

左右の耳のマスクング差が視覚制限下における 方向判断に及ぼす影響

Effect of different masking levels between left and right ears on direction judgment by blindfolded sighted persons

大倉 元宏 (成蹊大学 理工学部)

田内 雅規 (岡山県立大学 大学教育開発センター)

Motohiro OHKURA (Faculty of Science & Technology, Seikei University)

Masaki TAUCHI (The University Center of Education, Okayama Prefectural University)

要旨

視覚障がい固有の歩行特性である、偏軌に関し、左右の耳のマスクング差が信号音の定位に影響し、その結果、偏軌が起こるといふ仮説を立て、それを確かめるための実験を行った。防音半無響の実験室において、左右の耳のマスクング差が異なる条件を設定し、目隠しをした晴眼者に、誘導音源への直進歩行(実験Ⅰ)と14の地点でその音源定位(実験Ⅱ)のパフォーマンスを測定した。実験Ⅰでは、左右の耳に大きなマスクングの差のある場合には歩行軌跡はマスクングの小さい耳の側に偏軌した。マスクングのない条件では特定方向への偏軌は確認されなかった。実験Ⅱでは、左右の耳の間に大きなマスクング差のある場合は誘導音源をマスクングの低い耳側に定位したが、マスクング差が小さくなると正しく定位できる場合があった。マスクングがない条件では比較的正しい方向に定位できた。以上のことは、この仮説の妥当性を示している。

キーワード : 左右の耳のマスクング差、音源定位、偏軌

Abstract

Our previous study revealed that exposure to ambient sound caused blindfolded persons walking toward a target sound source to veer significantly off-course in a direction away from the source. We hypothesized that different masking levels between the left and right ears affected the accuracy of localization of the target sound, resulting in veering. To clarify this hypothesis, two experiments were conducted.

Performance of blindfolded sighted persons walking toward a target sound source (experiment I) and identifying the location of a sound source at fourteen different positions (experiment II) was measured for different masking levels between left and right ears in a sound-proof, semi-anechoic room. In experiment I, when a large difference in masking level was present between their ears, the participants' paths tended to swerve to the side of the ear with a lower masking level. No veering was recorded in the no-masking condition. In experiment II, the location of the sound source was correctly identified in all judgment positions in the no-masking condition. In contrast, when a large

difference in masking level was present between ears, participants tended to identify the location of the sound source towards the side with a lower masking level, relative to its actual position, at all judgment points. However, location identification performance was higher when the masking level was low.

The accuracy of target sound location identification and degree of veering was dependent on the level of masking between the left and right ears of the participants. These findings support our hypothesis.

Key Words : ear masking level, sound localization, veering

1. はじめに

視覚障がい固有の歩行特性として偏軌傾向の存在が知られている（大倉ら，2014）。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。この偏軌傾向が原因で、道路横断時における交差点中央部への迷い込み（Ohkura et al., 1991）や駅プラットフォームからの転落（大倉ら，1995）など、危険な状況に陥ることがある。Guth and LaDuke（1994）が行った文献調査によると、偏軌の原因には、人間の臓器の非対称配置による重心の偏りや利き手、利き足、利き目などの生物力学的要素が関係しているとするもの、人間を含む移動生物体の有する帰巢のための螺旋運動メカニズムが関与しているとするもの等、様々な説が唱えられているが、有力な説明は未だ示されていないとしている。その後 Guth and LaDuke（1995）は、視覚障がい者を対象に、視覚と聴覚を遮断した上で同じ場所で複数回の直進歩行を求めたところ、偏軌において一貫性が認められないという事実を報告した。ここで、もし生物力学的要素や螺旋運動メカニズムが偏軌の要因とするならば、偏軌の方向や度合いは同一人物内で一貫性があることが予想されるが、実際はそのようなことは観察されなかった。つまり、これらの要因のみでは偏軌のメカニズムについて十分な説明はできないことを示した。

一方、Tanaka ら（1988）は、周囲の環境が一定の実験室において単独行動に慣れた視覚障がい者に直進歩行を求めたところ、どの実験参加者も同じ方向に偏軌したことを報告した。偏軌の要因が生物力学的要素や螺旋運動メカニ

ズム以外にあるとすると、すべての実験参加者が同じ聴覚の手がかりを利用し、それにより偏軌が起こったことを暗示させる。また、大倉ら（2006）は、視覚遮断直進歩行時に一側から強度の異なる周囲音（ホワイトノイズ）を暴露したところ、周囲音とは反対方向に偏軌が起き、さらに周囲音の強度が高いほど、偏軌の程度が大きくなったことを報告した。これらのことは、Tanaka ら（1988）と同様に、偏軌の原因として歩行環境における聴覚的要素の影響を示唆する。さらに碓ら（2008）は超指向性スピーカの誘導性に関する実験において、側方から周囲音を暴露した条件下で、超指向性スピーカから発せられる信号音に向かって直進方向を求めたところ、周囲音源とは逆の方向に偏軌する傾向のあることを報告した。加えて、一側が難聴の視覚障害者はそれとは反対側に偏軌しやすいこと（大倉ら，1995）や側方から音を受ける場合、高周波音では両耳に大きな強度差が生じる（Moore, 1989 大串監訳，1994）という知見も存在する。以上のことを踏まえると、左右の耳が受ける周囲音の音圧差によるマスキングの程度の差（以下、マスキング差）が空間の知覚に影響し、マスキングの程度が小さい側への偏軌を引き起こすという仮説が考えられる。本研究の目的はその検証にあり、2つの実験を実施した。実際の場面を想定して、ここでは誘導音に向かう場合を取り扱うこととした。

