

論文

簡便な体力テストは大学生男子野球選手の
ベースランニングタイムと関連しない

植松 梓*
追手門学院大学

馬込 卓弥
追手門学院大学
大阪大学大学院
医学系研究科

千葉 英史
追手門学院大学

巽 樹理
追手門学院大学

辰本 頼弘
追手門学院大学

Simple Physical Fitness Tests Do Not Correlate with Base-Running Performance
in Male College Baseball Players

Azusa UEMATSU*
Otemon Gakuin University

Takuya MAGOME
Otemon Gakuin University
Graduate School of Medicine,
Osaka University

Eiji CHIBA
Otemon Gakuin University

Juri TATSUMI
Otemon Gakuin University

Yoshihiro TATSUMOTO
Otemon Gakuin University

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationships between total base-running time over one full lap, split lap times between bases, and simple physical fitness tests in male college baseball players. Eighteen male college baseball players (age: 18-22 y) performed a full-lap base-running test on a regulation baseball field. Total running time and split lap times between bases were measured using photocell timing gates. Physical fitness assessments included handgrip strength, standing long jump, pro-agility test, and standing forward-bending. Pearson's correlation coefficients were calculated to examine the relationships between base-running performance and physical fitness measures. Total base-running time showed strong positive correlations with all split lap times between bases ($r = 0.84-0.91$, $P < 0.01$). Significant correlations were also observed among split lap times ($r = 0.58-0.80$, $P < 0.05$). However, no significant correlations were found between total or split base-running times and any physical fitness test variables ($|r| = 0.01-0.34$, $P > 0.05$). These findings indicate that base-running performance over one full lap in male college baseball players cannot be adequately explained by simple physical fitness

*責任著者：植松 梓，追手門学院大学，a-uematsu@haruka.otemon.ac.jp

Corresponding Author：Uematsu Azusa, Otemon Gakuin University, a-uematsu@haruka.otemon.ac.jp

tests. Therefore, base-running performance in male college baseball players appears to be more strongly determined by sport-specific skills, such as the modulation of whole-body movement during curved running and the optimization of running lines.

キーワード：野球，ベースランニング，スプリントパフォーマンス，敏捷性，基礎体力

Keywords：baseball, base running, sprint performance, agility, physical fitness

緒言

野球競技におけるベースランニングは打撃や守備と並ぶ基本技能の一つであり，試合中の進塁および得点機会に直接的な影響を及ぼす重要な要素である．特に長打時の走塁では，走行速度のみならず，塁間の加速および減速，曲線走，塁に触れる動作，および方向転換を含む複合的な運動遂行能力が要求される．このような背景から，走塁能力を客観的に評価しその規定要因を明らかにすることは，競技力向上およびトレーニング設計の観点から重要な課題と言える．

アスリートの走行において，下肢筋力や筋パワーといった体力的要因がスプリント力の規定因子となることが報告されている¹⁾．これまでの野球の走塁研究では，本塁から1塁までの到達タイムを指標とした研究が多数報告されてきた．そして，本塁からファールラインまでの加速度の高さが1塁に早く到達するために重要であること²⁾や，プライオメトリクストレーニングによって少年野球選手の1塁到達タイムが短縮すること³⁾などが明らかにされている．しかし，本塁から1塁までの走塁は，競技中における走塁局面の一部に過ぎず，複数塁をまたぐ走塁やベース1周の走塁は十分に研究されているとは言い難い．特に，野球選手と陸上競技選手のベースランニング動作を比較した研究では走行様式や運動特性に明確な競技特性の違いがあり，野球における走塁は単なるスプリント能力だけで決定されない可能性が示されている⁴⁾．

小学生男子野球選手を対象とした研究では，立ち幅跳び，握力，方向転換能力といった基礎体力とベース1周および塁間のランニングタイムとの間に有意な関連が認められており⁵⁾，発育段階においては体力要因が走塁パフォーマンスに強く寄与する可能性がある．一方で，大学野球選手を対象とした研究では，本塁から2塁までの走塁タイムが，単純な直線スプリント能力のみではなく走行経路や塁間における速度変化の影響を受けることが

示されている⁶⁾．つまり，複数塁をまたぐ走塁は体力的要素と走塁の技術的要素で規定される複合的パフォーマンスであると考えられる．

1周のベースランニングには複数回の曲線走が含まれる．曲線走中は，身体に生じる遠心力に対応するための下肢関節運動調整の必要性が要因となり，直線走と比較して最大走速度が制限されることが報告されている⁷⁾．さらに，曲線走中は左右脚の機能が異なり⁸⁾，両脚間で力発揮パターンが非対称になることが明らかにされている⁹⁾．また，サッカー選手を対象とした研究においても，曲線走能力は直線スプリント能力や跳躍能力と必ずしも強く関連しないことが報告されている¹⁰⁾．

