

K-25

人工耳介による音源定位の向上

Artificial pinnae improve sound source localization

内藤誠一郎†
Seiichiro Naito

鈴木達矢‡
Tatsuya Suzuki

1. まえがき

ヒトは聞こえにくいとき、自然に耳介に手のひらを添え、よく聞こうとする。この効果を簡単な人工耳介をもとに音源定位の観点から評価する。具体的にどれほどの定量的効果があるか、また被験者個人ごとにいかほどの能力差があるか、特に音楽経験実力などの影響の有無など検討する。オーディオ機器関連、補聴器に代表される福祉機器の基礎技術として、音源定位の研究は重要な基礎研究である。特にマルチメディア、仮想現実の一環としてIT分野への展開の可能性が期待できる。本研究は、無響室ではない普通の空間で実施したので、ヒトの定位能力の絶対的精密な評価とはいえないが、人工耳介の改善効果は比較値として評価できる。

2. 実験方法

人工耳介

紙(ダンボール)製で直径8センチ、深さ5センチの円錐形の構造とし、被験者が自身の耳介の後ろに当てることにより、約5センチほど耳介が拡大された効果をもたせることができる。ただし受聴中被験者は人工耳介を手で保持している。

刺激音源

1KHz ピアノ音に近い音色で約0.5秒で繰り返される断続的な連続音。音圧は65.8dB。

受聴環境

事務室環境に近い8×5×3(メートル)の実験室で側壁には簡易吸音版を設置している。音源および被験者の耳の位置は床から90センチとし、音源からの受聴距離は2メートルである。

実験1：正面水平方向定位改善効果

対照実験

被験者は人工耳介をつけず、自然耳のまま左右に並ぶ2音源の中央に向かい、合図の後開始される刺激音源が左右のいずれから発信されたものか判断する。実験手順は、最初は2音源の距離を最小にして実験を開始する。本実験設定における音源の最小距離では判断は困難である。被験者が判断できないことを確認した後、刺激音を停止し、少し距離を離れた後同様の手順を繰り返し被験者に判断をもとめる。被験者は「定位できた」と自身で判断したとき左右のどちらかを実験者に告げる。このとき被験者の判断は正解とは限らず一般にチャンスレベルをやや上回った正答率となる。以上を1試行とし、被験者A, B, C(22歳大学生)の3名についてそれぞれ5試行実験した。被験者が正否にかかわらず判断を下した音源間距離とそのときの正答率の平均を求めた。

人工耳介の実験

上記対照実験と同じ内容を被験者に人工耳介を装着させて同様におこなう。

実験2：正面垂直方向定位改善効果

実験1と同様の対照実験と人工耳介の実験を、2音源を垂直方向に配置しておこなう。

3. 実験結果

Fig1.に実験1による人工耳介の水平方向定位における効果をしめす。左グラフは3名の被験者それぞれが正否にかかわらず定位できたと判断した2音源の距離である。右グラフは同様に3被験者の正答率である。同様にFig2.に実験2による人工耳介の垂直方向定位に対する効果を示す。

4. 人工耳介の効果および考察

人工耳介の効果

水平方向で平均約2.3センチ、垂直方向で約2.2センチ短い距離で、被験者は定位できたと判断していると評価できる。また正統率では、水平方向は変わらなかったが、垂直方向では改善されている。被験者間で絶対的な定位能力には大きな差があるが、改善効果は3被験者ともほぼ同様である。

被験者間の差異

被験者Cは判断した距離も短く正答率も高いのに比較し、被験者Bは判断できた距離はCの倍以上におよび、しかも正答率はチャンスレベルであり事実上定位できていない。実は被験者Cは日ごろより音楽に興味をもっている。音楽の実力が音源定位能力に影響を及ぼすこととして興味深い。

被験者内の安定性

被験者間では大きな能力差があるが、被験者内の各試行のばらつきは極めて小さい。たとえば実験1における自然耳での被験者Cの分散は0.42センチにすぎない。有意性の判定は本実験ではできないが、改善効果2.3センチは十分意味あるものと予想できる。

水平と垂直方向の差異

一般に垂直方向がより定位困難と思われるが、本実験では水平方向と大きな差は得られなかった。しかし、不安定な被験者Bを除くと改善効果は小さいともいえる。また水平方向で好成绩であった被験者Cは垂直方向では成績は悪化した。本人の内観では「普段左右の音を頻繁に聞いているせいか、上下方向からの音の判別は、左右方向よりも劣るのかもしれない」とあった。また垂直方向に関する実験では床からの反射音が少なからず影響をもつと考えているが、定位を容易にしたか困難にしたか定かではない。

