

Journal of
E*xercise*
S*cience*

Vol. 29

Research Institute of Physical Fitness
Japan Women's College of Physical Education

日本女子体育大学附属
基礎体力研究所紀要

2019

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science

Vol. 29 2019

目 次

〈原 著〉

- 最大無酸素パワーテスト後の血中乳酸濃度と発揮パワー，スプリントパフォーマンスの関係
— 高校生陸上短距離・跳躍選手での検討
……………手島 貴範，星川 佳広，夏井 裕明，佐藤 耕平，定本 朋子…… 1

〈第 29 回公開研究フォーラム報告〉

開催趣旨

- スポーツ科学研究がつくる新しい価値
……………定本 朋子…… 15

Session I：講演

- 骨格筋研究がつくるスポーツ科学の新たな価値
……………藤井 宣晴…… 16

Session II：2018 年度基礎体力研究所研究成果ポスター発表

- …………… 19

Session III：講演

- トップアスリートから学ぶ，最新トレーニング法と美しい肉体づくり
……………岡田 隆…… 20

Session IV：講演

- 座りすぎ日本人は 20 年後どうなる？
……………岡 浩一朗…… 23

〈研究動向〉

- ヨーロッパスポーツ科学学会第 24 回年次総会の紹介
……………大澤 拓也…… 27

〈傍 聴 記〉

- ホームカミングデー2019 名誉教授山川純先生ご講演
「骨格筋のはなし～骨格筋研究の進歩」
……………星川 佳広…… 31

〈平成 30 年度事業報告〉	
I. 会議に関する事項	34
II. 研究に関する事項	35
III. 研究業績	36
〈Journal of Exercise Science 寄稿規程〉	40
〈日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要編集委員会規程〉	41

〈原 著〉

最大無酸素パワーテスト後の血中乳酸濃度と発揮パワー、
スプリントパフォーマンスの関係
—高校生陸上短距離・跳躍選手での検討

**Relationship between power and sprint performance
and blood lactate level after the maximal anaerobic test
in high-school sprinters and jumpers**

手島 貴範¹, 星川 佳広^{1,2}, 夏井 裕明², 佐藤 耕平³, 定本 朋子²
TAKANORI TESHIMA¹, YOSHIHIRO HOSHIKAWA^{1,2}, HIROAKI NATSUI², KOHEI SATO³, TOMOKO SADAMOTO²

Abstract

Although the blood lactate level (BLa) during or after sprinting for medium to long distances (ex. 400-m or 800-m) has been recently examined in detail, few studies have reported the BLa after maximal exercise for a shorter duration to clarify the association of anaerobic glycolytic capability with sprinting for shorter distances (ex. 100-m). In this study, the peak BLa in both sexes after the maximal anaerobic power test were investigated in 55 high-school sprinters and high and long jumpers. The maximal anaerobic power (MP) was calculated from peak power values generated during maximal pedaling for 10 seconds with three different loads on a cycle ergometer. In addition, the 30-m sprint time was measured using infrared sensors. No significant difference between the sprinters and jumpers was found in MP in terms of the relative values to body mass (BM) or fat-free mass (FFM). The peak BLa after the power test was 11 to 12 mmol/L except in female high jumpers, and no difference was found among the athletic event groups. FFM was highly correlated ($r = 0.85$) with the MP and an equation of $MP = 16.833 \times FFM - 48.252$ was derived. The MP corrected by BM and FFM was significantly correlated with the peak BLa. In males, the differences between MP measured by the power test and that calculated using the equation exhibited moderate but significant positive and negative correlations with the peak BLa and 30-m sprint time, respectively. This suggests that maximal power that high-school sprinters and jumpers can generate within 10 seconds depends on the FFM and

¹Research Institute of Physical Fitness, Japan Women's College of Physical Education, 8-19-1 Kitakarasuyama, Setagaya-ku Tokyo 157-8565, Japan.

²Faculty of Sports and Health Sciences, Japan Women's College of Physical Education, 8-19-1 Kitakarasuyama, Setagaya-ku Tokyo 157-8565, Japan.

³Faculty of Education, Tokyo Gakugei University, Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501 Japan.

anaerobic glycolysis, and this may positively affect short-distance sprinting in males.

Key words: Anaerobic power, Short sprinting, Fat-free mass, Sex-difference

緒言

スポーツ生理学分野において血中乳酸濃度は、乳酸性閾値や OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation) など、有酸素性持久力の評価やパフォーマンスを予測する指標として広く利用されている。有酸素性トレーニングによる筋の脂質利用率の増加は、同一強度の運動に対する筋の乳酸産生量の低下(その結果、血中乳酸濃度の低下)をもたらし、持久的運動をより高い強度で実施することを可能とする。有酸素性指標としての血中乳酸応答やそのトレーニングによる変化については生理学的な検証が十分になされ、体力指標としての血中乳酸濃度の有用性を担保している(八田 2007, 2008)。

また、無酸素性、有酸素性のエネルギー供給機能がともに高度に働く競技、例えば 400m や 800m 走選手の体力評価としては、*Rusko et al.* (1993) により MART (Maximal Anaerobic Running Test) と呼ばれる初期走速度 250m/分から始まる血中乳酸濃度測定を伴う多段階負荷テストが開発されている。400~800m 走は数十秒から 2 分程度の運動であり、エネルギー供給に解糖系が最大限に働くため、競技後には血中乳酸濃度は 15mmol/L を超える値が観察される(森丘 2008, 持田 2009, 桜井 2008, *Tesch et al.* 1978)。そして、400m や 800m 走選手においては、最大下運動における血中乳酸濃度の低さよりも、最大運動時もしくは最大運動後の血中乳酸濃度の高さがパフォーマンス予測に利用される。最高血中乳酸濃度の高さが 400m や 800m 走パフォーマンスと有意に相関することがいくつか報告されており(森丘 2008, 桜井 2008, *Tesch et al.* 1978)、血中乳酸濃度の高さには、エネルギー源として糖利用率の高さ、す

なわち解糖系代謝能の向上による乳酸産生量の増加が反映すると考えられている。

その一方、競技時間が 10 秒程度の短距離走選手あるいは数秒の瞬発系スポーツ選手においては、パフォーマンス予測や体力指標として血中乳酸濃度が活用できるか否かはほとんど研究されていない。その理由としては、10 秒未満の短時間競技におけるエネルギー供給は、主に ATP-CP 系に依存し解糖系が寄与する程度が限定的と認識されていることが考えられる。しかし、近年の研究は、100m 走においてもエネルギー供給に対する解糖系の貢献度は約 50% あり(*Greenhaff and Timmons* 1998, 八田 2007, 2008)、従来考えられていた程度より高いことが明らかになっている。実際、*Korhonen et al.* (2005) は、30 代のマスターアスリートにおいて 100m 走後の最高血中乳酸濃度が 12-15mmol/L 程度であり、同一選手が 200m 走や 400m 走後に示す最高血中乳酸濃度よりはやや低いものの、高いレベルにあることを報告している。さらに、*Korhonen et al.* (2005) は、100m 走後の最高血中乳酸濃度についても、パフォーマンスの高さと関係性があることを示唆しており、これは上述通り解糖系能力が高いことが反映していると考えられる。したがって、100m 走に代表される競技時間が短い競技者においても、全力運動後の血中乳酸濃度は体力指標として有用である可能性がある。

ところで、星川と村松(2010)は様々な競技スポーツ選手 854 名を対象として、30 秒間の Wingate テスト後の最高血中乳酸濃度を報告している。その中では男女ともに短距離走選手が全競技中最も高く平均で 13-14mmol/L を示し、続いて跳躍、投擲選手の順で、サッカー、バスケットボールなどの球技選手が中くらいに、長距離選手が 9-10mmol/L 程度で最も低い値で

あったことが報告されている。さらに星川 (2013) は、Wingate テストの平均パワーと除脂肪量が相関係数 0.8 以上の高い関係性を示すことを明らかにした上で、実際に発揮されたパワーがその選手の除脂肪量から予測される以上である選手や競技ほど最高血中乳酸濃度が高く、逆に除脂肪量から予測される以下のパワー発揮の選手や競技では最高血中乳酸濃度が低いことを示している。さらには、短距離走、跳躍選手が除脂肪量から予測される以上の発揮パワーを示す傾向を報告している。星川 (2013) は、この結果が短距離走、跳躍選手における速筋型の筋線維組成を反映する可能性や、全力運動に対する筋の動員率といった神経性要因を反映する可能性を考察している。

上述の先行研究は、無酸素性の全力運動のテストにおいてパワー発揮とともに除脂肪量、最高血中乳酸濃度を調べることで、その選手の筋線維組成やパワー発揮に対する筋の動員率の指標を得ることができる可能性を示唆する。一般に時間が 30 秒程度の Wingate テストは ATP-CP 系、解糖系能力をあわせ、スポーツ選手の無酸素性能力を総合的に反映するテストとして認識され、陸上選手のみならず競泳、球技種目、コンバットスポーツなど多くのスポーツ選手の無酸素性能力を評価する際に広く利用されている。その一方で 10 秒×3 セットで構成される最大無酸素パワーテストは、ATP-CP 系能力の高さを評価する目的で考案され (中村ら 1984, 宮下 1986)、3 段階の負荷に対する各 10 秒間のペダリングより、最大パワーが発揮されうる至適負荷を求めたうえで発揮パワーを計算することを特長とする。自転車ペダリング時の発揮パワーは、ペダリングの負荷と回転数の積で決定するが、Wingate テストが 1 つの負荷 (体重の 7.5%) のみに対するペダリングより発揮パワーを計算するのに対して、3 段階の負荷でペダリングを行う最大無酸素パワーテストの方がより妥当に選手のパワー発揮の能力を評価していると考えられる。したがって、100m 走など

の陸上短距離走や跳躍選手など競技時間が 10 秒もしくはそれ未満の競技者の無酸素性能力を評価する際は、Wingate テストよりも最大無酸素パワーテストを利用する方が適切と考えられる。

上述したように 10 秒程度の最大運動においても、解糖系はエネルギー供給への貢献が大きいため、短距離走選手のパフォーマンスに影響している。また 100m 走のベストタイムと除脂肪量は、短距離走選手という均一な集団内においても負の相関が見られる (安部 2009)。さらには、最大無酸素パワーテストの 3 段階の負荷に対するそれぞれのピークパワーと除脂肪量の間には相関係数 0.71~0.84 の強い相関関係があることが報告されている (田中と角田 2011)。したがって、星川と村松 (2010) が報告した Wingate テストの結果のみならず、最大無酸素パワーテストにおいても発揮パワーに加えて除脂肪量と最高血中乳酸濃度を調べることで、競技時間の短い短距離走選手あるいは瞬発系競技のスポーツ選手の競技力向上に資する知見を見出すことができる可能性が考えられる。特に本研究では思春期後期にある高校生の競技者を対象とするが、思春期は体重や身体組成が大きく変化する時期であるとともに、成人競技者と比較してトレーナビリティが高い時期でもある。最大無酸素パワーテストにおいて、発揮パワー、除脂肪量および最高血中乳酸濃度の関係性がわかることは、思春期後期から成人に至る数年間においてどのようなトレーニングをすべきかについて有用な情報を提供すると考えられる。

そこで本研究では、血中乳酸濃度の体力指標としての有用性を見出すことを念頭に、高校生の陸上短距離走および跳躍選手を対象にして最大無酸素パワーテストでの発揮パワーと最高血中乳酸濃度およびそれらの関連性を調べることを目的とした。さらには、その関連性がスプリントパフォーマンス (30m 走タイム) に対して影響するかをあわせて分析した。

方法

1) 被験者

被験者は、短距離走と跳躍を専門とする高校生男女陸上競技選手55名(男子:32名, 女子:23名)であった。専門種目が、走高跳、棒高跳の選手をHJ (High Jumper) 群、走幅跳、3段跳の選手をLJ (Long Jumper) 群、100m走、200m走、ハードル走(女子100m, 男子110m)の選手をSP (Sprinter) 群とした。選手はこれら以外にも400m走や400mハードル走、リレー種目、7種競技など複数の種目に競技参加していたが、本人が第一に挙げた種目によって分類した。本研究に参加した選手は、東京都競技力向上テクニカルサポートの対象選手であり、コンディショニングサポート事業における体力測定に参加し、すべてのデータがそろった選手を対象とした。また、被験者には2年間に渡って体力測定に参加した選手が含まれたが、その場合、測定値を平均しその被験者の値として利用した。被験者とその保護者には、事前に測定主旨および内容の説明を行い、任意参加の同意を書面により得た後に、被験者は測定に参加した。

2) 形態

被験者の身長は、身長計を用いて、体重は体重計を用いて計測した。体脂肪量は、キャリパー法により上腕背部および肩甲骨下部の皮下脂肪厚を計測し、長嶺(1972)の15-18歳の男女別の身体密度推定式に当てはめた後、Brozekの式により体脂肪率を算出することで求めた。除脂肪量は、体重から体脂肪量を引くことで求めた。被験者の形態計測の結果他をTable 1にまとめた。

3) 最大無酸素パワー

最大無酸素パワーの測定は、電磁式自転車エルゴメータ (Power Max V III, コナミ社製) に

内蔵される「無酸素パワーテスト」を用いて実施した。このテストは、最大努力による10秒間の自転車駆動を2分間の休息を挟んで3セット繰り返すというものである(中村ら1984)。

1セット目の負荷は、各被験者の体重によって決定され、その後の2セット目および3セット目においては各被験者の発揮した前セットにおけるペダル回転数によって自動的に決定されるというものであった。測定開始に先立ち、エルゴメータのサドル位置を各被験者の最適な位置に設定した後に被験者を着座させ、足部を付属のトゥークリップとベルトで固定した。その後、被験者は椅坐位姿勢での全力ペダリング運動を実施した。本研究では、3セットの全力ペダリングにより得られた負荷と最大回転数との回帰直線から推定されるパワーの最高値を、最大無酸素パワー(W)としその後の分析に利用した。各群の最大無酸素パワーの平均および標準偏差をTable 1にまとめた。