アスリートの方向転換能力はアジリティテストで評価される．しかし，アジリティテストは直線スプリント能力の影響が強く反映されるため，方向転換能力と直線スプリント力を分けて評価する必要性が指摘されている¹¹⁾．さらに，一般的なアジリティテストは競技の動作特性を十分に反映しない可能性も指摘されている^{12, 13)}．野球の走塁における方向転換は急激な切り返し動作ではないが，なだらかな曲線走でもない．したがって，複数塁の走塁能力と方向転換能力がどの程度関連するかは現時点では不明である．

2塁までの走塁には直線のスプリント能力だけでなく，走塁技術も影響する⁶⁾ため，1周のベースランニングでは体力的要素あるいは技術的要素のどちらかの影響がさらに大きくなる可能性がある．しかし，ベースランニング1周の時間的評価と簡便な体力テストとの関連は少年野球選手では調査されている⁵⁾ものの，身体的に成熟した野球選手ではこれまでに検討されていないのが現状である．この点が明らかになれば，選手の発育段階に応じた走塁パフォーマンス向上のための要因を定量的に示すことができる．そこで本研究は，大学生男子野球選手を対象として，ベースランニング1周の総時間および塁間ラップタイムと簡便な体力テストとの関連を検討することで，複数塁の走塁パフォーマンスにおける行動的

メカニズムを明らかにすることを目的とした。本研究では、光電管を用いてベースランニング1周の総時間および塁間ラップタイムを測定し、立ち幅跳び、プロアジリティテスト、握力、立位体前屈との関連を検討する。本研究の作業仮説は、走塁の時間的評価は下肢の瞬発力および敏捷性を反映する体力テスト結果とある程度の強さの有意な関連を示すものとした。

方法

被験者

被験者は大学の野球部に所属する男子選手18名（年齢：18-22歳）とした。実験に参加する前に全ての被験者に対して研究目的を口頭と書面で説明し、書面にてインフォームドコンセントを得た。本研究の実験手順は、追手門学院大学研究倫理審査委員会から事前に実施の承認を得た（承認番号2022-10）。

ベースランニングタイムの計測

公式規定に基づき、各塁間を27.431mに設定して測定を行った。走行中のズレを防ぐため、各ベースは専用の器具で地面に固定した。各塁の中央地点を通過する際のタイムを記録するため、4組の光電管（Witty, Microgate, アメリカ）を配置した。この際、選手の走行を妨げないように、光電管のユニット間には十分な距離を確保した。タイムは100分の1秒単位で集計した。被験者は本塁から1周の全力疾走を2回行い、試技の間には5分以上のインターバルを設けた。2回の試技のうち、最短のタイムを分析対象とした。

体力テスト

野球の走塁には、爆発的な加速力に加えて、精度の高いコーナリングを可能にする敏捷性が不可欠である。そこで、全身の筋量と瞬発力の指標として握力および立ち幅跳び¹⁴⁾を測定項目に含めた。また、敏捷性を評価するために側方へのプロアジリティテストを採用した¹⁵⁾。さらに、少年野球選手の投球能力と柔軟性の関連性¹⁶⁾を踏まえ、柔軟性の評価として立位体前屈を採用した。

握力はスメドレー式握力計（TKK5401、竹井機器工業株式会社、日本）を使用して計測した。握力計のグリップを被験者ごとに最適な幅に調整し、直立姿勢で握力を測定した。握力測定は左右各2回ずつ実施し、それぞれの最大値を抽出して分析に用いた。評価は0.1kg単

位とした。

立ち幅跳びは平坦な地面の上で実施した。被験者に、開始線につま先を合わせた状態から前方へ最大限跳躍させた。5mの巻尺を用い、踏切線から着地した踵の後端までの距離を2名の測定者が目視で確認した。2回の試技のうち、より遠くへ跳んだ記録を分析対象とした。評価は100分の1m単位とした。

プロアジリティテストは側方プロアジリティテストを実施した。基準線から左右に5m離れた場所に基準線と平行のラインを引き、基準線通過時に光電管が作動するように設置した。被験者は中央から左右いずれかの方向へ5m走り、ラインに触れた、または超えた直後に反転して反対側のラインまで10m疾走し、再度反転して中央の基準線を通過するまでの時間を計測した。左開始と右開始をそれぞれ2回行い、最速の記録を評価対象とした。評価は100分の1秒単位とした。

