



開かれた未来へ。

筑波大学
University of Tsukuba



ハイブリッド駆動型アプローチによる 革新的なサイバニクス治療に関する研究

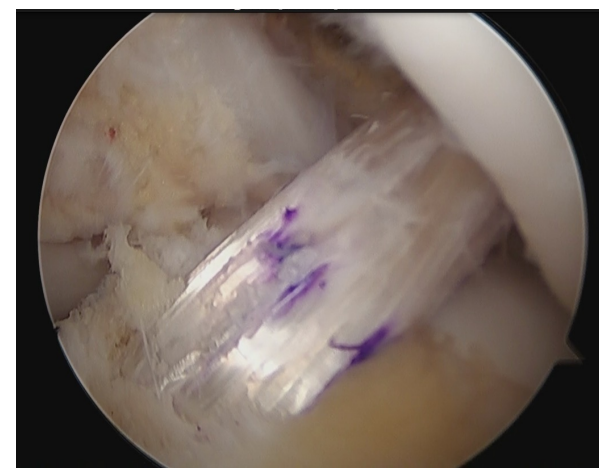
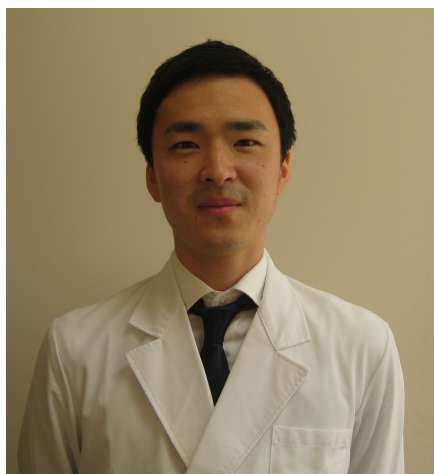
菊池直哉

筑波大学医学医療系整形外科

IMAGINE THE FUTURE.

自己紹介（菊池直哉）

臨床：変形性膝関節症・スポーツ外傷に対する**膝関節手術**



【学歴】

2013年3月 筑波大学 医学群 医学類 卒業

2023年3月 筑波大学大学院
人間総合科学研究科 疾患制御医学専攻 修了

【職歴】

2013年4月～筑波大学附属病院臨床研修医

2015年4月～筑波大学整形外科後期研修プログラム

2021年4月～筑波大学医学医療系 助教

2024年4月～筑波大学医学医療系講師（現職）

分担研究者



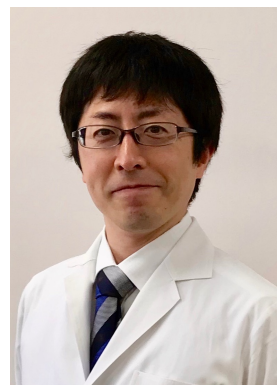
黒田 嘉宏
(筑波大学サイバニクス研究センター
センター長)



門根 秀樹
(筑波大学医学医療系・准教授)



河本 浩明
(筑波大学システム情報系・教授)

