

O3-1

小型船舶環境における船酔い発生メカニズムの解明に関する研究

Elucidation of the Mechanism of Seasickness on Craft

○土井根礼音 (東京電機大) 坂牧孝規 (鳥羽商船高専) 瀬田広明 (鳥羽商船高専)

伊藤政光 (鳥羽商船高専) 河村剛史 (河村循環器病クリニック) 福井康裕 (東京電機大)

Renon DOINE, Tokyo Denki University  
 Takanori SAKAMAKI, Toba National College of Maritime Technology  
 Hiroaki SETA, Toba National College of Maritime Technology  
 Masamitsu ITO, Toba National College of Maritime Technology  
 Tsuyoshi KAWAMURA, Kawamura Cardiovascular Clinic  
 Yasuhiro FUKUI, Tokyo Denki University

**Abstract:** The objective of this research is to elucidate the mechanism of seasickness. In this paper, we describe the mechanism of the propagation of motions and oscillations caused by a craft inside the human body. Motions and oscillations are measured by three accelerometers. Each accelerometer is placed on the human head, on the human waist, and on the floor of the craft. We measured data of 13 subjects on a cruising craft. Vertical low frequency acceleration is propagated from the floor to the head. Longitudinal and lateral low frequency accelerations are hardly observed on the floor, but are observed at the head. We also measured the acceleration at the tip of stick stood vertically. Longitudinal and lateral low frequency accelerations are hardly observed.

**Key Words:** seasickness, motions and oscillations, craft, accelerometer

1. はじめに

小型船舶は、離島間の交通機関やマリレジャーに広く利用されているが、乗船者の中には船酔いに悩まされる人も多い。一方、長年、船酔いに関する研究が行われているが、その発生メカニズムの解明は進んでいない。

本研究の目的は、工学的な手法に基づく、船酔い発生メカニズムの解明である。本稿では、小型船舶の揺れ・振動を加速度計で捉え、船舶の揺れ・振動が、船舶の床から生体に伝播する仕組みについて示す。

2. 船酔い発生メカニズム

感覚混乱説に基づく船酔い発生メカニズムの概要を Fig.1 に示す。生体は、日常の揺れ・振動を内耳からの平衡感覚、眼からの視覚、筋肉や皮膚等からの深部感覚から知覚し、体の平衡を保っている。しかし、日常では経験しない揺れ・振動が生体にもたらされ、平衡感覚、視覚、深部感覚に矛盾が生じると、中枢神経系で感覚の混乱が生じ、自律神経を介して効果臓器を刺激する自律神経反射がおこることから、船酔いが発症すると考えられている<sup>(1)</sup>。

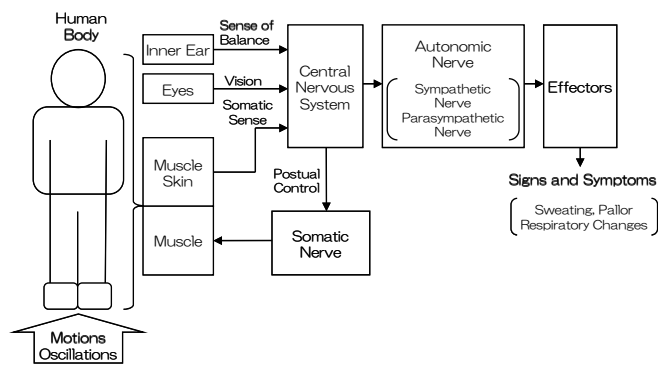
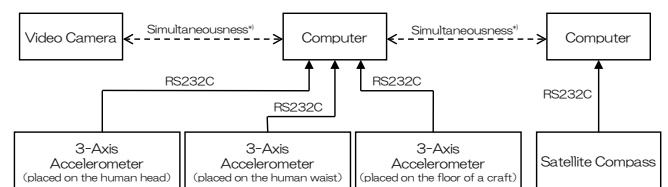