実験 I では、左右の耳のマスキング差によって偏軌が起こるかどうかを確かめることを目的とした。すなわち、イヤホンを用いて片耳のみに周囲音を暴露し、左右の耳のマスキング差を常に一定に保つ条件と、側方の1本のスピーカ

からイヤホン条件と同じ周囲音を出力し、場所によって左右のマスクング差が変化する、より一般的な条件とを設定し、前方から発せられる誘導音源に向けて視覚遮断下で直進歩行を求めた。ここでもし、両条件での歩行軌跡に類似がみられるなら、左右の耳のマスクング差が偏軌の原因の一つになると考えた。

実験Ⅱでは、実験Ⅰと同じ実験室かつ同じ音響条件下で、実験室内のいくつかの地点で、誘導音源方向の指示を求めた。ここで、各地点での誘導音源方向の判断と歩行軌跡の間に関連があれば、偏軌の原因として左右の耳のマスクング差がさらに有力となる。

2. 実験Ⅰ

2.1. 目的

前述のように、偏軌原因の仮説として、左右の耳のマスクング差をあげた。実験Ⅰではこれを確かめることを目的とした。左右の耳に常に同じマスクング差のある条件とマスクング差の変化する条件において、直進歩行のパフォーマンスを比較した。両者のパフォーマンスに類似があれば、左右の耳のマスクング差と偏軌の間に密接な関連があると考えてよい。

2.2. 方法

2.2.1. 実験参加者：参加者は聴覚に異常のない晴眼者 19 名（男性 17、女性 2）で、内訳は 21～24 歳の大学生 18 名、55 歳の男子大学教員 1 名であった。参加者には普段履き慣れた靴と、アイマスクの着用を求めた。

2.2.2. 実験場の配置：実験場所は成蹊大学 14 号館 2 階の防音半無響室（1050 × 437cm、天

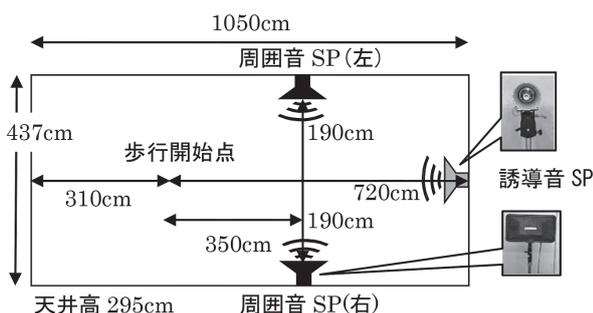


図 1 実験場

井高 295cm：図 1 参照）であった。歩行開始点を短辺の壁の中央部から 310cm の位置に設定した。そこから 720cm 前方に誘導音を出力するスピーカ（以下、誘導音 SP、RUH-5、アシダ音響、図 1 参照）を設置した。周囲音を出力するスピーカ（以下、周囲音 SP、MMS-1SP、BOSE、図 1 参照）を歩行開始点から前方に 350cm、左右に 190cm の位置に設置した。高さは人間の耳を想定し 155cm とした。周囲音にはホワイトノイズ（以下、ノイズ）を使用した。

2.2.3. 実験手続：まず実験参加者に前室において実験の概要を説明し、インフォームドコンセントの取得を行った。次に参加者はアイマスクを着用後、実験室に誘導され十分な歩行練習を行った。その後、参加者を歩行開始点に誘導し、誘導音 SP に正対するように立たせた。この時、誘導音 SP は前方に設置してあるとだけ教示した。準備が整ったら、異なるマスクング条件のもとで誘導音を与え、その方向を後で述べる器具を使って指し示してもらった。その後、誘導音源に向かって歩行することを求めた。誘導音にはバードコール式の音響信号機に使用される「ピヨ音」を使用した。音圧は、ピヨ音の中心周波数である 2500Hz の純音を出力し、これが歩行開始点の高さ 155cm で 60dB (A) になるよう調節した。

マスクング条件として以下の 5 つを設定した。

- (1) コントロール：周囲音を与えない。いわゆる、コントロール条件となる。
- (2) イヤホン左：イヤホンを左耳のみに装着し、十分大きな音圧で周囲音を与える。マスクングの程度差が常に一定の条件である。
- (3) イヤホン右：右耳に周囲音を与える以外は (2) と同じである。
- (4) スピーカ左：左側のスピーカから周囲音を出力する。音圧は歩行開始点の高さ 155cm で 60dB (A) になるように設定した。実験室内の場所によって左右の耳にマスクングの差が異なる、より一般的な条件と考えることができる。
- (5) スピーカ右：右側のスピーカからノイズを出力する以外は (4) と同じである。

以上の5つの実験条件をランダムな順で1回ずつ試行することを1セッションとし、2セッション連続で実施した。以後、スピーカ左と右を総称してスピーカ条件、イヤホン左と右を総称してイヤホン条件とよぶ。

