

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 11 日現在

機関番号：32641

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2016

課題番号：16K14186

研究課題名(和文)複数人同調支援のための可聴化デザイン

研究課題名(英文)Synchronization support to multiple-rowers by using functional sound

研究代表者

有光 哲彦(Arimitsu, Akihiko)

中央大学・理工学部・助教

研究者番号：50734191

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 800,000円

研究成果の概要(和文)：艇の揺動による造波抵抗の低減が速度や快適性の向上に有効であり、複数人競技者によるばらつきが少ない同調動作が要求される。本研究では、同調動作の効率化のために、競技者の同調支援のため、瞳孔径評価により稼働音が漕手に与える影響を把握した。他者との同調動作が必要な場合では、漕手は稼働音を頼りにしていることが分かった。よって、競技中において、適切な聴覚支援により視覚の負荷および交感神経の働きを軽減できることを示唆できた。

研究成果の概要(英文)：Reduction of resistance due to waves generated during rowing, like a pitching phenomenon due to fluctuation, effects on increase of rowing comfort and velocity of a light racing boat. Therefore, the synchronization support to multiple-rowers by using a functional sound has been required.

In this research, in order to improve the efficiency of the synchronized motions, the influence to rowers by the functional sound like an operating sound was investigated by the evaluation of pupil diameter.

As a result, in case of requiring the synchronization motions with the other rower, rowers depend on the operation sound. Therefore, it was suggested that the proper synchronization support by using functional sound occurs reducing of visual load and sympathetic nerve during a boat race.

研究分野：音響工学

キーワード：複数人競技スポーツ 同調支援 動作同調性 主観評価 客観評価 瞳孔径 聴覚支援 機能音

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ

スウェーデンではオリンピックレベルアスリートの競技改善を狙ったSONEA (SONification of Elite Athletes) プロジェクトが進められ、ボート競技では、1人用のボートを用いて、漕ぎの良悪の状態を音情報で通知することが有効である。しかしながら、国内では、モニタ表示による漕艇中のストローク周期の確認や、漕艇後のビデオ確認程度に留まり、音情報によるアスリートへの技術支援に関する研究やプロジェクトは、確認されていなかった。

(2) 応募者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯

ボート競技の競技力向上の要素は、複数人の漕ぐ動作のタイミングが一致し(以後、同調性)、調子が持続すること(以後、持続性)である。しかし、これらの同調性や持続性について客観的な評価は無く、習熟のために鍛錬が必要であり、効率化が期待されていた。応募者は、これまで、競技力向上のため、漕艇時の一人漕ぎ用のボートおよびオール振動を3軸加速度センサで測定し、振動が艇速および漕手の快適性へ与える影響について検討し、漕手の動作が振動に顕著に現れることを明らかにした。漕艇中の解析データの応用の道を探る中で、これらの結果から、振動を可聴化することで、将来的に競技力向上の支援が可能になると考えた。

2. 研究の目的

同調動作を必要とする複数人競技スポーツでは、パフォーマンス向上のため、競技状態を可聴化した機能音による支援が期待されている。上述で示したスウェーデンではSONEA (SONification of Elite Athletes) プロジェクトが進められ、ボート競技では1人漕ぎシングルスカルの漕艇状態を音情報で選手やコーチに通知する有効性が確認されている^①。一方、国内では、漕艇後に漕艇状態をビデオで確認する程度に留まり、漕艇中の音情報によるアスリート支援に関する研究は、見られていない。また、艇の揺動による造波抵抗の低減が速度や快適性の向上に有効であり^{②、⑥}、複数人競技者によるばらつきが少ない同調動作が要求される。

本研究では、2人漕ぎ以上のボート競技を想定し、模擬漕艇環境で動作の同調度合いについての主観評価、および生体情報に基づく客観評価を実施する。また、情報取得行動の解析手段として興味の強さや交感神経系の働きが測れる瞳孔径に着目し^⑦、漕艇状態を表す稼働音による同調支援の効果を把握する。

3. 研究の方法

模擬漕艇環境で運動強度を変化させ、稼働音の有無が同調動作に与える影響を評価するための実験セットアップを図1に示す。実験室に図1(a)に示すエルゴメータ(Concept 2社Dynamic)二台を縦列した。評価者は、熟練漕手20代男性2名であり、図1(b)に示す視線計測装置(NAC社EMR-9)を装着、および消音機能を有効にしたANCイヤホン(BOSE社QC20)を着脱する。

