

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H00766

研究課題名(和文) 運動の獲得と学習に介入するスポーツ・シミュレーション科学

研究課題名(英文) Sports Simulation Science for Intervention in Acquisition and Learning of Motion

研究代表者

中村 仁彦 (Nakamura, Yoshihiko)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：20159073

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,300,000円

研究成果の概要(和文)：だれもが科学的にスポーツに取り組むことができるための情報技術の研究開発を行った。ビデオモーションキャプチャーは革新的な技術である。本研究の成果は、ビデオモーションキャプチャーによる運動解析の基盤技術を確立したことである。トップアスリートがスタッフに囲まれて時間をかけて行っていた科学的運動解析は複数台のビデオカメラで撮影するだけで可能になり、だれもが手の届くものになった。リアルタイムでの筋活動の可視化、体育館やグラウンドでのチームスポーツの全選手の全身動作の3次元の記録などが手の届くところまで近づいた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

流れるようなリズムの動作や、素早い動きなどの優れた身体能力に近づくためにトレーニングを客観的で科学的な方法でやりたいと思う人は多い。また、けがをしないように体を守りながらより速く走り、より高く飛ぶことも、だれもがレベルに応じて上達を楽しみながら取り組めるようになる。老化による体や動作の変化を記録して観察することによって、健康寿命を延ばすことができる。私たち人間は意識しない場合でもまわりの人たちの観察をして多くの情報を得ている。ビデオモーションキャプチャーはロボットが人間を見守る技術としてもなくてはならない技術となるだろう。

研究成果の概要(英文)：Information technology for everybody to enjoy scientific approach to sports and exercise was developed in this study. Video motion capture is a revolutionary technology based on the combination of image-measurements and AI-analysis technologies. This study developed the foundation of motion analysis by video motion capture. Scientific motion analysis only available for a top athlete by the assistance of staff members, will soon be available for everybody. It is already within a reach to visualize muscle activities in realtime or to archive the whole-team whole-body 3D motions of a competitive game in the stadium or the ground.

研究分野：ロボティクス

キーワード：運動の獲得と学習 スポーツ科学 シミュレーション科学 運動トレーニングの数理 ビッグデータ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

ウェアラブルデバイスを含む人間計測技術の発展や、バイオメカニクス情報技術の進展によって、トップアスリートやスポーツ競技者に対して、個別の競技に依存しない共通的な身体運動情報を解析し、視覚化して、アスリートとコーチやトレーナーに提供することで、個別の競技に活かすことができるようになってきた。これによってスポーツ・トレーニングの科学的基盤を作り、その上により効果的で競争的なトレーニング法を確立することができる。共通的身体運動情報の提供は、トップアスリートだけでなく、スポーツを楽しむ一般の人々や、病気や怪我からの回復や障害の克服のためにリハビリテーションを行う人々や、日常生活の質を保つための高齢者の体操などにも広く応用することができる技術となる。

本研究の学術的背景には、近年研究の進展によって確立されつつある、人間の運動・行動の計測技術、それに基づく体性感覚や固有感覚などの身体情報の推定技術、人間の運動・行動の分節化や分類を行う統計的手法、人間の神経バイオメカニカルモデルによるシミュレーション技術がある。これらの多くはロボティクスの計算アルゴリズムの効率化によって展開してきたものである。研究代表者らは、この分野で世界に先駆けて以下のような多くの成果を上げてきた。

## 2. 研究の目的

世界的に進行する高齢化や高まる健康への関心によって、人々の興味は個人の身体に向かっている。日常の中にスポーツを取り入れる生活のスタイルが、エンターテインメントやファッションやスポーツビジネスだけでなく、社会の基盤として定着し影響を与えつつある。2020年の東京オリンピックを控え、わが国は今世紀の世界の社会や生活に影響を与えるこの変化を牽引して、その社会変化の加速度を高めているように見える。スポーツの関心は、トップアスリートの身体能力・身体技能、プロスポーツ選手の競技中のリーダシップ・戦略立案・コミュニケーション、学生・学校スポーツのトレーニングやメンタル支援から、マラソン、ジョギング、トレッキング、サイクリングなどの市民スポーツ、あるいはプロスポーツの観戦を楽しむ人々まで、その様態は多様であり、すそ野の広いピラミッド型の人口分布を持っている。またスポーツは、パラリンピックが象徴的に示すように、身体の障害から自由な社会生活へのトレーニング、病気から回復するリハビリテーションとして、医療や福祉と密接なつながりを持っている。