2.2.4. 測定記録項目：

- (1) 誘導音源の方向：回転する円形分度器（半径16cm）上に凸状の鋭角二等辺三角形を配した方向指示器を歩行開始点に立った実験参加者の前の机の上に設置し（高さ84cm）、誘導音が聞こえる方向を鋭角の先端で指し示してもらった。その時の正しい音源方向（0°）とのなす角度を記録した。歩行開始点からみて、正しい音源方向より左側を負、右側を正で表すこととした。
- (2) 歩行軌跡：歩行軌跡の測定には、赤外線を利用したOPTOTRAK certus（Northern Digital Inc.）を使用した。時間分解能は1/30秒、空間分解能は約3mmであった。
- (3) 偏軌角：歩行軌跡における偏軌度合の定量的な分析を行うために、偏軌角という指標を定義し、算出した。偏軌角とは、それぞれの歩行軌跡を、歩行開始点を通る直線に回帰し、その直線と期待される直線（0°）とのなす角を指す。角度の正負は誘導音源と同様とした。
- (4) 主観的応答：1試行ごとに誘導音源に近づ

けたかの自信度を5段階の評点（5：近づけた、4：まあまあ近づけた、3：どちらとも言えない、2：あまり近づけなかった、1：近づけなかった）でたずねた。全試行終了後、歩行における周囲音の影響について自由意見も求めた。

2.3. 結果

2.3.1. 誘導音源方向：図2は5つのマスキング条件における誘導音源方向の平均値と標準偏差を示したものである。コントロール、イヤホン右、左についてマスキング条件を要因とする一元の分散分析を行った結果、有意な影響がみられた（ $F(2,111) = 13.950, p < 0.01$ ）。そこで多重比較（Fisherの方法）を行ったところ、コントロールとイヤホン右（ $p < 0.05$ ）および左（ $p < 0.01$ ）の間、イヤホン右と左（ $p < 0.01$ ）の間に有意な差がみられた。スピーカ条件においても同様の結果が得られた（ $F(2,111) = 17.356$ 、分散分析・多重比較とも全て $p < 0.01$ ）。イヤホン条件、スピーカ条件とも誘導音源の位置が周囲音源の反対側にずれて定位されていた。