実験手順について、まず、評価する3種類の漕ぎのレイトは、運動強度を変えた心身余裕がある24(以後、Ls)、28、およびレース近傍32spm(stroke per minute)(以後、Hs)にした。次に、実験者は前漕手に順序効果を考慮してランダムでレイトを指定し、前漕手をモニタでレイトを確認しながら5漕ぎで加速後、安定して10漕ぎする。評価者である後漕手は、前漕手の6漕ぎ目から漕ぎ始め、集中して前漕手との同調を試みる。終了後、同調の印象について主観評価を実施した。さらに、エルゴメータは漕ぎ方に比例して負荷発生のためファンから回転音(以後、稼働音)が鳴るため、ANCイヤホンを着脱してi:稼働音無、ii:有、iii:無の順で各レイトを評価した。稼働音有無のSPL差は約17dB(A)であった。

以後、実験に慣れたii:稼働音有、iii:無、および運動強度はLs、Hsで考察する。

なお、人を対象とした評価実験は、中央大学の倫理規定に準じ、事前審査を経た。また、被験者に対して事前に十分な説明を行い、インフォームド・コンセントを実施した。



(a) エルゴメータ



(b) 視線計測装置、ANCイヤホン

図1 実験セットアップ

4. 研究成果

(1) 同調動作の印象評価

動作の同調度合い（以後、同調度）について、7段階（7：完全一致、4：中央、1：完全不一致）の主観評価を実施した。被験者2名の同調度を図2に示す。稼働音によらずHsはLsよりも同調度が高い。また、稼働音が有ることにより、両被験者ではLsで同調度が高まり、被験者Aでは、矢印で示すHsの同調度が高まる傾向が得られた。

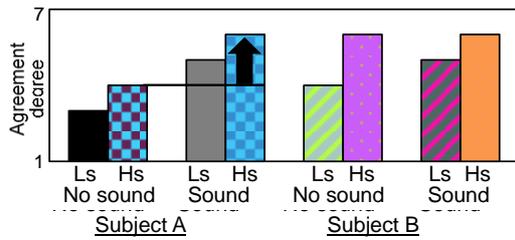


図2 主観評価による同調度

(2) 同調動作中の注視点ばらつき

漕艇状態の参考となる稼働音の有無による注視点のばらつきを把握する。同調動作中における注視点の一例を図3に示す。全体的に、漕手は肩部分の回転運動と背中中央部の前後運動を注視していることを把握した。

同調動作中の視角度分布を図4に示し、条件の違いにより分布は異なることが観察できた。そこで、注視点のばらつきに着目し、各条件における視角度の水平と垂直動きの標準偏差より算出した楕円面積を図5に示す。Hsの場合、稼働音有の面積は稼働音無よりも小さくなる。一般に、注視点のばらつきが大きいほど視覚からより多くの情報を求める傾向にあり、稼働音無の場合で現象が見られた。

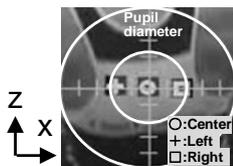


図3 注視点事例

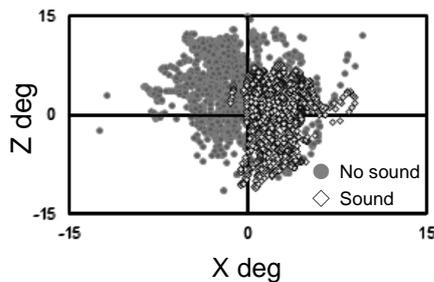


図4 視角度の分布

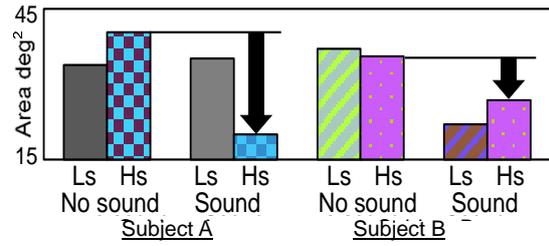
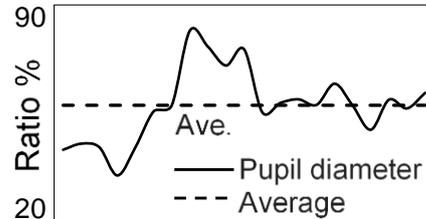