4) 血中乳酸濃度

血中乳酸濃度の測定は、Lactate Proセンサー(アークレイ社製)を用いて、最大無酸素パワーテストの測定終了後、1, 3, 5, 6分のいずれか2時点において被験者の指先より血液を採取し行なった。この際、採血は実験に同席した医師により安全、衛生面に十分に配慮したうえで行われた。短時間の最大運動後の血中乳酸濃度は、運動終了直後よりも運動後3-5分で最大になることが知られている(八田2007)。また本研究において、3分後と5分後の2点で測定した被験者15名の結果では、血中乳酸濃度はそれぞれ 10.3 ± 2.3 mmol/L, 10.3 ± 2.1 mmol/Lでありほぼ同じであった。そこで本研究では被験者全員のデータがそろった5もしくは6分後の値を最高血中乳酸濃度(Lapeak)として扱い、以後の分析に用いた。

5) スプリントパフォーマンス

最大無酸素パワーテスト終了後1時間以上の

Table 1 Characteristics of high-school jumpers and sprinters

		Number	Age(yrs)	Height(cm)	Body Mass(kg)	FFM(kg)	Maximal Power(W)	30m Time(s)
Female	HJ	6	15.8±0.7	166.2±4.9	54.2±4.6	44.3±4.7	656±84	4.60±0.15
	LJ	3	16.7±0.2	160.6±1.7	51.4±2.1	41.5±1.5	615±14	4.61±0.17
	SP	14	16.2±0.8	160.8±2.9	52.4±4.2	42.2±2.6	664±81	4.38±0.10*
	Average		16.2±0.8	162.2±4.2	52.7±4.2	42.6±3.3	656±78	4.47±0.17
Male	HJ	5	16.2±0.7	175.5±4.0	64.2±1.8	57.3±1.3	862±63	4.26±0.10
	LJ	8	16.6±0.4	172.4±6.9	63.2±2.4	56.6±2.3	895±59	4.05±0.17*
	SP	19	16.2±0.6	175.1±6.7	65.3±5.1	58.2±4.7	973±112	4.00±0.07*
	Average		16.3±0.6	174.5±6.5	64.6±4.3	57.6±3.9	936±105	4.05±0.14

* p < 0.05

FFM fat-free mass; HJ high jumper group; LJ long jumper group; SP sprinter group

休息をとった後、被験者は陸上競技専用トラックにてスプリントパフォーマンスとして30m走タイムの測定を行った。30m走はアップシューズにより行われた。30m走のスタートはスタンディングスタートとし、スタート時の後ろ足の離地をマットスイッチにより検知しスタート時間とした。30m走タイムはスタート時間から30m走地点に設置した光センサー（ヤガミ製）を切断するまでの時間とした。各被験者は2-3回の試行を行い、最も速い30m走タイムを分析に用いた。各群の30m走タイムの平均および標準偏差をTable 1にまとめた。

6) 分析

各測定値は平均±標準偏差で示した。最大無酸素パワーは、絶対値とともに体重で除した体重比、除脂肪量で除した除脂肪量比を計算した。また、発揮パワーの絶対値や体重比、血中乳酸濃度などにおいて競技種目特性がある可能性があるため、まずはHJ, LJ, SP群の比較を行った。ただし、群間に被験者数に偏りがあるため男女別にノンパラメトリックの手法であるKruskal-Wallis法を利用した。Kruskal-Wallis検定にて競技種目間に主効果が見られた場合、事後検定としてノンパラメトリック多重比較検定Steel-Dwass法を用いて各群ごとの比較を行った。Steel-Dwass法においてはエクセル統計（柳井 2011）のソフトウェアを使用した。また、各測定項目間の関係性はピアソンの相関

係数により評価した。

また、星川と村松（2012）、星川（2013）を参考に除脂肪量と最大無酸素パワーの関係性を検討したところ、本研究においても両者に強い相関性を認めた（詳細は結果内に記述）。そこで、最大無酸素パワーを従属変数、除脂肪量を独立変数として、除脂肪量から予測される最大無酸素パワーの一次回帰式を求めた。次に、最大無酸素パワーの実測値と各被験者の除脂肪量とこの一次回帰式より予測される最大無酸素パワーの予測値との差分（difference）を求め、30m走タイム、最高血中乳酸濃度との相関分析を行った。この差分がプラスの場合はその被験者の除脂肪量からみて発揮可能な最大無酸素パワーが平均より大きいことを意味する。また、30m走タイムが男女ともにSP群において有意に優れていたため、この相関分析は全被験者を対象とした場合に加え、SP群のみを対象とした場合も行った。各検定においては危険率5%未満を有意水準とした。

結果

1) 最大無酸素パワー

最大無酸素パワーの絶対値をTable 1に示した。男女ともに有意な群間差はみられなかった。最大無酸素パワーの体重および除脂肪量で除した値（体重比、除脂肪量比）をFig. 1に示した。体重比、除脂肪量比ともに、男女いずれ

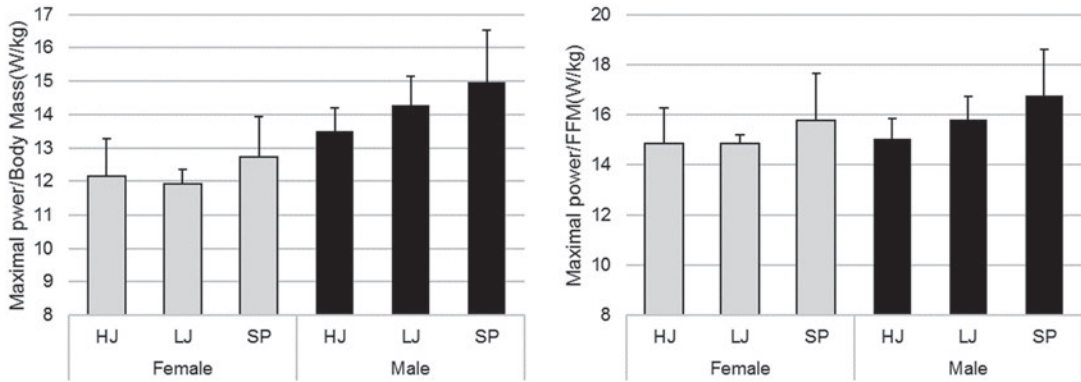


Fig. 1 Relative values of maximal power to body mass (left) and fat-free mass (right)

も SP が高い傾向にあったが群間に有意差はなかった。また、男女比 (女子/男子 \times 100) は、絶対値が 70.1% であったのに対して、体重比、除脂肪量比は、85.6%, 94.4% であった。

2) 最高血中乳酸濃度

最高血中乳酸濃度を Fig. 2 に示した。男女ともに群間に有意差はみられなかった。女子では HJ が顕著に低い傾向にあったが、被験者数が少なく統計的有意差には至らなかった。

最大無酸素パワーの絶対値、体重比、除脂肪量比と最高血中乳酸濃度の相関関係は、被験者全体で見た場合それぞれ相関係数 $r = 0.36$, 0.50 , 0.43 であった。絶対値とは有意な相関がみられなかったが、体重比、除脂肪量比については有意な相関関係を認めた。男女に分けて分

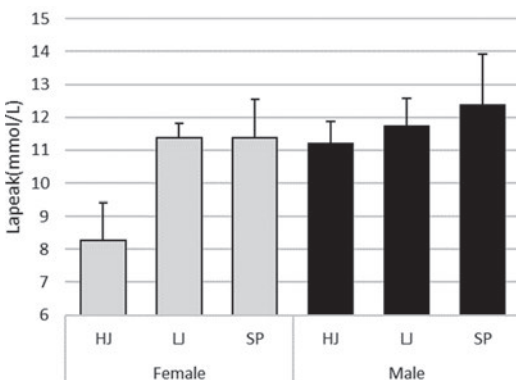


Fig. 2 Lapeak after maximal anaerobic power test

析した場合、女子ではいずれにも有意な相関関係はみられなかったが、男子では血中乳酸濃度と体重比、除脂肪量比とに相関係数 $r = 0.50$, 0.54 の有意な相関関係が見られた。

3) 除脂肪量と最大無酸素パワーの関係性

HJ, LJ, SP 全被験者による除脂肪量と最大無酸素パワーの相関関係は、男女それぞれで有意な相関関係 ($r = 0.46$, 0.41) にあった。男女まとめた場合は相関係数 $r = 0.85$ ($p < 0.05$) の非常に高い相関関係を認め、その一次回帰式は、最大無酸素パワー = $16.833 \times$ 除脂肪量 - 48.252 であった (Fig. 3)。また SP 群のみを対象とした場合も、両者には $r = 0.85$ ($p < 0.05$) の高い相関関係があり、一次回帰式は、最大無

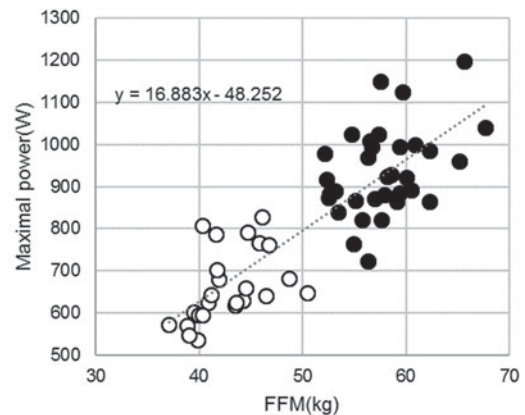


Fig. 3 Relation between FFM and maximal power (○Female ●Male)

酸素パワー = $17.381 \times$ 除脂肪量 51.519 であった。

4) 最大無酸素パワー実測値と予測値の差分と最高血中乳酸濃度, 30m 走タイムの関係

全被験者を対象とした場合：女子では、差分と最高血中乳酸濃度, 30m 走タイムの相関関係はそれぞれ $r = 0.26$, -0.23 であり有意性がみられなかった。その一方で男子では、それぞれ $r = 0.54$ ($p < 0.01$), -0.43 ($p < 0.05$) であり、有意な相関関係にあった。Fig. 4は女子(上段), 男子(下段)における両関係性を図示したものである。

SP 群を対象とした場合：女子では、差分と最高血中乳酸濃度, 30m 走タイムに有意な相関関係

は認められなかった。また男子においても、差分と 30m 走タイムの関係性は $r = -0.31$ であり有意性が見られなかった。しかし、差分と最高血中乳酸濃度においては相関係数 $r = 0.60$ ($p < 0.01$) の有意な関係性がみられた。Fig. 5は女子(上段), 男子(下段)における両関係性を図示したものである。

考察

本研究では高校生の短距離走, 跳躍選手を対象に, 10 秒 \times 3 セットの最大無酸素パワーテストにおける発揮パワーとテスト後の最高血中乳酸濃度を評価した。本研究における最大無酸素パワーは, 女子でおよそ体重比 12-13W/kg, 男

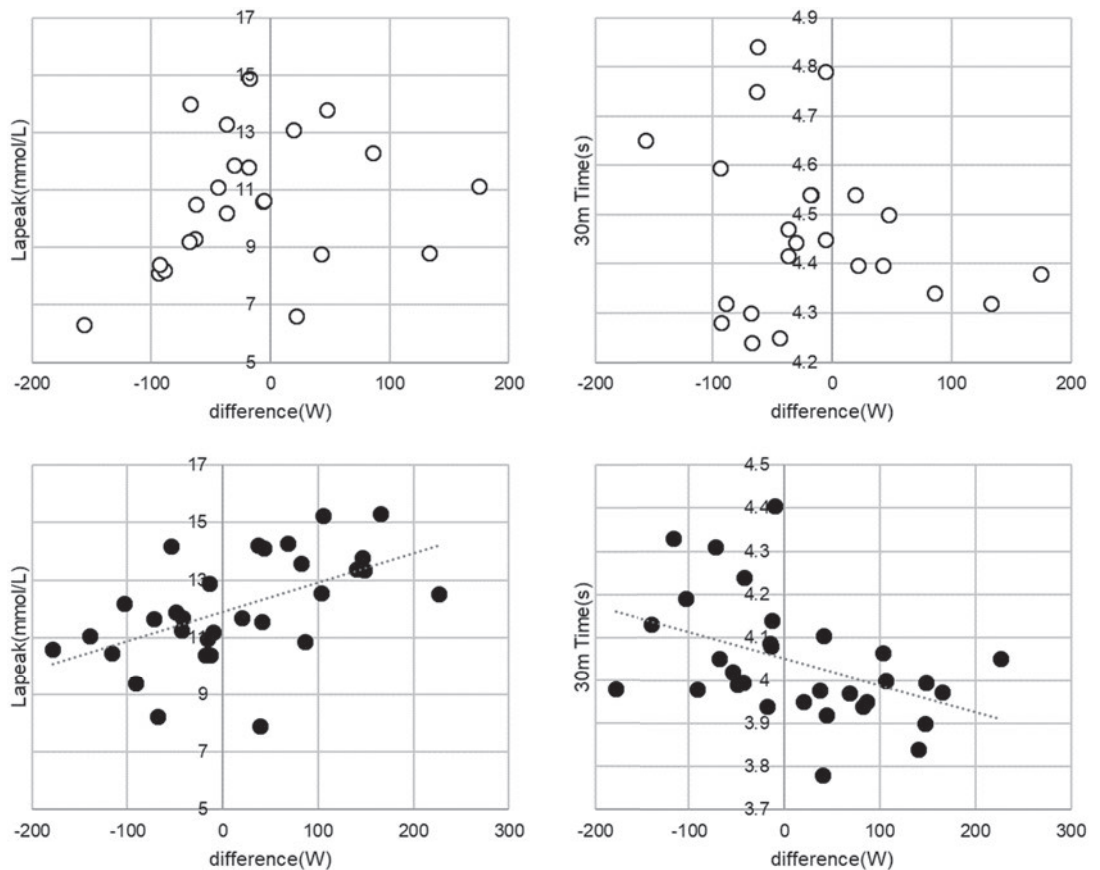


Fig. 4 Relation between the difference of maximal power and Lapeak (left) and 30-m time (right) in female (upper panel) and male (lower panel) in all group athletes.