2.3.2. 歩行軌跡：図3は参加者19人×2試行分のコントロール、イヤホン条件、スピーカ条件の歩行軌跡である。図3は歩行軌跡測定器

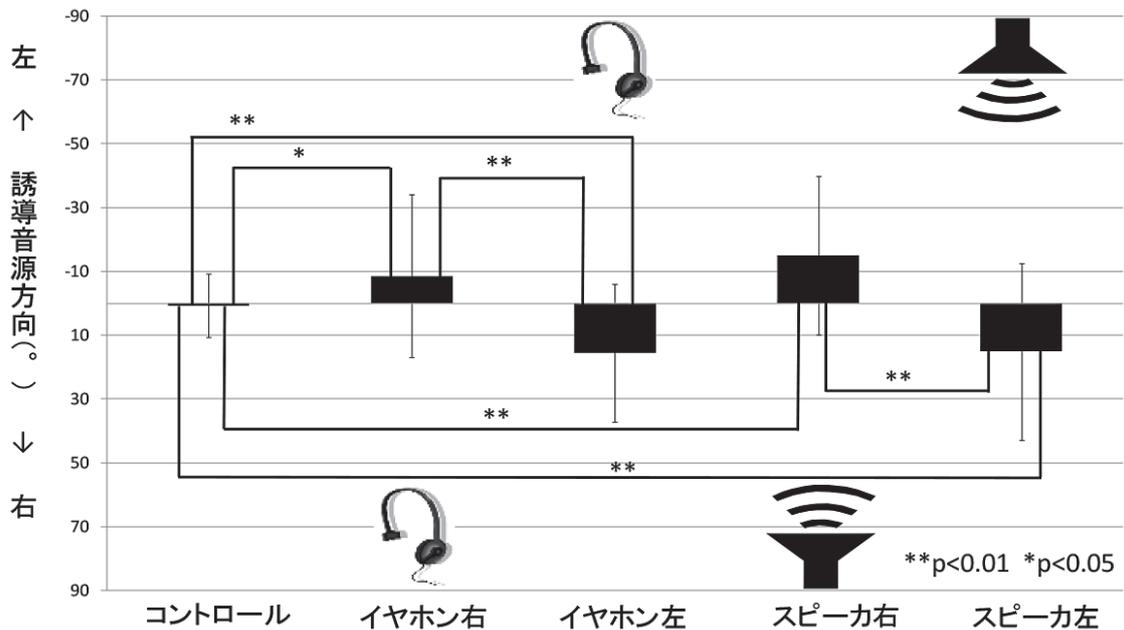


図2 誘導音源の指示角度

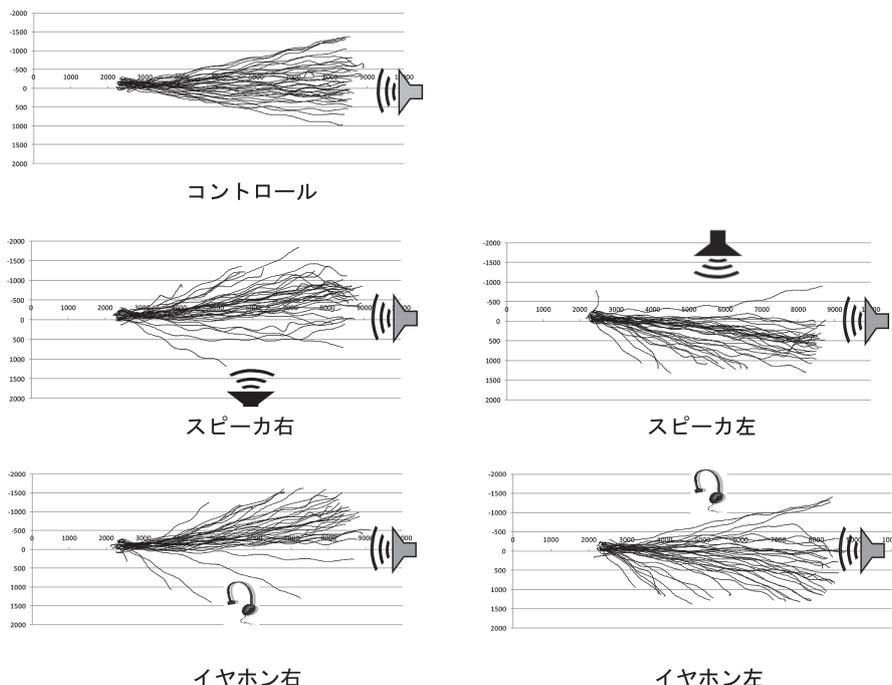


図3 5つのマスキング条件における歩行軌跡

の座標系（単位 mm）に基づいて作図したため、歩行開始点は図1とは異なっている。コントロール条件の歩行軌跡には変位距離でいうと左右1～1.5m程度の広がりがあるものの、期待される直線を中心軸としてほぼ左右対称の形を呈した。

スピーカ条件の歩行軌跡では、周囲音源の反対方向（耳におけるマスキングの低い側）への偏軌が数多く観察された。しかしながら、周囲音源を通過したあたりから、向きを変えて誘導音源方向に向かう軌跡が確認された。また、周囲音源側（マスキングの高い側）に偏軌する軌跡も何本かみられた。

イヤホン条件の歩行軌跡でも、スピーカ条件と同じようにイヤホンを装着していない側（マスキングの低い側）への偏軌が数多く観察された。また、スピーカ条件と同様、イヤホンを装着した側（マスキングの高い側）への偏軌も何本か存在した。ただし、スピーカ条件のように、途中で向きを変えて誘導音源に向かう軌跡はほとんど認められなかった。

2.3.3. 偏軌角：図4は5つのマスキング条件における偏軌角の平均値と標準偏差を示したものである。コントロール、イヤホン右、左にお

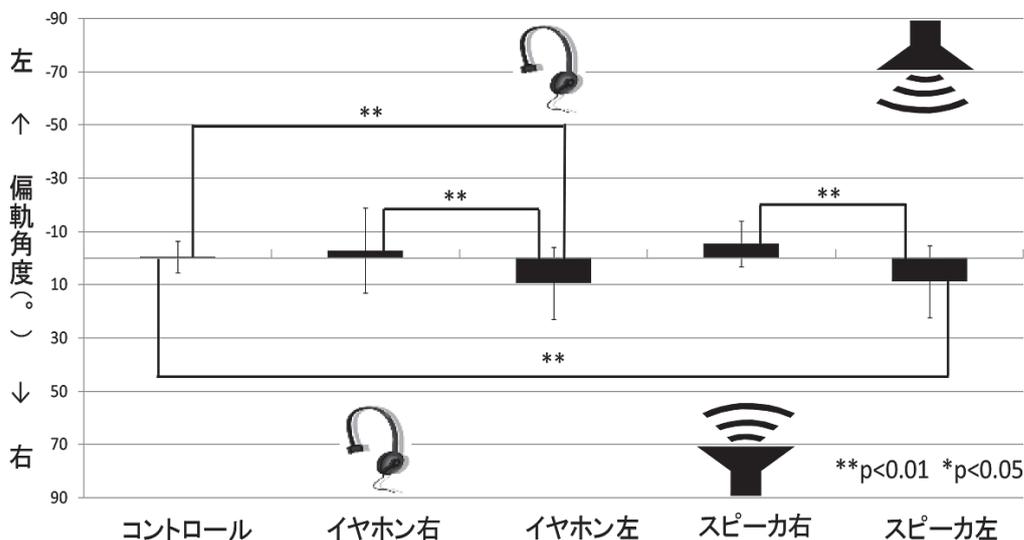


図4 5つのマスキング条件における偏軌角

いてマスク条件を要因とする一元の分散分析を行った結果、有意な影響がみられた ($F(2,111) = 10.196, p < 0.01$)。そこで多重比較を行ったところコントロールとイヤホン左 ($p < 0.01$) の間、イヤホン右と左 ($p < 0.01$) の間に有意な差がみられた。スピーカ条件においても同様であった ($F = (2,111) = 19.608$ 、分散分析・多重比較とも全て $p < 0.01$)。コントロールとイヤホン右及びスピーカ右の間には統計的な有意差はみられなかったものの、イヤホン条件、スピーカ条件ともに周囲音源の反対側に偏軌する傾向が偏軌角からも裏付けられた。