Fig. 1 Mechanism of Seasickness

3. 方法

3-1 加速度計測システム

本研究では、Fig. 2 に示す加速度計測システム<sup>(2)</sup>を開発した。これは、3つの3軸加速度計、ビデオカメラ、船舶の航行状況を計測するサテライトコンパスから構成される。加速度計は、船舶の床、被験者の腰部、頭部に設置され、サンプリングインターバル5msで加速度を計測する。また、データ解析プログラムにより、これら収集データの時系列解析、周波数解析、フィルタ処理を行うことが可能である。



\* These data are gathered simultaneously

Fig. 2 Structure of Measurement System

3-2 加速度計測実験

データ計測は、鳥羽商船高等専門学校が所有する実習船「あさま」(総トン数14t, 定員23名)を用いて、被験者13名に対して計約67時間、比較実験のため、船舶の床に垂直に立てた棒(高さ124cm)を対象として計約3.5時間行った。比較実験は、生体の関節や姿勢制御が、船舶の揺れ・振動の生体内への伝播に与える影響について分析することを目的としている。

被験者を対象としたデータ計測の様子を Fig. 3 に示す。被験者の正面は、船舶の進行方向とした。生体を対象とした計測データの一例(23歳, 女性, 船舶の速度17.9knot)について、加速度の時系列データ、同データの周波数解析結果(パワースペクトル密度)、カットオフ周波数5Hzのローパスフィルタ処理を行ったデータを Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 に示す。また、床に垂直に立てた棒の計測データの一例(船舶の速度15.8knot)について、加速度の時系列データ、同

データの周波数解析結果 (パワースペクトル密度), カットオフ周波数 5Hz のローパスフィルタ処理を行ったデータを Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 に示す. 棒の加速度計測位置は, 棒の先端 (床から高さ 124cm) と, 棒の先端と床の間 (床から高さ 62cm) とした.

実験結果より, 上下方向の 5Hz 未満の低周波の加速度が, 生体では床から頭部に, 棒では床から棒先端に向けて伝播している様子が観察された. ローパスフィルタ処理を行った生体の上下方向の加速度の時系列データには, 床, 腰部, 頭部間に高い相関があることがわかった. 腰部や頭部では, 床ではほとんど計測されない前後, 左右方向の加速度が観察された.

一方, ローパスフィルタ処理を行った棒の上下方向の加速度の時系列データには, 計測部位間で優位な相関は見られなかった. 棒の先端や先端と床の間では, 床で計測されない 5Hz 未満の前後, 左右方向の加速度は, 観察されなかった.

