

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 30 日現在

機関番号：25301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300212

研究課題名(和文) 障害程度及び受障時期別にみた視覚障害者の音源定位能の検討と移動支援装置への応用

研究課題名(英文) The study of Sound Localizability Examined as a Function of Degree and Time of Onset of Visual Impairment and Application of the Results to Assistive Devices for Orientation and Mobility

研究代表者

田内 雅規 (Tauchi, Masaki)

岡山県立大学・保健福祉学部・教授

研究者番号：00075425

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,500,000円、(間接経費) 3,150,000円

研究成果の概要(和文)：視覚が障害されると聴覚や触覚が視覚を代行するが、聴覚単独による行動パフォーマンスの実態は必ずしも良く把握されていない。本研究では、視覚障害者等の音源定位を検討した。一つはロービジョン者の音源定位が全盲者より低いことから、訓練でスキル向上が可能か、また可能であれば、それが維持できるかという問題である。もう一つは音源定位に対する外乱(周囲雑音)の影響評価である。前者では、短時間のフィードバック訓練で全盲者並みの音源定位能が確立できたが、訓練を断つと数か月で消滅した。後者では、目標音源に向かって移動する際、雑音源があるとその反対側に定位する傾向があり、移動軌跡もそれに合致していた。

研究成果の概要(英文)：When visual function is impaired, tactile and auditory senses work as visual substitution. The reality about what is the behavioral performance being done by audition alone is not clear yet. In this study, we investigated two aspects of the sound localization of the visually impaired. Since low vision person's sound localization is lower than totally blind, one will ask whether improvement in the skill by training is possible and whether it is maintainable or not. The other is a disturbance of sound localization to the target sound by other sound. In the former experiment, it was found that sound localizing skill of the sighted subjects increased by doing feedback training of a short period, but it disappeared within a few months when training was severed. In the latter experiment, it was found that when participants were exposed to the extra sound together with a target sound, they showed a tendency to indicate the location of target sound toward the opposite side of the extra sound.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学

キーワード：音源定位 エコロケーション 全盲 ロービジョン 移動 O&M 音響信号機

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者にとって残存感覚である聴覚や触覚の利用は必須であるが、各種の感覚からの情報を統合して環境認知を行う健常者とは異なり、視覚情報なしで残存感覚が使われた場合の効果について、その限界や可能性についてよく知られていないのが現状である。視覚障害者の聴覚機能に関しては、触覚と共に重要な視覚代行感覚として使われることが知られている。聴覚に関しては、特に音源定位や距離知覚が環境の把握に有効と考えられているが、それがどの位正確に行われるのか明らかではない。特に音源定位の精度と障害の程度や受障時期との関係、音源定位の外乱、すなわち標的音源以外の音源の共存がどの様な影響を及ぼすのかがよく知られていない。この様な障害による聴覚知覚特性の把握は、支援の方策を考える上で極めて重要となる。我々の研究によって、音源定位能はロービジョン者において全盲者に比べ低く、晴眼者の音源知覚の水準にあることが明らかになった。この様な知見が得られている中で、障害の状況に関わらず有効な情報提示が求められている現状である。

2. 研究の目的

研究テーマ I 音源定位に及ぼす訓練効果とその消長に関する検討

聴覚による音源定位は、視覚情報を用いることができない視覚障害者にとり、触覚による環境認知と同様に日常生活を円滑に送るための視覚代行機能として非常に重要である。しかし、視覚障害者の大部分は一定の残存視力を有するロービジョン者であり、ロービジョン者の場合は音源定位能力が全盲者ばかりでなく、晴眼者をも下回ることが我々の研究によって明らかにされた。そこで本研究では、音源定位能がロービジョン者とほぼ同水準である晴眼者を被験者として、訓練によって音源定位能力を向上させることが可能であるかどうか、また可能であればその効果は維持されるかどうかについて検討を行った。

