

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：11201

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17818

研究課題名(和文) ゴルフパッティングの距離感に関する研究 - パフォーマンスを制約する要因の解明 -

研究課題名(英文) A sense of distance in golf putting: Elucidation of factors that constrain performance

研究代表者

長谷川 弓子 (HASEGAWA, YUMIKO)

岩手大学・人文社会科学部・准教授

研究者番号：20712871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,699,299円

研究成果の概要(和文)：本研究の結果から、未熟練者(アマ)の距離感の特徴として、インパクト速度が速く、力積としてより大きく発揮され、結果として物理的にオーバーシュートしていた試行を適切と感じており、出力が上方向にシフトする傾向を有することがわかった。熟練者(プロ)においては、顕著な特徴は見られず、物理的距離からのズレは少なかった。

また、多くのプロが環境の微妙な違いを知覚した一方で、アマの半数以上が、環境知覚段階で視覚-体性感覚エラーに問題があったことが明らかとなった。したがって、運動技能水準の違いは、環境知覚段階から現れることが示唆された。さらに、選好される方略は技能水準によって異なることも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果の学術的意義として、技能水準のような行為者の内部状態(心理状態)に着眼し、その内部状態の差異(能力)によって環境の知覚の解像度や選好される方略が異なることを明らかにした点にある。

本研究の成果の社会的意義として、ヒトの知覚は眼に映る光のパターンだけでなく、記憶や期待、情動によって形作られることが知られているが、本研究の結果から、運動課題の学習の進捗状況によって、周囲の状況に対する認知が異なることが明らかとなった。したがって、運動を学習する際には、運動技能だけでなく、周囲の状況を適切に認知できるような訓練を積む必要性について提言できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：For motor tasks that require fine-tuning, such as adjusting the force applied to golf putting depending on the distance to the target, it is important to develop an internal model that associates motor commands with body movements. From the results of our "sense of distance" studies, amateurs predicted undershoots (overshoots) when they gave worse (better) evaluations. These results suggest that the amateurs putted hard to compensate for the risk of an undershoot, which was not a characteristic displayed by the professionals. In other words, the sense of distance of amateurs tends to shift upward. Our results also revealed that while many professionals perceived subtle differences in the environment, more than half of the amateurs committed visual-somatosensory errors in the perception phase. We suggest that the visual-somatosensory errors of intermediate amateurs serve as obstacles to their progress. Furthermore, we also found that the preferred strategies depend on the skill level.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：スポーツ 距離感 知覚 キネマティクス フィードバック 行為表象 誤差予測 精度

1. 研究開始当初の背景

スキルサイエンスをキーワードとする研究成果の蓄積により、経験豊富で優れた技能を有する者は、そうでない者と比べ、課題特有の情報に関する知識が豊富であり、選択可能な戦術に優先順位をつけ、それらを素早く選択することができる[1]。また、安定したパフォーマンスを発揮でき、パフォーマンスの正確性や再現性が高い[2]、などが明らかとなっている。しかしながら、行為者の知覚や方略を測定することは容易ではないため、環境を読む力のような行為者の情報処理方略は未だ明らかではない。エキスパートはどのように環境が読めるのか、未熟者は何故わからないのか、同じ環境のなかであっても、技能水準により知覚の解像度すなわち物理的環境を微細に捉える能力の程度は異なる可能性が考えられた。

一方、力量発揮に関して、ジャンプのような全身運動や手や指先の力調節課題などのグレーディング研究がみられるが[3]、これらの課題は力量発揮の能力の問題のみを扱い、知覚と行為を切り離して測定してきた測定上の問題がある。したがって、距離感のように環境を読む力と力量発揮が的確に掛け合わされる必要がある能力の獲得と発揮については十分に検討されていない。また運動技能は、実行結果と感覚予測を比較しながら学習が進められていくため[4]、フィードバックによる誤差修正が重要である。標的に対して的確に力量発揮できる者は、フィードバックによる誤差修正能力も高いと推察されるが、行為者の距離感の獲得と発揮の問題を理解するためには、遂行結果から得られた情報を次の運動にどのように反映させるか、すなわち情報の更新に応じた距離感の修正を明らかにするために、連続したパフォーマンス中の時間発展を検討する必要があると考えられた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ゴルフパッティングを題材とし、行為者の環境を読む力、力量発揮、フィードバック能力を検討することにより、力量発揮の能力の差異を生じさせる要因を明らかにすることであった。具体的には、ツアープロ、中級者ゴルファーのように異なる技能水準のゴルファーを対象とし、グリーン面の斜度やパッティング距離を独立変数とし、運動準備段階における狙い、ストローク中のキネマティクスとキネティクス、運動実行後の評価を従属変数とすることで、力量発揮の能力の差異を生じさせる要因を明らかにすることであった。