2.3.4. 主観的応答：図5は5つのマスク条件における自信度の平均値と標準偏差を示したものである。コントロール、イヤホン右、左においてマスク条件を要因とする一元の分散分析を行った結果、有意な影響がみられた ($F(2,111) = 31.029, p < 0.01$)。そこで多重比較を行ったところ、コントロールとイヤホン右 ($p < 0.01$) および左 ($p < 0.01$) の間に有意な差があった。スピーカ条件でも同様であった ($F(2,111) = 44.167$ 、分散分析・多重比較とも全て $p < 0.01$)。イヤホン条件、スピーカ条件ともコントロール条件に比べ同じように自信度が低い結果であった。

自由意見では、「スピーカ条件において、ある地点を通り過ぎると誘導音源の位置が急激に変わる」という興味あるコメントが得られた。

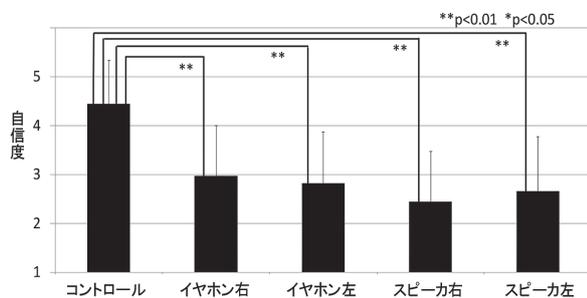


図5 5つのマスク条件における自信度

2.3.5. 誘導音源方向と偏軌角：図6はコントロール条件を除く4つのマスク条件において、参加者によって指示された歩行開始点における誘導音源方向と偏軌角との関連を調べたも

のである。相関係数はイヤホン左右、スピーカ左右でそれぞれ約 0.60、0.83、0.66、0.68 となり、全て有意であった ($N=38, p < 0.01$)。イヤホン条件、スピーカ条件とも、誘導音源方向と偏軌角との間に正の相関が認められた。

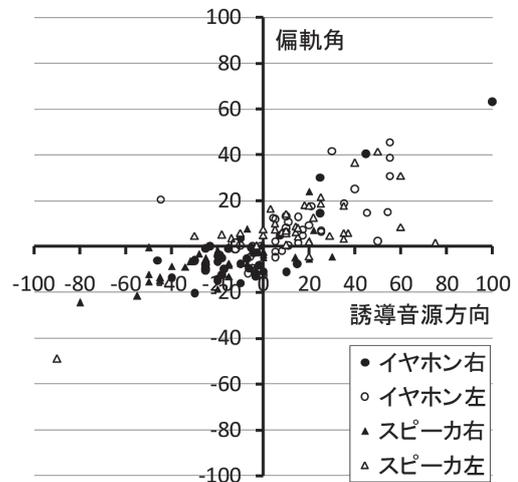


図6 4つのマスク条件における誘導音源の指示角度と偏軌角

2.4. 考察

スピーカ条件とイヤホン条件における実験参加者の歩行パフォーマンスが類似していることから、左右の耳のマスクの程度差が偏軌の原因になり得ると考えてよい。すなわち、その影響で誘導音源が実際よりも周囲音源の反対側、言い換えると、マスクの程度の低い耳側に定位され、それに向かうために必然的に周囲音源の反対側に偏軌した。

スピーカ条件での歩行において、周囲音源と反対側に偏軌していたものの、その音源を通過した辺りから、誘導音源に向かう軌跡がみられた。発泡スチロール製のダミーヘッドと2台の騒音計を使用した簡易測定では周囲音スピーカから離れると左右の耳部の音圧が下がることに加え、左右差も小さくなることが確認された。これらにより、誘導音源の位置を正確に定位できるようになったと解され、マスクの程度差の影響を示唆する傍証と考えられる。