研究テーマ II 左右耳のマスクング差が方向定位に及ぼす影響

視覚情報を得ることができない状況下の歩行特性として、偏軌傾向の存在が知られている。これは、直進歩行を試みても実際の歩

行軌跡が左右どちらかに曲がってしまうことを指す。周囲音による左右の耳における音圧差(以下、マスクング差)が偏軌の原因との仮説のもと、それを実験的に検証した。

3. 研究の方法

研究テーマ I 音源定位に及ぼす訓練効果とその消長に関する検討

被験者は、聴覚に異常のないことを自己申告により確認した晴眼者 15 名とした。晴眼者の選択は音源定位能がロービジョン者とほぼ同等であるためである。音源定位のためのセットアップは、9 台のスピーカを被験者の正面(0°)と左右(80°)まで 20 度ずつ離して半無響暗室に設置した。被験者の前方には音源の指示方向を読み取るための、分度器板を水平に設置した。被験者はフィードバックを与える訓練群(FB 訓練あり群)、フィードバックを与えない訓練群(FB 訓練なし群)、訓練を行わない群(コントロール群)の 3 群に分けた(各 5 名)。フィードバックは、分度器上に置かれた音源指示指が正しい音源位置からずれていた場合、それを正しい位置に戻すことで誤差情報を与えることで行った。各群に対し訓練開始前の評価と 1 日 1 回 5 日間の訓練を実施した後に評価した。各群及びスピーカ角度毎に訓練後の絶対誤差角度から訓練前の絶対誤差角度を差し引いた値を求め、学習効果の指標とした。ゼロで効果なし、負の値が大きくなるほど効果ありとしたフィードバック訓練後の音源定位能の変遷を見るために、訓練後 10 日と 20 日に通常時のフィードバックなしの音源定位能を計測した。

研究テーマ II 左右耳のマスクング差が方向定位に及ぼす影響

晴眼者(目隠し)と単独行動に慣れた視覚障害者を実験参加者として、歩行実験と静止立位での音源定位実験を行った。両実験とも同じ防音半無響室(10.50×4.37m)で行い、左右の耳のマスクング差の異なる 3 つの実験条件を設定した。それらは、(1) 周囲音なし条件: マスクング差のない条件、(2) スピーカ条件: 側方のスピーカ(SP)から周囲音を出力し、場所によってマスクング差の変化する条件、(3) イヤホン条件: イヤホンを片耳のみに装着し、十分大きな音圧で音(周囲音)を与え、場所によってマスクング差の変化しない条件とした。歩行実験では各条件下で前

方の誘導音に向かって直進歩行することを求めた。音源定位実験では室内にいくつか測定点を設定し、そこで前方の誘導音の方向を指示するよう求めた。

4. 研究成果

研究テーマ I 音源定位に及ぼす訓練効果とその消長に関する検討

図 1 に FB 訓練なし群と FB 訓練あり群の結果の比較を示した。FB が無い場合、誤差の絶対値の差分は小さくゼロの範囲にあると考えられた。一方 FB 訓練あり群では、平均値は -7.3 ± 4.8 度 $\sim -3.2 \pm 2.5$ 度とゼロ未満であり、訓練後の定位スキルが有意に向上していた。また、特に側方にある音源定位に対する精度の向上がより大きくなっていることが示された。図 2 は 3 名の被験者における、FB 訓練前(5 日前)、訓練直後の定位誤差(訓練後“0 日”)、訓練後 10 日目と 20 日目の定位誤差の平均値を示したものである。定位誤差は訓練後時間が経つにつれて増大し、平均で見て 10 日後では 0 日の 2.3 倍、20 日後では 4.6 倍になっていた。しかし、20 日後においてもなお FB 訓練前の 72% 程度に留まっていた。

本研究から、体性感覚(触覚)を介するフィードバック訓練によって音源定位能が向上することが明らかになった。従来、フィードバックによる学習は仰角定位スキルの向上に寄与するが、水平方向の定位については効果がないとされてきたが、今回の研究結果では、水平方向に置いた音源において FB 訓練を行うことによって訓練効果が表れることが明らかとなった。

比較的短期間で確立された FB 訓練効果の減

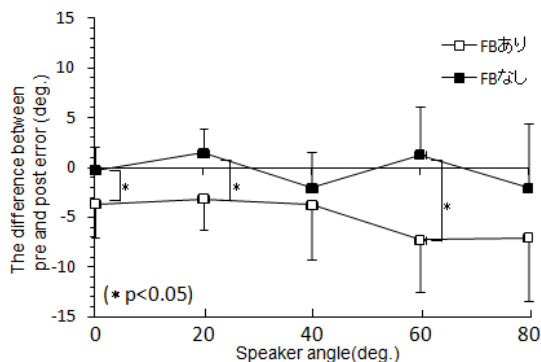


図 1. FB 訓練あり群と FB 訓練なし群における訓練効果の比較

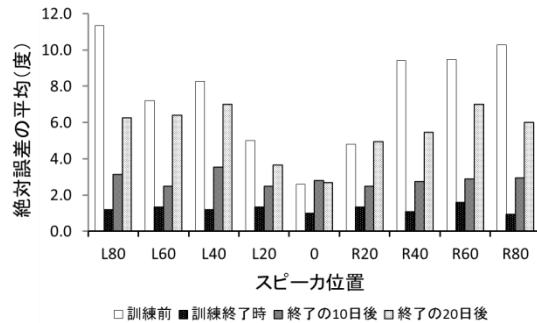


図 2. FB 訓練あり群における訓練後の音源定位能の減少の経過

衰は、効果の確立に比べてやや緩徐に起こり、比較的長く持続するという特性を示した。しかし、一旦高まった音源定位能向上の効果は次第に減少するが、その理由として晴眼者(ロービジョン者)は、実生活で視覚中心の生活を送るため、訓練で音源低能が向上しても、その維持が難しいことが推測される。