本研究はシミュレーション科学と人間情報学に基づいて、スポーツによる社会変化を支える科学技術基盤を構築することを目的とする。本研究では、トップアスリートのトレーニングから、高齢者の健康生活のための健康体操まで、だれもが利用できるスポーツ・トレーニングやリハビリテーションの支援技術を研究開発する。具体的には、(1) 基礎アルゴリズムを集めて整備しスポーツ・トレーニング等に利用する基盤ソフトウェアを開発する。(2) 個人に合ったトレーニングやリハビリテーションの計画を立てて提示する予測技術を研究する。(3) インターネット経由でデータを集めスポーツ・ビッグデータ化し統計的解析を行う環境を構築する。

## 3. 研究の方法

本研究では「運動の獲得と学習に介入するスポーツ・シミュレーション科学」を研究テーマとして次の3つのテーマを大目標として研究に取り組む。

- (1) 基礎アルゴリズムを整備しスポーツ・トレーニングに利用する基盤ソフトウェアを開発。
  - (1-1) 人間情報学基盤ソフトウェアの整備
- (2) 個人に合ったトレーニングやリハビリテーションの計画を立てる予測技術を開発。
  - (2-1) 人間の神経筋骨格系からなる身体運動制御モデルの開発
  - (2-2) 個人の身体運動制御モデルに基づくトレーニング目標の推論
- (3) インターネット経由でデータを集めスポーツ・ビッグデータ化し統計的解析を実施。
  - (3-1) 基盤ソフトウェアの利用環境の構築
  - (3-2) スポーツ・ビッグデータ収集環境と統計情報処理

## 4. 研究成果

平成29年度には以下のような成果を得た。

- (1) 光学式マーカを用いる必要のない簡便なモーションキャプチャー技術として、深度画像を出力する Kinect を用いた技術を開発した。さらに、一般のビデオカメラを複数台用いるビデオモーションキャプチャーについて研究を行なった。また、Deep Neural Network を用いてラベリングミスを自動判定する方法を開発し、自動ラベリングに応用できることを

示した。さらに、光学式モーションキャプチャーデータから、足と床の接触点と接触時刻を推定するソフトウェアの開発を行った。アナログ信号や、絶対時刻をモーションキャプチャーと共有する方法を用いて、体操や卓球などの高速反応が必要な運動における接触情報をモーションキャプチャーのフレームレートに左右されない形で計測するソフトウェアの開発を行った。

- (2) 脊髄反射を構成する運動ニューロン、感覚ニューロンの中で抑制性を発揮するインターニューロンのモデルを開発した。インターニューロンの神経細胞数は文献情報として限られた知識しかない。拮抗する筋間で最大力を出した時にも平衡することができることを条件にして、インターニューロン数を決定する方法を提案した。これを四肢の主要な筋に実装し脊髄反射のモデルを開発した。
- (3) 複数のコンピュータにまたがる処理プログラム間を ROS を用いて通信し、ROS ノードと各プログラムは独立プロセスとしつつ共有メモリを用いて通信することで、旧来のプログラムへの改変を最小化する方法を開発した。ローカルな仮想マシン間で ROS による通信を行い、共有メモリを介して処理プロセスと情報をやり取りするテストシステムを構築した。

ビデオモーションキャプチャー技術は、(a) ラベリング不要である、(b) 屋内屋外や空間の大きさに制限されない、(c) 装置やマーカを身に付ける必要がなく準備時間も不要である、などの特徴は従来のマーカ付きモーションキャプチャー技術の多くの課題を解決する。