3. 実験Ⅱ

3.1. 目的

実験Ⅰにおいて、左右の耳のマスク差は

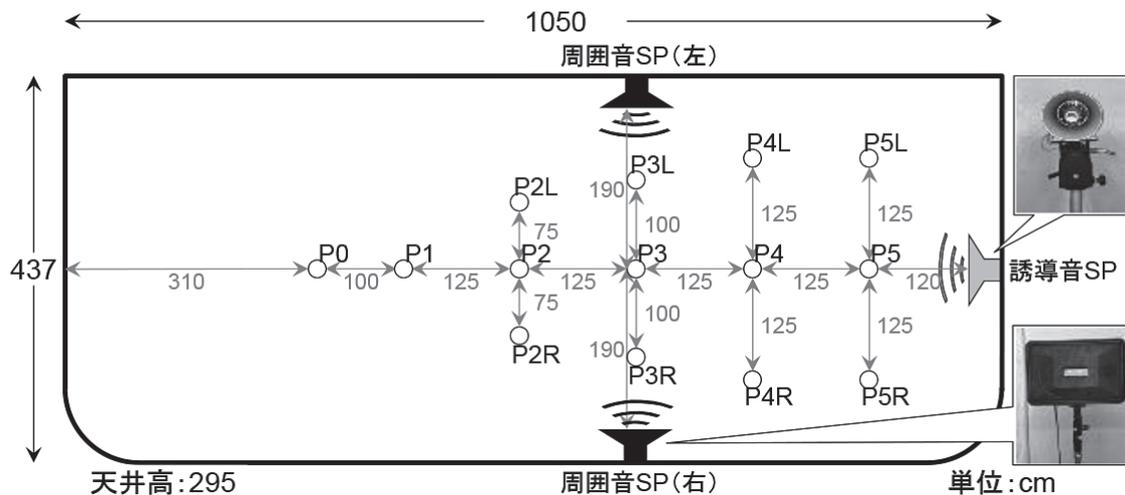


図7 実験場に設定した14の測定点

偏軌の原因となり、マスキングの程度の低い耳の側に偏軌することが示された。実験Ⅰでは、歩行開始点において方向指示器により誘導音源の方向を指し示してもらったが、開始点において、すでに誘導音源の方向がマスキングの程度の低い耳の側にずれていた。実験Ⅱでは実験室内に実験Ⅰにおける歩行開始点を含む複数の地点を定め、その地点において異なるマスキング条件下で誘導音源の聞こえる方向を調べた。偏軌の原因としての左右の耳のマスキング差をさらに裏付ける意図があった。

3.2. 方法

3.2.1. 実験参加者：実験参加者は聴覚に異常のない晴眼の男子大学生10名(21～23歳)であった。実験時には常時アイマスクの着用を求めた。なお、全員、実験Ⅰには参加していなかった。

3.2.2. 測定点：実験場は実験Ⅰと同じであった。実験Ⅰにおける歩行軌跡が歩行開始点から放射状に広がっていたことを踏まえ、それらをカバーできるように、図7に示す14地点を測定点に設定した。

実験Ⅰにおける歩行開始点をP0とした。この測定点は、短辺の壁の中央部を結んだ線(以下、基準線)上の、一方の壁から310cmの位置にある。P0から基準線に沿って100cm、225cm、350cm、475cm、600cmの測定点をそれぞれ

れP1、P2、P3、P4、P5とした。P2、P3、P4、P5から基準線と垂直に75cm、100cm、125cm、125cm右/左の測定点をそれぞれP2R/同L、P3R/同L、P4R/同L、P5R/同Lとした。

使用したスピーカ、およびその位置も実験Ⅰと同じであった。

3.2.3. 実験手続：実験条件は実験Ⅰと同じ5条件であった(2.2.3節参照)。実験に際しては、実験参加者にまず前室において概要を説明し、インフォームドコンセントの取得を行った。その後、アイマスクを着用させ実験室に誘導した。実験室へ入室後、イヤーマフ(LeightningL3、Bilsom)を装着させた上で、誘導歩行にて実験室を周回、その環境に慣熟させた。ここでイヤーマフは、音による測定点の手がかりを遮蔽するために用いた。実験室の環境に慣熟したところで、各条件での測定に移行した。5つの条件、および各条件における14地点の測定順はランダムに設定した。

各測定点では、まず実験参加者を当該地点に誘導し、誘導音SP側の短辺の壁と正対して立たせ、イヤーマフを外させた。この時、誘導音SPは前方、周音SPは側方に設置されているとだけ教示した。その後、周音(コントロール条件を除く)、誘導音の順に出力し、誘導音が聞こえる方向を実験Ⅰと同じ指示器により決め

