

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17592

研究課題名（和文）力学的な動かしやすさに対する人間の適応をアスリートの身体から探る

研究課題名（英文）Human adaptability in mechanical ease to move explored in athletes' bodies.

研究代表者

佐渡 夏紀（Sado, Natsuki）

筑波大学・体育系・助教

研究者番号：60844983

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：身体運動を含む物体の運動は力学的作用と慣性の関係で決定する。これまで競技者の筋形態が調べられてきたが、これは力学的作用に対する適応の側面と言える。一方、力学的な動かしにくさである慣性に関しては十分に検討されていない。そこで、短距離競技者、砲丸投競技者、長距離競技者の慣性特性を調べた。筋であれ脂肪であれ下肢の質量の個人差は近位部に集中し、股関節まわりの脚の振りにくさである下肢慣性モーメントは質量ほど競技特性が表れなかった。つまり、質量変化の部位差がヒト全般で下肢の振りやすさを損なわないようことが明らかになった。一方、この特徴は下肢に限られ、上肢では遠位の筋もよく発達することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

競技者の身体能力を研究する目的で行われる形態学的研究は主に筋サイズに着目してきた。これは力学的作用の一側面であるが、慣性もまた身体運動を決定する要因である。本研究は慣性という形態学的研究の新しい視点を示した。

従来、スポーツ現場では身体を鍛えすぎると動かしにくくなると考えられてきた。これに対する筋を鍛える利点の説明としては、「筋が大きくなることで動かしにくくなる以上に大きな力を発揮できる」というものであることが多かった。本研究ではさらに、そもそも力学的な動かしにくさがそこまで大きくならないことを示すエビデンスを加え、筋量増大による動かしにくさ増大に強く注意を払う必要がないことを示唆している。

研究成果の概要（英文）：The motion of objects, including human motion, is determined by the relationship between mechanical actions and inertia properties. The muscle morphology of athletes has been examined, which is an aspect of adaptation to mechanical actions. However, inertia properties, i.e., the mechanical difficulty of movement, have not been fully investigated. We analysed the morphologies of sprinters, shot putters and long-distance runners. The lower limb moment of inertia (the difficulty of swinging the leg around the hip joint) in athletes did not differ as much from untrained individuals as did mass, because the increases in lower limb mass, whether muscle or fat, occurs in the proximal region. We showed that proximal-specific mass variability in the lower limb does not relatively increase the mechanical difficulty swinging the lower limb during locomotion in humans in general. Meanwhile, this feature was limited to the lower limb and distal muscles were also well developed in the upper limb.

研究分野：バイオメカニクス

キーワード：MRI 形態 適応 個人差 慣性 可塑性

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ヒト身体は大きな適応能力を有し、生活様式や身体活動といった日常の多寡に応じて多様に变化する。「従事する身体運動に適した身体はどのようなものか?」「トレーニングによって身体はどのように変化するか?」といった問いは人間が身体能力を最大限引き出す身体づくりを立案するための根幹である。本研究はこのような問いについて、身体部分の質量や慣性モーメントといった身体の力学的な「動かしにくさ」：慣性の側面に着目するものである。

力学的な観点から、物体の運動の変化 ( $a$  : 加速度,  $\alpha$  : 角加速度) はニュートン・オイラーの運動方程式に従い、力学的作用に関連する要素 ( $f$  : 力,  $\tau$  : トルク) と慣性に関連する要素 ( $m$  : 質量,  $I$  : 慣性モーメントと慣性乗積からなる慣性テンソル) の組み合わせによって決定される。

$$ma = \sum f, \quad (1)$$

$$I\alpha = \sum \tau. \quad (2)$$

ヒト身体運動は骨格筋で生じる収縮力によって発現し、骨格筋が発揮できる力やそれによって関節まわりに生じさせることのできるトルクの大きさは骨格筋サイズと線形関係にある (e.g., Fukunaga et al., 2001)。トレーニングによって骨格筋は肥大し (e.g., Kawakami et al., 1995)、各種の競技種目に従事する競技者では求められる力発揮の主動筋が特異的に肥大する (e.g., Izumoto et al., 2020; Miller et al., 2021)。競技者の部位特異的な筋肥大はトレーニング適応における「力学的作用」の側面といえる。トレーニング適応は身体形状および内部の組成変化を伴うために質量分布が変化し、そしてその結果として身体の慣性も変化していることが予想される。