3. 研究の方法

本研究では距離感を定量化し、技能の違いを生み出す要因を明らかにするために、ゴルファーの1) 傾斜の知覚、2) 運動方略(打ち出し角度と力量) 決定の過程、3) インパクトの良し悪しを決定する物理的評価基準の作成、パフォーマンスに対する主観的評価とパフォーマンスの再認性(ボールの予想停止位置) との関係、4) 連続したプレー中の距離感の修正、の4項目を技能水準の差異の観点から検討する。それぞれの目的を達成するために4年間で5つの実験を行った。本研究を遂行する上での具体的な工夫は、実際のプレー場面でゴルファーが遂行しているグリーンを読む過程を調査し(実験1)、それを実験室環境(実験3, 4, 5)に落とし込むことであった。

4. 研究成果

(1) ゴルファーが遂行している運動方略(打ち出し角度と力量) 決定の過程に関する調査

第1実験は当初計画より規模を縮小し、プロゴルファー2名に対して聞き取り調査を行った。その結果、パッティングの打ち出す方向やどの程度のボール速度で打つかといった力量を決定する時間は、打順など状況に依存するが、他者がプレーしている時間を含めると数分に及ぶことがわかった。また、その際には、ボール後方からホール、ホール後方からボール、ボールとホールの間の傾きを左右から確認し、特にホール周辺の傾きの有無やその大きさを重視して確認することがわかった。さらに、傾きの有無は、視覚的に確認するだけでなく、ボール-ホールの周辺を歩き回って足の裏などから得られる感覚から得られる情報を重視していることもわかった。打ち出す方向を決定する際には、ホールではなく、比較的ボールに近いところに目印などを見つけ、その目印を狙うような形式でセットアップしていることもわかった。

以上の調査から、課題説明を行った後、参加者がパッティングプラットフォームをできうる限り自由に歩くことのできる状況を設定し、その際には数分の時間の猶予をとる必要性が伺えた。また、打球前に参加者に狙い(打ち出す方向)を明示してもらう必要があることや、狙いとセットアップの方向がどの程度一致するかについても重要な測定項目となることがわかった。

(2) インパクトの良し悪しを決定する物理的評価、パフォーマンスに対する主観的評価とパ

パフォーマンスの再認性(ボールの予想停止位置) との関係

先行研究は距離感 (sense of distance) を明らかにするために、パターヘッドのモーターコントロール、インパクトに対する知覚、ボールの移動距離の予測という 3 つのスキルに焦点を当てていた[5]。またその先行研究においては、パターヘッドの運動制御能力とボールの転がった距離の見積りの正確さには関連があると予想されていたが、その関係は明らかにされていない[5]。本実験の目的は 2 つあった。1 つは、先行研究で課題となっていたパターヘッドの運動制御能力とボールの転がった距離の見積りの正確さに相関関係があるか否かを再度検討すること、2 つ目は、ボールインパクトによって生成されたパフォーマーの感覚を定量的に評価し、その評価に基づいてパターヘッドの運動学とインパクト力を比較検討することで、技能水準によって距離感にどのような特徴の違いがみられるかを明らかにすることであった。本研究ではインパクト時にボールに加えられた力を計測するためにパター衝突圧測定装置を作成した。本研究にはプロゴルファー(プロ) 12 名、中級アマチュア(アマ) 12 名に参加してもらった。参加者の視野は、ボール停止位置をみることにできないように制限された。