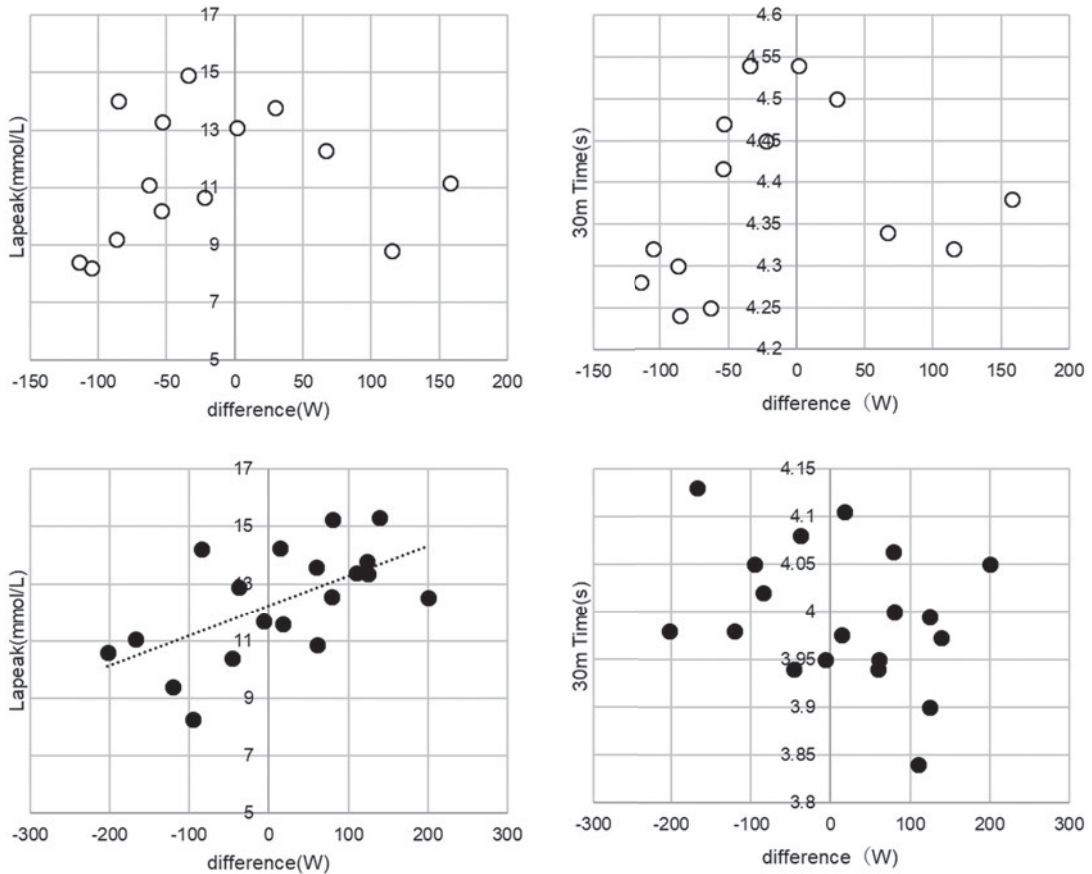


Fig. 5 Relation between the difference of maximal power and Lapeak (left) and 30-m time (right) in female (upper panel) and male (lower panel) SP groups.

子で体重比 13-15W/kg であった。最大無酸素パワーテストの評価基準 (宮下 1986) を参照すると、本研究の女子の平均体重 52.7kg, 平均パワー656W は「優れている (7段階評価中上から3段階目)」、男子の平均体重 64.6kg, 平均パワー936W は「普通 (7段階評価中4段階目)」であった。一方、この水準の発揮パワーに対して、テスト後の最高血中乳酸濃度は女子HJ以外は 11-12mmol/L であり、Wingate テスト後の 13-14mmol/L (星川 2013) とほぼ同程度か、わずかに低い程度であった。最大無酸素パワーの絶対値と最高血中乳酸濃度には相関がみられなかったが、最大無酸素パワーの体重比、除脂肪量比と最高血中乳酸濃度は中程度 ($r = 0.5$ 程度) に相関した。このことは競技時間が

10秒もしくはそれ未満の競技者の評価により適していると考えられる最大無酸素パワーテストにおいても、体重、除脂肪量あたりにパワー発揮の大きな選手ほど、最高血中乳酸濃度が高いことを示している。

乳酸は糖分解の代謝産物であり、血中乳酸濃度は解糖系が作用した程度と解釈できる (八田 2008)。Margaria *et al.* (1964) の初期の研究では、数秒から数十秒で疲労困憊にいたる激運動時には、より早くエネルギー供給が可能な Alactacid 過程 (ATP-CP 系) が先に働き、続いて lactacid 過程 (解糖系) によりエネルギー供給がなされるが、両供給系が最大限に働いた場合には無酸素性のエネルギー供給は約 40 秒で枯渇すると計算されている。これに基づき、従

来は数十秒程度の競技種目において解糖系が主たるエネルギー供給系になり、競技力向上にその強化が主張されてきた。実際に陸上競技の400m～1500m選手では、最高血中乳酸濃度が高い選手でパフォーマンスが高いこと（持田2009, 森丘2008, *Tesch, et al.* 1978）、2年間のトレーニングによる800m走の走タイム短縮と最高血中乳酸濃度の増加が相関することが報告されている（桜井2008）。しかし全力運動においては、糖分解は運動開始後1秒ですぐに亢進（八田2008）し、時間が10秒程度の100m走においてもエネルギー供給におけるATP-CP系と解糖系の配分はほぼ同じ程度である（*Greenhaff and Timmons* 1998）。したがって、400m～1500m走より競技時間が短い競技種目にあっても最高血中乳酸濃度と、発揮パワーやパフォーマンスとの関係性が予測されるが、最大無酸素パワーテストあるいは10秒程度の全力運動後の最高血中乳酸濃度はほぼ報告されていない。

最大無酸素パワーテストにおける最大無酸素パワーと除脂肪量は、男女まとめた場合、係数0.85の高い相関関係にあった（Fig. 3）。この相関係数はスプリントパフォーマンスに優れるSP群に限定した場合もまったく同じであった。田中と角田（2011）は、様々なスポーツを専門とする体育系大学生男女239名を対象に、最大無酸素パワーテストの3段階の負荷それぞれにおけるピークパワーと除脂肪量とは0.71～0.84の高い相関関係があることを報告しているが、本研究では、短距離走選手という極めて均一な集団においても除脂肪量が短時間の最大発揮パワーに強く関係することが明らかになった。本研究での最大無酸素パワーの除脂肪量比は、男女比（女子/男子×100）が94%とほぼ男女差が消失し、そのことを確認したうえで全被験者対象で最大無酸素パワー＝16.833×除脂肪量-48.252、短距離走選手のみを対象で最大無酸素パワー＝17.381×除脂肪量-51.519のほぼ同様の一次回帰式が得られた。この結果は男女

にかかわらず、除脂肪量1kgあたりの増加がおよそ17Wの最大無酸素パワーの増加を意味しており、選手の発揮パワー予測やトレーニング効果確認において、目安としての利用価値があると考えられる。

本研究では、Wingateテストを用いた星川と村松（2012）、星川（2013）を参考に上記の一次回帰式から予測される最大無酸素パワーの予測値と、最大無酸素パワーの実測値の差分（difference）を求め、その値と最高血中乳酸濃度、30m走タイムとの相関関係を分析した。一般に、筋断面積と筋力の高い関係性において、単位断面積あたりの筋力は男女ともに平均的には6kg重/cm²であるが大きな個人差が存在し、それには筋線維組成の違いや力発揮における神経性要因の差異が影響することが知られている（福永2002）。本研究の除脂肪量に対する最大無酸素パワーにおいても、単位断面積あたりの筋力の個人差と同様の解釈が成り立つと考えられる。すなわち、除脂肪量あたりにより強いパワー発揮ができる選手における速筋比率の高さや全力のパワー発揮時の神経性要因の高さを反映する可能性が考えられる。速筋線維はグリコーゲン貯蔵量が多く、解糖系酵素活性が高いなどの特性により糖分解に優れ、乳酸の多くは速筋で生成され、遅筋線維で代謝されるため（八田2008）、速筋比率の高い選手は血中乳酸濃度が高くなると考えられる（*Tesch, et al.* 1978）。そこで、本研究では、短距離走選手や跳躍選手の評価により適した最大無酸素パワーテストを用い、上述の除脂肪量と最大無酸素パワーの一次回帰式を利用し、除脂肪量から予測される値よりも実測の発揮パワーが大きい選手は、高い最高血中乳酸濃度を示すかどうか、さらには実際のパフォーマンス（30m走）が優れるかどうかを検討した。

その結果、差分と最高血中乳酸濃度には、男子においてのみ被験者全体で見た場合（Fig. 4）および短距離走選手に限った場合（Fig. 5）いずれにおいても中程度（ $r = 0.5 \sim 0.6$ ）に有意

に相関するというものであった。この結果は、除脂肪量に対して最大無酸素パワーが高い選手ほど解糖系をより強く働かせた証左であり、その選手の速筋比率の高さや神経性要因の高さを反映したものと推測される。さらには、被験者全体で見ただけの場合には差分と30m走タイムにも中程度の有意な負の相関 ($r = -0.43$, Fig. 4) がみられ、除脂肪量に対する最大無酸素パワーの高さがスプリントパフォーマンスの一要因になりうることを示す結果であった。安部 (2008) は短距離走選手という均一な集団内においても、除脂肪量と100m走タイムに負の相関があることを報告し、除脂肪量そのものが短距離走選手のパフォーマンスを予測する因子であることを示している。本研究結果は、除脂肪量に加えて最大無酸素パワー、血中乳酸濃度を測定することで、競技時間が10秒程度の短距離走選手においてより精度高くパフォーマンスを予測できる可能性を示唆するものである。加えて、測定を受ける選手の競技力向上や最大無酸素パワーの向上において除脂肪量不足 (筋量不足) が課題なのか、体力資源の活用 (神経性要因) が課題なのかの情報を提供できる可能性、さらには速筋比率から競技距離の適性に関する情報をも提供できる可能性も示唆する。これらの情報は、発育発達途上にある高校生選手にとり、より高い競技力獲得のために有用と考えられる。

一方、女子においては、差分と最高血中乳酸濃度、30m走タイムに、男子のような相関性を確認できなかった。その理由は不明であるが、本研究における女子では最大無酸素パワーの体重比、除脂肪量比と最高血中乳酸濃度自体に有意な相関性がみられなかったことから、最大無酸素パワー発揮における解糖系の貢献度あるいはエネルギー供給の比率において男子とは異なる生理的背景の存在も予想される。また、最大無酸素パワーテストにおける最大無酸素パワーの算出が、低、中、高の3段階の負荷に対するペダル回転数から回帰するものであり、女子では3段階目の高負荷に対して回転数を十分にあげ

られない (パワー発揮が十分にできない) ことが最大無酸素パワー算出の誤差要因になりうる可能性も考えられる。この場合にはテスト後の最高血中乳酸濃度も低くなることが予想され、特に、HJ群の女子では最大無酸素パワーに対して顕著に低い最高血中乳酸濃度を示しており (Fig.2)、走高跳選手では高負荷に不慣れなために、その選手の能力が適切に反映しなかった可能性もある。

日本を代表するスポーツ選手のデータに基づく国立スポーツ科学センターの評価基準表 (国立スポーツ科学センターWEBサイト) では、最大無酸素パワーテストにおけるシニア選手の評価5 (最も優れる群) の基準値は男子20.6W/kg、女子17.0W/kg以上であり、本研究の被験者は当該値を男女ともに5W/kg以上下回る。本研究の被験者は将来の活躍を嘱望されるハイレベルな高校生であるものの、短距離走選手、跳躍選手としてより高い競技力に到達するには一段高い無酸素性パワーの獲得が不可欠であることは明白である。本研究がより発展し、最大無酸素パワーテストと除脂肪量、血中乳酸濃度の関係性がより明確になれば、ジュニアからシニアなど中長期のトレーニングの方向性を考える際に、特に男子では得られる示唆が大きいと予想される。本研究結果を踏まえ、今後さらに最大無酸素パワーテスト後の血中乳酸濃度の体力指標としての意味づけを明確にするには、成長やトレーニングによる除脂肪量の増大や発揮パワーの増加など、縦断的な変化に対して最高血中乳酸濃度がどのように応答するかを検討が必要である。

まとめ

本研究では高校生の短距離走、走高跳、走幅跳選手を対象に、除脂肪量と最大無酸素パワーテストにおける発揮パワーおよびテスト後の最高血中乳酸濃度を評価した。その結果、以下のような結果が得られるとともに、短時間の高強