「身体の中心部に比べて末端部が軽い」といった力学的に末端部をより動かしやすい身体が形成されたならば、理論上次のような結果となる。

- 力の大きさが同じ→大きな加速度の実現
- 動作が同じ→小さな力発揮で動作を実現

つまり、末端部を動かしやすい身体は「パフォーマンスの向上」と「筋骨格系への負荷強度の減少」を両立する。トレーニング現場ではこの要素への認識はたしかにあり、「筋を大きくしすぎると体が動かしくくなる」というトレーニング現場で語られる推察が生まれたものと思われる。しかし、慣性特性に関する研究 (de Leva, 1996; Dumas & Wojtusich, 2018; Yokoi et al., 1986) は、動作解析の質量中心位置や逆動力学計算に用いるための係数の提示が主である。近年、研究対象者個別に慣性特性を計測することで病的歩行評価などの動作の解析精度を高めようとする取り組みも散見されるものの (Sreenivasa et al., 2016)、慣性特性の側面に関する個人差や競技特性は検討されてこなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、身体の力学的な動かしにくさ：慣性という側面から競技者の身体の特徴を検討することで、ヒト身体が持つ適応能力に関する理解を深めることを目的とした。

### 3. 研究の方法

研究対象者は 1. 男子短距離競技者、2. 男子砲丸投競技者、3. 男子長距離競技者であった。また、それぞれの特徴を検討するために 2 年以上特定の競技種目に従事していない一般健康成人男性のデータを対照群として測定した。

#### 【共通する測定事項】

右上肢・右下肢・骨盤・頭頸部・胸郭部・腰部の各身体セグメントの MRI 撮像を行い、DIXON 法を用いた水強調画像と脂肪強調画像を取得した。右上肢・右下肢・骨盤については 2 mm 置き、頭頸部・胸郭部・腰部については 5 mm 置きの画像をそれぞれ取得した。

#### 【慣性パラメータ解析】

MRI 画像は磁場の不均一などによって画像内の輝度不均一が生じる。そこで、Morphology closing 演算を各スライスのそれぞれの強調画像データに適応して輝度不均一を推定した。推定された輝度不均一を除去した後、スライス毎に Otsu 法を用いて輝度値の前景と後景をわける閾値を定め、二値化処理を行った。各スライスのそれぞれの強調画像の二値化データから各ピクセルで筋・皮膚と脂肪のいずれであるかを同定した。また、水強調と脂肪強調の二値化データを併合することで対象者が映っている領域を関心領域として各画像で定めた。関心領域内で MRI に映らない骨皮質とその内部の脂肪と同様の特徴を示す黄色骨髄を探索し定義した。以上の処理は MATLAB を用いて行った。

取得した MRI 画像を OsiriX ソフトウェア内に取り込み、各解剖学的特徴点の 3 次元座標値をマニュアルで取得した。MATLAB を用いて得られた 3 次元座標値から、身体セグメントの定義

およびセグメント長の算出を行った。

上記処理を経た各身体セグメントの組成データ、3次元座標情報を用いたセグメントデータ、先行研究で取得されている各組成の密度データから各身体セグメントのバイオメカニクスの変数(セグメント長、セグメント質量比、セグメント質量中心位置、慣性モーメントなど)を算出した。

【筋形態解析】

研究背景でも述べたように下肢については多くの研究で競技者と一般健康成人の筋サイズの比較から筋の発達様相が調べられていたものの、上肢については研究が少なく、競技者の発達様相に関する知見が不足していた。そこで研究対象 2 の砲丸投競技者に関しては慣性パラメータの研究に先立って骨格筋のサイズに関する検証を行った。

対象筋は、砲丸投競技に見られるような上肢の「押し動作」の主動筋である「大胸筋」「三角筋」「上腕三頭筋」「掌屈筋群」とした。大胸筋と三角筋に関しては目視により選定した最大横断面のスライスを、上腕三頭筋と掌屈筋群においては、先行研究を参考に上腕 60% 位 (Gacesa et al., 2011) 及び前腕 30% 位 (Abe et al., 2018) のスライスをそれぞれトレース対象とした。

