

補助事業番号 2021M-146

補助事業名 2021年度 心身一体感を極める身体可操作性スコープに関する研究 補助事業

補助事業者名 長崎大学 工学部 工学科 田中 良幸

1 研究の概要

我が国の国際競技レベルと若年層の基礎体力向上を掲げる「スポーツ基本計画」や、さらなる高齢化社会における健康寿命の延伸を掲げる「生涯現役社会の構築」などの政策にもある通り、国民一人一人の運動能力を安全かつ科学的に維持・向上させる運動トレーニングの意義と重要性が、これまで以上に増している。しかしながら、多くの方は身体の動きを目視で観測しながら主観や勘に基づいて運動トレーニングを行っているため、その効率と安全性に大きな個人差を生じやすい。もし、身体の動きを容易に測定・解析した上で、リアルタイムで結果を視覚的かつ直感的に理解できるようにフィードバックする安価な身体動作解析システムが使えれば、多くの人にとって運動トレーニングの安全性と効率の向上に役立つと期待できる。

最近では、安価な赤外線方式の測定センサや、ヘッドマウントディスプレイ型のバーチャルリアリティ・システム等が普及したことで、ゲーム感覚で使用できるスポーツ支援システムの研究開発が活発にされている。しかしながら、身体動作をリアルタイムに力学的に解析評価して、各個人の運動トレーニングに役立てるための情報までは提供されていない。一方、ロボティクスの分野では、多関節マニピュレータなどのロボット機器の可動部における速度や力の発揮能力を、楕円体指標を用いて定量的に解析評価する可操作性理論が広く活用されている。人間の身体構造も多関節リンク機構で一般的にモデル化できることから、スポーツ科学の知見も考慮して可操作性理論を適用することで、ダイナミックに変動する身体動作に対する解析評価も可能である。

そこで本補助事業では、運動トレーニングや一般生活環境における身体動作の可操作性解析結果を、ジュニア世代でも直感的に把握・理解できるように、リアルタイムで身体に重ね合わせて提示する「身体可操作性スコープ」の実現を目的として実施した。そのために、両手に用具等を持った動作でも使用できるように、動作測定時に制約が少ない装着型の慣性式モーションキャプチャ・デバイスと、使用者の身体に楕円体指標を重ね合わせて心身一体感を高めるために複合現実用グラスを用いて基盤システムを構築した。なお、比較的素早い身体動作時でもリアルタイムで安定して使用できるように、解析処理アルゴリズムは高速化を追求して作成した。そして、動画視聴によるWebアンケート形式で第三者評価を被験者86名で実施して、従来のバーチャルリアリティ・システムを用いた試作システムと比較評価をした結果、本補助事業で研究開発をした「身体可操作性スコープ」が全評価項目で良好であることを確認した。

2 研究の目的と背景

我が国の中長期の国際競技レベルと若年層の基礎体力向上を掲げる「スポーツ基本計画」や、さらなる高齢化社会における健康寿命の延伸を掲げる「生涯現役社会の構築」などの政

策にもある通り、国民一人一人の運動能力を安全かつ科学的に維持・向上させる運動トレーニングの意義と重要性が、これまで以上に増している。しかしながら、大多数の人は身体の動きを目視で観測しながら主観や勘に基づいて運動トレーニングを行っているため、その効率と安全性に大きな個人差を生じやすい。もし、身体の動きを容易に測定・解析した上で、リアルタイムで結果を視覚的かつ直感的に理解できるようにフィードバックする安価な身体動作解析システムが使えれば、多くの人にとって運動トレーニングの安全性と効率の向上に役立つとともに、高齢化社会における健康寿命の延伸につながることも期待できる。

そこで本補助事業では、ロボティクス分野で広く使われている可操作性理論とスポーツ科学の知見に基づいて、運動トレーニングや一般生活における身体動作の力学的な解析結果をわかりやすい楕円体指標で表現し、最新の拡張現実感を創り出すMRグラスを活用してジュニア世代でも直感的に把握・理解できるように、リアルタイムでフィードバックする「身体可操作性スコープ」の研究開発を目的とする。

3 研究内容

(1)「身体可操作性スコープ」の研究開発

図1は、慣性式モーションキャプチャ・デバイス(IMU-Mocap)、MRグラス(HoloLens2)、筋電センサ(EMG-Sensor)を用いて新たに開発した「身体可操作性スコープ」の概略図である。慣性式モーションキャプチャ・デバイスは、ジャイロスコープ・加速度計・磁力計を備えたIMUセンサ(17個)と専用グローブを用いて、装着者の各指を含めた身体動作を精度よく計測することができる。MRグラスは、複合現実感を提示する頭部装着型のウェアラブルコンピュータであり、小型PCのようにCPUとGPU、ホログラフィック・プロセッサが内蔵されている。筋電センサは、身体動作に伴う筋群活動を反映した筋電位信号(最大6ch)を計測することができる。

