

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月10日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650385

研究課題名（和文） 仮想（バーチャル）技術応用の新カヤックエルゴメーター開発

研究課題名（英文）

Development of new Kanoer ergometer with Virtual technology

研究代表者

西保 岳（NISHIYASU TAKESHI）

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：90237751

研究成果の概要（和文）：運動者が発揮する力やパワーを精密に制御できる新しいカヤックエルゴメーターを製作することを目的とした。エルゴメーターの中心部分である電磁ブレーキを用いた負荷装置と負荷制御インターフェイス及びPC上での制御プログラムを製作した。さらに、既製品の風力負荷エルゴとの比較、漕ぎ手への感想調査や、パワー出力の妥当性の検討を行った。風力負荷エルゴメーターとの漕ぎ手の動作感覚に大きな違いは見られなかった。市販の機材と同程度の漕ぎ感覚でありさらに、負荷制御幅及び負荷制御分解能が大きく、かつ、負荷制御方法を開発・変更できる、新しいカヌーエルゴが製作可能であることが判明した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to develop the new kanoer ergometer which can control the workload (power and intensity) precisely with using the feedback control system. We developed the workload system using the electro-magnetic brake and the controller, and feedback control program on Windows PC. The system can control the way of the load in each stroke, such as the constant load, variable load with the stroke speed, etc. We compared the feelings of the exercise between the new system and commercially available ergometer in competitive college kayakers. It was found that no difference in the feelings was detected between them. However, the new system has more range of the work load and load resolution than the commercially available ergometer and the way of the workload in each stroke can be changed with the Basic program language on Window PC.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：上肢運動、下肢運動、カヌー

## 1. 研究開始当初の背景

カヤックは、親子で楽しむレクリエーションからオリンピック種目である 500m から 1000m で順位を競うフラットウォーター競技やスラローム競技等まで、幅広い対象・種目を持つアウトドアスポーツである。陸上に

おける練習器具としてのカヤックエルゴメーターは、オランダの Dansprint 社から唯一発売されており、競技者はそれを購入し、トレーニングに使用している。我々は、このエルゴメーターを使用して、本学カヤック部員に

において、最大酸素摂取量、最大発揮パワーを測定し、さらに下肢および上肢専用自転車エルゴメータでも同様の測定をして、各運動間で比較検討した。その結果、カヤック運動・競技者の運動特性が他の競技と異なり、専用のエルゴメータによるトレーニングの必要性が明らかとなった（2008 日本体力医学会発表）。上記市販のカヤックエルゴメータでは、負荷強度の正確な設定並びに運動量計測ができない。したがって、陸上において、カヤック運動を実際により詳細に再現したトレーニングを行うためには、上記の問題を解決した新しいカヤックエルゴメータの開発が必要である。

## 2. 研究の目的

カヤック運動は、両手で一本のパドルを動かす、一見、上肢のみの単純運動のようであるが、背筋、下肢筋も協調的に活動させる複雑な運動である。競技選手は陸上トレーニングとして、市販のカヤックエルゴメータ（オランダ製）を用いているが、この機器は負荷制御を風力抵抗によりおこなっており、運動負荷を正確に制御・測定することができない。本研究では、運動者が発揮する力やパワーを精密に制御できかつ測定可能であり、さらに実際の水上での動作に近い負荷をかけるようプログラミング可能な、新しいカヤックエルゴメータを製作することを目的とした。

## 3. 研究の方法

エルゴメータの負荷制御の中心部分である、電磁ブレーキを用いた制御機構、コントロールボックス製作と負荷制御プログラムを製作した。さらに、既製品である風力負荷エルゴメータとの比較、漕ぎ手への感想調査や、パワー出力の妥当性の検討を行った。

## 4. 研究成果

電磁ブレーキとして、三菱電機のヒステリシスブレーキを用いることにした。

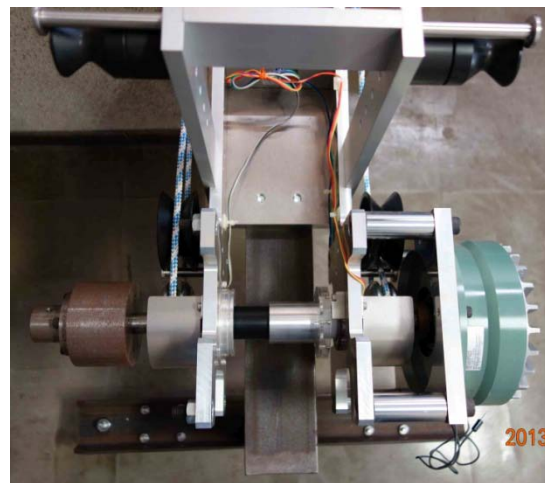


図1 a, b ヒステリシスブレーキを装着したエルゴメータ負荷部分（緑色） 回転角度をエンコーダーにより検知し、スピードと負荷をモニターして負荷制御を行う。また、ブレーキの対極側に慣性用の重りを装着しており、重りを変化させることで、慣性を調節可能である。

