

## 定量的指標を用いてスポーツ競技ごとのバランス特性を分類

アスリートのバランス能力を、定量的な指標を用いて、競技ごとに両脚型と片脚型に分類する方法を開発しました。これにより、体操競技は両脚と片脚の双方の、一方、サッカー競技は片脚のみのバランス能力に優れているなど、競技ごとのバランス特性が明らかになりました。

アスリートに求められるバランス能力は競技ごとに異なり、各競技のバランス特性を知ることが、より効果的なバランストレーニングの考案に役立ちます。それには統一された評価指標を用いることが必要です。両脚立位と片脚立位の頻度は競技内容によって大きく異なるため、これが各競技のバランス特性を反映する可能性があります。またバランスを構成する要素（身長や足の力、感覚など）について把握することも、トレーニング立案に役立ちます。

そこで本研究では、両脚型として mIPS（修正姿勢安定度評価指標）、片脚型として OLS（閉眼片脚立位）による統一かつ定量的なバランス能力指標を用いて、各競技のバランス特性を検討するとともに、関連する因子について調べました。

大学生およびポートルース訓練生 213 人を対象に調査した結果、体操選手は両脚バランスと片脚バランスに、ポートルース訓練生は両脚バランスに優れていることが分かりました。また、水泳選手は両脚バランスに劣るものの片脚バランスに優れており、サッカー、柔道、野球の選手はいずれも片脚バランスに優れていることが示されました。バランス能力に関連する因子については、mIPS は身長が低く、膝伸展筋力が強く、足裏の感覚が鋭敏なほど高くなり、OLS は身長が低く、骨格筋量が多いほど高くなることが明らかになりました。

このようなバランス特性やバランス能力に関連する因子を考慮することで、競技ごとのより効果的な新しいトレーニングプログラムの開発につながると考えられます。

### 研究代表者

筑波大学医学医療系

羽田 康司 教授

## 研究の背景

アスリートは一般的に、競技力を高めるためにバランストレーニングに取り組んでいます。最近の研究では、バランストレーニングは競技力を高めるだけでなく、姿勢、神経や筋肉の促進などを改善し、競技中のけがのリスクを軽減させるなど、さまざまな効果があることが分かってきました (Strength Cond. J. 2020)。若年者に関しては、バランストレーニングの効果が少なくとも中程度以上であることも示されています (Sports Med. 2023)。

このように、アスリートにとってバランストレーニングが有益であることは明らかにされていますが、具体的なトレーニングメニューの処方にあたっては、個々のアスリートのバランス能力を正確に把握することが重要です。バランス能力は、競技特性の影響を受ける可能性があります。これまで、複数のスポーツ競技を対象にした、統一かつ定量的なバランス能力指標を用いた横断的な調査は行われていませんでした。そこで本研究では、バランス能力を、両脚型 (修正姿勢安定度評価指標: mIPS、図 1) <sup>注1)</sup> (J Phys Ther Sci, 2018) と片脚型 (閉眼片脚立位: OLS) <sup>注2)</sup> に分類できると考え、これらの指標を使用してさまざまな競技のアスリートを対象にバランス能力の調査を行いました。これにより、各競技のバランス特性を明らかにするとともに、バランス能力に関連する因子<sup>注3)</sup> の抽出を試みました。

## 研究内容と成果

本研究は探索的調査であることから、つくば市に所在する地域の大学や養成学校を通じて、競技を限定せず幅広く研究参加者を募集し、213人 (平均年齢22歳、女性割合33%) を研究対象としました。この中には、対照群 (専門的な運動を行っていない大学生: 37人) と、体育系運動部に所属するアスリート大学生群 (柔道、水泳、サッカー、野球、体操、アメリカンフットボール、馬術、ラクロス、テニスの9競技: 合計150人)、ボートレース訓練生群 (26人) が含まれています。(ただし、ボートレース競技に関しては、以前の研究から mIPS と競技成績に関連があることは明らかにされていたため (運動疫学、2021)、意図的に参加者を募った) なお、解析精度を保つため、10人以上の対象者が集まった群のみを両脚型か片脚型の分類分析の対象とし、7つの群 (対照群、柔道、水泳、サッカー、野球、体操、ボートレース) がこれに該当しました。

また、身長、体重、筋力 (握力、膝伸展筋力<sup>注4)</sup>、膝伸展筋持久力、足首の力、足趾のピンチ力<sup>注5)</sup>、足の感覚 (足首の振動感覚、足裏の表在感覚)、全身の筋肉と脂肪の量、の12因子が、バランス能力に関連する可能性があると考え、研究参加者の基本属性 (年齢、性別) で調整した上で、mIPS と OLS のそれぞれとの関連性を調べました。ただし、研究期間中に大規模な感染症の流行が発生し、調査の実施に制約が生じたため、12因子すべての評価を完了した研究参加者は、213人中113人に止まりました。

