

整理番号 2020M-002
補助事業名 2020年度IOT, AI, 協調制御理論によるトレーニング支援システムの開発
補助事業
補助事業者名 株式会社計算力学研究センター

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

自転車競技選手が国際大会等においてメダル獲得力を身につけられるようになることを目指し、競技中のフェーズに応じて最適な姿勢を見出し、持てる筋力を最大限効果的に発揮するためのトレーニングメニュー策定を支援することを目的とする。

(2) 実施内容

(2-1) IOT, AI, 協調制御理論によるトレーニング支援システムの開発

<https://www.rccm.co.jp/product/medical/fems-program>

<https://www.youtube.com/watch?v=ptcktH8qBDw>

① ウェアラブル及び画像センサーシステムの改良

- ・ IOTデータ処理プログラムの改良（精度・同期方法・安定性）
- ・ FEMS2Dプログラムの改良（パワーと重心解析、分析結果のリアルタイム表示化）
- ・ FEMS3Dプログラムの改良（インストロー、光学式モーションキャプチャとの整合）
- ・ AIプログラムの開発（シングルカメラでの骨格推定機能）

② ペダルリングセンサー機器の改良（剛性の強化と異常現象処理）

③ 可変負荷装置の開発（風抵抗に応じてローラー負荷を変化が可能、風洞試験の代替装置）

④ 光学型モーションキャプチャーシステムの導入（より高精度な骨格関節座標の取得）

⑤ 小型筋力測定器の改良（診断およびトレーニング法アドバイス機能の追加）

⑥ サドル位置調整型トレーニング自転車の研開発（シートポストや空力抵抗模擬装置）

(2-2) IOT, AI, 協調制御理論によるトレーニング支援システムの検証

① 国立スポーツ科学センター風洞試験での性能検証

風洞内における自転車漕ぎ運動時に、姿勢（サドル位置）・風抵抗の有無に応じて、クランクに生じるパワー・被験者の脚の実効筋活動度がどう変わるのかを調べ、性能検証とした。固定負荷と風速追従負荷のケースに対して、以下の成果が得られた。

1. 固定ローラー使用（風速に応じた負荷がかからない）の場合

- ・ サドル位置依存性・・・パワーは単一の極大値または極小値を持たない。
- ・ 風速依存性・・・パワーは風速が大きいほど大きくなる。

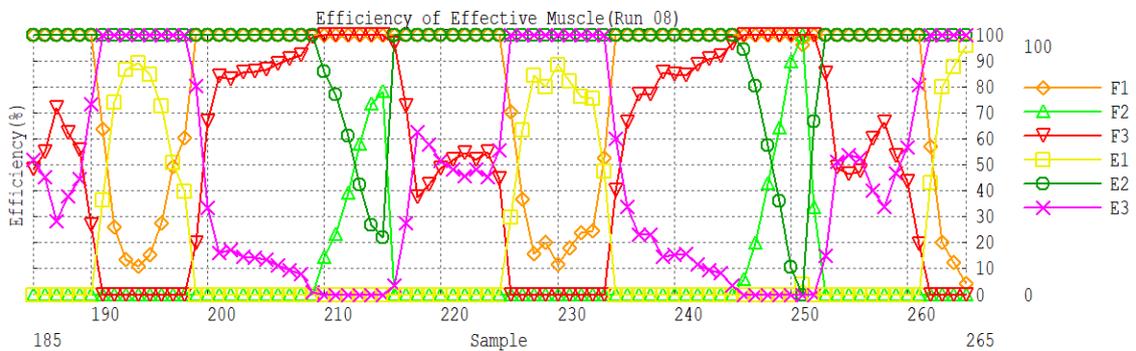
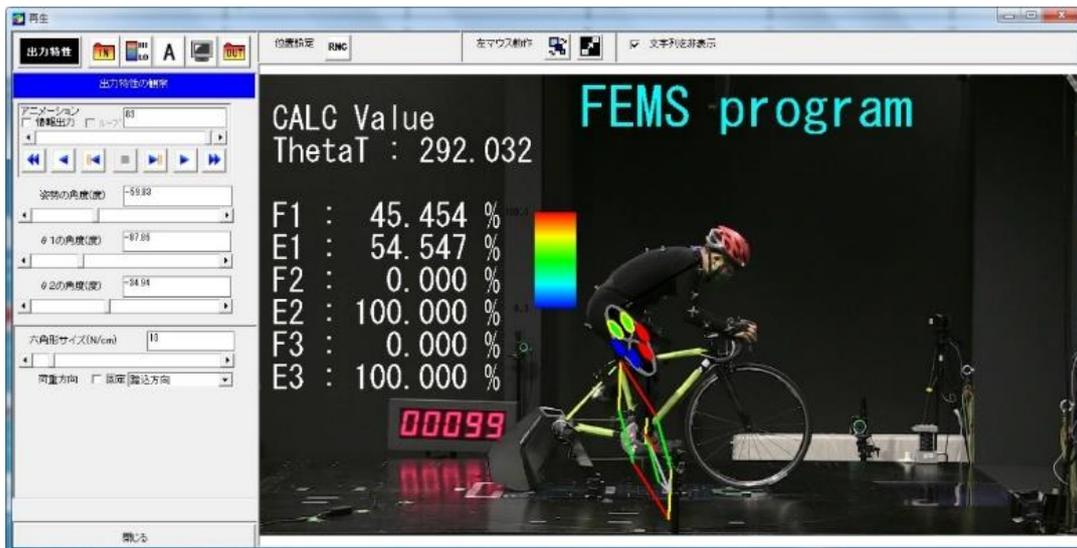
2. 可変負荷装置使用（風速に応じた負荷をかける）の場合