立位体前屈は高さ45cmのプライオボックス（3833A791、株式会社ニシ・スポーツ、日本）を用いて測定した。被験者にボックス上面でつま先を端に合わせ、膝を曲げずに上体を深く前傾させ、指先を出来る限り下方に到達させた。被験者の指先が停止した位置とボックス上面との距離を定規で計測し、上面より下方の場合はプラス、上方の場合はマイナスの値として記録した。2回の試技のうち、より柔軟性の高い数値を採用した。評価は10分の1cm単位とした。

データ分析および統計分析

ベースランニングは、1周の総時間および各区分（本塁-1塁、1塁-2塁、2塁-3塁、3塁-本塁）のラップタイムを算出した。握力は左右の平均値を、プロアジリティテストは左右開始試技の平均値をそれぞれ代表値とした。

全ての評価指標についてShapiro-Wilk検定によってデータの正規性を検討した。塁間のラップタイムについて、隣接する区分とのタイムをボンフェローニ法で有意水準を補正した対応のあるt検定を用いて比較した。各測定項目間の関連性は、ピアソンの積率相関係数を用いて評価した。相関係数の強さはHopkins et al. (2009)に準じた¹⁷⁾。解析には統計ソフトSPSS（version 27, IBM, アメリカ）を使用し、有意水準は $P < 0.05$ とした。

結果

Shapiro-Wilk 検定の結果, 1 週の総時間 ($W = 0.899$, $P = 0.054$), ラップタイム (本塁-1 塁: $W = 0.908$, $P = 0.081$; 1 塁-2 塁: $W = 0.934$, $P = 0.226$, 2 塁-3 塁: $W = 0.959$, $P = 0.573$; 3 塁-本塁: $W = 0.951$, $P = 0.437$), 握力 ($W = 0.963$, $P = 0.653$), 立ち幅跳び ($W = 0.981$, $P = 0.961$), 立位体前屈 ($W = 0.947$, $P = 0.377$), およびプロアジリティ ($W = 0.960$, $P = 0.593$) の全ての評価指標において正規性は棄却されなかった. そのため, 全ての評価指標を平均値と標準偏差で表した.

ベースランニングタイム

ベースランニングタイムの結果を表1に示す. 本塁-1 塁と比べ, 1 塁-2 塁のラップタイムは有意に短かった ($P = 0.021$, $d = 0.66$). 1 塁-2 塁と比べ, 2 塁-3 塁のラップタイムは有意に長かった ($P < 0.01$, $d = 0.88$). 2 塁-3 塁と 3 塁-本塁のラップタイムに有意差は認められなかった ($P = 0.225$, $d = 0.33$).

表 1. ベースランニングの総時間および塁間のラップタイム (秒)

	1周	本塁-1塁	1塁-2塁	2塁-3塁	3塁-本塁
平均値	16.03	4.04	3.93*	4.05†	4.01
標準偏差	0.50	0.18	0.15	0.12	0.12

*: 直前の塁間のラップタイムよりも短い, $P < 0.05$

†: 直前の塁間のラップタイムよりも長い, $P < 0.01$

体力テスト

表2に体力テストの結果を示す.

表 2. 体力テスト結果

	握力, kg	立ち幅跳び, m	プロアジリティ, 秒	立位体前屈, cm
平均値	43.1	2.32	5.40	7.3
標準偏差	0.9	0.05	0.03	1.0

ベースランニングの総時間および塁間ラップタイムの相関係数

表3にベースランニングの総時間および塁間ラップタイムの相関係数を示す. ベースランニングの総時間と各

塁間ラップタイムとの間には, いずれも有意な非常に強い正の相関が認められた ($r = 0.84-0.91$, $P < 0.01$). 各塁間ラップタイムの間には有意な強いおよび非常に強い正の相関が認められた ($r = 0.58-0.80$, $P < 0.05$).

表 3. ベースランニングの総時間および塁間ラップタイムの相関係数

	本塁-1塁	1塁-2塁	2塁-3塁	3塁-本塁
1塁-2塁	0.60**			
2塁-3塁	0.71**	0.80**		
3塁-本塁	0.58*	0.70**	0.72**	
1周	0.86**	0.89**	0.91**	0.84**

*, **: $P < 0.05$, 0.01

体力テストの指標間の相関係数

表4に体力テストの指標間の相関係数を示す. 握力と立ち幅跳びの間には有意な強い正の相関が認められた ($r = 0.67$, $P = 0.002$). その他の指標間には有意な相関関係は認められなかった.