理由は、カヌーの動きをブレーキに加える際の正逆転時のブレーキ負荷のアンバランスがなく、回転数依存でのトルク変化も少ないため、制御がしやすいことである。さらに、市販の風力抵抗タイプのエルゴメータ負荷部分（図2）に比べてかなり小型である。次に、このブレーキ制御を実際のカヌーパドルリング時の漕ぎ手の感覚に近づけるために、パドルの引き始めのスピードをエンコーダーに

より検出し、漕ぎ始めはトルクを小さくし、スピードとともに増加させるような負荷制御プログラムを製作した。

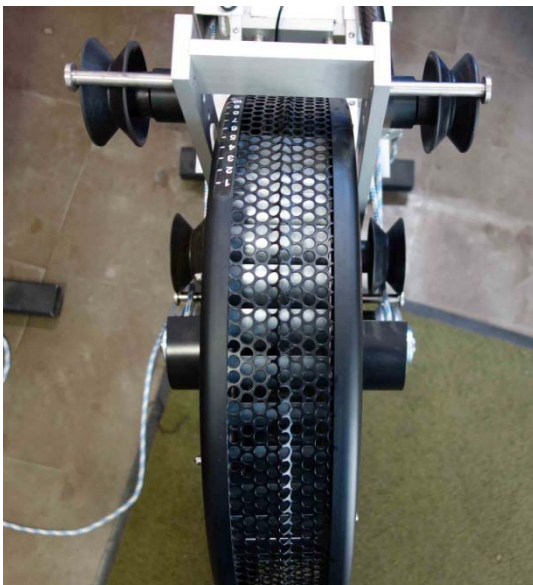


図2 a, b 既成の風力負荷エルゴメーターの負荷部分 風車部分と外部との隙間間隔（空気の入出口）を調節することで負荷を変えている。負荷部分のトルクを直接モニターすることはできない。

ブレーキ制御のために、エルゴメーターから有線ケーブル（3m長）を介して接続された外付けのコントロールボックス（図3）を製作した。このコントロールボックスでは、あらかじめ設定しておいた負荷制御パターンを選択したり負荷強度を設定できるようにした。すなわち、このコントロールボックスとカヤックエルゴメーターのみで、負荷強度や負荷パターンを変えた運動が可能である。

負荷制御パターンの詳細な設定の変更や、負荷や速度の記録解析はUSBインターフェー

スを介して、コントロールボックスとWindowsベースのPCを接続し、PC上でのVisual Basicで作成したプログラムにて行なえるようにした。



図3 コントロールボックス 負荷装置とは3メートルのケーブルで接続し、ブレーキへの電流調節によって負荷を調節する。負荷装置側からのエンコーダー出力を用いて、ストローク毎の負荷制御を行うことが可能である。また、USBまたはRS-232C経由でPCと接続し、負荷制御、負荷変化、仕事量などをPC上から計測制御可能である。

パドルスピードに関係なく一定トルク負荷制御の場合とで、比較した場合、漕ぎ手にとっては、上記の負荷変化タイプの制御の方がスムーズに動作を行える、という感想であった。この負荷パターンを用いた場合に、既存の風力負荷エルゴメーター（オランダ ダンスプリント社製）との漕ぎ手の動作感覚に大きな違いは見られなかった。今後は、実際の水面上におけるカヤック動作時の負荷感覚により近づけるような負荷設定パターンを検討していくことで、より完成度を高めることが可能である。したがって、今回の研究によって、市販の機材と同程度の漕ぎ感覚でありさらに、負荷制御幅が大きくさらに負荷制御分解能が高く、かつ、負荷制御方法を簡単に汎用言語(Visual Basic)にて開発・変更できる、新しいカヌーエルゴが製作可能であることが判明した。

## 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)  
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西保 岳 (NISHIYASU TAKESHI)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：90237751