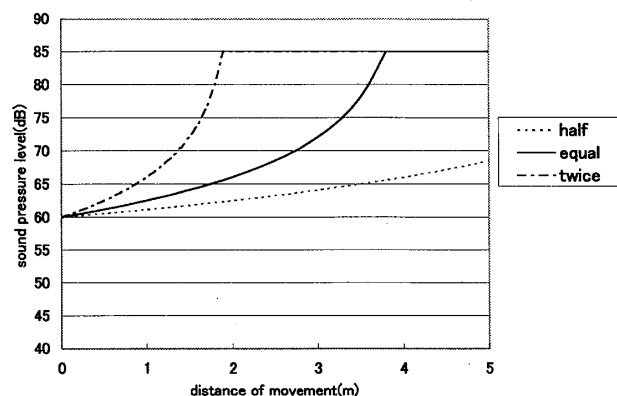


Fig. 1: change of sound pressure level(approaching condition)

*東北大学電気通信研究所

†東北大学大学院情報科学研究科

‡東北大学大学院文学研究科

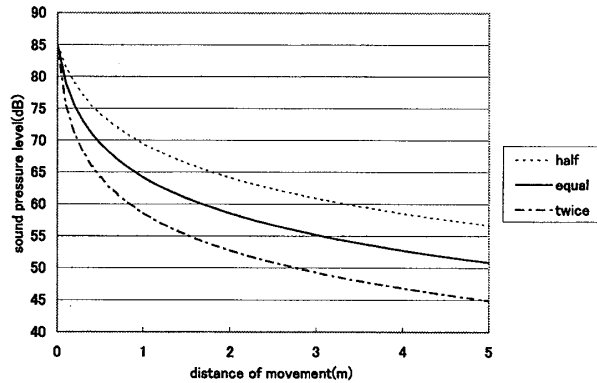


Fig. 2: change of sound pressure level(receding condition)

2.2 手続き

聴取者は、健全な聴覚および平衡感覚を持つ成人男性9名であった。

まず、聴取者に目標となる距離(4 m)を視覚で確認させた。次に、目隠しをさせて視覚情報を遮断し、聴取者を自走式車いす型装置に座らせた。聴取者がボタンを押すことで、自走式車いす型装置の運動と聴覚刺激の提示が開始された。その後、聴取者が目標の距離を運動したと知覚した時点でボタンを押すことにより、自走式車いす型装置を停止した。静止位置から聴取者が2回目にボタンを押した位置までの運動距離を計測し、1試行を終了した。このような試行を、聴覚刺激7条件に関して各3回ずつ行ったため、聴取者1人につき21試行となる。なお、実験の際の装置の移動になれるために、聴取者は目隠しをせずに自走式車いす型装置に乗り、練習を行った。

3 結果・考察

算出された距離は、全聴取者の全試行の平均値で2 m未満であった。したがって、視覚からの情報が遮られると、運動距離をかなり長く知覚してしまうことが示された。これ以降では音圧変化なし条件の平均値を100として、相対的な値で結果を見ることとする。音圧変化なし条件の測定値を100とした場合の各条件における相対値をFig.3に示す。各棒が示す条件をa-hなどと表し、1文字目に関しては、aが接近条件(approaching)、rが離反条件(receding)、2文字目に関しては、hが1/2倍条件(half)、eが1倍条件(equal)、tが2倍条件(twice)を示す。したがって、例えば、a-hは接近-1/2倍条件を示す。この結果に対して、音源との位

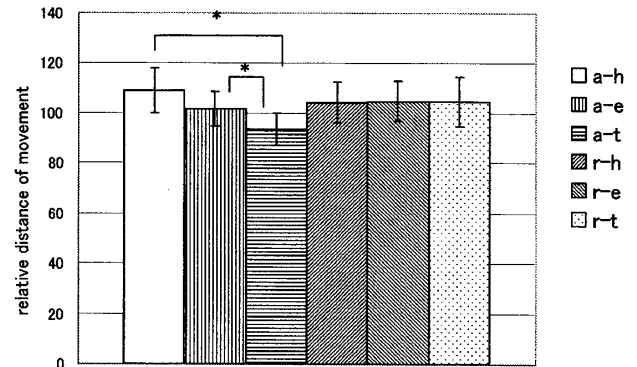


Fig. 3: result of experiment(relative distance of movement)

置関係(接近条件, 離反条件), 音圧レベル変化(1/2倍条件, 1倍条件, 2倍条件)の2要因, 2×3 水準の分散分析を行った。分散分析の結果, 音源の位置関係と音圧レベル変化の2要因の間に交互作用が確認された($F(2,16)=3.85, p < .05$)。下位検定(Ryan's method)の結果, 接近条件において, 1/2倍条件と2倍条件, 1倍条件と2倍条件の間にそれぞれ有意差が確認された($F(1,24)=9.63, p < .001$)。

接近条件においてのみ, 音圧レベル変化条件間に有意差が確認されたことから, 音圧レベルが上昇する聴覚刺激を提示した場合には, 聴覚から得た情報が自己運動の知覚に対して影響を及ぼすことが示された。人間は接近を示す情報に対して敏感であり[2], それが1つの要因になっていると考えられる。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費特別推進研究(19001004)及び若手研究(B)(21730585)の補助による。

参考文献

- [1] Daniel C. Zikovitz, Bill Kapralos, "Decruitment of the perception of changing sound intensity for simulated self-motion", Proc. of the 13th International Conference on Auditory Display, Montreal, Canada, 2007.
- [2] JG Neuhoff, "Perceptual bias for rising tones", Nature, vol 395, 1998.