表 4. 体力テストの指標間における相関係数

	握力	立ち幅跳び	プロアジリティ
立ち幅跳び	0.67**		
プロアジリティ	0.05	-0.33	
立位体前屈	0.25	0.02	0.04

** : $P < 0.01$

ベースランニングタイムと体力テストの指標間の相関係数

表5にベースランニングタイムと体力テストの指標間の相関係数を示す. それぞれの指標間において有意な相関関係は認められなかった.

表 5. ベースランニングタイムと体力テストの指標間の相関係数

	1周	本塁-1塁	1塁-2塁	2塁-3塁	3塁-本塁
握力	0.14	0.18	0.13	0.18	-0.01
立ち幅跳び	-0.18	-0.18	-0.24	-0.07	-0.11
プロアジリティ	0.26	0.25	0.27	0.34	0.02
立位体前屈	0.08	-0.02	0.11	0.15	0.08

考察

本研究は、日本の大学生男子野球選手を対象として、ベースランニング1周の総時間および各塁間ラップタイムと簡便な体力テストとの関連を調査した。その結果、ベースランニング1周の総時間と各塁間のラップタイムには有意な正の相関が認められたが、走塁タイムと関連があると想定した基礎体力とは有意な関連が認められなかった。この結果は本研究の作業仮説を支持しないものであった。

1周のベースランニングにおける各塁間のラップタイムについて、本塁－1塁よりも1塁－2塁の方が短かった(表1)。このことは、本塁－1塁の走塁は静止した状態から開始されるため1塁－2塁のラップタイムよりも遅かったと説明できる。2塁－3塁のラップタイムは1塁－2塁のラップタイムよりも長かった(表1)。これは、3塁到達までの運動時間が10秒を超えていたことから、無酸素性のATP供給の低下によるパワー発揮の低下¹⁸⁾が影響していた可能性が高い。そして、ベースランニングの進行とともにパワー発揮の低下が進むにもかかわらず2塁－3塁と3塁－本塁のラップタイムが同程度になったことは、本塁へ帰還する際は塁を回る技能発揮が不要になることが影響していると考えられる。これらのように、本研究の走塁タイムに見られた特徴は基礎的な運動学と生理学の知見から説明できるため、本研究の1周のベースランニングは典型的なデータセットであると捉えられる。

側方プロアジリティテストはスポーツ庁の体力テスト項目に含まれていないため比較できないが、本研究に参加した被験者は20-24歳の平均的なデータ¹⁹⁾と比較すると、やや柔軟性が低い握力と立ち幅跳びは遜色がなかったと言える(表2)。このような被験者において、1周のベースランニングの総時間は各塁間のラップタイムと有意な非常に強い正の相関があった(表3)。また、各塁間のラップタイムに有意な強いおよび非常に強い正の相関があった(表3)。このことから、ベースランニングが速い選手は特定の塁間が速いのではなく各塁間全般的に速いと言える。そして、握力と立ち幅跳びには有意な強い相関があったが、その他の項目間には関連が認められなかった(表4)。したがって、筋力・瞬発力と方向転換能力および柔軟性の指標は独立していると考えられる。これらの結果に基づくと、ベースランニングタ

イムと関連する基礎体力が存在する可能性が十分に推察される。しかし、本研究の結果において、これらの間に有意な相関が認められなかった(表5)。

立ち幅跳びは下肢の瞬発力を反映する代表的な体力指標であり、直線スプリント能力との関連が報告されている¹⁾。そのため、本研究においても立ち幅跳びと走塁タイムとの関連を予測したが有意な関連は認められなかった(表5)。ベースランニングには直線走だけでなく曲線走が含まれる。この曲線走では、身体に生じる遠心力に対応するための下肢関節運動の調整が必要となること⁷⁾、ならびに曲線走中の左右脚の力発揮様式は直線スプリントとは異なることが報告されている^{8, 9)}。これらの知見を踏まえると、身体的に成熟した野球選手におけるベースランニング1周のパフォーマンスは、下肢の瞬発力よりも曲線走に対応する運動調整能力を含んだ走塁技術に依存する割合が大きいと考えられる。また、本研究で立ち幅跳びと走塁パフォーマンスとの関連が認められなかった結果は、サッカー選手において曲線走能力が垂直跳びや直線スプリント能力と必ずしも強く関連しないことを報告した研究¹⁰⁾と矛盾しない。