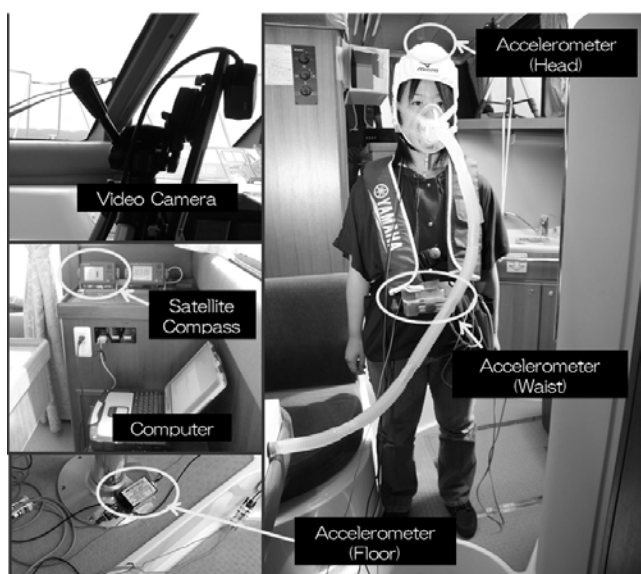


Fig. 3 Experimental Environments

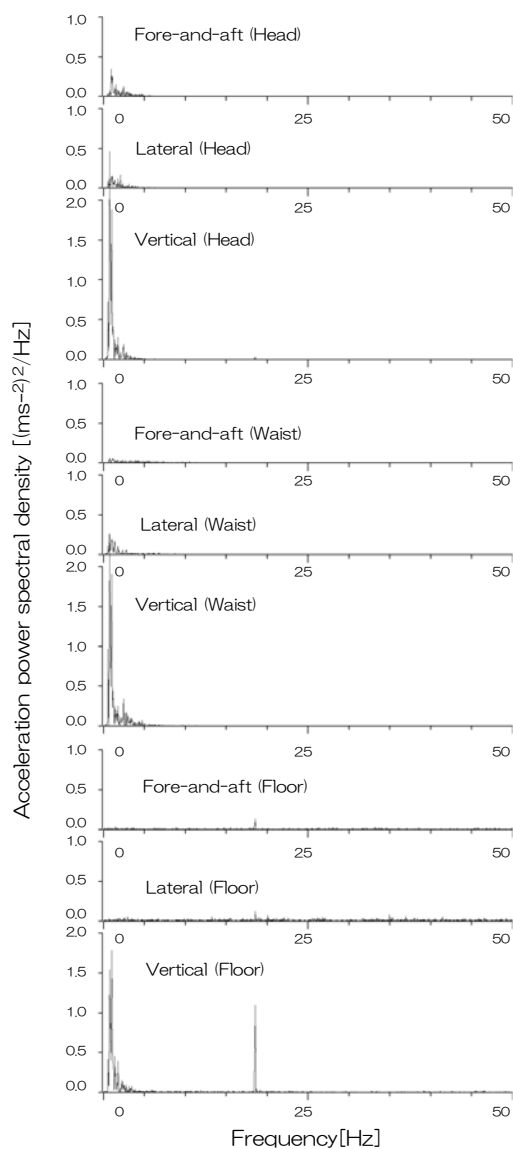


Fig. 5 Acceleration Power Spectral Density of a Human

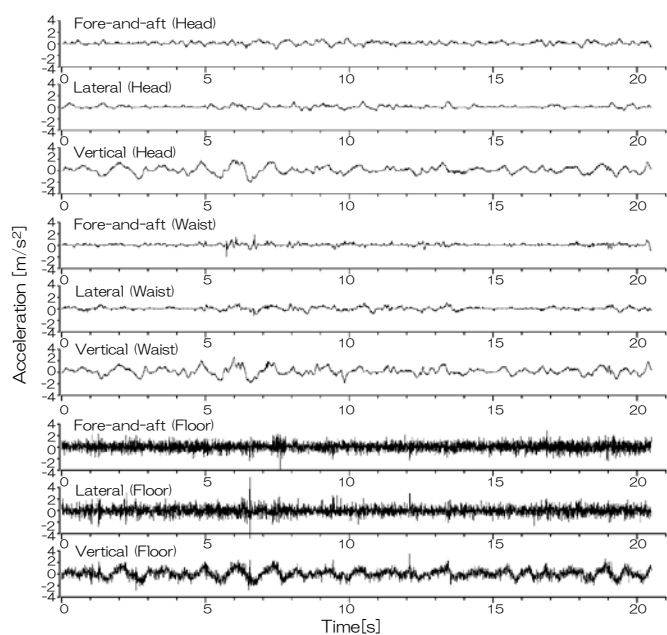


Fig. 4 Acceleration Time Histories of a Human

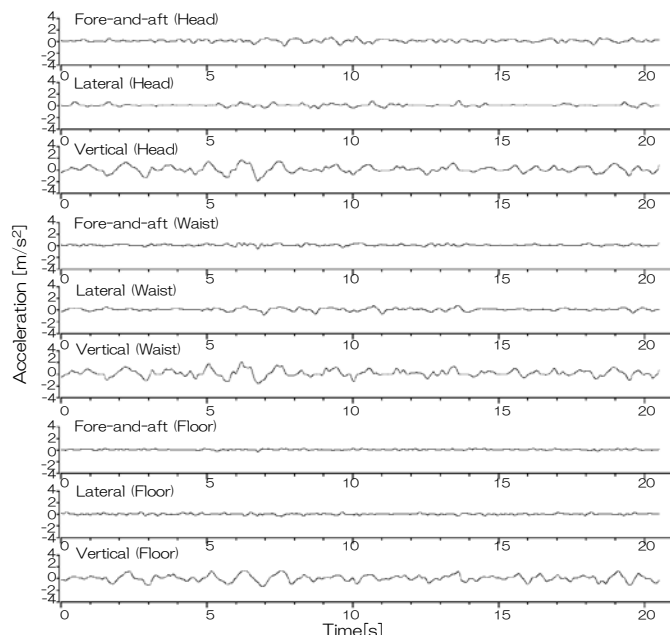


Fig. 6 Acceleration Time Histories of a Human

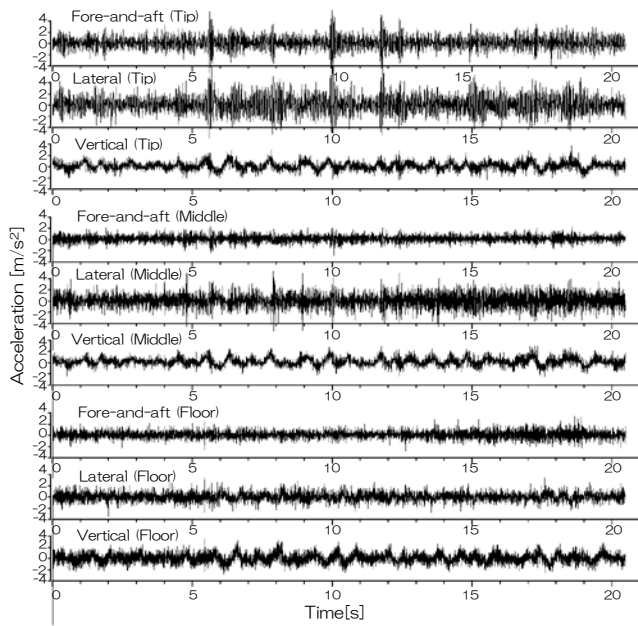


Fig. 7 Acceleration Time Histories of a Stick

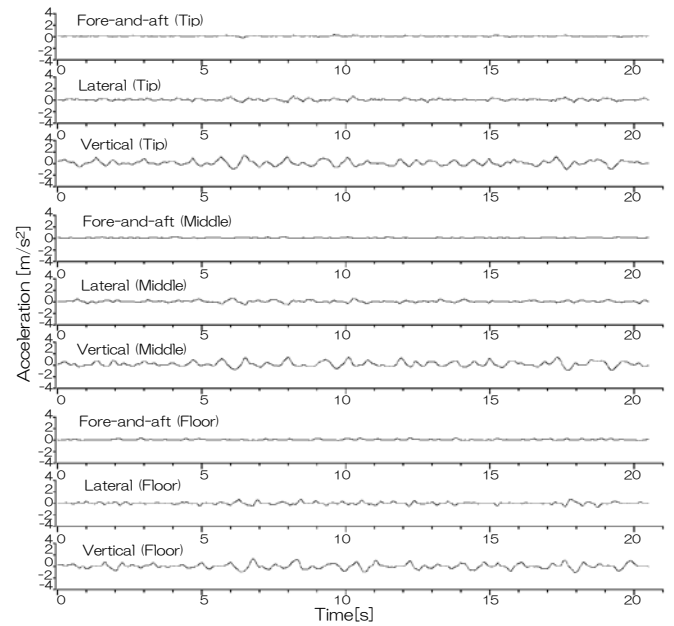


Fig. 9 Acceleration Time Histories of a Stick