度運動のパフォーマンス指標として、血中乳酸濃度の有用性を示唆するものであった。

1. 最大無酸素パワーの体重比、除脂肪量比ともに競技種目差がみられなかった。また、体重比、除脂肪量比それぞれと最高血中乳酸濃度は中程度に相関 ($r = 0.5$ 程度) し、体重、除脂肪量あたりの最大無酸素パワーの大きな選手ほど、最高血中乳酸濃度が高いことが示された。
2. 最大無酸素パワーと除脂肪量は高く相関 ($r = 0.85$) し、最大無酸素パワー = $16.833 \times$ 除脂肪量 $- 48.252$ の回帰式が得られた。
3. 男子においては、最大無酸素パワーの実測値と回帰式からの予測値の差分が、最高血中乳酸濃度と中程度に相関 ($r = 0.5 \sim 0.6$) した。この差分はその選手の速筋比率の高さや神経性要因の高さを反映する可能性が考えられた。
4. 男子においては、差分と 30m 走タイムが中程度に負に相関 ($r = -0.43$) し、除脂肪量に対する最大無酸素パワーの高さが、短時間のスプリントにおけるパフォーマンスの一要因になりうることを示された。

謝辞

本研究成果は、公益財団法人東京都スポーツ文化事業団による平成 21 年度からのスポーツ医・科学サポート事業（平成 26 年度よりテクニカルサポート事業（大学連携事業）に名称変更）に日本女子体育大学が連携し得られたものである。

参考文献

安部孝：身体組成と筋形態・形状から見たスプリンターの特性。スプリントトレーニング-速く走る・泳ぐ・滑るを科学する。日本トレーニング

- 科学会編，朝倉書店，東京，42-48，2009。
 福永哲夫：身体運動における筋の機能を決定する構造的因子。筋の科学事典—構造・機能・運動—，福永哲夫編，朝倉書店，東京，pp.78-114，2002。
 Greenhaff, P. L. and Timmons, J. A.: Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exerc. Sports Sci Rev.* **26**: 1-30, 1998。
 八田秀雄：乳酸—「運動」「疲労」「健康」との関係は？ 講談社サイエンティフィック，p66，2007。
 八田秀雄：乳酸をどう活かすか。杏林書院，東京，2008。
 Hill, D. W.: Energy system contributions in middle-distance running events. *J. Sports Sci.* **17**: 477-483, 1999。
 Hirvonen, J., Nummela, A., Rusko, H., Rehunen, S. and Härkönen, M.: Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during the 400-m sprint. *Can. J. Sport Sci.* **17**: 141-144, 1992。
 星川佳広，村松正隆：スポーツ選手における除脂肪量とウィングートテストの発揮パワー，最高血中乳酸濃度の関係：性差を中心に。日本体育学会大会予稿集 **61**，p137，2010。
 星川佳広：スポーツ選手の体力の共通性と個人差：体力を「冗長性」で解釈する。体育の科学，**63**：472-477，2013。
 国立スポーツ科学センター：フィットネス・チェックマニュアル。最大無酸素パワー。https://www.jpnsport.go.jp/jiss/Portals/0/column/fcmanual/11_sa_idaimusansopower.pdf
 Korhonen, M. T., Suminen, H. and Mero, A.: Age and sex differences in blood lactate response to sprint running in elite master athletes. *Can. J. Sports Sci.* **30**: 647-665, 2005。
 持田尚：エネルギー代謝からみたスプリントトレーニングの方法。スプリントトレーニング-速く走る・泳ぐ・滑るを科学する。日本トレーニング科学会編，朝倉書店，東京，67-76，2009。
 Margaria, R., Cerretelli, P. and Mangili, F.: Balance and kinetics of anaerobic energy release during strenuous exercise in man. *J. Appl. Physiol.* **19**: 623-628, 1964。
 森丘保典：血中乳酸濃度をどう活かすか～陸上競技 2～。乳酸をどう活かすか。八田秀雄編，杏林書院，東京，p79-92，2008。
 宮下充正：一般人・スポーツ選手のための体力診断

- システム. ソニー企業, 東京, 1986.
- 長嶺晋吉: 皮下脂肪厚からの肥満の判定. 日本医師会雑誌, **68**: 919-924, 1972.
- 中村好男, 武藤芳照, 宮下充正: 無酸素パワーの自転車エルゴメータによる測定法. *Jpn. J. Sports Sci.* **3**: 824-839, 1984.
- Rusko, H., Nummela, A. and Mero, A.:* A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **66**: 97-101, 1993.
- 桜井智野風: 血中乳酸濃度をどう活かすか〜陸上競技1〜. 乳酸をどう活かすか. 八田秀雄編, 杏林書院, 東京, p66-77, 2008.
- 田中重陽, 角田直也: 男女スポーツ選手における下肢の筋形態が無酸素性パワーに及ぼす影響. 日本生理人類学会誌, **16**: 141-151, 2011.
- Tesch, P. E., Sjodin, B. and Karlsson, J.:* Relationship between lactate accumulation, LDH activity, LDH isozyme and fibre type distribution in human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* **103**: 40-46, 1978.
- 柳井久江: 4steps エクセル統計, 第3版, オーエムス出版, 埼玉, 2011.

〈第 29 回公開研究フォーラム報告〉

日本女子体育大学附属基礎体力研究所
第 29 回公開研究フォーラム

「スポーツ科学研究がつくる新しい価値」

日時：2018 年 12 月 1 日（土） 13：00～16：05

場所：日本女子体育大学本館 1 階 E101 教室



プログラム

13:00 開会挨拶 定本 朋子（日本女子体育大学附属基礎体力研究所・所長）

13:05～13:55

Session I 「講演」

「骨格筋研究がつくるスポーツ科学の新たな価値」

藤井 宣晴（首都大学東京人間健康科学研究科・教授）

13:55～14:25

Session II 基礎体力研究所の成果（ポスター発表）&コーヒープレイク

「筋グリコーゲンの評価法とその応用」

大澤 拓也（日本女子体育大学体育学部・准教授）

「乳幼児期における心臓の発達」

森山 真由美（日本女子体育大学附属基礎体力研究所・技術職員）

「荷重超音波法による筋硬度の計測」

手島 貴範（日本女子体育大学附属基礎体力研究所・講師）

他ポスター発表6件

14:25～15:15

Session III 「講演」

「トップアスリートから学ぶ、最新トレーニングと美しい肉体づくり」

岡田 隆（日本体育大学体育学部・准教授）

15:15～16:05

Session IV 「講演」

「座りすぎ日本人は20年後どうなる？」

岡 浩一朗（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

16:05 閉会

○開催趣旨

スポーツ科学研究がつくる新しい価値

定本 朋子

(日本女子体育大学附属基礎体力研究所・所長)

社会や時代の要請に応じて、体育・スポーツ科学分野における研究はこれまで幅広く実施されてきました。特に、アスリートの競技力向上に関わる研究や健康スポーツに資する研究は重点的に行われ、得られた成果が社会に還元され、それぞれの要望を果たしてきたと思われまます。しかし、時代とともに私たちの生活環境は変わり、スポーツ科学に求められるニーズや期待も変化しているといえます。このように変動する社会状況のなかで、スポーツ科学の研究が今後どのような使命に応えられるのか、またどのような新しい価値を見いだせるのか、といったことは、常に検討しなくてはならないテーマといえます。

今年の第 29 回公開研究フォーラムでは、スポーツ科学研究の根幹にある「骨格筋」に焦点をあて、骨格筋と筋活動に関する課題を新しい視点から探究されている先生方をお招きしました。骨格筋は、体重の約 4 割を占める大きな組織であり、身体組成、ダイエット、筋力トレーニング、筋損傷、サルコペニア、といった事象に深く関連しています。一方で、マイオカインという生理活性物質を出し、それが脳、骨、脂肪といった他臓器にも作用するといわれています。先生方のご講演を伺いつつ、スポーツ科学の研究における新しい価値について一緒に考えたいと思います。



○ Session I 講演

骨格筋研究がつくるスポーツ科学の新たな価値

藤井 宣晴

(首都大学東京人間健康科学研究科)



骨格筋の有する生理的な役割を考えた際に、最初に挙げられるのが、身体に動作を生じさせる役割であろう。教科書的にはこの他にも、熱産生による体温維持、血液の循環ポンプ、内臓の保護、などが挙げられる。確かにこれらは、私たちの身体を支える重要な機能である。しかし最近では、骨格筋の有する役割がこれらに限定されるものではなく、より多彩であることが報告されている(図1)。

マイオカイン

最初の例は、内分泌器官としての役割である。運動には「多様」で「全身」におよぶ健康効果があることは、広く認識されている。これはとても不思議なことで、運動時の主たる担当器官は骨格筋であるのに、生み出される健康効果は骨格筋だけに限定されるのではなく、全身に現れる。しかも、それらの健康効果とは総じて「よい」効果であるが、その中味は器官によっ

て異なっていて、脳に生じるよい効果と、膵臓に生じるよい効果は、異なる。つまり運動の効果は器官ごとに異なる多様なものである。このような「多様性」と「全身性」を説明する仮説として提唱されているのが、マイオカイン仮説である(図2)。

マイオカイン仮説とは、「骨格筋には身体にとってよい効果を持つホルモン様の生理活性因子が複数あって、それらが運動によって分泌されると、循環血液によって全身を巡り、それぞれの標的器官に作用することで、運動の健康効果を発揮する」というものである。マイオカインという言葉は、マイオ(myo=筋)とカイン(kine=作動因子)を合体させた造語で、骨格筋から分泌される物質の総称である。仮説自体は古くから提唱されていたが、それを科学的に検証する手立てが無く、仮説のまま放置されていた印象がある。

著者らは、培養骨格筋細胞を電気刺激によっ

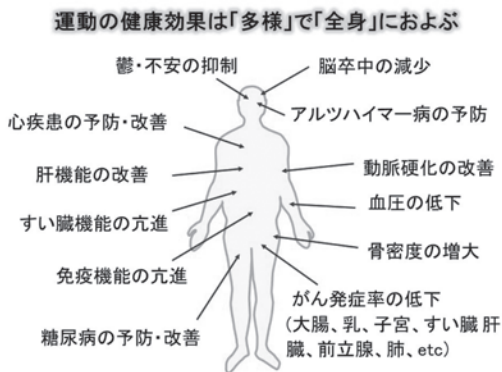


図1 運動の健康効果

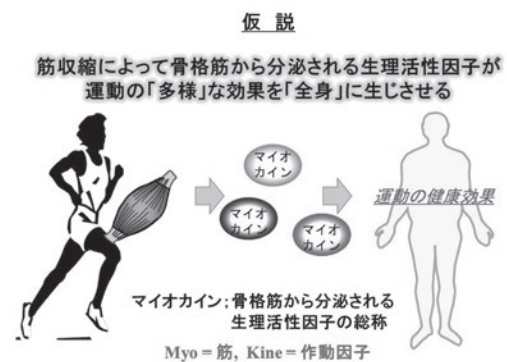


図2 マイオカインの仮説

て強制収縮させることのできる実験システムを構築した。言い換えると、培養細胞に運動をさせる方法を構築した。これを用いて、培養液中に分泌されるタンパク質/ペプチド、および筋細胞に発現している分泌タンパク質様遺伝子産物の同定を、オミックス解析を組み合わせて行った。その結果、複数のマイオカイン分子を同定できた。マイオカイン仮説を検証するためには、分子の同定だけでは不十分で、それらの生理的な有効性を示す必要がある。そこで、遺伝子組み換えショウジョウバエ（近年「生きた試験管」として注目を集めるモデル動物）を利用し、同定されたマイオカインの遺伝子を骨格筋から削除したハエを創出した。すると、寿命が短縮、あるいは延長するケースが認められた。この結果は、同定された分子の中には、少なくともショウジョウバエ個体においては寿命を変化させるという、重要な機能を有するものがあることを示しており、マイオカインの存在が証明された。現在は動物モデルを、より高次の機能を解析可能な遺伝子組み換えマウスに切り替え、研究が進められている。複数のマイオカインについて生理作用が明らかになってきている。マイオカイン研究が発展すると、なぜ運動が「多様」で「全身」によい健康効果をもたらすことができるかの機序が明らかになり、その知見を基盤とした予防医学の展開や創薬の発展に期待がもてる（図3）。

再生医療への応用

2つ目の例は、骨格筋の再生能力である。一般的な細胞は、細胞膜で覆われた細胞内部の中心に一個の核を持つが、骨格筋細胞は線維状に長くかつ複数の核を持つ（図4）。そのため、骨格筋細胞では1つの核が障害を受けても他の核が機能を代償することが可能なので、細胞としての生命力は堅固である。また骨格筋細胞の表面には、体性幹細胞であるサテライト細胞が局在している。普段サテライト細胞は不活性で（細胞周期の休止期にある）、母体となる骨格筋細胞に付着しているだけで、何もしない。しかし、骨格筋細胞が障害を受けるなどするとその刺激が伝わり、サテライト細胞は活性化される。活性化した細胞は増殖し、傷口へと移動してそこを塞ぎ、一体化することで修復する。その際はサテライト細胞の性質のまま一体化するのではなく、骨格筋細胞へと変貌して（分化して）一体化する。サテライト細胞の存在のおかげで、骨格筋は高い再生能力を有する。

サテライト細胞は、ある特殊な方法で生体から回収でき、かつ生体外で培養できる。そのため、取り出したサテライト細胞を生体外で増やし、また薬剤や遺伝子改変によって病態を取り除いたり機能を高めたりしたうえで、体内に戻すといった、再生医療へ応用することも可能である。近年、問題として取り上げられる機会の多い、加齢性筋萎縮（サルコペニア）や癌悪液

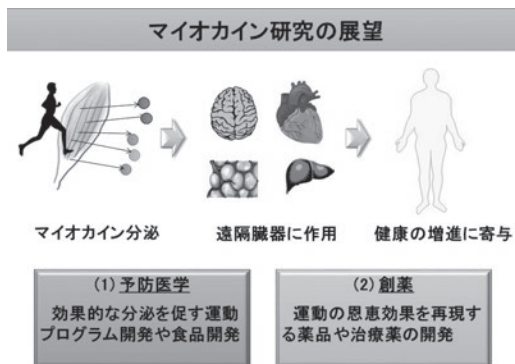


図3 マイオカイン研究の展望

骨格筋細胞は多核細胞

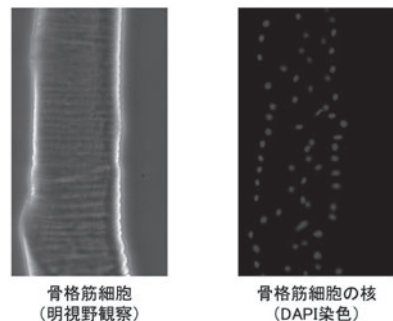


図4 骨格筋細胞の特徴

質筋萎縮（カヘキシア）の予防・治療への応用も期待されている。

骨格筋の新たな価値

骨格筋は、これまでの教科書にある記載以外の姿を見せ始めている。骨格筋研究の推進は、

スポーツ科学研究に新たな価値を与える力を内包している。この分野により多くの研究者が参加することで、スポーツ科学に新規の枝が育まれ、未来に待つ新時代の生き方が示されていくように思う。若い力の発揚を期待する。



○ Session II

2018 年度基礎体力研究所
研究成果ポスター発表

1. 大学生における足指筋力と運動能力との関係

村岡 慈歩¹, 有馬 智美²

¹ 明星大学教育学部, ² 西東京市立上向台小学校

2. Effect of acute cycling exercise on venous vascular responses in constant and interval workloads.

Yasuhiro Iimura¹, Michiko Saito², Anna Oue²

¹ Graduate School of Food and Nutritional Sciences, Toyo university

² Faculty of Food and Nutritional Sciences, Toyo university

3. Relationship between physical activity enjoyment and motor ability development among Japanese elementary school students.

