

操船シミュレータの動画像が訓練者の姿勢制御動作に与える影響に関する研究

The Effects of the Projected CG Images of a Ship Handling Simulator
on Trainees' Postural Control Movements

○ 土井根礼音(電機大) 坂牧孝規(鳥羽商船高専) 瀬田広明(鳥羽商船高専)
山田英生(鳥羽商船高専) 鎌田功一(鳥羽商船高専) 石田邦光(鳥羽商船高専)
塩野谷明(長岡技科大) 斎藤秀俊(長岡技科大) 本間章彦(電機大) 福井康裕(電機大)

Renon DOINE, Tokyo Denki University
Takanori SAKAMAKI, National Institute of Technology, Toba College
Hiroaki SETA, National Institute of Technology, Toba College
Hideo YAMADA, National Institute of Technology, Toba College
Kouichi KAMADA, National Institute of Technology, Toba College
Kunimitsu ISHIDA, National Institute of Technology, Toba College
Akira SHIONOYA, Nagaoka University of Technology
Hidetoshi SAITOH, Nagaoka University of Technology
Akihiko HOMMA, Tokyo Denki University
Yasuhiro FUKUI, Tokyo Denki University

Abstract: In our previous study, we found that passengers had an exercise load attributable to postural motion in a small marine craft. However, the effects of visual stimuli on passengers' postural movements and exercise loads have not yet been clarified. The purpose of this study was to investigate the effects of projected computer-graphics images generated by a ship handling simulator on trainees' postural control movements. The measurement system consisted of three orientation sensors, a calorimeter, a patient monitor, an electromyography and a Wii Balance Board. Energy expenditure was measured using the calorimeter. Participants' motion of the center of gravities was measured using the board. The motion of the center of gravity was larger when images were presented. No significant differences were detected in the exercise load between with projected computer-graphics images and without the images. In our experiment, it appears that participants' exercise loads are not affected by the images.

Key Words: Ship Handling Simulator, Postural Control Movement, Center of Gravity, Exercise Load

1. はじめに

本研究では、これまでに船舶動揺が乗船者に与える影響の解明を行うために、船舶動揺に対する乗船者の立位姿勢動揺の運動学的特徴、および運動負荷の調査を行ってきた。小型船舶において、船外の風景などの視覚情報を排除した環境で計測実験を行った結果、船舶の上下揺れに対し、乗船者の腰部と頭部における立位姿勢動揺は、回転方向に発生し⁽¹⁾、船舶の上下揺れが $1.00\text{m/s}^2 \sim 1.39\text{m/s}^2$ の範囲における乗船者の運動負荷は、陸上での 30 回/分、又は 40 回/分の踏み台昇降運動の運動負荷に相当することが明らかとなった⁽²⁾。一方、船外の風景などの視覚情報が、乗船者の姿勢制御動作や運動負荷に与える影響は明らかとなっていない。

操船シミュレータは、船舶の操舵室を模擬する装置であり、港湾や海上環境をスクリーンに投影し、様々な操船訓練を行うことを可能とする(Fig. 1)。本研究は、操船シミュレータの提示する動画像が訓練者の姿勢制御動作と運動負荷に与える影響の解明を目的とする。

2. 方法

2-1 計測システムの構成

計測システムの構成を Fig. 2 に示す。同システムは、訓練者の身体動揺を加速度・角加速度として計測する 3 台の 3 軸方位角センサ、エネルギー代謝計、心電図、心拍数を計測する患者モニタ、姿勢制御動作に用いられる筋肉の動きを計測する体表面筋電位計測装置、および重心動揺の計