その結果、先行研究で示されていたとおり[5]、本研究においてもアマの見積り誤差(予想停止位置 - 実際の停止位置)は、プロよりも大きかった。第 1 の目的に関して、本研究では実際のボール停止位置と関連の高いインパクト速度に着目し、インパクト速度のばらつきと見積り誤差の大きさとの相関関係を調べた。その結果、アマチュアの 4.8 m のパッティングにおいては中程度の相関関係が認められた。第二の目的に関しては、アマの悪い評価と良い評価を比べると、良い評価のインパクト速度と力積は高く、CE はオーバーシュートしていることがわかった。標的中心からの予想停止位置の分析では、特に 4.8 m のパッティングで、アマはプロに比べて、ボールの到達位置をアンダーシュートしていると予想していたことから、インパクト速度が速く、力積として大きく発揮され、結果として物理的にオーバーシュートしていた試行を適切と感じていたと考えられる。つまり、アマの距離感は、出力が上方にシフトする傾向を有することがわかった。プロにおいては、アマのような顕著な特徴は見られなかった。このことは、良い悪いを決定する要因が、本研究で着目した変数以外にある、もしくは本研究で物理的に検出することができなかったわずかな違いを検出して決定されていると考えられる。本実験の結果は、"A sense of distance and characteristics of golfers tested without visual feedback of outcomes: Is a trial that feels subjectively good also physically good?" として 9th Asian South Pacific Association of Sport Psychology (8 月上旬) で発表予定であり、論文としても海外学術誌に投稿準備中である。

(3) わずかな傾斜の有無における行為者の知覚、方略、動作

第 3 実験においては、わずかな斜度の違い(0 度と 0.3 度)を参加者(プロゴルファー 12 名、中級アマチュア 12 名)が適切に知覚できるか否か、また意思決定やその後の動作とどのように関連しているかを明らかにするために、本研究ではゴルフパッティングスキルを図 1 のように 5 つの局面(環境知覚局面、意思決定局面、運動前局面、運動局面、運動後局面)にわけ、それぞれのエラーの関わりを検討することとした。第 1 実験として行った調査から得られた結果を反映した課題設定を行った。具体的には、パッティング前に 3 分間の時間的猶予を設け、パッティングリーディングエリアのなかを自由に歩いてもらった。また、毎セットアップ前に、打ち出したいと思う方向にマーカを置くことで表現してもらった。参加者はシャッターゴーグルを装着したため、結果の視覚的フィードバックを得ることはできなかった。

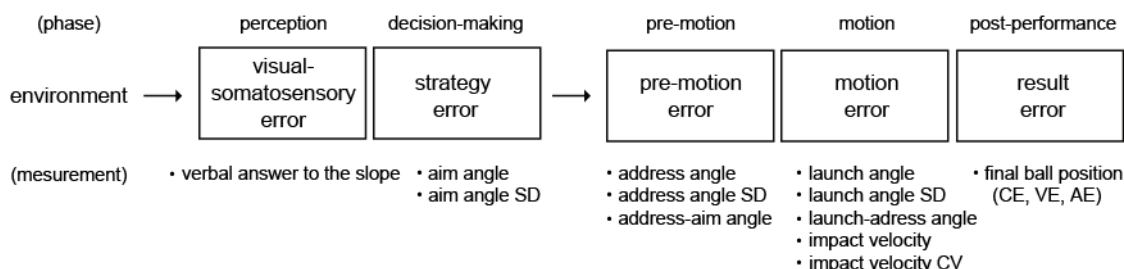


図 1. 各局面のエラーの定義と測定項目を示す概略図
(Frontiers in Psychology, 12, Article 697914)

実験の結果、多くのプロゴルファーが環境の微妙な違いを知覚した一方で、中級アマチュアの半数以上が、環境知覚段階で視覚 - 体性感覚エラーに問題があったことが明らかとなった。つまり、アマチュアはわずかな斜度の違いがわからない人が多く、運動の解像度だけではなく、知覚の解像度もプロに比べて低いことが示唆された。また、運動前局面、意思決定局面、および環境知覚局面エラーは、遡及的にリンクされていることがわかった。したがって、運動技能水準の違

いは、環境知覚段階から現れることが示唆された。

本実験の結果は、"Skill Differences in a Discrete Motor Task Emerging From the Environmental Perception Phase." という題目で、米国 *Frontiers in Psychology* にて論文化された。

(4) 急勾配のパッティングにおける行為者の知覚、方略、動作

傾斜地でのアマのパッティングにおいては、アマサイド(ホール下方エリア)から外れる現象が多くみられ、これはボールを打ち出す角度が浅いことを示唆する。第4実験においては、急勾配の傾斜(1度と3度)を実験的に設定し、パターヘッドだけでなく打球されたボールも測定対象とし、技能水準の異なる対象者たちがどのような運動方略でパターを行っているかを調査した。プロと中級アマ各12名に、3mの距離から1度と3度の傾斜条件(左側が高い)を各10打プレーしてもらった。参加者はシャッターゴーグルを装着したため、結果の視覚的フィードバックを得ることはできなかった。