Shino Izutsu¹, Akari Kamimura^{2,3}, Yujiro Kawata³, Yusuke Sato⁴,

Nobuto Shibata³, Masataka Hirose³

¹ Japan Women's College of Physical Education, ² Wayo Women's University

³ Juntendo University, ⁴ Nihon University

4. 筋グリコーゲンの評価法とその応用

大澤 拓也¹

¹ 日本女子体育大学体育学部

5. 乳幼児期における心臓の発達

森山 真由美¹, 手島 貴範¹, 大澤 拓也², 定本 朋子¹

¹ 日本女子体育大学附属基礎体力研究所, ² 日本女子体育大学体育学部

6. 荷重超音波法による筋硬度の計測

手島 貴範¹, 柴田 景子², 定本 朋子¹, 沢井 史穂³

¹ 日本女子体育大学附属基礎体力研究所, ² 日本女子体育大学大学院スポーツ科学研究科

³ 日本女子体育大学体育学部

○ Session III 講演

トップアスリートから学ぶ、最新トレーニング法と 美しい肉体づくり

岡田 隆

(日本体育大学体育学部・准教授)



背景

2016年8月、リオデジャネイロオリンピック。井上康生監督率いる日本男子柔道は、体重7階級制になって史上初となる全7階級でのメダル獲得を成し遂げ、大きな注目を浴びた。この背景には、日本男子柔道の歴史的敗北がある。

1964年、東京オリンピックで柔道が正式種目に採用されて以来、日本男子は金メダルを取り続けてきた。しかし海外勢の強化、研究は激しさを増し、勝つことが徐々に難しくなってきたのである。1988年ソウルオリンピックでは、柔道競技初日から最終日前日まで金メダル0個という窮地に追い込まれてしまうが、最終日に斉藤仁選手が重量級で優勝し、金メダル1個を確保。柔道母国としての面目をなんとか保った。しかし、2012年ロンドンオリンピックでは、日本男子はついに金メダル0個という結果に終わり、柔道母国として歴史的な大敗を喫する事となる。これを契機に改革の機運が高まった。そんな中、代表監督に就任したのが井上康生監督である。

2016年リオデジャネイロオリンピックまでの強化

この歴史的な大敗となった2012年ロンドンオリンピックから、日本男子柔道はどのようにして復活を遂げたのか。その要因のひとつに、体力トレーニングがあった。2012年ロンドンオリンピックから2016年リオデジャネイロオリンピックまでの4年間のプロセスでは、身体組

成の改善を目指し、具体的には筋量増加、筋力増大、体脂肪減少を目指した。さらに、パワー、筋持久力、心肺持久力、敏捷性、バランスなど、体力要素を網羅的に強化することで、海外勢にフィジカル負けすることがないように徹底的に強化した。これは目新しい方法をとったわけではなく、基本的な体力トレーニングを愚直に継続したのだが、これが奏功したように感じている。実際に2016年リオデジャネイロオリンピックでは、海外選手にフィジカル負けする事なほばなく、目標は達成できたと評価している。しかし、全7階級でのメダル獲得という史上初の快挙を成し遂げながらも、金メダルが2つにとどまったのも事実である。この金メダルをいかに増やすことができるか、それが2020年東京オリンピックまでの課題である。

2020年東京オリンピックまでの強化プラン

2016年リオデジャネイロオリンピックで得た課題から、2020年東京オリンピックまでに我々が取り組むべき事は、個性に合わせた体力トレーニングプログラムの更なる充実である。これは選手との面談やコーチ陣との情報共有をより綿密に行う事で進めている。また筋量が増加しすぎることによる減量苦への警戒という対応も増えてきた。具体的には、トレーニングプログラムや食事やサプリメントの見直しが必要であった。十分な筋量を獲得した選手が増え、筋量増加に頼らないで出力増強を目指すべきケースが増えてきている。また、高重量

を扱ったウェイトトレーニングの動作中、頻繁に見られる体幹固定。これはレジスタンストレーニング中の怪我防止などには非常に有効ではある。しかし、体幹を固定して動かなくする事、これは競技の中での体使い方としては好ましくない場面も多い。そこで、体幹をダイナミックに動かすべく、自重トレーニングやヨガなどを取り入れた。これによって体の使い方に関して選手に気づき与える事が出来たのではないかと考えている。

様々な経験から得られたボディメイク法

トップアスリートは、美しい動きをするのももちろん、見た目も美しい肉体を持っている事が多いと感じる。美醜は個人の価値観であり、客観的な指標はないが、多くのトップアスリートを見てきて、少なくとも私はそう感じている。柔道のように体力強化を目的としてレジスタンストレーニングを行うアスリートもいれば、一方、ボディビルのように究極の見た目を追求する目的でレジスタンストレーニングを行うアスリート、表現者も存在する。

私自身、柔道競技者としてもボディビル競技者としても、様々なレジスタンストレーニングを体験してきた。体力強化のためのレジスタンストレーニングと、ボディビルのためのレジ

スタンストレーニングは、種目名称などの大枠は同じだが、プログラムや細かな動きなど、詳細な部分で大きく異なっている。

例えば、同じトレーニング種目に関して詳細な部分の違いを分析すると、ボディビルのためのレジスタンストレーニングは、筋肉を最大限に伸ばし、最大限に縮めるという動きが特徴と感じる。このような動きをレジスタンストレーニングの中で徹底して行うのは、ボディビルダー以外には存在しない。したがって筋肉の形を造形する時には、筋肉を最大限に伸ばし、最大限に縮めるという動きが重要なのではないかと考察している。仮に体力強化のためのレジスタンストレーニングにこのような動きを入れると、高重量は扱いにくく、体全体の連動でウェイトを上げるような事もできないため、競技力向上目的の体力強化が達成しにくくなると考えられる。

そしてボディビル競技に取り組む者は、食事管理の徹底ぶりが他のアスリートとは決定的に異なる。これは、筋肉を鍛えて体力と向上させるにも、筋肉の形状を変えていくにも、体脂肪を僅少化するにも、大きな役割を果たしている。自らが行うレジスタンストレーニングやその他の体力トレーニングの効果を最大限得るためには、こうした取り組みを参考にすることが重



要であると考え、

終わりに

体力トレーニング方法には流行り廃りがある。競技者たちはこの状況下で、体力トレーニングを常に進歩させ続ける。効果を科学的に検証する研究が、競技者達を先んじることはなか

なか難しい。そのため、絶対的な正解を導き出す事は難しいだろう。しかし、日本男子柔道が体力トレーニングをどのように考え、実際に強化してきたのかを共有する事は、多くの示唆を生み出すと考える。これらの情報が、日本の競技力強化に貢献できれば幸いである。

○ Session IV 講演

座りすぎ日本人は 20 年後どうなる？

岡 浩一朗
(早稲田大学スポーツ科学学術院)



1. はじめに

近年、身体活動指針で推奨されているような中高強度の身体活動の多寡とは独立して、座位行動 (sedentary behavior) の健康リスクがかなり注目されるようになってきた。座位行動は「座位、半臥位および臥位におけるエネルギー消費量が 1.5 メッツ以下のすべての覚醒行動」と定義されており (Tremblay et al. 2017)、仕事中の会議やパソコン使用によるデスクワーク、通勤時の自動車運転、余暇におけるテレビ視聴やゲームなどの娯楽に伴う長時間の座位行動 (座りすぎ) が、世界中の人々の日常生活全般に蔓延している。最近、この座位行動に焦点を当てた研究がかなり盛んに行われるようになってきており、いかにして座りすぎを減らすことができるかが公衆衛生上の大きな関心事となっている。

2. 我が国の成人における座りすぎの実態

Shibata et al. (2018) は、65~84 歳の地域在住高齢者を対象に、活動量計 (オムロンヘルスケア社製) によって客観的に評価した 1 日の平均総座位時間は 8.8 時間 (1 日平均装着時間 15 時間) であり、装着時間に占める割合は 58% であったことを報告している。また、30 分以上連続した座位時間が 1 日に 3.7 時間 (平均 4.4 回) もあり、これら高齢者における座りすぎの一因となっているのは、テレビ視聴に伴う座位行動の影響が大きいと考えられ、1 日総座位時間の 45.5% を占めることも明らかにしている。

一方、40~64 歳の就労者を対象に仕事形態

(デスクワーク、立ち仕事、歩き回る仕事、肉体労働) 別の座位行動の実態を調べるため、活動量計 (オムロンヘルスケア社製) を用いて客観的な評価を行ったところ、勤務日における活動量計装着時間内 (15.6 時間) の総座位時間割合は、立ち仕事が 41%、歩き回る仕事 46%、肉体労働 36% であったのに対し、デスクワークは 63% とかなり高値であった。特に、勤務日の勤務時間内 (9.4 時間) における座位時間割合は、デスクワークが 69%、立ち仕事 35%、歩き回る仕事 40%、肉体労働 27% となり、圧倒的にデスクワークに従事する就労者が座りすぎていることが分かった (Kurita et al. 2019)。

3. 我が国の成人における座りすぎの健康影響

Inoue et al. (2008) は JPHC study に参加した 45-74 歳の成人 83,034 名を平均 8.7 年間追跡した結果、男性においてのみ、座位行動が 1 日 3 時間未満の人に比べて、8 時間以上の人は総死亡に関するハザード比が 1.18 (95% CI: 1.04-1.35) と高いことを示した。また、JPHC study 対象者のうち、50-74 歳の就労者 36,516 名を平均 10.1 年間追跡し、就業中の座位時間と総死亡の関連を検討した Kikuchi et al. (2015) の研究では、第一次産業に従事する者においてのみ、就業中の座位時間が 1 時間未満の人と比較して、3 時間以上の人は総死亡に関するハザード比が、男性 1.23 (95% CI: 1.00-1.51)、女性 1.35 (95% CI: 0.97-1.84) と高いことが分かった。

また、JACC study ではテレビ視聴時間 (座

位行動の代替指標)と種々の健康アウトカムに関する研究成果が報告されている。たとえば、テレビ視聴時間と肺がん罹患の関連について検討した *Ukawa et al.* (2013) の研究では、40-79歳の成人54,258名を15.6年間追跡した結果、男性においてのみテレビ視聴時間が1日2時間未満の人に比べて、4時間以上の人のハザード比が1.36 (95% CI: 1.04-1.80) と高いことを明らかにしている。また、テレビ視聴時間と慢性閉塞性肺疾患死亡 (*Ukawa et al.* 2015)、肝がん死亡 (*Ukawa et al.* 2014)、脳卒中および冠動脈疾患死亡 (*Ikehara et al.* 2015)、肺塞栓症死亡 (*Shirakawa et al.* 2016)、卵巣がん罹患 (*Ukawa et al.* 2018) との関連についても検討されており、特にテレビ視聴時間と肺塞栓症死亡との関連について検討した *Shirakawa* らの研究では、テレビ視聴時間が1日5時間以上の人は、2.5時間未満の人に比べて、ハザード比が2.5 (95% CI: 1.2-5.3) と非常に高い値が示されている (*Shirakawa et al.* 2016)。

Honda et al. (2016) はメタボリックシンドロームを有していない40-64歳の就労者430名を3年間追跡し、加速度計により客観的に評価した座位行動指標(総座位時間、短時間(30分未満)および長時間(30分以上)の連続した座位行動とメタボリックシンドローム発症との関

連について検討した。その結果、長時間連続した座位行動が多いことのみがメタボリックシンドロームの発症に影響を及ぼすことを明らかにした。このように、座りすぎの健康影響について検討する際には、総座位時間の影響のみならず、どれだけ長時間連続した座位時間があるのかといった点にも注目が集まっている。

4. 座りすぎ対策の現状

就労者、特にデスクワーカーの座りすぎを減らすための取り組みが盛んに行われており、*Chu et al.* (2016) は、職域においてどのような介入戦略が就労者の座位時間をどの程度減らすことができるのかについてメタアナリシスにより整理している。その結果、座りすぎの健康リスクに関する教育、PCやウェアラブルデバイスからの介入刺激等を含む「教育・行動介入」では15.5分間、昇降デスク・ワークステーションの活用、オフィスレイアウトの工夫といった「環境介入」では72.8分間、それらの介入に組織的介入を加えた「包括的な多要素介入」では88.8分間、全体では39.6分間、座位行動を減らすことができることを明らかにした。また、デスクワーク中心の就労者における座りすぎ対策のための国際合意声明も公表されている (*Buckley et al.* 2015)。具体例として、就業時間