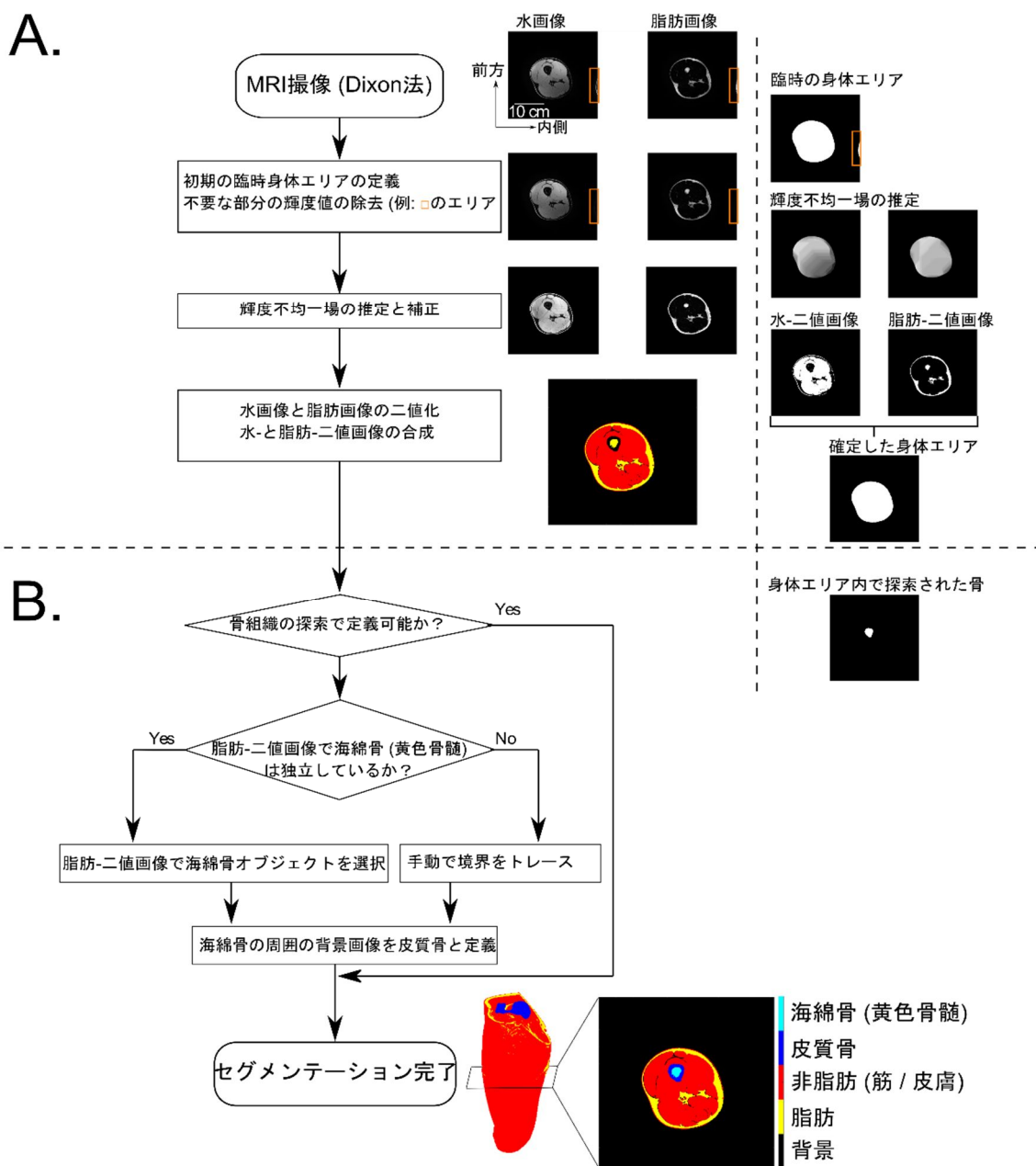


図 1 DIXON 法で得られた水と脂肪それぞれの MRI 画像から各組成分布を同定するまでの画像解析過程の概念図

## 4. 研究成果

### 【研究対象1について】

短距離競技者は、一般健常成人と比べて、身体質量全体に対する下肢の質量比は大きいが身体質量と下肢長で正規化された股関節まわりの慣性モーメント（つまり体格の影響を除外した力学的な下肢のふりにくさ）に差は見られなかった。また、短距離競技者で、大腿の質量比は大きいが下腿と足部では差が見られなかった。つまり、全力疾走への適応による質量増大は下肢ではより身体の中心部に近い部分でのみ生じ、末端部では大きく生じないことで、下肢のふりにくさを大きくしないことが定量的に示された。