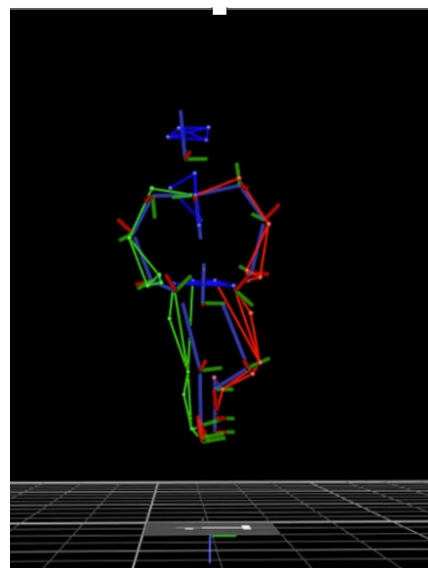


三浦 紘世
(筑波大学医学医療系・講師)
整形外科/脊椎外科

筑波大学整形外科の3次元動作解析研究

- 3次元動作解析による動作中の体幹・骨盤・関節角度の定量解析
- 3次元動作解析に時間同期した筋電図解析

疾患の動的な病態解明、手術介入効果の動的観点からの検証



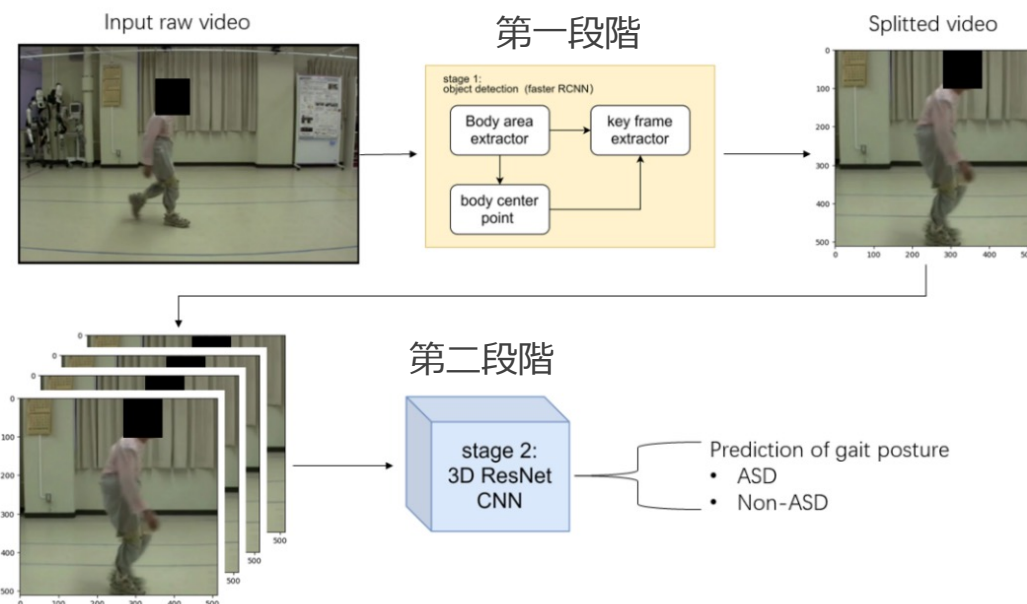
Miura, Kadone et al. J Clin Neurosci 2018
Miura, Kadone et al. J Orthop Surg 2018
Kajiwara, Kadone et al. J Exp Orthop 2019
Hyodo, Kadone et al. Arthroplast Today 2020
Miura, Kadone et al. Eur Spine J 2020
Miura, Kadone et al. Sci Rep 2021
Miura, Kadone et al. Spine J 2022
Asada, Miura, Kadone et al. J Clin Med 2022
Kikuchi, Kadone et al. Knee 2022
Kikuchi, Kadone et al. Orthop J Sports Med 2022
Hyodo, Kadone, Kikuchi et al. Applied Sciences 2023
Kikuchi, Kadone et al. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2024
Sakashita, Miura, Kadone et al. Eur Spine J 2025

AIを応用した歩行解析：自動診断

Two-stage video-based convolutional neural networks for adult spinal deformity classification

Kaixu Chen^{1*}, Tomoyuki Asada², Naoto Ienaga³, Kousei Miura², Kotaro Sakashita², Takahiro Sunami², Hideki Kadone^{2,3}, Masashi Yamazaki² and Yoshihiro Kuroda⁴