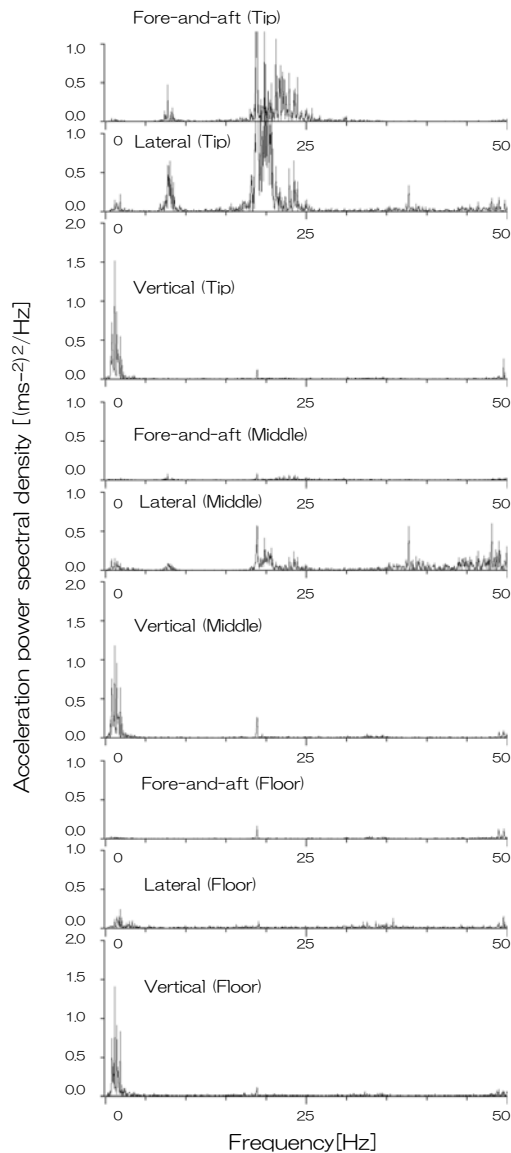


Fig. 8 Acceleration Power Spectral Density of a Stick

#### 4. 考察

船酔いは、Bob Cheung ら<sup>(3)</sup>によると、0.1~0.5Hzの低周波の上下方向の揺れと0.025~0.4HzのRoll方向の揺れによって発症すると報告されている。このことから、低周波成分の加速度に注目して、船舶の揺れの生体への伝播を分析すると、生体の頭部には、船舶の床から伝播したと考えられる上下方向の揺れに加え、船舶の床では観察されない前後、左右方向の揺れが発生していることがわかった。棒のデータでは、同様の揺れが観察されないことを考慮すると、人間の頭部における揺れの発生は、生体の姿勢制御や構造に起因すると推察される。

特に、感覚混乱説の視点でこの現象を捉えようと、船舶の揺れに対する姿勢制御および関節の存在などの身体的構造が原因となって、平衡感覚を司る頭部に低周波成分の揺れが発生し、平衡感覚、視覚、深部感覚の矛盾を助長させる可能性があると考えられる。

#### 5. まとめ

本稿では、船舶の揺れ・振動の生体への伝播の仕組みを解明するために、船舶の床、生体の腰部、頭部における加速度を計測するとともに、船舶の床に棒を立て同様に加速度の計測を行った。

実験データから、生体の頭部には、船舶の揺れ・振動に対する姿勢制御などが原因となって、低周波成分の揺れが発生し、船酔いの発生を助長する仕組みが存在することが示唆された。今後は、引き続き回転方向の加速度の計測を行い、仮説の検証を行っていく予定である。

#### 参考文献

- (1) 東司, 医学的側面から見た船酔いのメカニズムとその対策, 関西造船協会誌「らん」, 第20号, pp. 1-6, 1993.
- (2) 坂牧孝規, 土井根礼音, 藤田結香, 瀬田広明, 伊藤政光, 小型船舶の揺れ・振動の生体内伝搬解析に関する研究, 鳥羽商船高等専門学校紀要, 32, pp. 7-12, 2010.
- (3) Bob Cheung, Ann Nakashima, A review on the effects of frequency of oscillation on motion sickness, Defence R&D Canada Toronto Technical Report, 2006.