調査の結果、競技ごとのバランス能力の分類として、両脚型は「ボートレース」、片脚型は「サッカー」「柔道」「野球」、片脚型であるものの両脚型 (mIPS) が低いのは「水泳」、両脚かつ片脚型は「体操」であることが分かりました (図2)。また、身長が低いほど mIPS および OLS は高いこと、膝伸展筋力が強く足裏の感覚が鋭敏などほど mIPS が高いこと、全身の筋肉の量が多いほど OLS は高いこと、が明らかになりました (図3)。

## 今後の展開

アスリートのバランス能力を、競技ごとに両脚型と片脚型に分類する概念は以前からありましたが (Sports Med. 2011)、今回の研究はそれを裏付ける結果になりました。また、バランス能力の指標として使用した mIPS と OLS について、膝伸展筋力、足裏の感覚、身長、筋肉の量が関連することも分かり

ました。これらの知見は、競技ごとの効果的なバランストレーニングを新たに開発するための重要な資料になると考えられます。

参考図

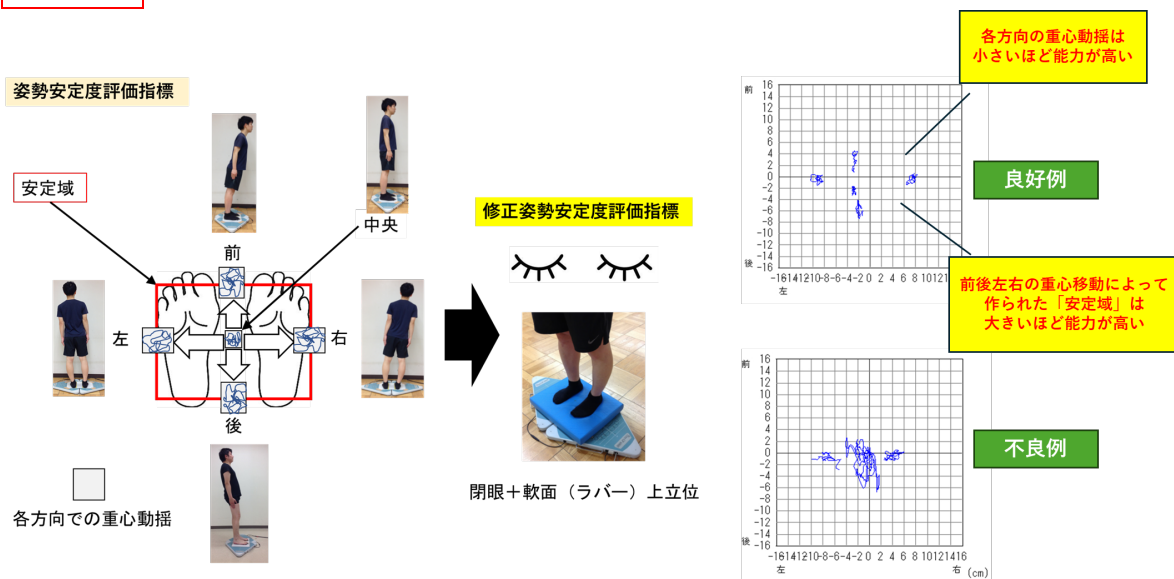


図1 修正姿勢安定度評価指標の概念図

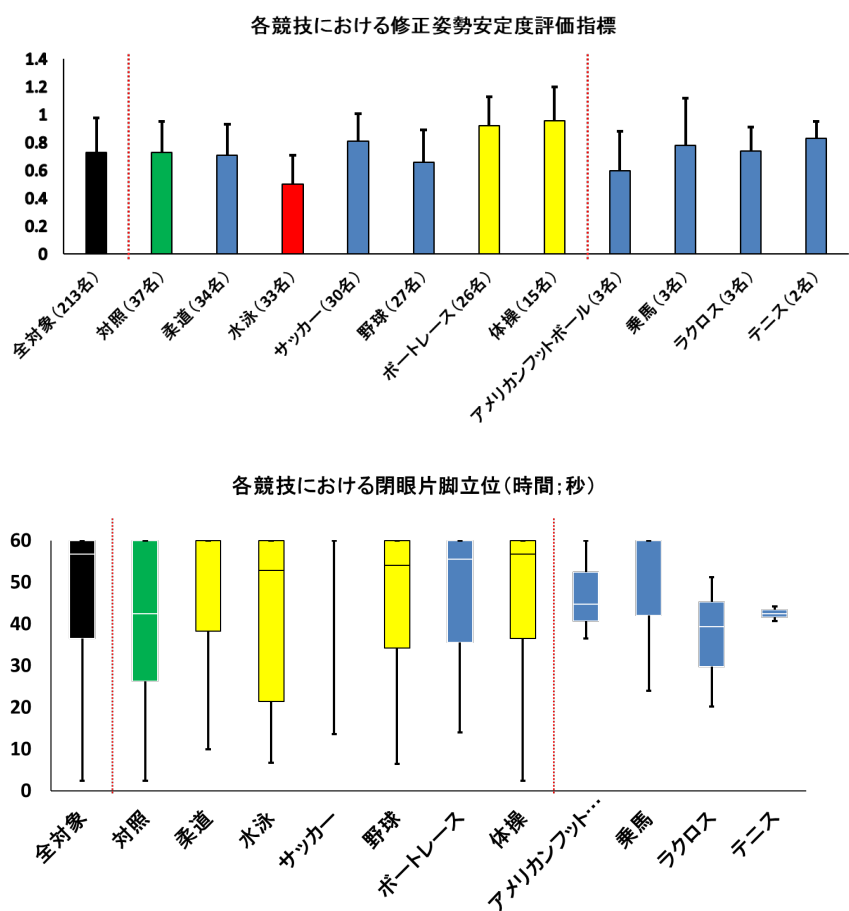
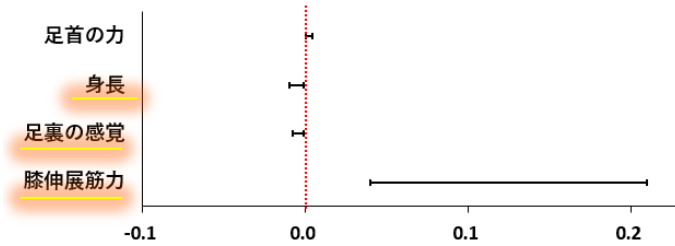