中に少なくとも合計 2 時間はデスクワークに伴う座位行動を減らし、低強度の活動（立ったり座ったり、軽く歩いたりすること等）に充て、理想的には 4 時間まで拵げること、それらの実現のために、スタンディングデスクやワークステーションを有効活用すること等を奨励している。

諸外国では少しずつ身体活動指針等において、座りすぎ対策に関する内容について言及されるようになってきた。たとえば、2011 年に公表された英国における身体活動指針である「Start Active, Stay Active」では、英国国民の生涯にわたる健康づくりに寄与する身体活動の量や時間、頻度、種類などに関する記述に加えて、子どもから高齢者までを含むあらゆる国民において座位時間を減らすことを奨励している (Department of Health 2011)。また、2014 年に公開された豪州の成人向けの身体活動指針では「長時間連続した座位行動を最小限にすること」ならびに「できる限り頻繁に座位行動を中断すること」といった内容が含まれている (Department of Health 2014)。さらに、2018 年には 10 年ぶりに米国身体活動指針が改訂され、特に身体活動水準が低い者において座位行動の健康（総死亡）リスクが高くなることに触れている (U.S. Department of Health and Human Services 2018)。このような状況に鑑み、日本人における座位行動の実態や健康影響に関する研究成果も蓄積されつつあり、わが国における次の身体活動指針改定の際には、座位行動に関する内容の取り込みを検討していく必要があるだろう。

参考文献

- 1) Tremblay M. S., et al.: Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 14: **75**, 2017
- 2) Shibata A., et al.: Objectively-assessed patterns and reported domains of sedentary behavior among Japanese older adults. *J. Epidemiol.* 2018 (in press).
- 3) Kurita S., et al.: Patterns of objectively-assessed sedentary behavior and physical activity among Japanese workers: a cross-sectional observational study. *BMJ Open*, 2019 (in press).
- 4) Inoue M., et al.: Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Ann. Epidemiol.* **18**: 522-530, 2008.
- 5) Kikuchi H., et al.: Occupational sitting time and risk of all-cause mortality among Japanese workers. *Scand. J. Work Environ. Health*, **41**: 519-528, 2015.
- 6) Ukawa S., et al.: Prospective cohort study on television viewing time and incidence of lung cancer: findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *Cancer Causes Control*, **24**: 1547-1553, 2013.
- 7) Ukawa S., et al.: Association between average daily television viewing time and chronic obstructive pulmonary disease-related mortality: Findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *J. Epidemiol.*, **25**: 431-436, 2015.
- 8) Ukawa S., et al.: Associations of daily walking and television viewing time with liver cancer mortality: findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *Cancer Causes Control*, **25**: 787-793, 2014.
- 9) Ikehara S., et al.: Television viewing time and mortality from stroke and coronary artery disease among Japanese men and women -- the Japan Collaborative Cohort Study. *Circ. J.* **79**, 2389-2395: 2015.
- 10) Shirakawa T., et al.: Watching television and risk of mortality from pulmonary embolism among Japanese men and women: The JACC Study (Japan Collaborative Cohort). *Circulation*, **134**: 355-357, 2016;
- 11) Ukawa S., et al.: Association between average daily television viewing time and the incidence of ovarian cancer: Findings from the Japan Collaborative Cohort Study. *Cancer Causes Control*, **29**: 213-219, 2018.
- 12) Honda T., et al.: Sedentary bout durations and metabolic syndrome among working adults: a

- prospective cohort study. *BMC Public Health*, **16**: 888, 2016.
- 13) *Chu A. H., et al.*: A systematic review and meta-analysis of workplace intervention strategies to reduce sedentary time in white-collar workers. *Obes. Rev.* **17**: 467-481: 2016.
 - 14) *Buckley J. P., et al.*: The sedentary office: an expert statement on the growing case for change towards better health and productivity. *Br. J. Sports Med.* **49**: 1357-1362, 2015.
 - 15) *Department of Health*: Start active, stay active: a report on physical activity for health from the four home countries' chief medical officers London: England, 2011.
 - 16) *Department of Health*: Australia's physical activity and sedentary behaviour guidelines for adults (18–64 years). Canberra, Australia: Australian Government, Department of Health, 2014.
 - 17) *U.S. Department of Health and Human Services*: Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, 2018.

〈研究動向〉

ヨーロッパスポーツ科学学会第24回年次総会の紹介

大澤 拓也

(日本女子体育大学健康スポーツ学専攻准教授)

はじめに

2019年7月3日から6日までの4日間、チェコ・プラハにおいて、ヨーロッパスポーツ科学学会 (The European College of Sport Science) の第24回年次総会 (The 24th Annual Congress) が開催された (<http://ecss-congress.eu/2019/19/index.php>)。本学会は1995年フランス・ニースで設立され、1996年より年次総会が毎年開催されている。学会名称が示すように「スポーツ科学」を中心とした学会であるが、その内容は多岐にわたる。本稿では、第24回年次総会について、著者の視点より本大会の内容や様子を伝える。また、執筆に際して、今後、本学会大会に新たに参加する研究者の参考になることも念頭に置いた。

大会会場

今年の大会会場都市はチェコの首都プラハであった。街全体が世界文化遺産に登録されており、観光のために参加したわけではいへ、その街を楽しみにしていた参加者も多いだろう。実際、建造物や自然が想像以上に美しく、少し歩くだけでもほかでは得られない気分や感情になれる街であった。また、例年のことだが、年次総会が開催された7月上旬、日本の多くの地域は梅雨の時期であり、その環境から抜け出して雲一つない快晴の異国へ来たこともそのような気持ちにさせてくれたのだろう (写真1)。

参加者

本大会における参加国は約80の国・地域、



写真1 学会会場から撮影した街の様子

参加者数は初日の時点で2700名以上と発表された。国・地域別に見ると、ヨーロッパや北アメリカ、東アジアからの参加者が多いが、印象としては過去（筆者は2013年（スペイン・バルセロナ）と2015年（スウェーデン・マルメ）に参加している）と比べて、東南アジアや南アメリカからの参加者が増えた印象を持った。なお、毎年とのことと聞かすが、参加者数が最も多い国・地域は日本であり（439名）、2位の中国と比べて2倍以上の人数であった。

プログラムと学会賞

本大会のプログラムは、連日8:00より20:00まで（最終日のみ19:00まで）、2フロア吹き抜けの大ホールを含めて計12の口頭発表会場、および1のポスター発表会場にて様々な発表や論議が行われた。セッションは4のプレナリーセッション、35の招待セッション、138の口頭セッション、76のポスターセッションに分かれており、電子ポスター（後述）も含めて、演題総数は1,881であった。その内容はすべてスポーツ科学に関わるものの、非常に多岐にわたっていた。本大会会長であるVáclav Bunc先生が開会挨拶において、“a latest research”とともに、“a wide range of sessions”や“a wide variety of topics”との言葉を用いているが、まさにその目的を達するにふさわしい学会大会であったと思える。その幅広さを示す例をあげるのも難しいが、生理学や医学、心理学、栄養学、バイオメカニクスはもちろん、様々なスポーツ種目を冠したセッションも多く、また一方では、分子生物学のセッションも設けられていた。さらに、発表された内容の多くは学際的であり、ひとつのセッションを聴講するだけでも、非常に幅広い知識や見解を得ることができる。また多くの国・地域からの集まりであることも、これらに影響しているだろう。このような幅広さは今までの自分の考えになかった新たな視点を発見することにつながるのではないかと考えられる。

本学会大会では、いくつかの賞が設けられており、35歳以下の研究者を対象としたYoung Investigators Award (YIA) やスポーツ栄養学分野におけるGatorade Sport Science Institute (GSSI) Nutrition Awardなどがある。賞金も高く（少なくとも著者はそのように感じる）、例えばYIAの口頭発表の最優秀者には4000ユーロが授与される。YIAの候補者はアブストラクトより選考され、最終日、プログラムの最後に候補者による発表と受賞者の発表が行われる。今回の受賞者はスウェーデン所属の若手研究者であり、タイトルはImproved postural control in the elderly after long-term balance training is related to intracortical inhibition modulationであった。YIAの発表を聞くと、本学会における研究の潮流をとらえることができ、自身の研究にも大変有益であると考えられる。

発表形式

発表形式は招待セッションを除くと、口頭発表（発表10分、論議5分）、ポスター発表（発表3分、論議2分）、電子ポスター（掲示・発表・論議はなく、事前登録された1枚のポスターを会場設置パソコンにて検索・閲覧できる。）に分けられる。上述の通り、本学会大会には多くの国・地域からの参加者がおり、英語を母国語としない研究者も多いが、いずれの発表においても、英語に不慣れな発表者に対して、座長や質問者はそれに理解を示すように話をする様子が見られた。また、ポスター発表では、座長によっては発表や論議の時間に融通を利かせ、論議や発表者の理解に合わせて時間を調整している様子も見られた。著者が過去に参加した2回大会もそうであったが、本学会にはそのような文化があることがうかがえる。一方で、同じ興味を持つ他の研究者からの鋭い指摘、全く別の分野からの質問や示唆など、各スポーツ科学分野の集まりである本学会らしい質疑応答が行われていた。

今回、特にユニークかつ発表者・聴講者にとつ

て好評であったのは、ポスター発表セッションの発表形式である。以前、著者自身が参加した大会では、2013年にはA0サイズで作成したポスター1枚を大画面に見せて発表する形式（発表者・聴講者のみならず座長からも不評であった。）、2015年にはポスター形式の発表自体がなく、スライド4枚による2分間のミニ口頭発表であったが、今大会では印刷されたポスターを掲示して発表する形式（conventional poster presentation）となった。ただ、発表形式は大きな工夫がなされており、発表者や聴講者は配布されたヘッドホンとマイクを通して、発表や質疑応答などのコミュニケーションをとり、論議していた（写真2）。ポスター発表では発表者の声が小さくて（または遠くて）はっきりと聞こえない、他の発表や論議が聞こえてきて集中できないなど、多くの方が経験していると思われるが、本大会ではそのようなストレスや障害が大きく低下したと考えられる。まだ、マイクやヘッドホンの数、ポスター発表会場の広さなどの改善点はあるが、これまでのポスター発表よりも発表者としても聴講者としても快適になり、議論をより深く、より広く進められるようになった。今後、本学会の大会だけでなく、他の学会へも広がっていくのではないかと思えた。

そのほか：イベント

本学会の特徴として、豪華な昼食・軽食や様々なイベントが開催されることも挙げられる。例えば、チェコの伝統的なダンスによるオープニングセレモニー、Bengt Saltin 先生の名前を冠したランニングイベント、最終日夜には宮殿（Žofin Palace）でのクロージングパーティ（写真3）などが催された。それらでは単にそのイベントを楽しむだけでなく、同じ場に居合わせた研究者同士、リラックスした中で様々な会話が行われた。その中には、論文で何度も目にしたような研究者も学部学生も同じ場にいた。また、元サッカー選手であり、現在は国際コーチライセンスの取得も目指しているという研究者とも話す機会があった。このように様々なバックグラウンドを持つ研究者と話ができるのも本学会のイベントならではのあり、特徴だと言える。また、これは他の国際学会でもいえることだが、このような場で出会う日本人研究者（特に他の分野の研究者）とはここだからこそ出会え、話す機会が得られたと感じる。国内では話をしない（話をする機会がなかなか得られない）研究者との縁が生まれるのも、このような場だからであり、この縁がその後の研究人生に影響を与えることもあるだろう。

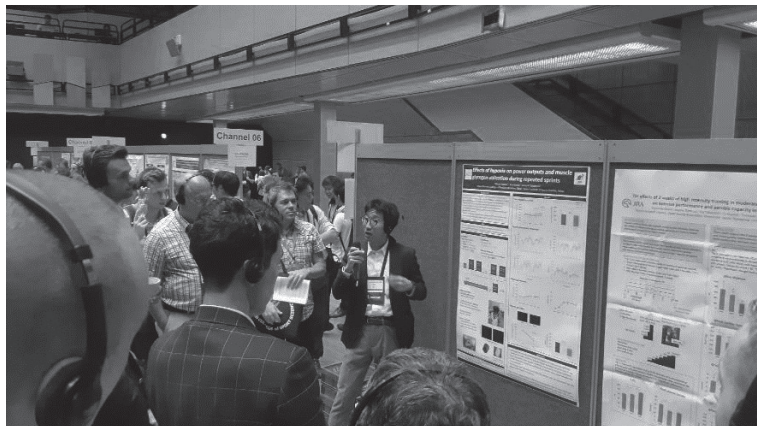


写真2 ポスター発表時の様子



写真3 クロージングパーティの様子

終わりに

本稿はヨーロッパスポーツ科学学会の第24回年次総会について、学会大会の内容を紹介した。特にまだ年次総会に参加したことがない若い研究者の参考に少しでもなれば嬉しく思う。繰り返しになるが、スポーツ科学を専門とする様々な分野の研究者と話をし、自身の幅を広げるには最適な学会大会ではないだろうか。

次回、第25回年次総会は2020年7月1日から3日まで、スペイン・セビリャにて開催される予定である。2020年は東京オリンピック・パラリンピック競技大会もあり、所属先や学会の予定が例年とは異なる1年ではあるが、興味と時間のある方は発表や参加を検討してはどうか。きっと人とも研究とも様々な出会いがあるだろう。