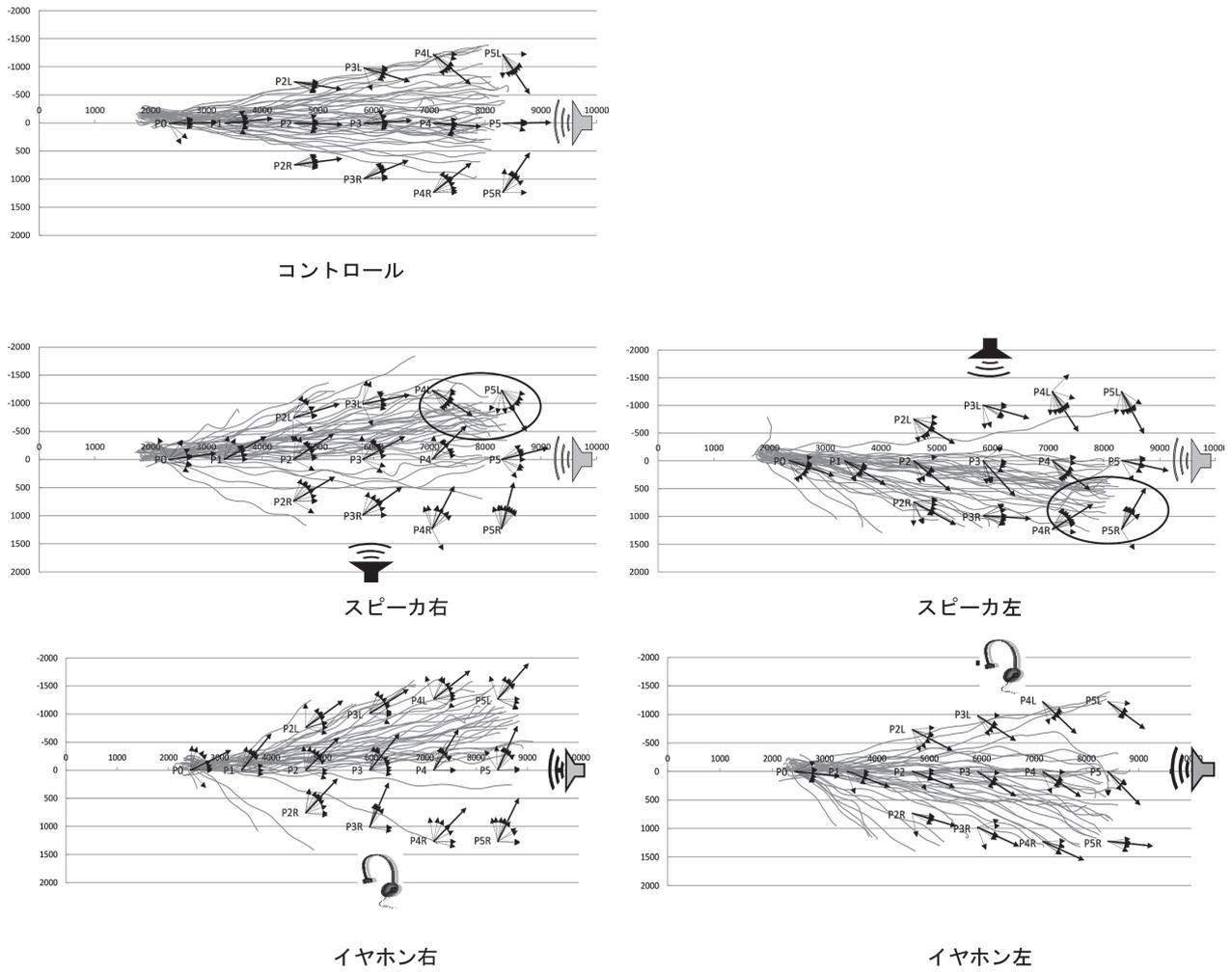


図8 5つのマスキング条件における誘導音源の指示角度と歩行軌跡

させた。この際、頭部は極力動かさないように指示した。実験参加者の正面方向を0°とし、正面方向とのなす角度を指示角度として記録した。なお、方向指示に際しては、指示器における指針の先端を実験参加者の方に向けた位置から始めるようにした。方向指示終了後、再びイヤーマフを着用させ、次の測定点へ誘導した。

実験 I と同様、誘導音にはバードコール式音響信号機に使用されるピヨ音（中心周波数 2500Hz）、周囲音にはホワイトノイズを使用した。誘導音および周囲音の音圧は、測定点 P0 の高さ 155cm で 60dB (A) となるように設定した。

3.3. 結果

図 8 は、各測定点での指示角度を実験 I において測定された同条件下での歩行軌跡に重ね合わせたものである。図 8 は歩行軌跡測定器の座標系（単位 mm）に基づいて作図したため、歩行

開始点は図 1 とは異なっている。図中の短い矢印は実験参加者ごとの指示角度、長い矢印は実験参加者 10 名の指示角度の中央値を表す。なお、実験 I では頭部の動きについては特に指示しなかったが、歩行において途中速度を落としたり停止したりすることはなく、頭部の大きな動きもほとんど観察されなかったため、実験 I と II の結果のおおよその比較は可能と考えられる。

コントロール条件では各測定点における指示角度にはばらつきがみられるが、中央値で見ると、比較的正しい方向を指している。つまり、指示角度は、歩行開始点と誘導音 SP を結ぶ直線に対してほぼ左右対称となった。実験 I における歩行軌跡も左右どちらか一侧への偏りはなく、期待される直線を中心軸として左右対称の形を呈しており、指示角度との関連がみられた。

スピーカ条件でも各測定点における指示角度にはばらつきがみられるが、中央値で見ると、

誘導音の方向はほとんどの測定点で周囲音源の反対方向を指していた。しかし、周囲音源から遠く、かつ誘導音源から近い測定点（スピーカ右条件ではP4L、P5L、スピーカ左条件ではP4R、P5R；図中の○印の位置）では、誘導音を比較的正しい方向に指すようになった。歩行軌跡をみると、周囲音源の反対方向への偏軌が発生したが、周囲音源から遠く誘導音SPに近い位置では、向きを変えて正しい方向に向かう軌跡が確認された。一方、周囲音源の方に偏軌する軌跡も何本か見られ、各測定点における実験参加者の誘導音源方向の指示角度と重ねると、そのような軌跡が発生する可能性が認められた。つまり、誘導音源が周囲音側にずれて聴こえるため、周囲音側への偏軌が発生したものと考えられる。イヤホン条件でも各測定点における指示角度にはばらつきがみられるが、中央値で見ると、測定点によらず常にイヤホンを装着していない側に誘導音を指し示した。歩行軌跡を見ると、おおむねイヤホンを装着していない側へ偏軌したが、イヤホンを装着した側への偏軌も何本か存在した。ただし、スピーカ条件のように、途中で向きを変えて誘導音源に向かう軌跡は認められなかった。イヤホンを装着した側への偏軌については、スピーカ条件と同様、各測定点における実験参加者の誘導音源方向の指示角度と重ねると、そのような軌跡が発生する可能性が認められた。ここでも、誘導音源が周囲音側にずれて聴こえるため、周囲音側への偏軌が発生したものと考えられる。