定位と弁別

2メートルの受聴距離にたいして、10センチの音源間距離は約2.9度程度にあたる。ヒトは理想的な環境であれば1

† 東海大学工学部電気工学科

度程度の弁別能力を持つことが知られているが、本実験では無響室ではなく通常の室内環境であるので直接比較はできない。また刺激音は片側からのみ発信され、左右聞き比べられないので実験方法の差異も大きい。

人工耳介の形状、手の効果

本研究で用いた人工耳介は紙製の単純な形状ものにとどまっているが、本来耳介形状は正確に設計されるべき重要な要素である。また受聴中被験者は手で人工耳介をささえていたので、実験結果に手の影響も含まれている。

視覚効果

本実験設定では音源（スピーカ）を視覚的に隠すことをしなかった。したがって被験者の自身の経験に基づく自己能力の思い込みによる恣意的な判断が行われたおそれもある。

5. 結論

約 5 センチ耳介を大きくする簡単な人工耳介により、少なくとも全被験者に小さいながら音源定位能力の改善がみられた。本実験では統計的に有意な結論は得られないが、被験者ごとに評価すると十分有意な効果になると予想される。水平方向と垂直方向で顕著な差はなかった。本実験は正面 1 点について検討したが、全方向について効果を確認する必要がある。また音源の性質等による差異も精細に分析しなければならない。簡単な人工耳介を用いたが、やはり聞こえにくいときに耳介に手のひらをそえてよく聞くのは理にかなっていることが定量的に評価できた。マルチメディア情報の効果的取得、また福祉的な目的で耳介に人工的な物理的補足を加える、あるいは同等な情報処理を行うことにより、ヒトの聴覚能力をより効率化できる可能性をあらためて示すことができた。

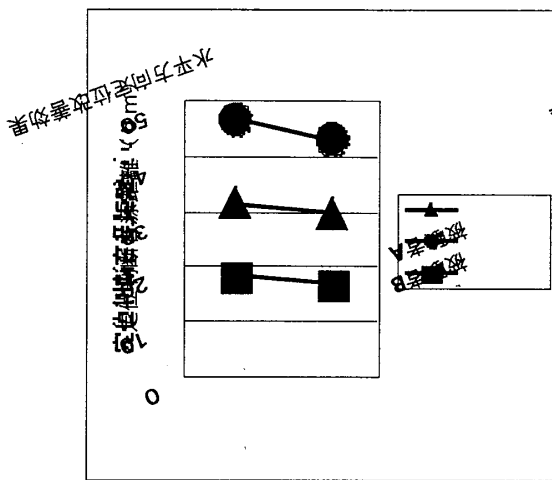
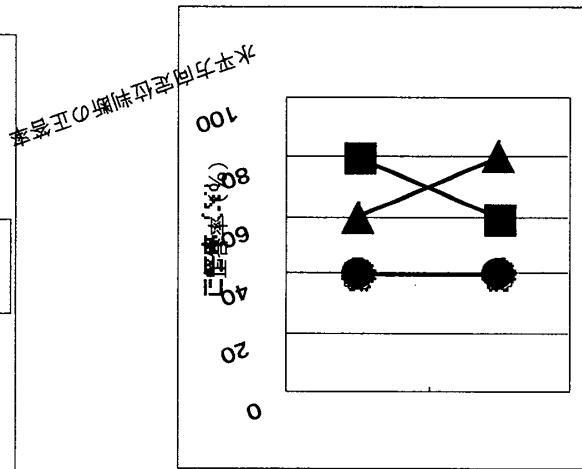


Fig1.



水平方向定位改善効果

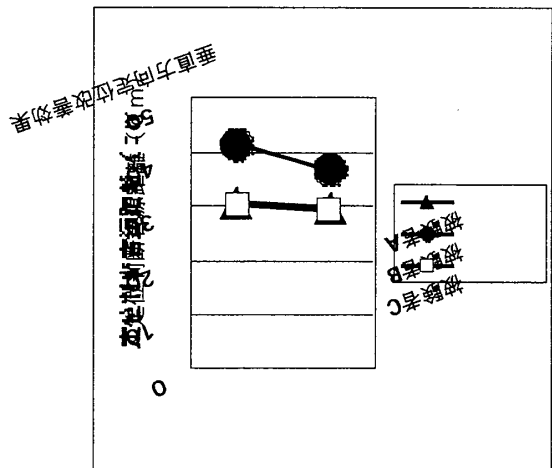


Fig2. 垂直方向定位改善効果