本実験の結果から、狙い角度、アドレス時フェース角度、ボール発射角度において、アマはいずれの局面においてもプロよりも角度が浅かった。特に3度条件の際に、技能水準の違いが顕著にみられた。一方、インパクト速度とボール発射角度の相関分析から、プロにおいては両変数に強い相関が認められ、アマにおいては弱い相関が認められた。すなわち、アマは打ち出し角度に応じた速度、もしくは速度に応じた打ち出し角度が選択できていないことがわかった。これがアマの急勾配のパッティングがうまくいかない原因の一つと考えられる。また、アマのホール付近のボール速度はプロよりも高く、外れた際にボールが遠くまで転がってしまうこともわかり、アマのパッティングはホールインしなかった際のリスクがプロよりも高いことが明らかとなった。さらに、アマは1度と3度の両傾斜を過小評価していたことから、アマが急勾配のパッティングをうまくプレーできない原因として、傾斜を適切に知覚できていないことも示唆された。

本研究の結果は、2022年度の日本体育スポーツ健康学会(8月末)において発表予定であり、"Golfer's perception and strategy in steep putting: Why are trials of amateurs biased toward the front and bottom of the target?" という題目で海外学術誌に投稿準備中である。

(5) 視覚的フィードバックを得ることのできる環境下での行為者の方略の変化

第5実験では、遂行結果から得られた情報を次の運動にどのように反映させるか、について明らかにするために、3度の傾斜地を実験的に設定し、結果の視覚的フィードバックを得られない環境下と、その後結果のフィードバックが得られる環境下でプロ・中級アマ各12名にプレーしてもらった。距離は3mとし、両群とも各条件において10試行打球してもらった。

本実験の結果から、打ち出されるボール軌道は技能水準によって明確に異なることがわかった。特筆すべき点としては、フィードバック(FB)あり条件では、プロのボール軌道の最高到達点はアマより高く、ホール付近のボール速度はより低いことが明らかとなった。また、FBあり条件では、アマはプロよりも狙いの角度変化が少なく、試行間の変化が少ないことがわかった。本実験の結果から、フィードバックが得られ且つ連続的に試行できる状況下においても、アマチュアはよりリスクの低い経路を見出すことができていないことが示唆された。

本実験の結果は、"Amateur players cannot find the low-risk pathways even with visual feedback of results." として現在、海外学術誌に投稿準備中である。

参考文献

- [1] Lex, Essig, Knoblauch, & Schack (2015). Cognitive representation and cognitive processing of team-specific tactics in soccer. *PloS ONE*, 10, e0118219.
- [2] Hasegawa, Fujii, Miura, & Yamamoto (2017). Resolution of low-velocity control in golf putting differentiates professionals from amateurs. *Journal of Sports Sciences*, 35, 1239-1246.
- [3] Vanrenterghem et al. (2004). Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. *Human Movement Science*, 22, 713-727.
- [4] Wolpert, Miall, & Kawato (1998). Internal models in the cerebellum. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 338-347.
- [5] Tanaka & Iwami (2018). Estimating putting outcomes in golf: Experts have a better sense of distance. *Perceptual Motor Skill*, 125, 313-328.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yumiko Hasegawa, Ayako Okada, Keisuke Fujii	4. 巻 12
2. 論文標題 Skill Differences in a Discrete Motor Task Emerging From the Environmental Perception Phase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 Article 697914
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2021.697914	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yumiko Hasegawa, Katsuhiko Sumi, Akito Miura	4. 巻 18
2. 論文標題 State anxiety and low-frequency heart rate variability in high-level amateur golfers while putting under pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Sport and Health Science	6. 最初と最後の頁 144-153
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5432/ijshs.201935	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yumiko Hasegawa, Akito Miura, Keisuke Fujii	4. 巻 11
2. 論文標題 Practice Motions Performed During Preperformance Preparation Drive the Actual Motion of Golf Putting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 Article 513
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2020.00513	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yumiko Hasegawa, Keisuke Fujii, Akito Miura, Keiko Yokoyama & Yuji Yamamoto	4. 巻 Published online
2. 論文標題 Motor control of practice and actual strokes by professional and amateur golfers differ but feature a distance-dependent control strategy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/17461391.2019.1595159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 長谷川弓子、三浦哲都
2. 発表標題 プレショット局面でのconfusing な素振りが実打に及ぼす影響
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

身体運動の巧みさを追及する - ゴルフパッティング課題を用いた距離感に関する研究 - https://www.iwate-u.ac.jp/cat-research/2020/04/003267.html

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------