平成30年度にはビデオモーションキャプチャー技術を用いて、

- (1) 映像取得、骨格運動の3次元再構成、動力学計算、筋活動度可視化までを一気通貫で実行するビデオ・モーションキャプチャー・システムを開発した。
- (2) 画像サイズと DNN 計算解像度を最適化し、30FPS で 0.5 秒の遅れで実時間で実行する VMocap を開発した。
- (3) 屋外フットサルコート(半面:20mx20m)体育館(35mx45m)などの広空間計測のためのキャリブレーション法を開発した。
- (4) ビデオモーションキャプチャー技術を GPU クラウド(東京大学情報理工学系研究科 IST Cloud)に実装した。
- (5) アスリートの運動解析では、平成30年度には体操選手、サッカー選手(フットサル)、ゴルフなどのトップアスリートの計測を通して、計測システムと計測技術の確立を行った。また、体操の技の自動採点システムのアルゴリズム開発を行った。

令和元年度には、以下に示すようにビデオモーションキャプチャーのシステム技術と3次元再構成アルゴリズムの確立に特に大きな進展があった。研究成果は論文だけでなく特許出願としても表れている。

- (1) 光メタル複合ケーブル1本で USB3.0 カメラへの電源供給、同期信号の配信から、映像の受信までを行うシステムを開発した。これによって 120FPS の HD 映像をフレーム落ちすることなく HDD に記録するシステムを開発した。

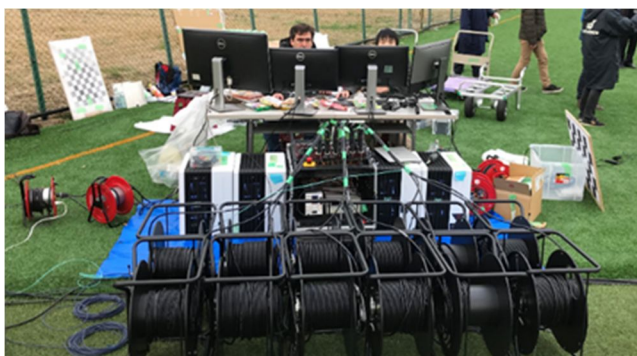


図1. 光メタル複合ケーブルによるフィールドモーションキャプチャーシステム

- (2) 上記システムを用いて8月に深谷市立体育館で開催された日本女子バレーボール代表選手による国際親善試合をカメラ10台を用いて記録した。スパイクを打つ直前の動作は現状の Open Source Data で学習した DNN によるポーズ推定ではまだ精度に課題が残る。12月には J リーグのクラブチーム傘下のジュニアチームの試合の計測を行った。12台のカメラでサッカーグラウンドの半面を視野として、120FPS で記録することができた。

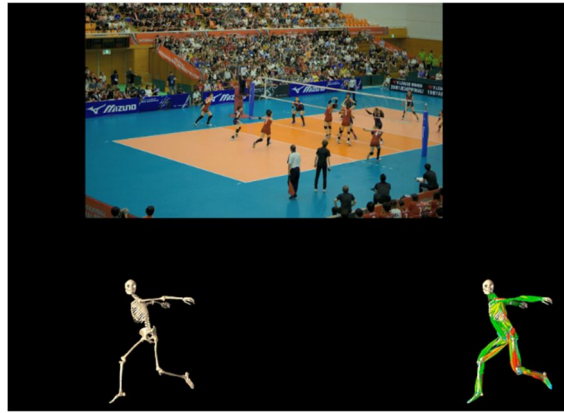


図2 . バレーボールの国際親善試合のモーションキャプチャーと運動解析

- ( 3 ) 屋外で広空間のビデオモーションキャプチャーでは現地でカメラ設置後に行うキャリブレーションが課題である。30 年度に導入した測量機器を用い、グラウンドやコート上の特徴点も目印として利用する複合キャリブレーションが有効であった。
- ( 4 ) 3次元再構成のアルゴリズムでは、複数人が計測空間に存在する際に、全員を同時に3次元再構成することによって、画像の取違が起こりにくく、お互いのオクルージョンがあっても各人をできるだけ区別できる方法の開発を行った。