- ・ サドル位置依存性・・・パワーは単一の極大値または極小値を持たないが、風速によって優位な差が出る。実効筋活動度は概ね E2、F1 で基準位置を最大値とした単一の極

大値を示す。

・風速依存性・・・パワーは風速が大きいほど大きくなる。実効筋活動度は風速が大きくなるにつれて、特にE2、E3が増加し、F2、F3は減少する。

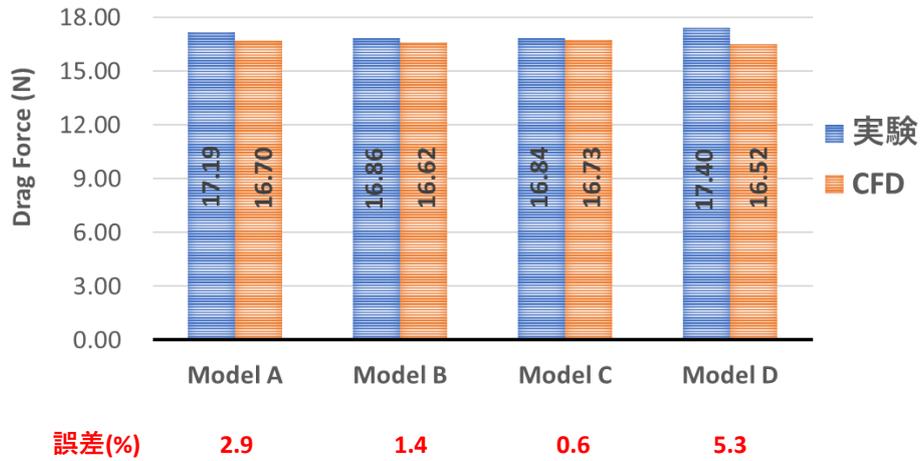
3.どの測定条件においても、実効筋活動度はE2、F1、F3が高く、これらに拮抗するF2、E1、E3は低い。



② CFDによる検証

国立スポーツ科学センター風洞試験（風速30km/h）におけるクランク角度4パターンでの空力抵抗をCFDで評価し、実験値との比較を行った。非常に高精度な予測（誤差0.6～5.3%）ができていることから、風洞試験でしか知ることのできなかつた空力抵抗を、CFDで代替予測できることが判明した。

実験結果とCFD結果の比較



③ 汎用筋力解析ソフトウェアとの比較検証

東海大学施設およびAcuity(株)スタジオで実施した測定データをFEMSプログラムで解析し、異なるソフトウェアでの解析結果と比較した。同じタイミングとプロフィールをもって負荷状態が遷移する筋群がみられることから、FEMSプログラムの筋力解析結果に妥当性があることが検証された。

2 予想される事業実施効果

① 体組成変化を考慮した調査研究

自転車こぎ運動時の転がり抵抗だけでなく、空気抵抗も考慮した上で、最適な姿勢を見出すための具体的なシステムが提示された。今後は、もともとの姿勢と提示された最適姿勢において、呼吸や心拍数といった体組成変化との相関を検証するための調査研究が期待される。

② 「協調制御理論」著作発表

本事業のアドバイザーである熊本水頼京都大学名誉教授の著書が2021.11頃に掲載される予定である。この本の中で、本補助事業で高度化中のFEMSシステムの詳細について記載。出版後は、事業成果についての問い合わせも増えると予想される。

③ 「協調制御理論のリハビリ・スポーツ分野への応用」シンポジウム開催

「協調制御理論のリハビリ・スポーツ分野への応用」をテーマとする国際シンポジウムを2021.11に開催予定。この中で、本補助事業の基礎理論である協調制御理論の

内容、ならびにそれを用いたトレーニング支援システムを自転車こぎ運動に適用した成果を公表する。この際に、自転車競技に関わるコーチ、選手、関係者を招待し、成果についての課題などの意見を収集する。収集した意見の中から、本質的に重要な課題を絞り込み、本システムの目的達成を強固にする。

3 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成・改良したもの

* 画像・AI・センサーを用いた自転車こぎトレーニング支援システム

(<https://www.rccm.co.jp/product/medical/fems-program/>)

サブシステム① 実効筋力測定器

サブシステム② IOTデータ処理プログラム

・デジカメ画像とAIによるモーション捕獲&分析機能

・光学式カメラによるモーション捕獲&分析機能

サブシステム③ 実効筋力解析ソフトウェア3D版

サブシステム④ 実効筋力解析ソフトウェア2D版

サブシステム⑤ 空力抵抗模擬装置

サブシステム⑥ シートポスト

サブシステム⑦ ペダリングセンサー機器

サブシステム⑧ 可変負荷装置

4 事業内容についての問い合わせ先

団体名： 株式会社計算力学研究センター

(カブシキカイシャケイサンリキガクケンキュウセンター)

住所： 〒142-0041

東京都品川区戸越1-7-1 東急戸越ビル8F

代表者： 代表取締役 石井英之 (イシイヒデユキ)

担当部署： 第3技術部 (ダイ3ギジュツブ)

担当者名： 次長 岩永則城 (イワナガノリキ)

電話番号： 03-3785-3659

F A X： 03-3785-6066

E-mail： iwanaga@rccm.co.jp

U R L： <https://www.rccm.co.jp/>