「身体可操作性スコープ」は、装着者の身体動作と筋電位信号の計測データをワイヤレス通信でデスクトップPCに転送し、ゲーム開発ソフトウェアUnity3Dで独自開発したアプリケーション

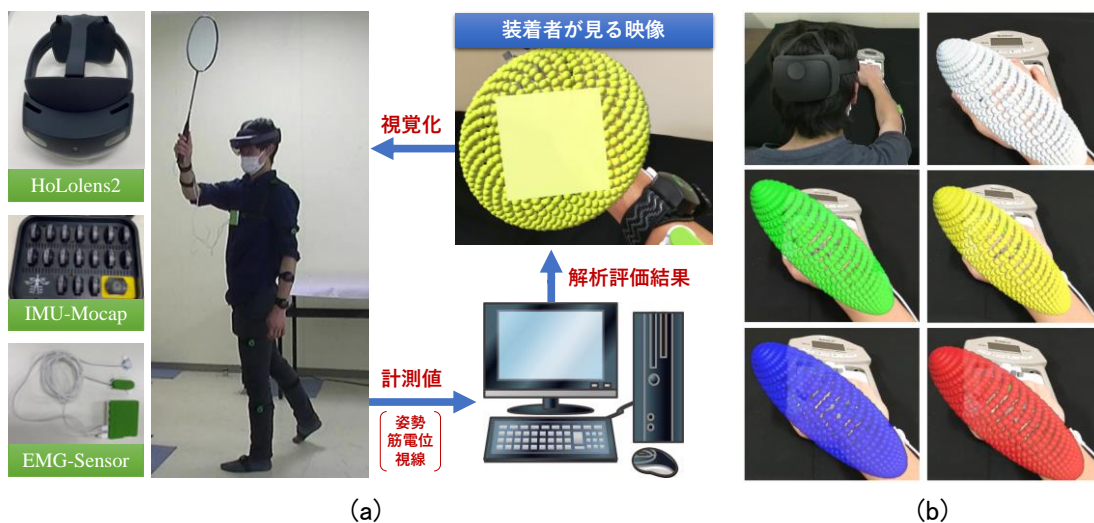


図1：拡張現実感を導入した身体可操作性スコープの概略図

で、筋群活動を反映した身体可操作性の解析評価を実行する。そして、その結果を楕円体指標で即座にコンピュータ・グラフィックスで可視化するとともに、MRグラスに転送して装着者が動かす手先に追従して重ねて描画する。なお、筋活動レベルの大きさは、楕円体指標の色（白・緑・黄・青・赤）を変えて把握できるようにしている。また、身体可操作性の解析評価結果に加えて、身体動作と筋活動および視線の各種データをファイル出力することもできる。

(2) Webアンケート形式による第三者評価

本補助事業で研究開発した「身体可操作性スコープ」に対する第三者視点の評価を得るため、動画を交えて作成したWebアンケートページ上で実施した。Webアンケートの主な内容は、楕円体指標の見せ方(図2(a))に関する評価と、VRシステムを用いた旧スコープとの直観性(理解のしやすさ)に関する比較評価である(図2(b))。アンケート評価の確実性と客観性を最優先に考えて、市場調査会社を介して任意参加した86名の回答結果を用いて解析評価した(図2(c))。その結果、心身一体感に関する項目で、本補助事業で研究開発した「身体可操作性スコープ」の評価が全項目で高いことを確認することができた(図2(d))。