3.4. 考察

コントロール、イヤホン、およびスピーカの3つの条件において、各測定点で実験参加者が指示した誘導音源の方向にはばらつきがみられるが、中央値で見ると、コントロール条件、すなわち、マスキング差がない条件では、どの測定点においても比較的正しい方向に誘導音を定位した。

イヤホン条件、すなわち、マスキング差が常に一定の条件では、測定点によらず、実際の位置よりもマスキングの小さい側（イヤホンを装着していない側）に誘導音を定位した。

スピーカ条件、すなわち、測定点によってマスキング差が変化する条件では、マスキング差が大きい測定点においては、実際の位置よりマスキングの小さい側（スピーカ右条件では左側、スピーカ左条件では右側）に誘導音を定位した。しかしながら、周囲音源から遠く、かつ誘導音源に近い測定点においては、比較的正しい方向に誘導音を定位できていた。これは左右の耳のマスキングとその差が小さくなったためと解された。

しかしながら、誘導音の定位に関してはばらつきの大きいことに注意を払っておく必要がある。このばらつきが歩行軌跡のばらつきにあらわれたと解される。

4. おわりに

2つの実験を通して、左右の耳のマスキング差が誘導音の定位に影響し、その結果として、歩行における偏軌に結び付くことが示された。具体的なメカニズムは次のようである。

左右の耳のマスキング差がない場合には、おおむね正確に誘導音を定位でき、そのための歩行軌跡も特定の方向へ偏軌せず、左右対称形を呈する。

左右の耳のマスキング差が常に大きくて、かつ一定の場合、誘導音は実際の位置よりマスキングの小さい側に定位される場合が多い。そのため、歩行軌跡もそちら側への偏軌を呈することになる。現実の場面では、一側難聴を有する視覚障がい者がこの状況に近いと考えられ、普段より自身の歩行特性として偏軌を意識しておくことが重要である。

場所によってマスキング差が変化する場合は、その差が大きいときはマスキング差が一定の場合と同じ様相となるが、小さくなると、誘導音がより正確に定位できるようになり、歩行軌跡に修正が起こる場合がある。この状況は現実の交通場面でも想定できる。例えば、横断歩道と平行して、一方を電車が通過する場合やアイドリリング音の高いトラックが赤信号で横断歩道の横に停車している場合である。このような場合には、前方の音響信号機から発せられる音が周囲のノイズ音源の反対側に定位される可能性の

高いことに注意を払っておく必要がある。

今後は、単独行動に慣れた視覚障がい者を対象に同様の検証を行うことを考えているが、これまでの経験から、誘導音源の定位精度は優れているものの、5つのマスキング条件における音源定位と歩行のパフォーマンスの傾向は変わらないと予想している。また、今回の実験では、両耳に同じ音圧レベルの周囲音を提示する条件を行っていない。周囲音を提示しない条件と同じような結果を呈することが予測されるが、これについても今後の課題としたい。

なお、本研究の一部は、第34回(2008)および第39回(2013)の感覚代行シンポジウムで発表した。

謝辞

本研究は、平成24年度科学研究費(基盤研究B、課題番号23300212、研究代表者:田内雅規)および平成26年度成蹊大学理工学部特別研究費の助成を受けた。また、研究の遂行に当たり、成蹊大学の修了生、卒業生である、碓直史、越智崇文、青木良輔、橋本和広、吉岡慎太郎、および花塚匠、諸氏の協力を得た。記して感謝の意を表す。

文献

- 1) Guth, D., & LaDuke, R. (1994) The Veering Tendency of Blind Pedestrians: An Analysis of the Problem and Literature Review. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, Sep-Oct, 391-400.
- 2) Guth, D., & LaDuke, R. (1995) Veering by Blind Pedestrians: Individual Differences and Their Implications for Instruction. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, Jan-Feb, 28-37.
- 3) 碓直史・越智崇文・大倉元宏(2008)視覚情報制限下における超指向性スピーカの誘導効果と周囲音の影響. 日本交通科学協議会会誌, 49(2), 63-66.
- 4) Moore B.C.J. (1989) *An Introduction to the Psychology of Hearing, Third Edition*, Academic Press, New York. 大串健吾監訳(1994)聴覚心理学概論. 誠信書房, 211-213.
- 5) 大倉元宏・三浦崇路・富永友樹・丸山雄大・池上敦子(2006)周囲音が視覚遮断直進歩行に及ぼす影響. 人間工学, 42(2), 119-125.
- 6) Ohkura, M., Murakami, T., Shimizu, O., Tauchi, M., Tanaka, I. & Peck, A.F. (1991) Clues for Blind Travelers to Cross Intersections. *6th International Mobility Conference Book 1*, 219-222.
- 7) 大倉元宏・村上琢磨・清水学・田内雅規(1995)歩行特性と駅プラットホームからの転落事故. 人間工学, 31(1), 1-8.
- 8) 大倉元宏・清水美知子・田内雅規・村上琢磨(2014)視覚障がいの歩行の科学. コロナ社, 東京, 62-63.
- 9) Tanaka, I., Shimizu, O., Ohkura, M., & Murakami, T. (1988) Direction Judgement of Blind Travelers in Straight Walking under Controlled Environment. *Research Bulletin of National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities*, 9, 111-114.