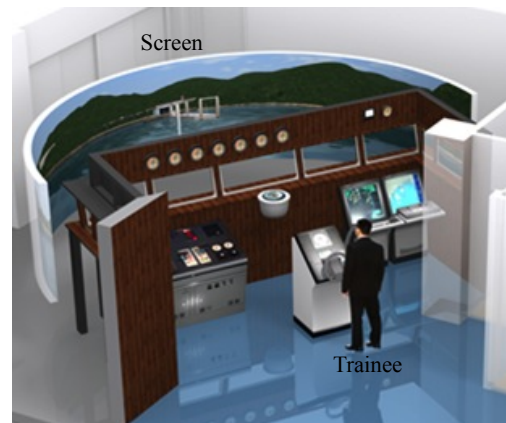
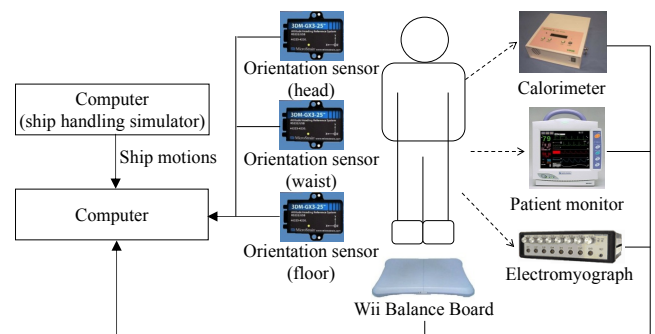
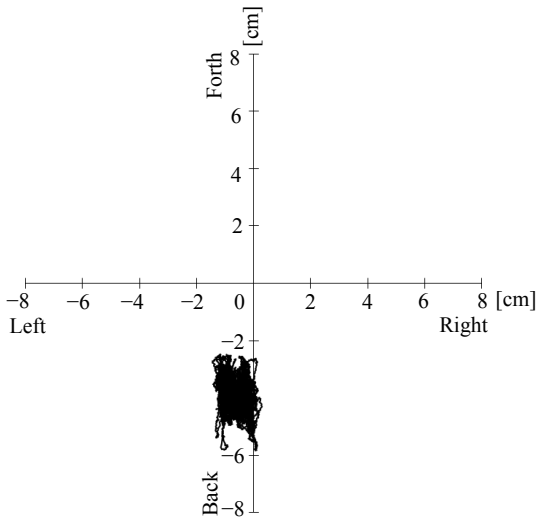
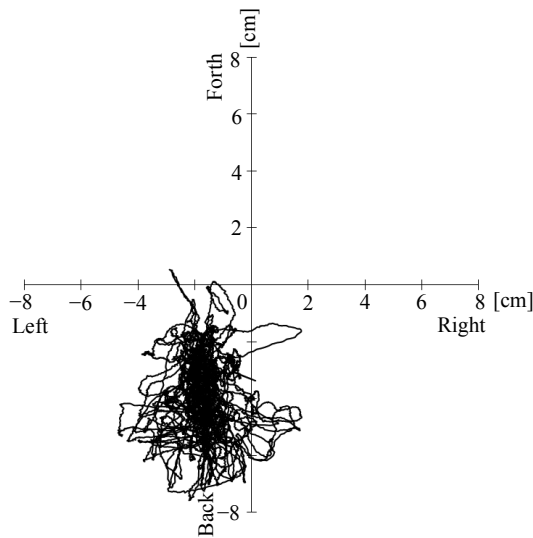
Fig. 1 Ship handling simulator⁽³⁾

Fig. 2 Schematic of the measuring system

測を行うバランス wii ボードから構成される。3 台の 3 軸方位角センサは、操船シミュレータ室内の床、被験者の腰部、頭部に設置された。表面筋電図の計測は、頸部傍脊柱筋、腰部傍脊柱筋、外側広筋、ヒラメ筋の 4 箇所で行った。サンプリング周期は、加速度・角加速度を 0.01s、エネルギー消費量を 10s、表面筋電図を 0.001s、重心動揺を 0.01s