図5 視覚度のばらつき

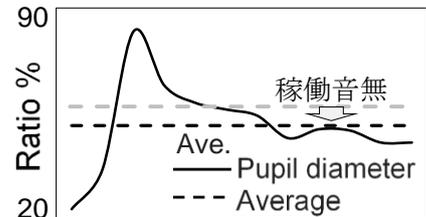
(3) 同調動作中の瞳孔径変動

被験者AがHsで実験中に注視時間0.5sを超えた相対瞳孔径の変動を図6に示す。実験開始直後より、稼働音の有無に係わらず瞳孔径は大きく、同調に集中するために視覚による交感神経が働いたといえる。その後、稼働音有では、稼働音無よりも瞳孔が収縮し、交感神経の働きが軽減した。稼働音無では、注視時間がより短く、注視頻度は21回と高い。



1 Freq. of occurrence 21

(a) 稼働音無



1 Freq. of occurrence 12

(b) 稼働音有

図6 動作中の瞳孔径のゆらぎ

(4) 瞳孔径評価に基づく同調支援効果

同調動作中の平均瞳孔径を図7に示す。被験者共に、Hsでは、矢印で示す稼働音有の場合は稼働音無よりも顕著に小さく視覚の負荷を軽減でき、Lsでは、稼働音の有無による顕著な違いは見られない。すなわち、競技時の同調動作に集中している状態では、視覚から得ている同調に必要な情報は聴覚で支援できるといえる。

瞳孔径評価より、機能音による支援が有る場合には、瞳孔径を小さくでき、また注視点のばらつきを抑制でき、同調支援の効果は高いといえる。

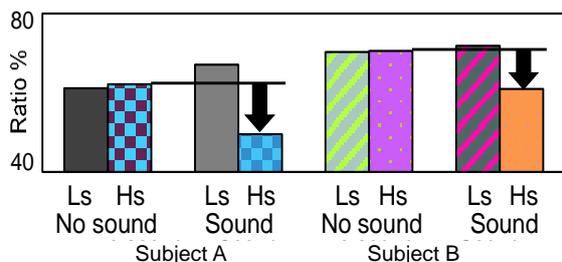


図7 平均瞳孔径

(5) まとめと今後[®]

艇の揺動による造波抵抗の低減が速度や快適性の向上に有効であり、複数人競技者によるばらつきの少ない同調動作が要求される。本研究では、同調動作の効率化のために、競技者の同調支援のため、瞳孔径評価により稼働音が漕手に与える影響を把握した。他者との同調動作が必要な場合では、漕手は稼働音を頼りにしていることが分かった。また、競技中において、適切な聴覚支援により視覚の負荷および交感神経の働きを軽減できることを示唆できた。

<引用文献>

① G. Dubus, R. Bresin, Sonification of sculler movements, Proc. of Ison, 2010, 39-43

② 有光哲彦、小澤哲史、戸井武司、競技用ボートにおける揺動の有無による漕手の動作変化、秋季騒音制御講論集、2016、236-237

③ 有光哲彦、五十嵐陽介、戸井武司、ボート競技における振動が艇速および快適性に及ぼす影響の評価、スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス、D-1、2015、1-5

④ 有光哲彦、小澤哲史、宮崎裕太、高田映士郎、戸井武司、競技用ボートの固有振動数がピッチングに及ぼす影響把握、スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス、B-24、2016、1~4

⑤ 宮崎裕太、有光哲彦、小澤哲史、戸井武司、腕の筋疲労を考慮した競技用オール構造検討、日本音響学会騒音・振動研究会、N-2016-56、2016、1-4

⑥ Akihiko Arimitsu, Yosuke Igarashi, Takeshi Toi, Evaluation of Human Muscle Fatigue due to Differences in Acoustic and Vibrational Properties of Rowing Oars, Proc. of ICSV2016, 2016, 1-8

⑦ 中島浩二、聴覚刺激による情動変化が瞳孔径に与える影響と視覚障害者への応用、産業応用工学会論文誌、2(2)、2014、39-43

⑧ 有光哲彦、高田映士郎、戸井武司、瞳孔径評価に基づく機能音によるボート競技者の同調支援、日本音響学会春季研究発表会、2016、2-4-6、1-2

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 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

① 有光哲彦、瞳孔径評価に基づく機能音によるボート競技者の同調支援、音響学会春季研究発表会、明治大学(東京都)、2016年3月16日

〔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〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

有光 哲彦 (ARIMITSU, Akihiko)
中央大学・理工学部・助教
研究者番号：50734191

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

高田 映士郎 (TAKADA, Eishiro)
小澤 哲史 (OZAWA, Tetsushi)
戸井 武司 (TOI, Takeshi)