

## 3. 音源の方向知覚に関する研究

静岡県立沼津西高等学校

1 年 庄司真優 杉山友菜 秋山絢 秋山志織

### 1. はじめに

昨年度まで、先輩方が音源の距離知覚に関する研究を行い、音源までの距離判断では反射音の存在が大きな手がかりになっていることを確認した。また、視覚が音源判断の手助けになっていると考えられることから、次の課題として、アイマスク等で視覚を遮った状態で実験をすることを挙げている。

### 2. 動機・仮説

私たちは、音が来る方向の判断、すなわち音源の方向知覚について興味を持ち、調べてみたいと思った。また昨年度の課題を基に、視覚情報がある前方と、視覚情報のない後方の音源の方向知覚に差が出るのではないかと、聴覚だけに意識を集中させると、後方の音源のほうがより正確に判断できるのではないかとという仮説をたて、先輩方の方法にならって心理・物理実験を行った。

この仮説は、人間と近い場所に目が位置する肉食動物を参考にした。また、肉食動物の視野の大部分は前方を占めていることから、後方に意識が集中し前方よりも音が聞こえやすいと考え、仮説に至った。

先輩方の 2 年間にわたる音源の距離知覚に関する研究は、以下の 4 つの課題を残した。

- ・視界を遮断して実験を行う
- ・スピーカーの数を増やし、誤答率の推移を調べる
- ・反射音のまったくない場所を探し、そこで実験を行う
- ・性能のよいスピーカーを使用して実験を行う

私たちは、このうち視界を遮断する実験を行い、アイマスクで視界を遮断するのではなく、後方を向くことにより視界を遮断した。

### 3. 実験方法

本研究に先入観を持たない者を実験の被験者とする。

円の中央に被験者を置き、円周上に  $30^\circ$  間隔にスピーカーを置く。

音の受け止め方を変えないために、被験者の顔は動かさずに実験をする。

- |       |                         |
|-------|-------------------------|
| 実験Ⅰ—1 | 円の半径を 2 メートルとし、正誤を言わない。 |
| 実験Ⅰ—2 | 円の半径を 1 メートルとし、正誤を言わない。 |
| 実験Ⅱ—1 | 円の半径を 2 メートルとし、正誤を言う。   |
| 実験Ⅱ—2 | 円の半径を 1 メートルとし、正誤を言う。   |

- ・スピーカーは、被験者が正面を向いたときの左手側から１、２、３、４、５と番号を付け、スイッチボックスのボタンを押して、音を出す。
- ・被験者一人につき、前５回、後ろ５回、計１０回の音を提示し、音が鳴っていると思ったスピーカー番号を、一回毎に答えてもらう。
- ・この実験は室内で行い、窓・カーテンを閉めて行った。
- ・スピーカーの音は８１．５dB（一番小さいスピーカーに合わせた）とした。
- ・振動数を４００Hz（人間が日常会話で用いている振動数に似ているため）とした。

## ４． 実験結果

結果は以下の表のようになった。

実験Ⅰ－１前 ２m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  |      |
| 2  |  | 3    |
| 3  |  |      |
| 4  |  | 1    |
| 5  |  | 1    |

対象者：２９人  
合計誤答回数：５回

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 4  | 2  | 1    |
| 2  | 5  | 1    |
| 2  | 1  | 2    |
| 5  | 4  | 1    |
|    |    |      |

実験Ⅰ－１後 ２m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  | 5    |
| 2  |  | 9    |
| 3  |  | 4    |
| 4  |  | 4    |
| 5  |  | 3    |

対象者：２９人  
合計誤答回数：２５

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 5  | 4  | 3    |
| 2  | 1  | 8    |
| 4  | 5  | 4    |
| 3  | 4  | 1    |
| 1  | 2  | 5    |
| 3  | 2  | 3    |
| 2  | 3  | 1    |

実験Ⅰ－２前 １m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  | 1    |
| 2  |  | 2    |
| 3  |  |      |
| 4  |  |      |
| 5  |  | 1    |

対象者：２１人  
合計誤答回数：４回

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 5  | 1  | 1    |
| 1  | 5  | 1    |
| 2  | 1  | 2    |
|    |    |      |
|    |    |      |

実験Ⅰ－２後 １m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  | 1    |
| 2  |  | 6    |
| 3  |  | 1    |
| 4  |  | 7    |
| 5  |  |      |

対象者：２１人  
合計誤答回数：１５

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 2  | 1  | 3    |
| 4  | 5  | 6    |
| 3  | 2  | 1    |
| 1  | 2  | 1    |
| 2  | 3  | 3    |
| 4  | 3  | 1    |

実験Ⅱ－１前 2 m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  |      |
| 2  |  | 1    |
| 3  |  |      |
| 4  |  | 3    |
| 5  |  |      |

対象者：29人  
合計誤答回数：4回

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 4  | 3  | 2    |
| 4  | 5  | 1    |
| 2  | 1  | 1    |
|    |    |      |
|    |    |      |