〈傍聴記〉

ホームカミングデー2019 名誉教授山川純先生ご講演 「骨格筋のはなし～骨格筋研究の進歩」

星川 佳広

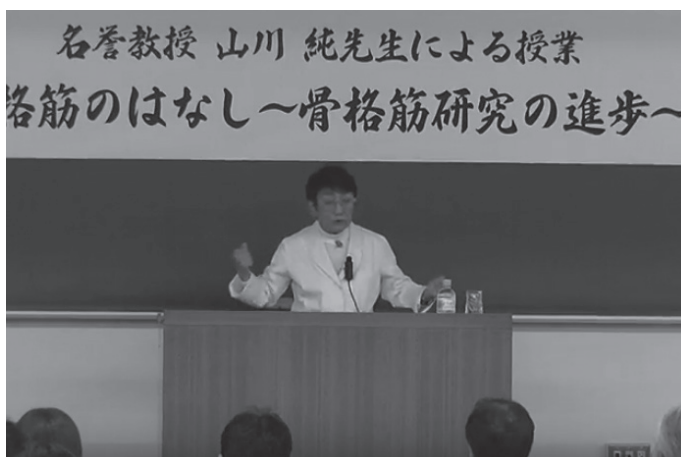
(日本女子体育大学附属基礎体力研究所・所長)

令和元年10月26日(土)、健美祭開催にあわせてホームカミングデー2019が行われた。ホームカミングデーとは卒業生が大学に戻ってきて再会し、旧交を温める会のことである。本学ではこれまで公式にそのような会は催されていなかったが、本年度はじめて開催される運びとなった。そして、その記念すべき第1回のメインイベントとして、基礎体力研究所初代所長である山川純先生のご講演(授業)が行われた。山川先生は1995年に本学をご退職なされているが、今回のきっかけは卒業生諸氏の「山川先生の授業をもう一度聞きたい」というたつての希望であったと伺っている。山川先生は現役時代にそうであられたように、白衣をまとして授業をなされた。講演のタイトルは「骨格筋のはなし～骨格筋研究の進歩～」であった。

山川先生は基礎体力研究所の実質的な設立者

である。本誌創刊号(1991)には、山川先生の手により、研究所設立時の論議の経緯が丁寧に記されている。私は所長拝命以来、その記事(およびその確かな筆致と文面から感じられる研究への意気込み)を繰り返し参照しており、本来は参加資格はないのだが後ろのほうにて拝聴させて頂いた。また、山川先生に初めてお会いする機会ということもあって少し緊張した心持で当日を迎えた。

ご講演は、誰が最初に筋線維の横紋を見たか?—おそらくは1600年頃顕微鏡を作ったレーベンフックという名のオランダ人が観察したであろう、というところからはじまった。続いて、1950年代に同名ではあるが2人の異なるハックスレーにより、横紋がアクチン、ミオシンの2つのフィラメントによって成り立つことが明らかにされ、筋が力を発生するメカニズ



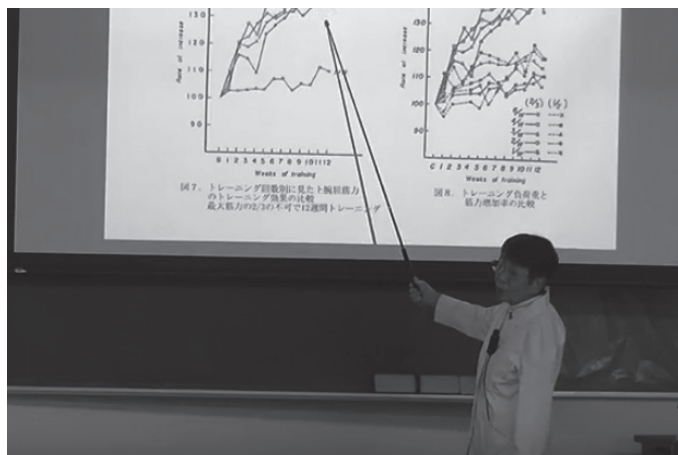
ムが解明されたこと（筋滑走説）、丸山工作によるコネクチン発見、山川先生の学生が卒業論文として取り組んだトレーニング効果の性差の研究、筋線維組成やサテライト細胞、最近のMR画像を用いた高齢者のサルコペニアや処方についてまで、タイトルどおり骨格筋研究の発展を、遠い遠い過去から現在まで体育学的視点で網羅したものであった。サテライト細胞やサルコペニアなどは比較的最近の話題であり、おそらくはご退職なされてからも継続して勉強なされていることが窺われた。講演内容には私が知らないことも多く（私は生化学を丸山工作著の教科書で習ったがコネクチンについて知らなかった）、卒業生を対象としたある種エンターテイメントとしての講義ではあったもののその内容は非常に洗練され、学術的にもレベルの高いものであった。このレベルと分量の情報をわかりやすく、かつ1時間15分の時間にまとめられた力量に感服する。

また合間には、ヘルシンキオリンピック（1952）で長距離走の5000mからマラソンまでの金メダルをとったザトベックのインターバルトレーニングや1964年の東京オリンピックのこと（松原でアベベが走る姿を見た！）、基礎体力研究所設立時のことなども話された。さらにはご自身のからだの変化を例に挙げられ、加齢による体力低下は否めず、それ以上のトレ

ニングが必要で今後は処方の研究をもっと進めるべきとの提案もあった。

講演で強く印象に残るのは、卒業論文の実験データである。女子学生対象に筋力トレーニングの効果を検証し、週1回の頻度では現状維持だが、週2回以上行えば週4回と有意差なく筋力は向上すること、負荷は50%では効果が小さく65%以上で効果が大きいこと、その一次データを示された。この研究結果はたった2つのグラフに集約されているものの、このグラフができ上がるまでにかかる労力と時間の大きさは想像に余りあるものである。私たち体育学の研究者にとって、トレーニング効果を検証するトレーニング実験は最重要に位置づけられるものである。しかしそうとわかっていながら、被験者にも検者にも負担が大きい（しかも成功するとは限らない）トレーニング実験はなかなかできないのが実際で、山川先生と学生の間で強い信頼関係があったからこそ得られた貴重なデータである。山川先生は「卒業論文が一番楽しかった」と言われ、その面白さ（とそれに伴う大変さ）を私もとてもよく理解できるものの、自分が現在の学生相手にここまで踏み込めるかというまったく自信がない。

また、雌雄のねずみを去勢しトレーニング効果の性差（性ホルモンの影響）を調べた卒業論文についても紹介された。山川先生は、女性が



男性より弱いのは、女性ホルモンがトレーニング効果を「抑制する」からではないか、と考えておられたようだ。しかし実験結果は女性ホルモンが「抑制する」わけではないことをクリアに示し、筋力トレーニングの効果は女性ホルモンの有無にかかわらず男性ホルモンが作用し筋肥大することで得られると解釈された。この話を聞くまで、私自身は女性ホルモンがトレーニング効果を「抑制する」と発想することもなかったが、それはひとえにこれら先人たちの労力と時間をかけた実験を自分は教科書を読むだけで知ることができるからであって、その知見がない段階ではそう考えるほうが普通なわけである。山川先生が研究をはじめられた当時、筋線維がアクチンとミオシンで構成されることはわかっておらず、女性に筋力トレーニングの効果があるのかもわかっていなかった。自分がごく当然と意識もせず理解していることのその下に、先人たちの積み重ねた土台があることを再認識する。

動物を使った研究は、動物を24時間、365日世話する必要があつて（当時は、南校舎屋上で実験動物を飼われていたとのこと）、非常に大変

だと聞いたことがある。その大変さをともなう作業に学部生の卒業論文として取り組まれていたことにまず驚き、ねずみを使った研究も女子学生対象の研究も両方なされていたことにさらに驚く。動物も人も対象に実験できる研究者は現在ほとんどいないし、当時も多くないはずである。山川先生が骨格筋研究を、筋生理の基礎からトレーニング・処方に応用まで幅広い視点でカバーされるのはご本人の強い好奇心からなのだろうか。いずれにせよ、それは間違いなく多くの学生にとって難解になりがちな生理学を、わかりやすく興味をもたせて教えてこられたことのベースとなっていたと思われる。それがひいては今日の「山川先生の授業をもう一度聞きたい」につながっているのだろう。

山川先生は今年、米寿のお祝いを受けたとのことであつた。米寿！ホントですか？山川先生のお話される姿勢、声の張り、伝えようとする意欲、高度な内容を分かりやすく説明される授業展開に、後ろのほうでの傍聴の立場ながら私はひたすら圧倒されていた。私は強く心を揺さぶられた次第である。叱咤激励、ありがとうございました。

平成 30 年度事業報告

I. 会議に関する事項

○ 第 117 回運営会議

期 日 平成 30 年 5 月 30 日

審議事項

1. 平成 30 年度兼担研究員について
2. 平成 29 年度事業報告（案）について
3. 平成 30 年度事業計画（案）について
4. その他

○ 第 118 回運営会議

期 日 平成 30 年 11 月 5 日

審議事項

1. 平成 31 年度教育研究重点課題（案）について
メール（平成 30 年 11 月 5 日配信）により審議・検討の結果、提案通り承認された。

II. 研究に関する事項

○ 第29回公開研究フォーラム

平成30年12月1日

テーマ「スポーツ科学研究がつくる新しい価値」

〈Session I〉

「骨格筋研究がつくるスポーツ科学の新たな価値」

藤井 宣晴（首都大学東京・教授）

〈Session II〉

2018年度 基礎体力研究所 成果ポスター発表

〈Session III〉

「トップアスリートから学ぶ、最新トレーニングと美しい肉体づくり」

岡田 隆（日本体育大学・准教授）

〈Session IV〉

「座りすぎ日本人は20年後どうなる？」

岡 浩一朗（早稲田大学・教授）

○ 研究所談話会

第57回談話会

平成30年7月18日

「個性を育む組織メカニズムの解明とチームづくり」

芳地 泰幸

第58回談話会

平成31年1月16日

「筋グリコーゲンの理解と実践への応用 ―パフォーマンス向上のヒントに―」

大澤 拓也

Ⅲ. 研究業績

〈学術論文（査読あり）〉

Ogoh S, Sato K, Hirasawa A, Sadamoto T.: The effect of muscle metaboreflex on the distribution of blood flow in cerebral arteries during isometric exercise. *J. Physiol. Sci.*, 69: 375-385, 2019.

Sawai A, Mathis BJ, Natsui H, Zaboronok A, Mitsuhashi R, Warashina Y, Mesaki N, Shiraki H, Watanabe K.: Risk of female athlete triad development in Japanese collegiate athletes is related to sport type and competitive level. *International Journal of Women's Health*, 10 : 671-687, 2018.

Ogoh S, Washio T, Suzuki K, Ikeda K, Hori T, Olesen ND, Muraoka Y.: Effect of leg immersion in mild warm carbonated water on skin and muscle blood flow. *Physiol Rep.*, 6(18): e13859, 2018.

Oue A, Asashima C, Oizumi R, Ichinose-Kuwahara T, Kondo N, Inoue Y.: Age-related attenuation of conduit artery blood flow response to passive heating differs between the arm and leg. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 118: 2307-2318, 2018.

Oue A, Sadamoto T.: Compliance in the deep and superficial conduit veins of the nonexercising arm is unaffected by short-term exercise. *Physiol. Rep.*, 6: e13724, 2018.

Oue A, Iimura Y.: Effect of compression stocking on venous compliance at rest and circulatory responses to cycling exercise. *J. Exerc. Sci.*, 28: 1-10, 2019.

手島貴範, 角田直也: サッカー選手における股関節屈曲筋群の形態および筋力の性差. *J. Exerc. Sci.*, 28 : 19-28, 2019.

嶋田卓, 沢井史穂: 水中レジスタンス運動の基本動作における下肢の筋活動水準—陸上での実施時との比較—. *日本女子体育大学スポーツトレーニングセンター紀要*, 22 : 19-26, 2019.

大澤拓也, 塩瀬圭佑, 高橋英幸: 事前運動が最大強度運動時における2つの筋脱酸素化パラメータに及ぼす影響. *J. Exerc. Sci.*, 28 : 11-17, 2019.

吉崎貴大, 横山友里, 大上安奈, 川口英夫: 地域在住高齢者における食品摂取の多様性と食事摂取量およびフレイルとの関連. *栄養学雑誌*, 77(1) : 19-28, 2019.

〈著書〉

沢井史穂: トレーニングの実際 (2) 対象者の軸 ②肥満者・女性・高齢者のトレーニング. 第52回トレーニング指導士養成講習会テキスト, (公財)日本体育施設協会, pp. 114-129, 2018.

村岡慈歩: 第VII章 運動で身体はどう変わるの? 『子どもの体育指導のエッセンス』明星大学保健体育部会編, 明星大学出版部, pp. 156-173, 2018.

〈総説・報告・資料（査読なし）および書評〉

定本朋子: 研究の芽を見逃さない力. *体育の科学*, 68 : 626-629, 2018.

定本朋子: 『身体と動きで学ぶスポーツ科学—運動生理学とバイオメカニクスがパフォーマンスを変える』(深代千之、内海良子著, 東京大学出版会, 2018), *体育の科学*, 68 : 547, 2018.

定本朋子: 『運動と疲労の科学—疲労を理解する新たな視点』(下光輝一、八田秀雄編著, 大修館書

店, 2018), 保健体育教室, 307:13, 2018.

定本朋子:『ステップアップ運動生理学』(和田正信編著, 長谷川博, 松永智, 奥本正 著, 杏林書院, 2018), 体育の科学, 69:73, 2019.

森山真由美, 手島貴範, 定本朋子:乳幼児期における心臓形態および機能の発達. J. Exerc. Sci., 28, 29-35, 2019.

夏井裕明:学校集団登山帯同 25 年の経験から. 登山医学, 38:1-3, 2018.

〈学会発表〉

Muraoka, Y., Taguchi, T., Kusayanagi K., Yasuda, T.: Relationship between upper limb power in bench press and throwing speed in chest pass. The 23th Annual Congress of European College of Sport Science, Ireland, 2018.7.

