

## 床壁天井からの反射がある室内における 直線移動音の音像の動き\*

○ 平原達也, 岡山貴大 (富山県立大学)

### 1 はじめに

静止した音源や移動する音源に対する移動音像の知覚についてはさまざまな報告がなされてきているが、そのほとんどは床壁天井からの反射が無い、もしくは少ない無響室で行われてきたものである。しかし、通常的生活空間は無響ではなく、屋外といえども地面からの反射はあるし、室内では床壁天井や室内にあるさまざまな物体からの反射がある。

本稿では、床壁天井からの反射がある防音室内で直線的に動かしたラウドスピーカから放射した白色雑音を受聴したときの音像の動きと、それらを収録したバイノーラル信号を解析した結果について述べる。

### 2 実験方法

実験はカーペット敷きの床と吸音パネルが貼られた天井と壁を持ち、暗騒音レベル約 24 dB の防音室 (W: 3.2 m, D: 3.5 m, H: 2.3 m) で行った。受聴者は防音室の中心に設置した回転イスに座り、床から受聴者の外耳道入口までの高さは 1.2 m とした。

刺激音は白色雑音で、1 m のアルミ棒の先にとりつけた小型球形ラウドスピーカ (Micro Satellite, Anthony Gallo Acoustics,) から放射した。刺激音の音圧レベルは、真正面にラウドスピーカを置いたときに 64 dB とした。

ラウドスピーカは Fig.1 に示すように受聴者から 1 m あるいは 0.5 m 離れた正面、右側面、背面で、実験者が人力で垂直、水平、斜め 45 度方向に 1 m の距離を 5 秒間で直線的に一往復させた。いずれの移動方向においても、正面では真正面、右側面では外耳道入口の真横、背面では真後ろを通過させた。各条件におけるスピーカの動きはモーションセンサ (Flock of Birds, Ascension Technology) でモニタし、ラウドスピーカが直線的に動いたことを確認した。なお、ラウドスピーカの移動距離は  $1.0 \pm 0.1$  m 以内、移動速度は  $0.4 \pm 0.2$  m/s 以内であった。

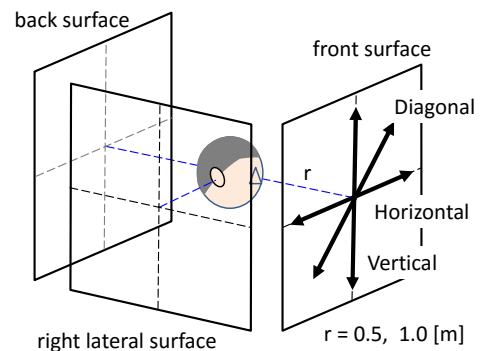


Fig. 1 : ラウドスピーカを動かした 3 面と 3 方向

受聴者は閉眼して刺激音を聴き、刺激音の呈示が終了した後に、音像の動きと距離感を口頭で回答し、実験者がそれを記録した。なお、受聴者には回答項目と音源の移動方向をあらかじめ伝え、受聴者が回答できるまで何度も刺激音を呈示した。受聴者は、健聴で音像定位実験の経験が豊富な 20 歳台の男性 4 名である。

また、受聴者 3 名については耳栓マイクフォンを用いて刺激音をバイノーラル収録した。

### 3 実験結果

#### 3.1 距離 0.5 m の平面上で音源を動かした場合

全ての受聴者は音源を移動させている面と移動方向の違いを正しく回答したが、音像の動きは必ずしも直線的ではなかった。

Fig.2 の上段は正面、中段は右側面、下段は背面で動かした音源に対する音像の動きを描いたものである。同図の左列は垂直方向に動かした音源に対する音像の動き、真ん中の列は水平方向に動かした音源に対する音像の動き、右列は斜め方向に動かした音源に対する音像の動きである。

音源を垂直に動かした場合、全ての面で音像は頭の上部まで真つすぐ動いた後に、頭頂の方へ曲がった。音源を水平に動かした場合、全ての面で音像は頭に沿うように曲がった。音源を斜めに動かした場合、正面と背面では上側で音像は頭に沿うように曲がり、側面では耳より後では水平に、耳の付近では上向に動いた。

\* Sound image movement of a rectilinearly moving sound source in a non-anechoic room, by HIRAHARA Tatsuya, OKAYAMA Takahiro (Toyama Prefectural Univ.)

### 3.2 距離 1 m の平面上で音源を動かした場合

全ての受聴者は、音源を移動させている面と方向を正しく回答した。そして、Fig.3 に示すように、側面で音源を斜め方向の動かしたときを除いて、音像は音源の動きと同じく各方向に直線的に動いた。側面で音源を斜め方向の動かしたときは、移動面まで距離が 0.5 m の場合と同じように、音像は耳より後方で水平に動き、耳の附近では上側に動いた。

全ての受聴者は、音像との距離感は正面よりも背面のほうが大きく、また、すべての条件で、0.5 m と 1 m の条件では、距離の違いがあまり明確ではないと回答した。