実験Ⅱ－１後 2 m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  | 8    |
| 2  |  | 3    |
| 3  |  | 2    |
| 4  |  | 4    |
| 5  |  |      |

対象者：29人  
合計誤答回数：17

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 1  | 2  | 8    |
| 3  | 2  | 2    |
| 4  | 5  | 4    |
| 2  | 1  | 2    |
| 2  | 3  | 1    |

実験Ⅱ－２前 1 m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  |      |
| 2  |  | 1    |
| 3  |  |      |
| 4  |  |      |
| 5  |  |      |

対象者：21人  
誤答回数：1回

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 2  | 4  | 1    |
|    |    |      |
|    |    |      |
|    |    |      |
|    |    |      |

実験Ⅱ－２後 1 m

| 番号 |  | 誤答回数 |
|----|--|------|
| 1  |  | 2    |
| 2  |  | 6    |
| 3  |  | 1    |
| 4  |  | 5    |
| 5  |  | 1    |

対象者：21人  
誤答回数：15回

| 正解 | 回答 | 誤答回数 |
|----|----|------|
| 4  | 3  | 2    |
| 4  | 5  | 3    |
| 2  | 3  | 2    |
| 1  | 2  | 2    |
| 2  | 1  | 4    |
| 3  | 2  | 1    |
| 5  | 4  | 1    |

表から見てわかるように被験者の間違えた数やスピーカー番号にもばらつきがある。後方に意識が集中することから前方よりも音が聞こえやすいと考えたが、前方よりも後方の誤答率のほうが高かった。これは実験Ⅰ・Ⅱの前方と後方の結果を見比べたとき、どちらにも共通してみられる傾向である。また、答えが違った場合に正答を教えるという実験Ⅱのほうが他の実験に比べて誤答率が低くなった。実験Ⅰ－１と２・実験Ⅱ－１と２を比べるとどちらの実験も２のほうが誤答率は低い。実験Ⅰ－１、Ⅰ－２、Ⅱ－１、Ⅱ－２の前後の結果からわかることは、隣り合ったスピーカーの音を間違えるということ、真正面から聞こえる音は判断しやすいということである。このことは前方の実験から、スピーカー番号１と２の音を判断するときと２と３の音を判断するときを比べると、２と３の音を判断するときのほうが、誤答率が低い結果となったからである。

## 5. 考察・結論

実際、前方のほうが後方に比べ誤答率が低かったことから、人間の耳殻が正面を向いていることに関係があると私たちは考えた。

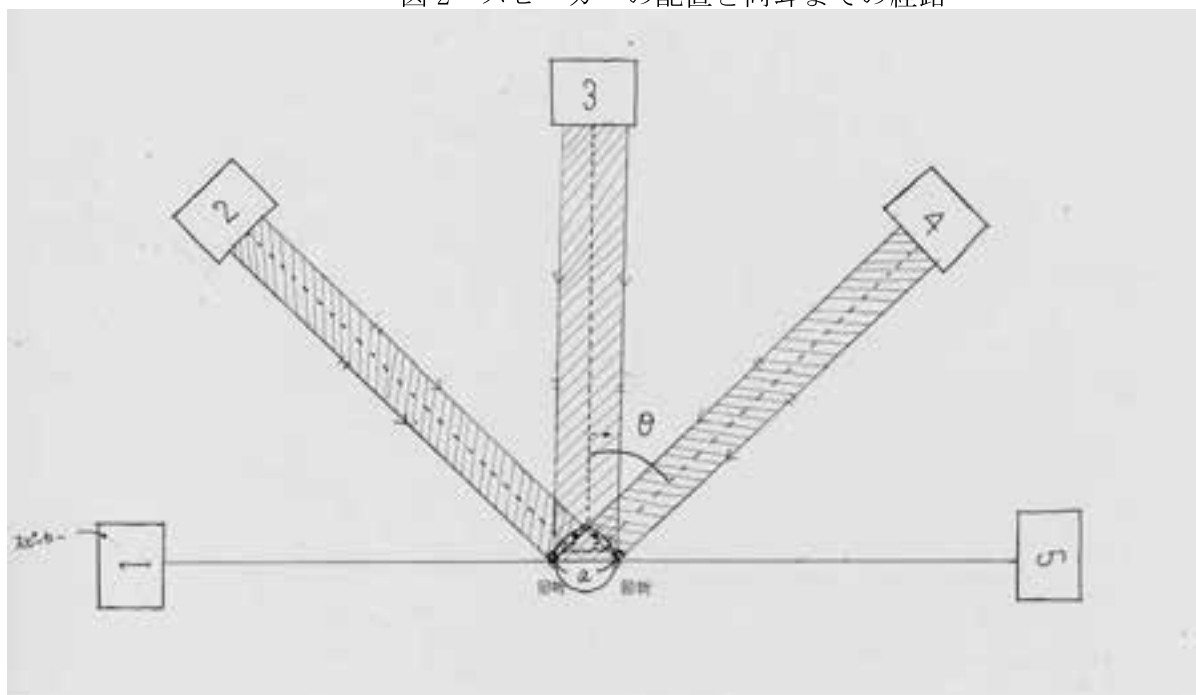
人間は動物のように自由に耳を動かせないため、前方の音のほうが聞き取りやすいということがわかった。しかし、視力が全くない場合は、聴力に神経が集中すると考えた。これは実際に私たちが学校で実施したアイマスク体験を通して感じたことである。