図2 各競技における修正姿勢安定度評価指標（上図）と閉眼片脚立位（下図）  
（緑色：対照群、黄色：対照群に比べて高い競技、赤色：対照群に比べて低い競技）

修正姿勢安定度評価指標と  
関連する因子と影響の強さ



閉眼片脚立位と  
関連する因子と影響の強さ

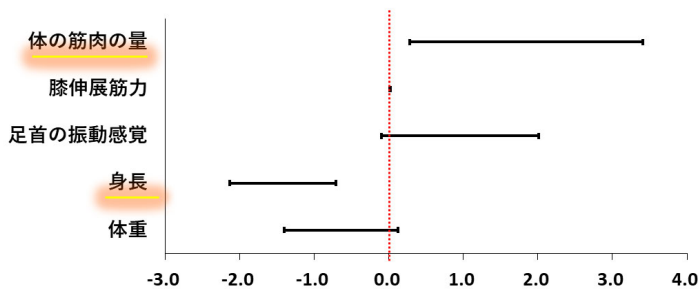


図3 修正姿勢安定度評価指標（上図）と閉眼片脚立位における関連変数（下図）

用語解説

注1) 修正姿勢安定度評価指標 (modified index of postural stability : mIPS)

立位時の重心動揺を精密に測定できる機器 (重心動揺計) を用い、安定的に自らの重心を移動できる範囲を測定することで「動的バランス能力」を数値化できる指標である IPS を、閉眼かつ軟面 (ラバー) 上立位で測定する手法が mIPS。糖尿病性神経障害、前庭迷路障害、認知機能、アスリートの競技成績などと関連する可能性が示されている。

注2) 片脚立位

左右どちらか一方の足を挙げ、立位状態を保つ方の足裏の真上に体の重心を位置させることで立位バランスを保持している状態のことで、階段昇降や跨ぎ動作など日常生活場面で必要となる動作の一つ。スポーツ競技において怪我をする場合、片脚である場面が多いため、怪我の予防のため片脚立位を安定させるトレーニングを行う。

注3) バランス能力に関連する因子

先行研究 (Med. Rehabil. 2017) では、バランス能力に関連する因子として、運動システム (バランス能力に対する影響度 : 100%)、予測的姿勢制御 (72%)、静的安定性 (62%)、感覚 (52%)、動的安定性 (48%)、機能的安定性 (24%)、認知 (24%)、垂直性 (9%)、反応 (0%) が挙げられている。

注4) 膝伸展筋力

日常生活における「膝を伸ばす動き」で発揮される力のこと。ヒトの体で最も大きな筋肉である大腿四頭筋の収縮で生じる。歩行や階段昇降、ジャンプやボールを蹴る動きなど、日常生活だけではなく、立位で行うスポーツで大きな役割をもつ。

注5) 足趾のピンチ力

足趾 (足の指) のモノを握りこむような動きによる力 (把持力) のこと。二足歩行を行う人間にとって

足の裏と足趾は、接地する唯一の体の部位であり、足趾のピンチ力は、安定した歩行や走行、姿勢の保持、さらにステップやターンなどスポーツ競技の高度なパフォーマンスを発揮するために重要な役割をもつ。

#### 研究資金

本研究は、外部からの資金提供を受けずに実施されました。

#### 掲載論文

【題名】 Balance ability characteristics and related factors in athletes across different sports: a preliminary study.

(スポーツ競技におけるアスリートのバランス能力特性と関連因子：予備研究)

【著者名】 Yasuhiro Suzuki, Yukiyo Shimizu, Kazushi Maruo, Takumi Tsubaki, Yuuki Tanabe, Yasushi Hada

【掲載誌】 *Healthcare*

【掲載日】 2024年11月11日

【DOI】 10.3390/healthcare12222240

#### 問合わせ先

【研究に関すること】

鈴木 康裕 (すずき やすひろ)

筑波大学 システム情報系 助教

URL: <https://www.ai.iit.tsukuba.ac.jp/index-j.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: [kohositu@un.tsukuba.ac.jp](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)