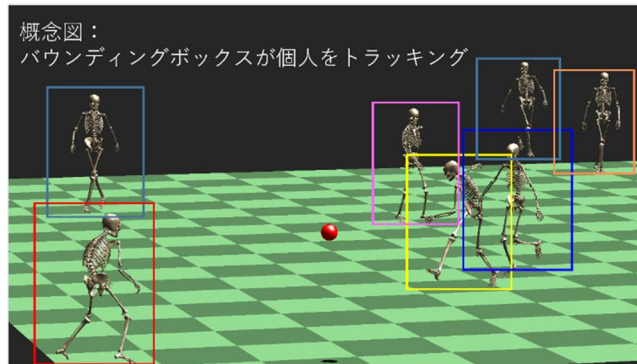


図3 . 複数人の同時3次元再構成アルゴリズムの開発

- ( 5 ) ゴルフの男女トップ選手の計測を行った。その経験からクラブとボールの衝突と選手のフォームを高速度カメラとノーマルカメラと同期して計測する技術を開発した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Wataru Takano, Yoshihiko Nakamura	4. 巻 43
2. 論文標題 Synthesis of Kinematically Constrained Full-body Motion from Stochastic Motion Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Autonomous Robots	6. 最初と最後の頁 1881-1894
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1007/s10514-019-09837-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wataru Takano, Taro Takahashi, Yoshihiko Nakamura	4. 巻 43
2. 論文標題 Sequential Monte Carlo Controller that Integrates Physical Consistency and Motion Knowledge	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Autonomous Robots	6. 最初と最後の頁 1523-1536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1007/s10514-018-9815-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tianwei Zhang & Yoshihiko Nakamura	4. 巻 33(24)
2. 論文標題 Dynamic environment reconstruction using a pitch-and-go laser scanner	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 1293-1309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1080/01691864.2019.1698459	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tianwei Zhang & Yoshihiko Nakamura	4. 巻 17(2)
2. 論文標題 Humanoid Robot RGB-D Slam in the Dynamic Human Environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Humanoid Robotics	6. 最初と最後の頁 2050009-1/23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1142/S0219843620500097	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wataru Takano, Taro Takahashi, Yoshihiko Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Sequential Monte Carlo Controller that Integrates Physical Consistency and Motion Knowledge	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Autonomous Robots	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10514-018-9815-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tianwei Zhang and Yoshihiko Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Moving Humans Removal for Dynamic Environment Reconstruction from Slow-Scanning LIDAR Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of 15th International Conference on Ubiquitous Robots	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Ohashi, Yosuke Ikegami, Kazuki Yamamoto, Wataru Takano and Yoshihiko Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Video Motion Capture from the Part Confidence Maps of Multi-Camera Images by Spatiotemporal Filtering Using the Human Skeletal Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of IEEE/RSJ IROS2018	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Emiko Uchiyama, Toshihiro Mino, Tomoki Tanaka, Katsuya Iijima, Wataru Takano, and Yoshihiko Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Frailty Score' to Evaluate the Physical and Cognitive Abilities in a Multi-Dimensional Space	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of IEEE/RSJ IROS2018	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tianwei Zhang and Yoshihiko Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 HRPSlam: A Benchmark for RGB-D Dynamic SLAM and Humanoid Vision	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. 3rd IEEE International Conference on Robotic Computing	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計41件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Kazuya Murotani, Ko Yamamoto, Tianyi Ko and Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Resolved Viscoelasticity Control Considering Singularity for Knee-stretched Walking of a Humanoid
3. 学会等名 IEEE International Conference on Robotics and Automation (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Zhang, Y. Nakamura
2. 発表標題 Enhanced Seed Finding for Scan-line Grouping Based LIDAR Plane Extraction
3. 学会等名 15th IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ko Yamamoto, Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Compliance Optimization Considering Dynamics for Whole-body Control of a Humanoid
3. 学会等名 International Symposium on Robotics Research (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaixuan Guan, Ko Yamamoto, Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Push Recovery by Angular Momentum Control during 3D Bipedal Walking Based on Virtual-mass-ellipsoid Inverted Pendulum Model
3. 学会等名 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaixuan Guan, Ko Yamamoto, Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Virtual-mass-ellipsoid Inverted Pendulum Model and Its Applications to 3D Bipedal Locomotion on Uneven Terrains
3. 学会等名 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayaka Yamada, Yosuke Ikegami, Tomoyuki Horikawa, Hiroki Obara, Mutsumi Harada and Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Dynamics Analysis of Artistic Gymnastics with Video Motion Capture: Pommel Horse and Vault
3. 学会等名 SICE Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳瀬諒, 山本江, 中村仁彦
2. 発表標題 人型ロボットの二足歩行における着地位置制御を考慮したMOA集合
3. 学会等名 第25回ロボティクスシンポジウム
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 山田文香, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 測量器による直接計測とバンドル調整を併用したマルチカメラキャリブレーション法
