

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K20979

研究課題名（和文）スポーツソナーリング：音情報の時間的・空間的ズレが運動パフォーマンスに及ぼす影響

研究課題名（英文）The sports-sonarringing: Influence of temporal and spatial lags of sound information on sports performance

研究代表者

岩見 雅人（Masato, Iwami）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・助教

研究者番号：50634698

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、音情報がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。まず、「周囲音を左右逆転させる機能」さらには「周囲音を遅れて聞こえるようにする機能」を有するヘッドホンを開発・製作した。続いて、「ゴルフのパットイングパフォーマンスにおける音情報の役割」について実験を実施し、ボールとクラブヘッドの衝突音が「打感」に及ぼす影響について調査した。パットイングにおいて衝突音の持つ役割が熟練者と未経験者で異なることを明らかにし、国際学会での発表や論文を通して成果を発表した。これらの成果を基に、今後もスポーツ動作における音情報の役割や有用性について研究を進めていく。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the effects of auditory information on sports performance. First, we developed a headphone with the functions of “reversing the left and right surrounding sound” and “adding delay to sound.” Second, we clarified the influence of impact sounds of the ball and putter head on the feeling of the putt. Expert golfers and novices performed a putting task. The participants were asked to putt a golf ball to a target placed at three different distances. They performed the task in two different modes: presence (S) and absence (NoS) of the impact sound. As a result, for the experts, the absolute error of putts was significantly increased for the long target distance under the NoS condition, when compared with the S condition. For the novices, there were no differences between the two conditions for each of the target distances. These results suggest that impact sounds are useful for expert golfers and strongly influence their feeling of the longer putt.

研究分野：身体運動科学，スポーツ科学

キーワード：音情報 音声遅延フィードバック 迷聴器 音声遮断 ゴルフ パットイング

1. 研究開始当初の背景

スポーツにおいて、選手やボールなどの位置や動きを知覚するには、「視覚」および「聴覚」が重要な情報源となる。例えば、バスケットボールの技術の一つに、送球対象を視ずに適切なタイミングでパスを出す「ノーラックパス」と呼ばれる高等技術がある。この技術では、送球対象は視野外にいるため、パスを出すタイミングは全方位性を有する聴覚情報に頼ることとなり、迅速かつ正確な音知覚が必要となる。また、野球の外野手は打球方向と打撃音から落下位置を予測するが、打撃音は視覚情報に比べて遅れて聴こえてくる。この視覚と聴覚情報の“ズレ”は、行動選択にどのような影響を及ぼすのだろうか。

一般に、ヒトは知覚-運動制御上の特徴として、視覚優位性（他の感覚情報よりも視覚情報に頼る傾向）にあるため、視覚情報が遮断されると運動パフォーマンスは著しく低下する（例えば、Ghez et al., 1995, Marsden et al., 1984）。このように、視覚と運動制御の関係をみた研究が多くなされている一方で、音情報と運動パフォーマンスの関係性に焦点を当てた学術的研究はまだ始まったばかりである。特に、スポーツ分野においては視覚障害者であるブラインドテニス選手の音像定位（どの位置で音が鳴ったかを判断する）能力を調査した研究しかなく（樋口ら, 2010）、スポーツにおける音情報と運動パフォーマンスの関係性については研究の余地が多く残されている。

著者らは、これまでヒトの巧みな運動制御スキルに注目し、バスケットボールのドリブル課題を用いて、ボールバウンド時に発する音の遅れがギクシャクした上肢の動きを誘発することを明らかにした（岩見ら, 2014）。また、球技スポーツの熟練者は、音像定位やタイミング制御時に音情報を効果的に利用していると推測されるが、その実態は解明されていない。そこで、本研究では音を用いた実験によって、音像定位やタイミング制御の正確性を測定し、それらのスキルについて競技レベルや競技経験による違いを明らかにすることを目的とした。これらの測定・評価法を確立することで、音情報と運動パフォーマンスの関係性から新たなスポーツスキルの評価軸を提案することができ、トレーニング機器開発へ応用することが期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、スポーツにおける熟練者の『音情報処理スキル』の特徴を明らかにし、スポーツパフォーマンス向上に資する音情報の役割を検証することを目指した。目標を達成するために、まず初めに音知覚に空間的・時間的“ズレ”を生じさせるヘッドホン装置（迷聴器・遅延器）の開発を試みた。続いて、競技熟練者や初心者に対して音情報の有無がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響を調査した。