Chen, Miura, Kadone, Kuroda et al. *Front Neurosci* 2023



歩行動画から**深層学習**を用いた成人脊柱変形診断(ASD)サポートツール開発の試み

第一段階：物体検出と姿勢推定法で患者の位置を特定、患者がいる領域を抽出

第二段階：3次元CNNネットを用いて取得した歩行姿勢の動的運動情報から

ASDかnon-ASDかを識別

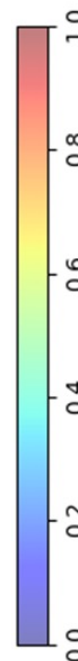
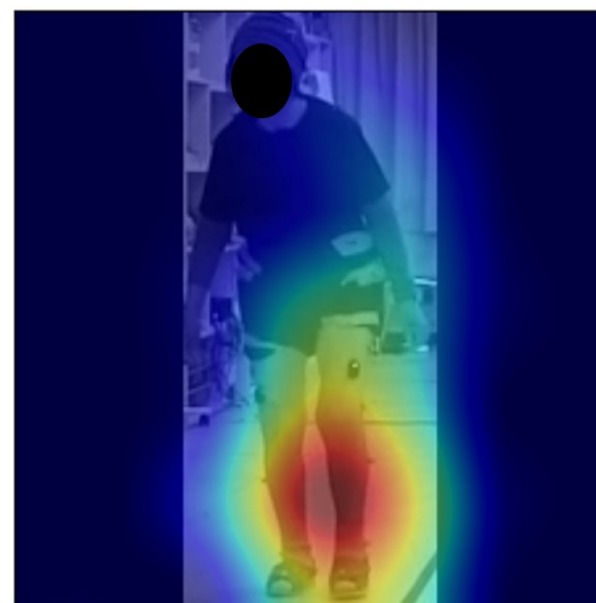
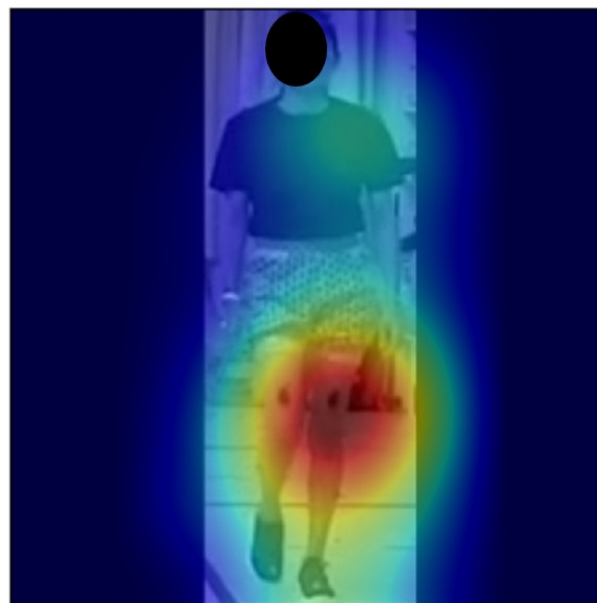
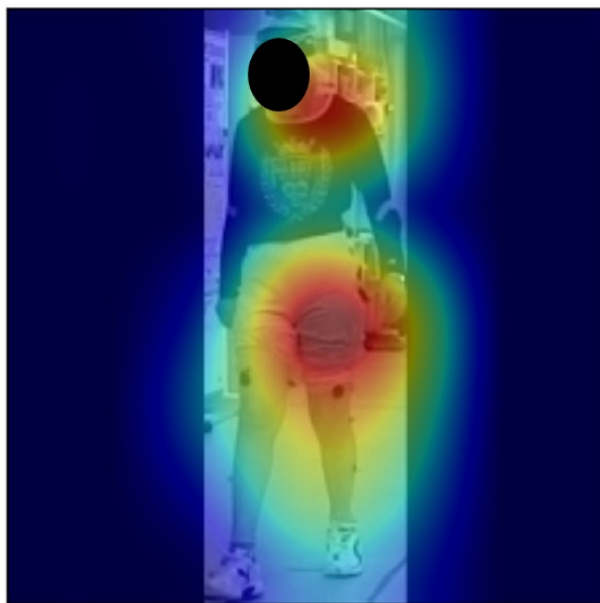
81例の歩行動画 ➡ 1秒8フレームの動画から75.5%の診断精度

AIを応用した歩行解析：どこに着目しているか

Grad CAMによるヒートマップ

ネットワークが着目している部分を観察

→ 脊椎疾患で膝(足元)、肩付近に注目する傾向



Tsukumo, Miura, Kuroda et al. To be submitted

運動器疾患患者を対象とした マルチモーダルデータベース構築

- 整形外科入院患者 上肢/脊椎/下肢疾患 800人/年

- 歩行動画/立ち上がり動画（2視点）
- 診断名
- 筋機能（筋力/骨格筋量）
- 骨密度（DEXA）
- X線（全脊椎/下肢全長）
- 採血（共通の検査項目）
- 共通のQOL/ADL評価・疾患ごとの患者立脚型評価

歩行動画解析基盤を中核とした 臨床統合の展開

① 疾患推定

歩行動画から高精度な疾患推定モデルの構築

② 手術加療の予後予測

歩行動画に構造・機能情報を統合→予後予測精度への影響を検証

③ 説明可能性 / 病態理解

歩行動画への寄与構造を可視化し、

歩行特徴と臨床指標との対応関係を整理、臨床的仮説生成

今後の展望



Phase 1

データ基盤構築

歩行データ収集
初期MLモデルによる疾患分類検証



Phase 2

臨床応用・病態理解

疾患推定・予後予測モデルの構築
歩行特徴からの臨床的仮説生成



Phase 3

外的妥当性の検証

多施設データによる
モデルの一般化性能の検証

GOAL

歩行を運動器疾患のデジタルバイオマーカーへ