(a) without projected computer-graphics images



(b) with projected computer-graphics images

Fig. 3 The motion of the center of gravity from an 23-year-old male participant

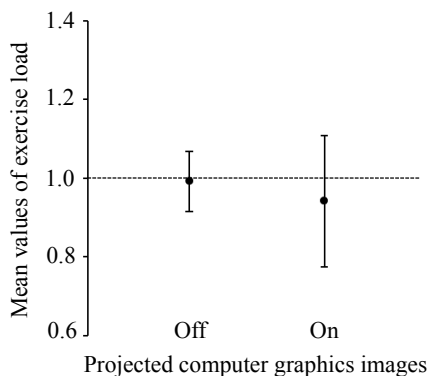


Fig. 4 Mean values of exercise load (n = 6)

とした。操船シミュレータで再現された船舶の速度および傾斜角は、0.1s ごとにコンピュータに保存された。

2-2 運動負荷

被験者の運動負荷は、立位姿勢時の連続するエネルギー消費量 30 データ (5 分間) の平均値を座位姿勢時の連続するエネルギー消費量 30 データ (5 分間) の平均値で除した値として定義した。運動負荷は、立位姿勢開始 5 分後～立位姿勢終了までの 10 分間について、被験者一人につき 2 例算出された。

2-3 実験概要

本研究では、被験者 3 名 (男性 2 名, 女性 1 名, 平均年齢: 22±0.8 歳) に対し、合計 3 時間の実験を実施した。本実験は、鳥羽商船高等専門学校生命倫理委員会規則に則り実施された。被験者には実験開始前に実験内容の説明を行い、実験への参加について同意を得た。

実験の流れは、座位姿勢 15 分間、操船シミュレータの動画像を表示しない環境での立位姿勢 15 分間、座位姿勢 15 分間、操船シミュレータの動画像を表示した環境での立位姿勢 15 分間とした。本実験では、使用船舶を小型船舶 (全長 39.8m, 横幅 9m), 船速を 15knot, 波高を 3m, 波の周期を 8s, 波の方向を船舶の右舷側 (船首を 0 degree としたときの 270 degree) からとし、海上の他船や島などは表示しないものとした。

3. 結果

被験者 (男性, 23 歳) の立位開始 10 分後～立位終了までの 5 分間の重心動揺の一例を Fig. 3 に、被験者 3 名の運動負荷の平均値および標準偏差を Fig. 4 に示す。Fig. 3 より、操船シミュレータの動画像を表示した環境での重心動揺 (Fig. 3 (b)) には、動画像を表示しない環境での重心動揺 (Fig. 3 (a)) に比べて、左右に広がる様子が観察された。また、操船シミュレータの動画像を表示しない環境での運動負荷と動画像を表示した環境での運動負荷に対し、ウィルコクソンの符号付順位和検定を行ったところ、有意差はなかった。

4. 考察・まとめ

操船シミュレータの動画像を表示した環境での重心動揺が、動画像を表示しない環境での重心動揺に比べて、左右に広がる様子が観察されたのは、スクリーンに投影された左右に傾く海面の映像の影響をうけ、被験者の身体が左右に揺れたことが原因と推察される。一方、被験者の運動負荷は、動画像を表示しない環境と動画像を表示した環境で有意な差はなかった。本実験においては、視覚刺激が生体の運動負荷に与える有意な影響はないことが推察された。

参考文献

- (1) 土井根礼音, 坂牧孝規, 瀬田広明, 伊藤政光, 本間章彦, 福井康裕, 船舶動揺に対する乗船者の立位姿勢動揺の解析, ライフサポート, 2015, (in press).
- (2) Renon Doine, Takanori Sakamaki, Hiroaki Seta, Masamitsu Ito, Akihiko Homma and Yasuhiro Fukui, The Exercise Load of Passengers' Postural Control Against Ship Motion Using Human Energy Expenditure, Advanced Biomedical Engineering, 2015, (in press).
- (3) 国立鳥羽商船高等専門学校, 操船シミュレータシステム, 操船シミュレータパンフレット, 2014.