3. 学会等名 第25回ロボティクスシンポジア
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田文香, Matthew Millard, 池上洋介, Katja Mombaur, 中村仁彦
2. 発表標題 体操あん馬旋回運動の接触条件の定式化に基づく最適制御
3. 学会等名 第37回ロボット学会学術講演会前刷集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田文香, 池上洋介, 鈴木亮矢, 堀川智行, 中村仁彦
2. 発表標題 ビデオモーションキャプチャのための測地測量に基づく広域キャリブレーション法
3. 学会等名 第37回ロボット学会学術講演会前刷集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁彦
2. 発表標題 Mocap as a Service
3. 学会等名 AI-SUMMIT (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁彦
2. 発表標題 ヒューマノイドロボティクスは人間の情報を扱うテクノロジーです
3. 学会等名 杉江俊治教授退職記念講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Mocap as a Service
3. 学会等名 IEEE-RAS International Conference on Robotics and Automation (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Analysis and Understanding of Human Motion from Mocap and Robotics
3. 学会等名 Beijing Institute of Technology (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本和輝, 池上洋介, 大橋拓也, 張添威, 村上悠介, 中村仁彦
2. 発表標題 高次情報モーメントを用いた逆運動学によるビデオモーションキャプチャ
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 内山瑛美子, 味野俊裕, 堀川智行, 小原大輝, 田中友規, 中村仁彦, 高野渉, 飯島勝矢
2. 発表標題 高齢者の脳活動計測による転倒に繋がる認知機能低下指標の探索
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 古賀大貴, 草島育生, 大橋拓也, 山本江, 中村仁彦
2. 発表標題 ビデオモーションキャプチャからの歩行特徴量の抽出と評価
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 高野渉, 中村仁彦
2. 発表標題 体操における運動の分節化とその時系列統合による技の自動認識
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 山田文香, 池上洋介, 名和基之, 西脇一宇, 山脇恭二, 中村仁彦
2. 発表標題 あん馬旋回運動における身体使用の比較: 腰・胸
3. 学会等名 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 堀川智行, 池上洋介, 小原大輝, 山田文香, 川口航平, 武富修治, 中村仁彦
2. 発表標題 運動選手の膝損傷リスク要因解析のためのビデオ・モーションキャプチャを用いた大規模ジャンプ運動データの取得
3. 学会等名 第24回ロボティクスシンポジア
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 草島育生, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 Convolutional Autoencoderを用いたモーションキャプチャデータのオートラベリングの研究
3. 学会等名 第35回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 張 添威, 中村仁彦
2. 発表標題 Slow-Scanning LIDAR Mapping with Moving Object Removal
3. 学会等名 第35回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池上 洋介, 山田文香, 中村仁彦
2. 発表標題 あん馬旋回運動の周期と運動学解析
3. 学会等名 日本機械学会シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 名和 基之, 西脇一宇, 山脇恭二, 山田文香, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 あん馬運動の転向技において使用する主要筋肉の特定とこの技の評価方法
3. 学会等名 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ikuo Kusajima, Yosuke Ikegami, Yoshihiko Nakaura
2. 発表標題 Incorrect Label Detection Using Convolutional Autoencoder in Labeling Task of Optical Motion Capture Data
3. 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田文香, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 あん馬旋回運動の力学的特徴とバイオメカニクスの研究
3. 学会等名 第 23 回日本 IFToMM 会議シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 味野俊裕, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 介在ニューロンを含む脊髄神経系と有限要素筋モデルによる上腕反射系のモデリング
3. 学会等名 第23回ロボティクスシンポジア
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古賀大貴, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 ビデオモーションキャプチャからの歩行特徴量の抽出と評価
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内山瑛美子, 味野俊裕, 田中友規, 飯島勝矢, 高野渉, 中村仁彦
2. 発表標題 高齢者の脳活動計測による転倒に繋がる認知機能低下指標の探索
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲吉翔, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 中枢神経系モデルと筋骨格系モデルの統合シミュレーション法 ”
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本和樹, 池上洋介, 中村仁彦
2. 発表標題 高次情報モーメントを用いた逆運動学によるビデオモーションキャプチャ
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tianwei Zhang, Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Moving People Removal for Space Reconstruction from Slow-Scanning LIDAR Data
3. 学会等名 15th International Conference on Ubiquitous Robots (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Human Biorobotics: from Motion Analysis to Motion Training
3. 学会等名 Workshop on Assistive Robotics, IEEE-RAS International Conference on Robotics and Automation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Hydraulic Actuators and Humanoid Robot Hydra
3. 学会等名 Workshop on Disaster Robotics, IEEE-RAS International Conference on Robotics and Automation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Unveiling Fullbody Dynamics in Athletic Motions for Sports Advising
3. 学会等名 3rd International Workshop on Neurorobotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村仁彦
2. 発表標題 スポーツ社会 サービス・プラットフォームの構想
3. 学会等名 UTSSI-Society5.0 シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村仁彦
2. 発表標題 魔法の鏡と水晶玉に映すわたしのからだ ~リアルタイム動作計測と行動予測の未来像~
3. 学会等名 第28回科学技術交流フォーラム 「動きを創る」 ~日常生活をサポートする技術~ (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Distance between Language and Action
3. 学会等名 4th Workshop of the Anthropomorphic Action Factory, Wording Robotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 A Perspective on Biomechanics Horizon in the Light of Robotics Computation
3. 学会等名 International Symposium of Robotics Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Yoshihiko Nakamura
2. 発表標題 Robotic computation of language and action for machine intelligence of human behavior
3. 学会等名 2nd UTokyo-TUM Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村仁彦
2. 発表標題 生物の力学的戦略: 人体の複雑性に宿る知能の単純性
3. 学会等名 日本学術会議応用力学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計8件