Oue A, Saito M, Iimura Y. : Effects of physical fitness level and nutrient intake on venous compliance in young humans. The 23rd annual Congress of the European College of Sport Science, Dublin, Ireland, 2018.7.

Iimura Y, Saito M, Oue A. : Effects of acute cycling exercise on venous vascular response in constant and interval workloads. The 23rd annual Congress of the European College of Sport Science, Dublin, Ireland, 2018, 7.

夏井裕明. 学校集団登山帯同 25 年の経験から. 第 38 回日本登山医学会学術集会, 東京, 2018, 6.

手島貴範, 柴田景子, 定本朋子, 沢井史穂: 荷重超音波法により計測した腓腹筋の筋硬度は長軸方向のスティフネスを反映するのか. 第 26 回日本運動生理学会, 大阪, 2018, 7.

森山真由美, 手島貴範, 村岡慈歩, 奥山静代, 笹原千穂子, 中村美美子, 定本朋子: 乳幼児期における心臓形態の発達. 第 26 回日本運動生理学会, 大阪, 2018, 7.

手嶋智子, 森山真由美, 手島貴範, 定本朋子: 静的ハンドグリップ運動時における内頸動脈血流動態. 第 26 回日本運動生理学会, 大阪, 2018, 7.

柴田景子, 沢井史穂: 一般高齢女性と若年女性の上腕及び大腿の筋硬度比較. 日本体育学会第 69 回大会, 徳島, 2018, 8.

大澤拓也, 高橋英幸: 事前の最大運動が漸増負荷運動時における活動筋の脱酸素化動態に及ぼす影響. 第 73 回日本体力医学会, 福井, 2018, 9.

手島貴範, 柴田景子, 定本朋子, 沢井史穂: 男女別にみた腓腹筋の短軸方向と長軸方向の硬さの関連性. 第 73 回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.

佐藤耕平, 大庭尚子, 手島貴範, 森山真由美, 夏井裕明, 定本朋子: 性差および月経周期が脳血管拡張機能に及ぼす影響. 第 73 回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.

手嶋智子, 森山真由美, 手島貴範, 定本朋子: 安静時および静的運動時における cold pressor test が脳血管応答に及ぼす影響. 第 73 回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.

森山真由美, 手島貴範, 大槻曜生, 定本朋子: 乳幼児期における心臓と骨格筋の発達. 第 73 回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.

村岡慈歩, 有馬智美: 大学生における足指筋力と運動能力との関係. 第 73 回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.

飯村泰弘, 斉藤道子, 大上安奈: 一過性の自転車運動が静脈血管伸展性に及ぼす影響～運動負荷

- パターンに着目して～. 第73回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.
- 前田ことせ, 飯村泰弘, 大上安奈: 若年者における静脈血管伸展性と体組成・体力レベル・食事バランスの関連性. 第73回日本体力医学会大会, 福井, 2018, 9.
- 嶋田卓, 沢井史穂: 水中レジスタンス運動の基本動作における下肢の筋活動水準—陸上での実施時との比較—. 第73回日本体力医学会, 福井, 2018, 9.
- 沢田秀司, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 鄧鵬宇, 吉原利典, 中瀉崇, 大澤拓也, 石原美彦, 北田友治, 木村憲, 町田修一, 内藤久士: 30秒椅子立ち上がりテストはロコモの予測に有用である. 第73回日本体力医学会, 福井, 2018, 9.
- 手島貴範, 森山真由美, 定本朋子: 携帯型加速度計を用いた高校生陸上競技選手のスプリントパフォーマンスの分析と評価. 第25回日本バイオメカニクス学会大会, 東京, 2018, 9.
- 沢田秀司, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 鄧鵬宇, 吉原利典, 中瀉崇, 大澤拓也, 石原美彦, 北田友治, 木村憲, 町田修一, 内藤久士: サルコペニアの判定における筋力評価項目としてCS-30は有用である. 第6回日本介護予防・健康づくり学会大会, 東京, 2018, 11.
- 沢田秀司, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 鄧鵬宇, 吉原利典, 大澤拓也, 中瀉崇, 石原美彦, 北田友治, 町田修一, 内藤久士: 中高齢者の30秒椅子立ち上がりテスト中におけるパフォーマンスの特徴. 第5回日本サルコペニア・フレイル学会大会, 東京, 2018, 11.
- 市川萌, 手島貴範, 沢井史穂: 荷重超音波装置を用いた大腿における拮抗筋間の筋硬度比較. 東京体育学会第10回学会大会, 東京, 2019, 3.
- 柴田景子, 田中寿志, 沢井史穂: 荷重超音波装置を用いた上腕及び大腿における筋硬度評価値の年齢差と性差の検討. 東京体育学会第10回学会大会, 東京, 2019, 3.
- 尾崎隼朗, 沢田秀司, 鄧鵬宇, 棗寿喜, 吉原利典, 大澤拓也, 町田修一, 内藤久士: 軽負荷レジスタンストレーニングによる中高齢者のロコモティブシンドローム改善効果に性差はあるか. 第26回日本健康体力栄養学会, 東京, 2019, 3.
- 棗寿喜, 尾崎隼朗, 中瀉崇, 沢田秀司, 鄧鵬宇, 吉原利典, 大澤拓也, 石原美彦, 北田友治, 町田修一, 内藤久士: ロコモティブシンドロームと判定された高齢者では大腿前面と腹部の筋サイズが低下している. 第26回日本健康体力栄養学会, 東京, 2019, 3.
- 沢田秀司, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 鄧鵬宇, 吉原利典, 中瀉崇, 大澤拓也, 石原美彦, 北田友治, 町田修一, 内藤久士: 30秒椅子立ち上がりテストは経時的な歩行能力変化の評価においても有用である. 第26回日本健康体力栄養学会, 東京, 2019, 3.
- 鄧鵬宇, 尾崎隼朗, 沢田秀司, 棗寿喜, 吉原利典, 大澤拓也, 町田修一, 内藤久士: 高齢者において運動継続年数が歩行速度の差異に左右するか. 第26回日本健康体力栄養学会, 東京, 2019, 3.

〈シンポジウム・セミナー等の講演〉

- 定本朋子: 運動時の呼吸循環系の適応を理解する. 公益社団法人日本フィットネス協会主催 JAJFA ハイクラスセミナー, 兵庫, 2018, 9.
- 定本朋子: 運動時における神経性循環調節—研究の源流を辿りながら—. 立命館大学スポーツ健康科学部主催セミナー, 滋賀, 2018, 12.
- 沢井史穂: 公益財団法人日本体育施設協会 第51回トレーニング指導士養成講習会, 東京, 2018, 7.

- 沢井史穂：公益財団法人健康体力づくり事業財団 平成 30 年度 貯筋運動研修会，東京，大阪，福岡，2018-2019，8，9，2.
- 沢井史穂：公益財団法人健康体力づくり事業財団 健康運動実践指導者養成校養成講座実技教員研修会，福岡，大阪，東京，2018，9，10.
- 沢井史穂：平成 30 年度志摩市地区自主グループ学習会講師，三重，2019，2.
- 沢井史穂：公益財団法人健康体力づくり事業財団 健康運動実践指導者養成校養成講座主任教員研修会，大阪，東京，2019，3.
- 夏井裕明：公益財団法人日本スポーツ協会公認コーチ等養成講習会，大阪，2018，8.
- 夏井裕明：公益財団法人日本スポーツ協会公認アスレティックトレーナー養成講習会，東京，2018-2019，8-1.
- 夏井裕明：公益財団法人日本スポーツ協会公認スポーツ栄養士専門講習会，東京，2018，10.
- 梅澤佳子，大澤拓也：正しいストレッチと手軽な筋力トレーニング．第 30 回多摩大学多摩祭・公開講座，東京，2019，11.
- 村岡慈歩：健康長寿のための体づくり．日野ロータリークラブ 第 2543 回例会卓話．東京日野ロータリークラブ，東京，2018，9.
- 大上安奈：高齢者を対象としたパワフルボディ教室実施報告．2018 年度東洋大学地域活性化研究所シンポジウム『地域に根ざした健康づくりを考える』．群馬，2019，2.

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要 「Journal of Exercise Science」寄稿規程

1. 寄稿原稿の内容は、体力や身体運動に関する総説、原著論文、研究資料、内外の研究動向、研究所の主催する研究会・講演会等の要旨、その他とし、いずれも完結したものに限る。
2. 本紀要に寄稿できるものは、研究所研究員（専任、兼任、兼担、客員）およびこれに準ずるものとする。ただし、共著者についてはこの限りではない。また、編集委員会が必要と認めた場合は研究所研究員以外の者に依頼することができる。
3. 原稿は和文、または英文を原則とする。和文には英文抄録（約 300words）を添付し 3～5 のキーワードをつける。また、論文の標題、図表のタイトルは英文とする。
4. 原稿は 400 字詰横書き原稿用紙を使用し、ワードプロセッサの場合は横書き（A4）40 字・20 行とする。本文は漢字かなまじり文、新仮名づかいとする。計量単位は、原則として国際単位系（SI）とする。
5. 英文は英語を母国語とする者（できれば研究分野が類似の者）の校閲を受けることを原則とする。編集委員を通じて校閲を依頼する場合は著者が実費を負担する。
6. 文献の記載は以下のように行う。
 - 1) 本文中の引用は、引用箇所の上に（山田 1992）、（山田と田川 1992）、（山田ら 1992）、（Yamada et al. 1992）のように記載する。
 - 2) 引用文献は著者名の ABC 順に、本文の最後に一括する（番号は不要）。
 - 3) 引用文献の記載方法は、雑誌の場合、著者名：題目、雑誌名、巻：頁（始頁－終頁）西暦年号の順とする。単行本の場合は、著者名：書名、発行所、発行場所、頁（始頁－終頁）、西暦年号の順とする。

雑誌引用例
Saltin, B. and Astrand, P-O.: Physical working capacity J. Appl. Physiol. 8: 73-80, 1971.
7. 図はそのまま製版が可能なものとする。不適当な場合は書き直すことがあるが、それに必要な費用、および特別な印刷を必要とした図表の費用は著者が実費を負担する。ただし、依頼原稿はこの限りではない。
8. 著者には論文別刷を 30 部贈呈する。30 部以上希望する場合は著者の負担で追加できる。別刷希望部数は初校時のゲラ刷り 1 頁目に記入する。
9. 研究所内に研究所紀要編集委員会をもうけ、原著論文の査読の依頼、編集、校正等を行う。
10. 掲載された論文の著作権は、日本女子体育大学に帰属する。投稿者は、その著作権の日本女子体育大学への移転を了承し、所定用紙に明記する。

附 則

この規程は平成 4 年 4 月 1 日から施行する。

改正：平成 9 年 4 月 1 日

改正：平成 14 年 7 月 1 日

改正：平成 17 年 4 月 1 日

日本女子体育大学附属基礎体力研究所 紀要編集委員会規程

1. 日本女子体育大学附属基礎体力研究所（以下「研究所」という。）規程第3条に掲げる事業のうち，研究所紀要を刊行するために，Journal of Exercise Science 寄稿規程9条に基づき，研究所内に研究所紀要編集委員会（以下「編集委員会」という。）を置く。
2. 編集委員会（以下「委員会」という。）の運営はこの規程に基づいて行う。
3. 委員会は紀要の編集に関して次の任務を果たすものとする。
 - (1) 編集業務
 - (2) 寄稿された論文等の審査の依頼および掲載の可否の決定
 - (3) その他編集に必要な事項
4. 委員会は基礎体力研究所運営会議構成員（研究所規程第13条）の中から選出された3名をもって構成し，所長が委嘱する。委員の任期は就任の日から2カ年とし，再任を妨げない。
5. 委員会には委員長を置く。委員長は委員の互選により，所長がこれを委嘱する。委員会に幹事を置くことができる。
6. 論文審査のために論文審査委員を委嘱する。論文審査は委員会の推薦により，学内の適任者に委嘱する。学内に適任者がいない場合は学外者にも委嘱することができる。審査委員の委嘱は委員会の推薦に基づき所長が行う。
7. 論文審査規程および編集要項は委員会が定める。
8. 委員会の招集は委員長が行う。
9. 編集委員会は審査委員の評定に基づき原稿の取捨を決定する。
10. 委員会において掲載可と掲載不可が分かれた場合，最終的には委員長がその採否を決定する。

附 則

本規程の施行は平成9年4月1日とする。

改正：平成11年4月1日

改正：平成17年4月1日

2019年度 紀要編集委員会

委員長：星川 佳広

編集委員：大澤 拓也, 手島 貴範

2019年度 研究所スタッフ

所長(兼任)：星川 佳広

講師：手島 貴範 (～2019年9月30日)

事務員：岩田 美由紀

技術職員：森山 真由美

兼任研究員：夏井 裕明

沢井 史穂

井筒 紫乃

大澤 拓也

永野 康治 (2019年10月11日～)

森田 陽子 (2019年10月11日～)

客員研究員：村岡 慈歩 (明星大学)

大上 安奈 (東洋大学)

2019年度 運営会議メンバー

星川 佳広, 佐々木 万丈, 佐伯 徹郎, 沢井 史穂, 湯田 淳, 中道 直子, 永野 康治, 大澤 拓也, 手島 貴範 (～2019年9月30日)

日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要

Journal of Exercise Science Vol. 29

2020年3月1日 印刷

2020年3月31日 発行

発行者 星川 佳広

印刷所 明文舎印刷株式会社

発行所 **日本女子体育大学附属基礎体力研究所**

〒157-8565 東京都世田谷区北烏山8-19-1

TEL 03-3300-6172, 03-3300-6175

FAX 03-3307-5825



Journal of Exercise Science 2019.
Bulletin of Research Institute of Physical Fitness