また、実験Ⅱの、正答を教えたほうが誤答は低くなる理由については、脳が音を認識し、学習効果が出たからではないかと考えた。

実験Ⅰ－１と２・実験Ⅱ－１と２を比べるとどちらの実験も２のほうが誤答率は低い。すなわち、１のほうが聞き取りにくい理由については、音の波が空気中などを伝わっていくとき、その距離が遠くなるにつれて次第に波が小さくなることが言える。

隣り合ったスピーカーの音を間違えることが多い理由は、次の図 2, 3 から言える。

図 2 スピーカーの配置と両耳までの経路



両耳間の距離を  $a$  とし、正面のスピーカーを軸とした他のスピーカーとの角度を角度  $\theta$ （角度は変数）とする。正面から角度  $\theta$  の方向では、音源から両耳までの距離の差が  $a \sin \theta$  である。よって、 $\theta$  が大きいほど距離の差が大きくなる。

図 2 より考えられることは以下の通りである。

例えば、右から音が聞こえたとする。このとき、なぜ右から音が聞こえたと判断できるかという、左右の耳で音が聞こえる時間に僅かな差があるからである。その時間差を頼りに、脳が瞬時に判断して右という答えを出したのである。

しかし、正面に近ければ近いほど左右の耳では音が聞こえる時間に差がなくなるので、正面の場合、細かい判断ができなくなるのではないかと考えた。

ここで、耳の形が関係してくる。文献によれば、耳のひだや外耳道入口の突起（耳珠）などの耳の複雑な形に音が反射することで聞こえやすくなり、正面からの音でも判断ができる。また、実際に耳珠がない場合や耳の凹凸をなくした場合では、音の方向判断が難しいということが分かっている。

図2の角度 $\theta$ と、両耳までの経路差 $a \sin \theta$ の関係を表したものを図3とする。

90°と60°間の傾きを①とし、0°と30°間の傾きを②とする。

図3 両耳までの経路差  $a \sin \theta$

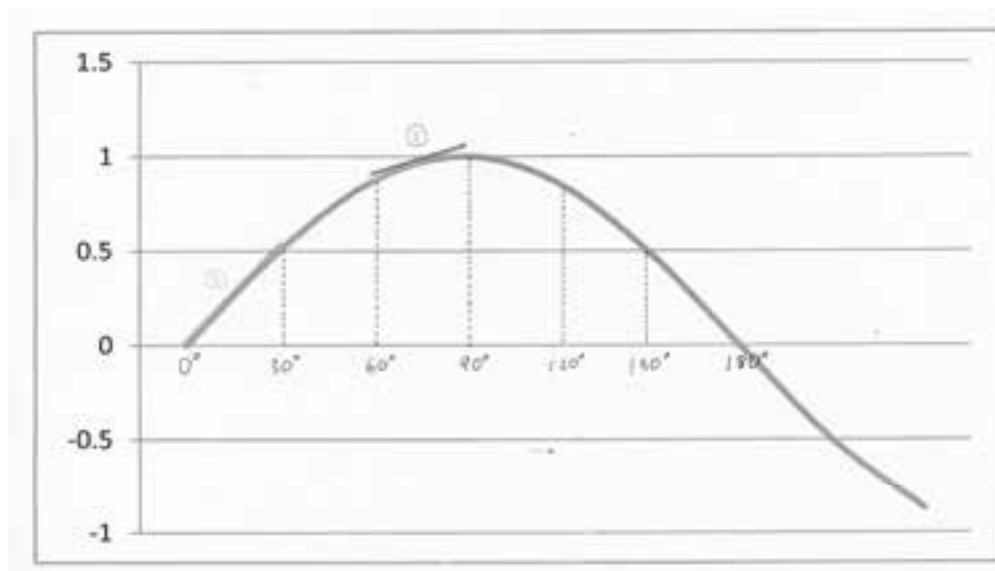


図3より考えられることは以下の通りである。①と②の傾きを比較すると、①の傾きの方が小さいため、隣り合ったスピーカーの音を間違えやすい。

以上のことから、真正面 $\theta = 0^\circ$ 以外では、隣り合ったスピーカーの音を間違えることが多いという結論が出た。

## 6. 今後の課題

今後の課題を以下の三点とする。

- ・視覚遮断して実験を行う
- ・スピーカーとスピーカーの間の角度を狭めて実験を行う
- ・音速が空気中とは大きく異なる水中で実験を行う

## 7. 参考文献

<http://www.kaiteki-eye.jp/qa/128/>

<http://www.komazawa-namba-ganka.com/usagi.htm>

完全図解 からだのしくみ全書 高橋健一 東陽出版