大腿・下腿・足部の密度を計算すると、短距離競技者は一般人に比べて全ての身体部分で同じだけ密度が大きいこと、大腿で見られた群間差よりも密度の差が小さかった。このことから、各身体部分の質量変化は身体部分の体積変化に大きく依存すること、慣性モーメントが大きくなることは身体部分の体積変化のしやすさに由来していることが示された。この体積変化のしやすさはヒトが元々有している筋の配列に由来していることが示唆され、ヒト種がもつ形態的特性の最大出力が伴う身体運動への適応に対する実質的な利点であることが考えられた。

### 【研究対象2について】

全ての対象筋において絶対面積及び身体質量を用いて正規化された正規化面積の双方において砲丸投競技者で有意に発達していることが認められた。Sawilowsky (2009) の基準に基づいて群間差の効果を検証すると、効果量が最も大きい"huge" と判定されたのは対象筋で最も近位部にある大胸筋と最も遠位部にある掌屈筋群の断面積であった。つまり、下肢で見られた「近位ほどよく発達し、遠位は大きくは発達しない」というこれまでの知見が上肢にはそのままは適用できず、競技者における発達の近位 - 遠位部位差が下肢に比べると上肢では小さいことが示唆された。

### 【研究対象3について】

長距離競技者では同程度の身長（差: 6 mm）および下肢長（差: 1 mm）を持つ一般成人と比較して下肢の慣性モーメントは有意に小さいもののその差は下肢の質量差に対して小さいものであった（慣性モーメントと質量の群間差: 90%と83%）。質量の差は、他の組織よりも脂肪で大きかった。脂肪量の差は、大腿部で他の部位よりも大きかった。従って、長距離競技者の下肢では一般成人に比べて近位部ほど軽い特徴となっているために、下肢の軽さの割に操作性が高くないことが明らかとなった。

### 【総括】

研究対象1と2の比較から、近位ほど競技者で筋が発達しているという部位差は下肢のみで見られ、上肢では異なっていた。つまり、最大出力を高めるような身体的な適応が慣性の側面から身体を動かしにくくしないというヒト種がもつ利点は下肢に特異的なものであることが示唆された。

研究対象1と3の結果から、筋（一般成人 短距離競技者）であれ脂肪（長距離競技者 一般成人）であれ、下肢の質量増大は近位に集中するといえる。このことは、トレーニングによって移動運動をより経済的にするという観点で質量の小ささほどに下肢を振りやすくてできるわけではなく、むしろ「ヒト全般で」質量の増大の部位特異性が移動運動における下肢の振りやすさを損なわないことに有利に働いていることが示唆された。

## 引用文献

- Abe, T., Nakatani, M., & Loenneke, J. P. (2018). Relationship between ultrasound muscle thickness and MRI-measured muscle cross-sectional area in the forearm: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(4), 652–655. <https://doi.org/10.1111/cpf.12462>
- de Leva, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *Journal of Biomechanics*, 29, 1223–1230. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00178-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00178-6)
- Dumas, R., & Wojtusich, J. (2018). Estimation of the body segment inertial parameters for the rigid body biomechanical models used in motion analysis. In *Handbook of Human Motion* (Vols. 1–3). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4\\_147](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_147)
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172(4),