産業財産権の名称 関節位置の取得方法及び装置、動作の取得方法及び装置	発明者 中村仁彦 高野涉 池上洋介 大橋拓也 山本和輝 武本健太郎	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/33859	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 動作認識方法及び装置	発明者 中村仁彦 高野涉 池上洋介	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/33662	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 フィールド・モーションキャプチャー装置	発明者 中村仁彦 池上洋介 山田文香 鈴木亮矢	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、US 62/770766	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 モーションキャプチャ・カメラシステム及びキャリブレーション方法	発明者 中村仁彦 池上洋介 山田文香	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 3Dポーズ取得方法及び装置	発明者 中村仁彦 池上洋介 大橋拓也	権利者 東京大学、NTTドコモ
産業財産権の種類、番号 特許、特願 2019-237546	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 関節位置の取得方法及び装置、動作の取得方法及び装置	発明者 中村仁彦、高野 渉、 池上洋介、大橋拓 也、山本和輝、武本	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-168597	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 フィールド・モーションキャプチャ装置	発明者 中村仁彦、池上洋 介、山田文香、小原 大輝、堀川智行、鈴	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、出願番号：62/770766	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 動作認識方法及び装置	発明者 中村仁彦、高野渉、 池上洋介	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、整理番号：18040-CAP	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<a href="http://www.ynl.t.u-tokyo.ac.jp/wp/research/">http://www.ynl.t.u-tokyo.ac.jp/wp/research/</a> 研究：UTSSI東京大学スポーツ先端科学研究拠点 <a href="http://utssi.c.u-tokyo.ac.jp/research.html">http://utssi.c.u-tokyo.ac.jp/research.html</a>
--

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山本 江  (Yamamoto Ko)  (20641880)	東京大学・大学院情報理工学系研究科・准教授   (12601)	
研究分担者	高野 渉  (Takano Wataru)  (30512090)	大阪大学・数理・データ科学教育研究センター・特任教授 (常勤)   (14401)	
研究分担者	池上 洋介  (Ikegami Yosuke)  (90774414)	東京大学・大学院情報理工学系研究科・助教   (12601)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	神永 拓  (Hiroshi Kaminaga)  (90571571)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員   (82626)	
研究 協力者	モンパー カッチャ  (Mombaur Katja)	ハイデルベルグ大学・Applied Mathematics・Professor	
研究 協力者	ニコリッチ ミリュチン  (Nikolic Milutin)	ノビサド大学・Mechanical Engineering・Assistant Professor	
研究 協力者	黄 岩  (Huang Yan)	北京理工大学・Mechanical Engineering・Associate Professor	