3. 研究の方法

(1) 音情報を变化させるヘッドホンの開発

周囲音を左右逆転させる「迷聴器機能（pseudophone）」、さらには周囲音を遅れて聞こえるようにする「音声遅延フィードバック（DAF: Delayed auditory feedback）機能」を有するヘッドホンの開発に着手した。研究代表の所属大学には機械システム工学科および電気電子工学科が設置されており、当該分野の専門知識と技術を要するスタッフが在籍している。本装置の開発に関して、それらのスタッフと協力して迷聴器およびDAF機能を有するヘッドホンの設計ならびに製作を実施した。

(2) 音情報の有無がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響

続いて、競技熟練者や初心者に対して音情報の有無がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響を調査するため、ゴルフのパッティング課題による実験を実施した。ゴルフにおいて、ボールとクラブのインパクト音は選手に多くの情報を与える。先行研究では、パッティングの打感にはインパクト時の音情報が影響していると報告されており、音情報はボール到達位置の予測やパッティング成績に大きく貢献していると考えられる。本研究では、ゴルフパッティング時のインパクト音の有無が、パッティング成績およびボール到達位置の予測精度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

ゴルフ熟練者と未経験者が被験者として参加した。暗転眼鏡のみを装着した「音あり条件」と、ノイズの流れるイヤホンとイヤーマフを装着した「音なし」条件で、3つの目標距離（1.2m, 2.4m, 3.6m）に対してパッティングを行なった。ボール到達位置の予測精度は、被験者が「ボールが止まった」と予測した位置と実打距離との絶対誤差（AE-est）とし、パッティング成績は目標と実打距離との絶対誤差（AE-t）として算出した。

4. 研究成果

(1) 音情報を变化させるヘッドホンの開発

周囲音を左右逆転させる「迷聴器機能（pseudophone）」、周囲音を遅れて聞こえるようにする「音声遅延フィードバック（DAF: Delayed auditory feedback）機能」を有するヘッドホンについては順調に開発が進み、初年度にプロトタイプが完成した（図1）。



図1 音情報を变化させるヘッドホン

このヘッドホン装置の「迷聴器機能 (pseudophone)」としては、スイッチ一つで周囲音を左右逆転させることができ、右側で指を鳴らしたら、左耳からその音が聞こえてくる。このように、実際の音源との空間的なミスマッチを作り出すことが可能である。

音声遅延フィードバック (DAF: Delayed auditory feedback) 機能について、周囲音に 0ms ~ 1,000ms (調整は 100ms 毎) の音声遅延を付加することを可能にした。当該機能はダイヤルを回すことで遅延時間を設定することができ、設定された時間だけ周囲音を遅延してフィードバックすることが可能である。通常、自らの行為に付随する発生音は「動作主体性 (セルフエージェンシー)」を知覚する上で重要な役割を担っている。Menzer et al., (2010) の研究によると、例えば歩行動作においてはステップ音が約 100ms 以上遅れて聞こえてくると、それは「自分の足音ではない (誰かが後ろから付いてきている)」と知覚するようになる。このように聞こえてくる音が極端に「ズレる」ことで動作主体性が乱され、実行中の動作の阻害因子にもなり得る (Shaw, 2002. Yogev-Seligmann et al., 2008)。よって、本機能を使用することで音情報のタイミングならびに知覚-運動プロセスに変化を加えることが可能となる。

また、本装置は電池式のため携帯可能であり、動作課題においてもパフォーマンス実行の邪魔とならない設計となっている。上述した通り、この装置によって周囲音を左右逆転させる「空間知覚不一致課題」および音声遅延を付加する「タイミング知覚不一致課題」の実施が可能となった。その一方で、装置の軽量化・小型化、ならびにバイノーラル (立体音響) 化が課題として残されており、実用化に向けてさらなる改良と調整をしていく必要がある。

(2) 音情報の有無がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響

ゴルフ熟練者 (19-22 歳の大学生 9 名: 男性 3 名, 女性 6 名, ハンディキャップ 3.0 以下) および未経験者 (19-23 歳の大学生 9 名: 男性 3 名, 女性 6 名) に対して、音情報の有無がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響を調査するため、ゴルフのパッティングを用いた実験を実施した (図 2)。