249–255. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00867.x>

- Gacesa, J. P., Dragic, N. R., Prvulovic, N. M., Barak, O. F., & Nikola, G. (2011). The validity of estimating triceps brachii volume from single MRI cross-sectional area before and after resistance training. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 635–641. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.549498>
- Izumoto, Y., Kurihara, T., Maeo, S., Sugiyama, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2020). Relationship between Trunk Muscularity and Club Head Speed in Male Golfers. *International Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1055/a-1087-2332>
- Kawakami, Y., Abe, T., Kuno, S. Y., & Fukunaga, T. (1995). Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 72(1), 37–43. <https://doi.org/10.1007/BF00964112>
- Miller, R., Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maeo, S., Lanza, M. B., Johnston, M., Allen, S. J., & Folland, J. P. (2021). The Muscle Morphology of Elite Sprint Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 53(4), 804–815. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002522>
- Sreenivasa, M., Chamorro, C. J. G., Gonzalez-Alvarado, D., Rettig, O., & Wolf, S. I. (2016). Patient-specific bone geometry and segment inertia from MRI images for model-based analysis of pathological gait. *Journal of Biomechanics*, 49(9), 1918–1925. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.05.001>
- Yokoi, T., Shibukawa, K., & Ae, M. (1986). Body segment parameters of Japanese children. *Japanese Journal of Physical Education*, 31(1), 53–66.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Sado Natsuki, Ichinose Hoshizora, Kawakami Yasuo	4. 巻 55
2. 論文標題 The Lower Limbs of Sprinters Have Larger Relative Mass But Not Larger Normalized Moment of Inertia than Controls	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 590 ~ 600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000003064	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 Sado Natsuki, Yoshioka Shinsuke, Fukashiro Senshi	4. 巻 e-pub ahead of print
2. 論文標題 Mechanical power flow from trunk and lower limb joint power to external horizontal power in the track and field block start	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	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) 10.1080/17461391.2022.2109067	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 Sado Natsuki, Yoshioka Shinsuke, Fukashiro Senshi	4. 巻 e-pub ahead of print
2. 論文標題 Pelvic elevation induces vertical kinetic energy without losing horizontal energy during running single-leg jump for distance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	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) 10.1080/17461391.2022.2070779	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 Zhang Sichao, Sado Natsuki, Fujii Norihisa	4. 巻 e-pub ahead of print
2. 論文標題 High-accuracy tennis players linearly adjust racket impact kinematics according to impact height during a two-handed backhand stroke	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sports Biomechanics	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) 10.1080/14763141.2022.2146529	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 Shiotani Hiroto, Takahashi Katsuki, Honma Yuki, Tomari Kazuki, Hayashi Hidetaka, Sado Natsuki, Kawakami Yasuo	4. 巻 55
2. 論文標題 Mechanical Linkage between Achilles Tendon and Plantar Fascia Accounts for Range of Motion of Human Ankle?Foot Complex	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 66 ~ 73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000003020	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 該当する

1. 著者名 Tian Xiaojie, Yanohara Yushi, Mwangi Francis M., Sado Natsuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Jumping is not just about height: Biosocial becomings as an integrative approach in understanding contextualized jump performance in Maasai society	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0278547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0278547	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 該当する

1. 著者名 Takahashi Katsuki, Shiotani Hiroto, Evangelidis Pavlos E., Sado Natsuki, Kawakami Yasuo	4. 巻 241
2. 論文標題 Three dimensional architecture of human medial gastrocnemius fascicles in vivo: Regional variation and its dependence on muscle size	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Anatomy	6. 最初と最後の頁 1324 ~ 1335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joa.13750	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 該当する

