

## 自己運動時と音源運動時の音圧レベル変化知覚

Effects of listener's self-motion and sound source movements on the perceptual changes of sound pressure level

古根 史雅\*† 坂本 修一\*† 寺本 渉\* 行場 次朗‡ 櫻井 研三§ 鈴木 陽一\*†

Fumimasa Furune Shuichi Sakamoto Wataru Teramoto Jiro Gyoba Kenzo Sakurai Yōiti Suzuki

## 1 はじめに

人間は音圧レベル変化を手がかりとして音源との距離変化を知覚できる。音圧レベルが大きくなった場合には、音源と自分との距離が小さくなったと知覚され、逆に音圧レベルが小さくなった場合には音源と自分との距離が広がったと知覚される。音源との距離変化を引き起こす原因には、音源自体の移動のほかに、自己の移動もある。特に後者については、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ある [1]。

本研究では、音源が静止聴取者に接近することによる音圧レベル変化と聴取者が静止音源に接近することによる音圧レベル変化の知覚の差異について検討を行った。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聴取者に提示し、音源もしくは聴取者の運動にあっていると知覚される音圧レベルの変化量を求めた。

## 2 実験方法

## 2.1 刺激

実験参加者が静止音源に接近する場合（自己運動条件）と音源が静止実験参加者に接近する場合（音源移動条件）の2種類それぞれに関して、実験参加者の前方で接近する前方接近条件（front条件）と後方で接近する背面接近条件（back条件）を設け、それらを模擬するために以下のように刺激を作成・提示した。

まず、自己運動条件では、前庭覚刺激はブランコ型装置を用いて提示し（周期：3 s、振幅：200 mm）、聴覚刺激はブランコ型装置上に固定されたラウドスピーカから提示した。Fig.1に前方接近条件の実験装置を示す。用いた聴覚刺激はピンクノイズであり、実験参加者の前方（あるいは後方）950 mmの地面上の一定位置で一定音圧レベルの音を発している音源を模擬するもので

ある。すなわち、前方接近条件においては、ブランコ型装置の前方移動に同期して音圧レベルを増加させた。逆に、背面接近条件においては、ブランコ型装置の後方移動に同期して音圧レベルを増加させた。Fig.2には、前方接近条件及び背面接近条件それぞれの実験参加者の位置変化（横軸：正の値は前方移動、負の値は後方移動を示す）と音圧レベル変化（縦軸）の関係を示す。

次に音源移動条件のうち、前方接近条件の実験装置をFig.3に示す。聴覚刺激は、実験参加者の前方の地面上に固定されたラウドスピーカ（Fig.3のラウドスピーカ3）から提示した。背面接近条件では実験参加者にFig.3とは逆方向を向かせた（Fig.3のラウドスピーカ3を背にする状態）。用いた聴覚刺激はピンクノイズであり、実験参加者の前方（あるいは後方）のブランコ型装置上で一定音圧レベルで音の発している音源（Fig.3のラウドスピーカ4）を模擬したものであった。実験中はブランコ型装置を周期3 s、振幅200 mmで稼働させた。前方接近条件、背面接近条件いずれにおいても、実験参加者にブランコ型装置が接近する場合には、それに同期して音圧レベルを増加させた。また、自己運動条件、音源移動条件いずれにおいても音圧レベルの最小値  $L_{min}$  は、60, 65, 70dBの3種類とした。

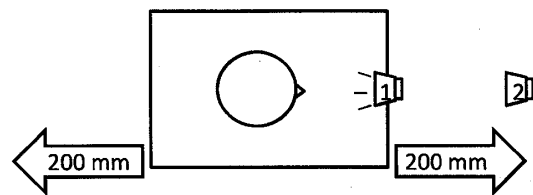


Fig. 1: Experimental set up (self movement, front)