研究テーマ II 左右耳のマスクング差が方向定位に及ぼす影響

図 1 は単独行動に慣れた視覚障害参加者による歩行実験(12 名)と音源定位実験(11 名)の両方の実験結果を重ね合わせて示したものである。図中の短い矢印は実験参加者が各位置で指示した誘導音源(図右側スピーカ)の指示角度、長い矢印はその中央値を表す。

マスクング差がない条件(周囲音なし条件、上図)では、どの地点においても比較的正しい方向に誘導音を知覚していた。マスクング差が常に一定の条件(イヤホン条件、下図)では、測定地点によらず常にマスクングの小さい側(イヤホンを装着していない側)に誘導音を知覚した。そのため、歩行軌跡はマスクングの小さい側に偏軌し、誘導音 SP に近づいても正しい方向に向かうことはない。一方、歩行地点によってマスクング差が変化する条件(スピーカ条件、中図)では、マスクング差が大きいと思われる周囲音 SP の近くではマスクングの小さい側に誘導音を知覚した。マスクング差が小さいと考えられる、周囲音 SP から遠く、誘導音 SP から近い地点においては比較的正しい方向に誘導音を知覚した。これらの結果は歩行軌跡の傾向とも

合致しマスキング差が小さい付近では誘導音に向かう軌跡が観察された。以上のことより、左右の耳のマスキング差が誘導音の知覚に強く影響を与え、偏軌が起ることが示唆された。

単独行動に慣れた視覚障害者と目隠しをした晴眼者の比較では、同条件で歩行軌跡、音源定位とも後者パフォーマンスは低かった。慣れにより、マスキング差の影響が緩和されると解される。

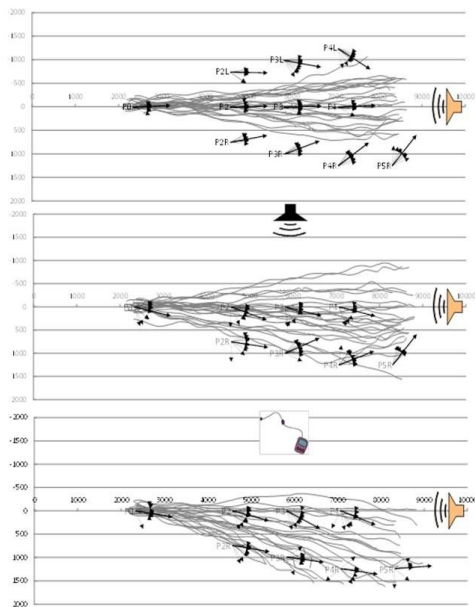


図 1. 異なるマスキング条件における歩行軌跡と音源定位：上から周囲音なし，スピーカ，イヤホンの各条件

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

延原あゆみ, 渡邊千穂, 中村孝文, 田内雅規: フィードバック訓練を用いた音源定位能力の向上とその持続に関する検討, 第 38 回感覚代行シンポジウム論文集, pp.73-76, 2012

A. Nobuhara, M. Tauchi, T. Nakamura, Y. Sawada: The effectiveness of the feedback training to increase the ability of sound localization, Proceedings of the 14th International Mobility Conference IMC14,

on CD, 227-230 2012

M. Tauchi, K. Ogawa, Y. Sawada, T. Nakamura: Effect of listening of intermittent sound at different head positions on the accuracy of sound localization, Proceedings of the 14th International Mobility Conference IMC14 on CD, 231-234 2012

吉岡 慎太郎, 花塚 匠, 田山 悦男, 稲垣 具志, 田内 雅規, 大倉 元宏: 左右の耳のマスキング差と音源定位, 第 39 回感覚代行シンポジウム論文集, pp.57-60, 2013.12.

〔学会発表〕(計 2 件)

— 大倉元宏, 青木良輔, 橋本和広, 碓直史, 稲垣具志, 田内雅規: 「左右の耳のマスキング差が視覚障害者の直進歩行に及ぼす影響」, 交通科学研究資料 (第 48 回日本交通科学協議会総会・学術講演会), 第 53 集, pp.79-82, 2012.6.

— 大倉元宏, 吉岡慎太郎, 田山悦男, 稲垣具志, 田内雅規: 左右の耳のマスキング差と単独行動に慣れた視覚障がい者の音源定位, 人間工学, 第 50 巻, 特別号, pp.302-303, 2014.6.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

田内雅規（岡山県立大学）

研究者番号：00075425

(2)研究分担者

中村孝文（岡山県立大学）

研究者番号：70144061

大倉元宏（成蹊大学）

研究者番号：30119341

(3)連携研究者

（ ）

研究者番号：