1. 著者名 Sado N, Yoshioka S, Fukashiro S	4. 巻 128
2. 論文標題 Acquisition of mechanical energy directly contributing to sideward propulsion in sidestep cutting manoeuvre	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 110799 ~ 110799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiomech.2021.110799	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 Sado N, Yoshioka S, Fukashiro S	4. 巻 54
2. 論文標題 Curved Approach in High Jump Induces Greater Jumping Height without Greater Joint Kinetic Exertions than Straight Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 120 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/mss.0000000000002761	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 Sado N, Yoshioka S, Fukashiro S	4. 巻 -
2. 論文標題 Pelvic elevation induces vertical kinetic energy without losing horizontal energy during running single-leg jump for distance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	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) 10.1080/17461391.2022.2070779	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 Apibantaweesakul S, Omura S, Qi W, Shiotani H, Evangelidis P E, Sado N, Tanaka F, Kawakami Y	4. 巻 21
2. 論文標題 Characteristics of inhomogeneous lower extremity growth and development in early childhood: a cross-sectional study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Pediatrics	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) 10.1186/s12887-021-02998-1	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 Shiotani H, Yamashita R, Mizokuchi T, Sado N, Naito M, Kawakami Y	4. 巻 11
2. 論文標題 Track distance runners exhibit bilateral differences in the plantar fascia stiffness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-021-88883-4	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 佐渡夏紀	4. 巻 71
2. 論文標題 ヒト全力移動運動における体幹の貢献	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体育の科学	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 無
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18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 橋本昇悟、藤森俊秀、大山卞圭悟、岡本嘉一、中島崇仁、佐渡夏紀
2. 発表標題 砲丸投競技者における上肢及び上部体幹の筋形態特性
3. 学会等名 第35回日本トレーニング科学学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐渡夏紀、久保田大智、富永天平、日高遼子、宮崎輝光、小池関也、藤井範久
2. 発表標題 内外側の大腿骨上顆vs. 膝関節裂隙: 膝関節ランドマークの検討
3. 学会等名 第28回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堆耕平、藤森俊秀、野中愛里、佐渡夏紀
2. 発表標題 冗長自由度の実験的な削減は非利き腕ダーツ投げ課題の学習を遅延させる
3. 学会等名 第28回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤森俊秀、戸邊直人、佐渡夏紀
2. 発表標題 走高跳の踏切における動作の個人差を説明する要因としての身体的特徴
3. 学会等名 第28回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋克毅、塩谷彦人、佐渡夏紀、川上泰雄
2. 発表標題 筋収縮時の腓腹筋内側頭における筋束と腱膜の3次元動態
3. 学会等名 第28回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shiotani H. Takahashi K. Tomari K. Honma Y. Hayashi H. Sado N. Kumai T. Kawakami Y.
2. 発表標題 Associations between exercise-induced flattening of foot arch and fatigue of extrinsic and intrinsic foot muscles
3. 学会等名 40th Congress of the International Society of Biomechanics in Sports (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahashi K. Shiotani H. Evangelidis P. E. Sado N. Kawakami Y.
2. 発表標題 Mechanical interactions between Achilles tendon and plantar fascia modulate passive mechanics of human ankle-foot complex in vivo.
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ichinose H. Evangelidis P. E. Yamagishi T. Sado N. Shiotani H. Tanaka F. Shigenobu S. Kawakami Y.
2. 発表標題 Contractile and non-contractile tissues of the quadriceps femoris and hamstrings and their effects on age-related differences in specific torque
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shiotani H. Takahashi K. Honma Y. Tomari K. Hayashi H. Sado N. Kawakami Y.
2. 発表標題 Mechanical interactions between Achilles tendon and plantar fascia modulate passive mechanics of human ankle-foot complex in vivo
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahashi K. Shiotani H. Evangelidis P. E. Sado N. Kawakami Y.
2. 発表標題 Non-uniform distribution of muscle fascicle strains within human medial gastrocnemius during passive lengthening in vivo
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fujimori T. Sado N.
2. 発表標題 World-elite performance in high jump cannot be predicted by the determinant of non-elite performance
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sado N. Nonaka E. Miyazaki T. Kondo S.
2. 発表標題 Judo Wrestlers Exhibit Shorter Response Latency to Unfamiliar Postural Disturbance: Insights into Plasticity of Postural Function in Humans
3. 学会等名 筑波大学体育系ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター (ARIHHP) 共同利用・共同研究拠点認定記念シンポジウムARIHHPフォーラム2022.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐渡夏紀, 一瀬星空, 川上泰雄
2. 発表標題 短距離競技者の下肢の質量比は大きいが正規化慣性モーメントは一般成人と同程度である
3. 学会等名 日本バイオメカニクス学会第27回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shiotani H., Sado N., Kurumisawa K., Saeki J., Kawakami Y.
2. 発表標題 Plantar fascia stiffness is related to the foot arch deformability and performance in single-leg drop jump
3. 学会等名 28th Congress of the International Society of Biomechanics
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami, Y, Shiotani, H, Otuska, S, Hui, L, Ichinose, H, Chi, Y, Kurumisawa, K, Yamada, Y, Shan, X, Saeki, J, Sado, N, Tanaka, F, Kumai, T, Nishitani, S, Takada, M, Toyoda, S, Uchida, H, Adachi, Y.
2. 発表標題 Effects of amino acid mixture on functional and morphological properties of achilles tendon
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 68th Annual Meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤森俊秀, 佐渡夏紀
2. 発表標題 走高跳選手はアキレス腱のコンプライアンスを保ちつつ大きな足関節底屈トルクを発揮できる
3. 学会等名 第34回日本トレーニング科学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堆耕平, 藤森俊秀, 野中愛里, 佐渡夏紀
2. 発表標題 非利き腕ダーツ投げ課題における関節拘束による自由度の削減が運動学習に及ぼす影響.
3. 学会等名 第34回日本トレーニング科学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田暁潔, 佐渡夏紀
2. 発表標題 牧民民マサイの高跳びは高さ勝負のためなのか? -学際的アプローチから再考する-
3. 学会等名 顔・身体学第8回領域会議
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------