## 2.2 手続き

実験参加者は、健常な聴覚および平衡感覚を持つ成人男性8名であった。

実験参加者には、自己運動条件に関してはFig.1におけるラウドスピーカ2、音源移動条件に関してはFig.3におけるラウドスピーカ4から一定音圧レベルの聴覚

\*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  
§東北学院大学教養学部

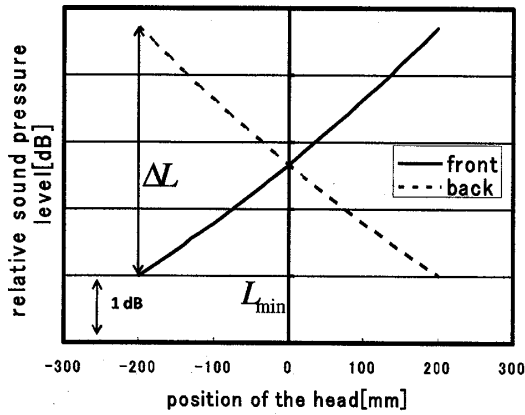


Fig. 2: change of the sound pressure level

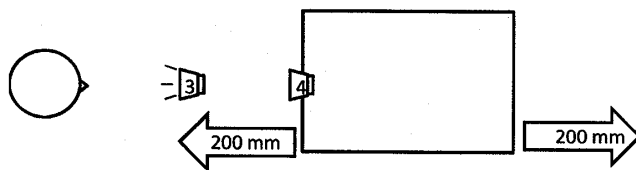


Fig. 3: Experimental set up (sound source movement, front)

刺激が提示された場合に、音源に接近することによって知覚する音圧レベルの変化を予想させた。その後、目隠しをした実験参加者に刺激を提示し、自己運動条件に関してはラウドスピーカ1、音源移動条件に関してはラウドスピーカ3から提示された聴覚刺激の音圧レベル変化幅を、上昇系列のみからなる極限法により測定した。すなわち、音圧レベル変化幅を徐々に大きくし、実験参加者が、提示された聴覚刺激の音圧レベル変化幅が予想した音圧レベル変化幅よりも大きいと判断した時点で実験を終了し、Point of Subjective Equality (PSE) を算出した。背面接近条件に関しても同様に行った。

### 3 結果・考察

提示した聴覚刺激の音圧レベルの最小値と最大値の差  $\Delta L$  に着目し、実験結果をまとめた。Fig.4には、実験参加者が予想と提示した聴覚刺激の音圧レベル変化が一致したと感じた時点における  $\Delta L$  の平均値を示す。得られた結果をもとに、運動体(実験参加者、音源)、音源の位置(前方、後方)、最小音圧レベル(70, 65, 60 dB)の3要因、 $2 \times 2 \times 3$ 水準の分散分析を行った。分散分析の結果、運動体要因にのみ有意差が確認された ( $F(1,60)=21.82, p < .01$ )。

自己運動条件と音源移動条件で、模擬した音源との距離変化は等しかったにも関わらず、運動体要因に関

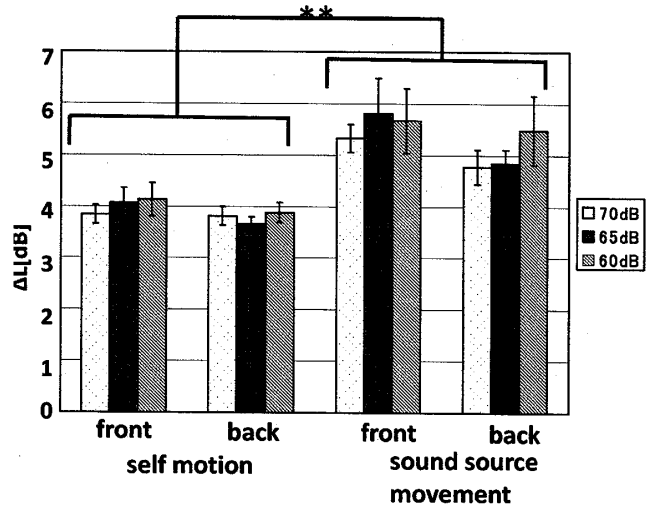


Fig. 4: Result (the mean of  $\Delta L$ )

して、有意差が確認されたことから、実験参加者が運動している場合としていない場合では、聴覚刺激の知覚に違いがあったと言える。すなわち、静止中よりも自己運動の方が音圧レベルの変化を大きく感じたものと考えられる。実験参加者は、自己運動条件では前庭感覚と聴覚の2つの感覚を用いたが、音源移動条件では聴覚単独を用いて情報を得た。このことから、複数の感覚から情報を得るよりも、単独の感覚から情報を得る方が、距離の変化を知覚するために必要な情報の変化量(本実験では、音圧レベル変化幅)が大きいと考えられる。また、一定音圧レベルの聴覚刺激を提示する音源と聴取者の距離が変化する場合、距離の変化が大きいほど、知覚する音圧レベルの変化幅は大きくなる。したがって、実験参加者が運動する場合と音源が運動する場合を比較すると、相対的な距離変化が等しくても、自己運動による距離変化の方が音源との距離変化を大きく感じた可能性があると考えられる。

### 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)の補助による。

### 参考文献

- [1] Daniel C. Zikowitz, 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