図 2 ゴルフのパッティング実験風景

実験課題として、パッティング後に視界が遮断される暗転眼鏡を装着した「音あり条件」と、ノイズの流れるイヤホンとイヤーマフを装着してインパクト音を聞こえなくした「音なし」条件で、1.2m, 2.4m, 3.6m の距離に対してパッティングを行なわせた。両条件におけるボール到達位置の予測精度は、被験者が「ボールが止まった」と予測した位置と実打距離との絶対誤差 (AE-est) とし、パッティング成績は目標と実打距離との絶対誤差 (AE-t) として算出した。

実験の結果、全ての距離・条件において、熟練者のパッティング成績は未経験者より優れていた。未経験群 (Novices) は音あり条件および音なし条件の両方において、全てのパッティング距離で AE-est および AE-t の精度に認められなかった (図 3)。一方、熟練者群 (Expert golfers) は音あり条件において距離 2.4m および 3.6m で有意差が認められなかったが、音なし条件においては 3.6m で有意に AE-est および AE-t が増大した (図 4)。

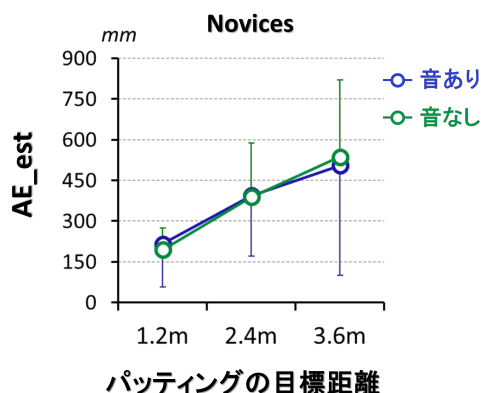


図 3 未経験群の AE-est の結果

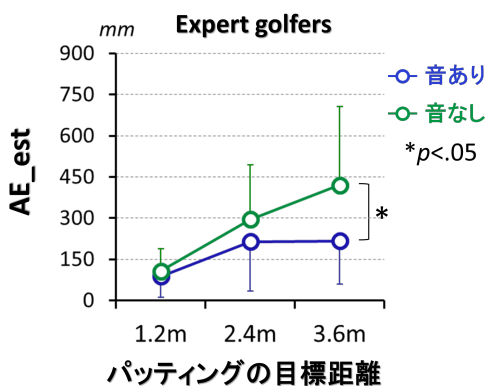


図 4 熟練群の AE-est の結果

以上の結果から、ボールとクラブのインパクト音は熟練群にとって有用な情報であり、特に 3m を超すパッティングの際の「打感」に強く影響することが示唆された。音情報がなくなることで、熟練者のパフォーマンスやボール到達位置の結果予測の正確性が低下したことから、正確性を要する運動制御戦略における音情報の貢献が明らかとなった。

これらの研究成果から、音情報がスポーツパフォーマンスに及ぼす影響について新たな知見を得ることができた。音情報の利用についてのスキル評価やその能力の向上方法については、多くの可能性や研究の余地が残されている。今後は、開発したヘッドホンを用いた「空間知覚不一致課題」や「タイミング知覚不一致課題」の実施、さらにはゴルフのパッティング課題以外のスポーツパフォーマンスでの実験を実施し、引き続きスポーツソナーリング能力の究明に尽力していく。

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1件)

1. Tanaka, H, Iwami, M. (2018)
Estimating Putting Outcomes in Golf: Experts Have a Better Sense of Distance. Perceptual and Motor Skills, 125(2), 313-328. 【査読有】
DOI: 10.1177/0031512518754467

〔学会発表〕(計4件)

1. Hideyuki TANAKA, Masato IWAMI .
Effects of swing consistency on outcome estimations in golf putting .
26th Congress of the International Society of Biomechanics , Australia, 2017.7
2. Masato IWAMI, Hideyuki TANAKA .
Effects of the impact sound on outcome estimations in golf putting ,
22nd Annual Congress of the European College of Sport Science , Germany , 2017.7
3. 岩見雅人 . バスケットボール・スキルを測る・知る・伸ばす, 第3回バスケットボール学会, 東京, 2016.12
4. 岩見雅人, 田中秀幸 . 二重課題および外乱負荷がドリブルパフォーマンスに及ぼす影響, 第37回バイオメカニズム学術講演会, 富山, 2016.11

〔その他〕

ホームページ等

<http://web.tuat.ac.jp/~fitness/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

岩見 雅人 (IWAMI, Masato)

東京農工大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号: 24800020