### 3.3 刺激音の ILD と ITD

聴取実験で使用した直線移動音を収録したバイノーラル信号から両耳間レベル差 (ILD) と両耳間時間差 (ITD) を算出した。Fig.4 はある受聴者の正面で音源を水平に動かしたときの  $|ILD|$  と  $|ITD|$  である。音源の移動俯角が大きいため、距離 0.5 m の ILD と ITD は距離 1 m の ILD と ITD よりそれぞれ大きい。また、距離 0.5 m で左側にある音源の ILD は右側にある音源よりも 3 dB 大きく、距離 0.5 m で左側にある音源の ITD は右側にある音源よりも 80  $\mu$ s 長い。さらに、距離 0.5 m のほうが音源位置の変化に対する ILD と ITD の変化が大きい。しかしながら、大略的には、いずれの平面においても、音源が動く平面までの距離による ITD と ILD の変化パターンに特異な違いはない。

## 4 考察とまとめ

床壁天井からの反射が少ない体育館で同様の実験を行った場合、側面で斜め方向に音源を移動した場合を除いて、移動面の距離に拠らず、すべての音像の動きと音源の動きとは一致した。したがって、上述した奇妙な音像の動きは室内反射の程度に起因すると推測されるが、防音室内での刺激音の ILD と ITD からは距離 0.5 m の平面上で動かした音源の音像が直線的に動かない理由は判然としない。今後は、音源の移動方法や音像軌跡の記録法を改善するとともに、反射がある環境での音像の方位と距離の判断に用いられている両耳特徴を探る。

### 謝辞

本研究の一部は科研費 (16H01736) による。

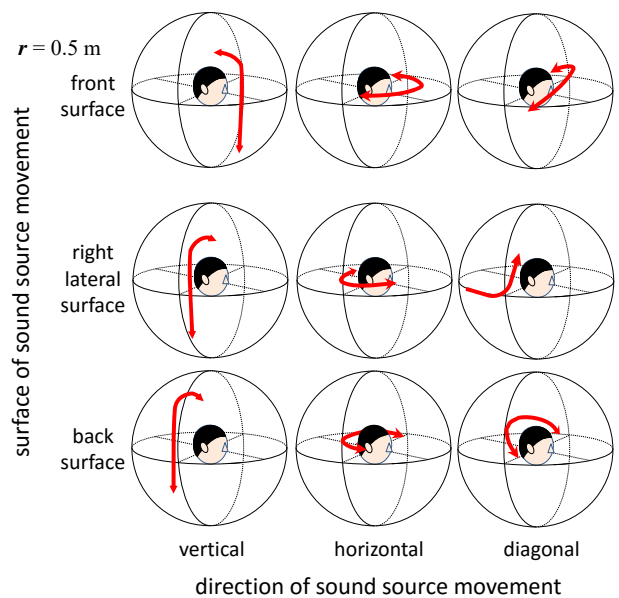


Fig.2 頭部から距離 0.5 m の平面上で動かした音源に対する音像の動き

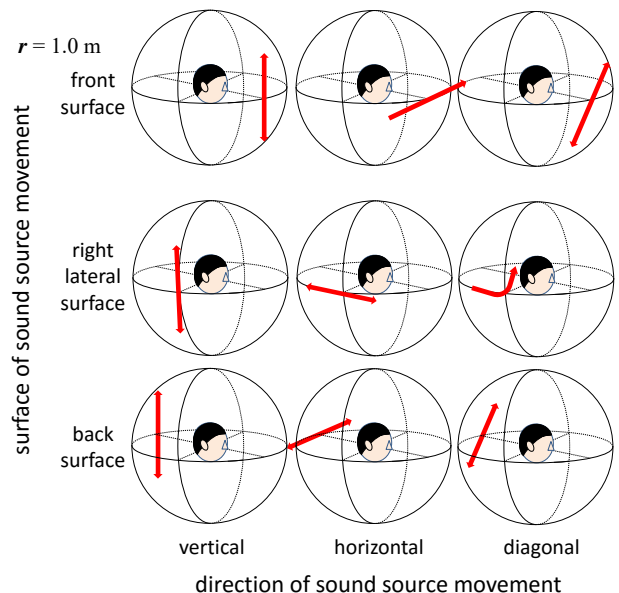


Fig.3 頭部から距離 1.0 m の平面上で動かした音源に対する音像の動き

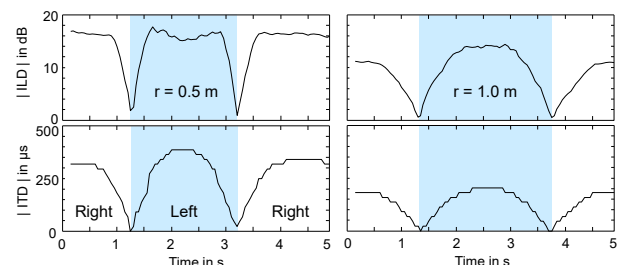


Fig.4 正面で音源を水平に動かしたときの  $|ILD|$  と  $|ITD|$  の変化の一例。左列は頭部から 0.5 m 離れた平面上で音源を右→左→右と 1 m の距離を一往復させたときの  $|ILD|$  と  $|ITD|$ 。右列は頭部から 1.0 m 離れた平面上で音源を右→左→右と 1 m の距離を一往復させたときの  $|ILD|$  と  $|ITD|$ 。