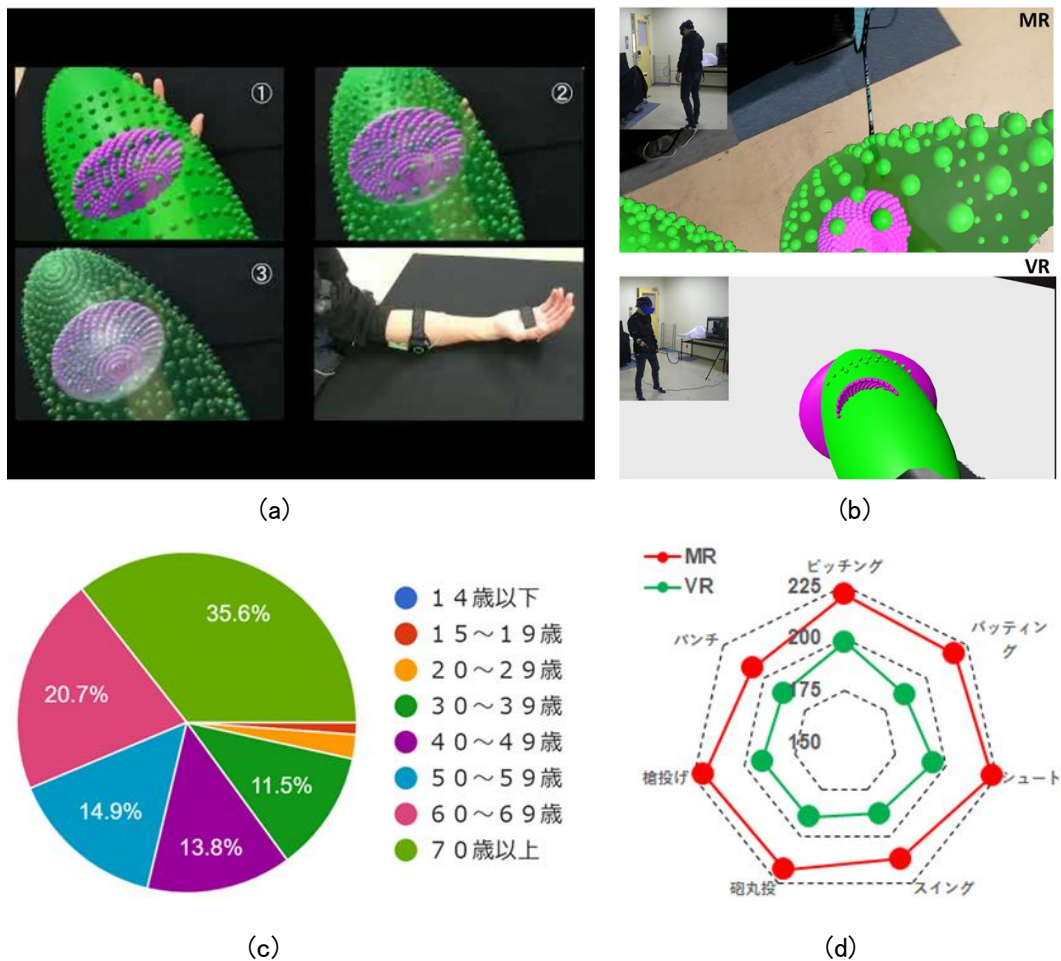


図2: Webアンケート形式による第三者評価

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

「身体可操作性スコープ」を使用すれば、子供から老人まで、一人一人が自身の体に存在する運動能力を見て直ぐ理解することができ、力学的にも安全で効率的な体の使い方を学ぶこともできる。他方では、人間が手足で操縦する自動車等の機械装置や住宅設備などの安全性と快適性を、人間工学的に向上させるための解析評価システムとしても使用できるはずである。その先には、人類の健康促進に加えて、生活の質の向上のために、必ずや役立つと期待できる

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

ロボティクスをはじめとして、生体工学、人間工学などの専門知識を統合して、マン・マシンシステムやバイオメカニクスに関する研究を実施している。今回研究では、これまでは多大な時間と労力をかけて行っていた身体動作に対する可操作性解析と生体信号処理をリアルタイムで自動化するとともに、従来まで困難と判断していた仮想空間と実空間とも結ぶことを可能にするなど、技術的にも大きな飛躍をもたらした。今後の教育・研究活動において、新展開を創る起点になると確信する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- 成清舜也, 田中良幸, 青山忠義, 塩川満久, 「拡張現実感を組み込んだ身体可操作性スコープ」, 第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2021. (SI2021優秀講演賞)

今後, 上記以外の学会発表をするとともに, 学術論文誌に投稿していく計画である。

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

慣性式モーションキャプチャ・デバイスとMRグラスを用いて構築した「身体可操作性スコープ」

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

補助事業用サイト(URL: <https://sites.google.com/view/jka2021-m146>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 長崎大学(ナガサキダイガク)

住 所: 〒852-8521

長崎県長崎市文教町1-14

担 当 者: 准教授 田中 良幸(タナカ ヨシユキ)

担 当 部 署: 工学部(コウガクブ)

E - m a i l: ytnk@nagasaki-u.ac.jp

U R L: <http://hms.mech.nagasaki-u.ac.jp/>