本塁から2塁までの走塁を対象とした先行研究では、走塁タイムが単純な直線速度ではなく、走行経路や塁間における速度変化の影響を受けることが示されている⁶⁾。つまり、複数塁をまたぐ走塁は、基礎体力だけでなく、塁を回る際の減速および再加速と塁に触れる動作を最適化するための走塁経路選択と走塁技術を含む複合的なパフォーマンスである。本研究で取り扱った1周のベースランニングは2塁走をさらに拡張した運動課題であるため、減速および再加速の回数と塁に触れる動作の影響が一層大きくなる可能性が高い。そこで本研究では、方向転換能力の影響が反映される左右方向へのプロアジリティテストを実施した。その結果、左右方向へのプロアジリティテストは他の体力テスト項目よりもベースランニングタイムとの関連が強かったが、有意な相関は認められなかった(表5)。プロアジリティテストは、方向転換能力を評価する代表的指標であり、競技パフォーマンスとの関連が報告されている²⁰⁾。しかし、方向転換能力は課題特異性が高く、一般的なテストが競技中の動作特性を必ずしも反映しないことが指摘されている¹¹⁻¹³⁾。ベースランニングは、急激な切り返し動作ではなく比較的緩やかな曲線走が含まれる。この点で、180°の方向転換を含むプロアジリティテストは走塁の動作特

性と一致していない。つまり、走塁の動作特性が反映されるようなフィールドテストが開発されれば、簡便に走塁能力を精度よく予測できる可能性がある。

小学生男子野球選手では、ベースランニングタイムと立ち幅跳びおよびプロアジリティテスト間に中程度から非常に強い相関が認められた⁵⁾。つまり、発育段階では瞬発力や方向転換能力といった基礎体力が走塁パフォーマンスに強く影響すると言える。しかし、身体的に成熟した大学生男子野球選手ではこのような相関は認められなかった(表5)。したがって、大学生男子野球選手は体力水準が一定程度に達しているため、基礎体力だけでは走塁パフォーマンスが決定されず、走塁経路や走塁技術⁶⁾の影響が強くなると考えられる。これらをまとめると、野球選手の身体の発達段階に応じて走塁パフォーマンスを高めるための要点が異なると言える。しかし、曲線走^{7,9)}や2塁までの走塁⁶⁾を対象とした運動学・運動力学的研究のように選手の走塁パフォーマンスを評価するには専門的な機材と知識が必須であり、選手や指導者だけでは走塁のパフォーマンス評価が難しいという問題がある。この点からも、簡便かつ走塁能力を精度よく評価できるフィールドテストの開発は解決されるべき重要な課題に位置づけられる。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、対象者数が限定的であり、ポジション別、競技歴、走塁経験の違いを十分に考慮できていない。第二に、体力テストとして簡便な指標を採用したため、下肢筋力や神経筋制御の特性が直接的に評価されていない。そして第三に、ベースランニング中の走行経路や塁に触れる動作といった技術的要因を定量的に評価していない。これらの点についてはさらなる研究が必要である。

結論

本研究は、日本の大学生男子野球選手において、ベースランニング1周の総時間および塁間ラップタイムが簡便な体力テスト結果と有意な関連を示さないことを明らかにした。この結果は、身体的に成熟した選手の走塁パフォーマンスは、基礎体力よりも走塁における特異的な技術的要因に強く依存している可能性を示すものである。今後は、走塁の技術的要因を評価可能なフィールドテストの開発が望まれる。

謝辞

本研究のデータ収集にご協力頂いた選手、チームスタッフの方々に心より御礼申し上げます。本研究は追手門学院大学2022年度プロジェクト型共同研究奨励費制度(タイプA)P奨A22-04の助成を受けたものです。

利益相反

本研究の全ての内容に対して利益相反はない。

参考文献

- 1) Cronin JB, Hansen KT (2005) Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2) : 349-357.
- 2) Coleman AE, Amonette WE (2012) Pure acceleration is the primary determinant of speed to first base in Major League Baseball game situations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (6) : 1455-1460.
- 3) García Ponce de León A, Carreño Vega JE, Aranda Fernández AE (2019) Combined training of plyometric-speed for enhancing home-first base race of baseball players, junior category. *International Journal of Sports Science and Physical Education*, 4 (3) : 42-48.
- 4) Miyaguchi K, Demura S, Nagai K, Uchida Y (2011) Comparison of base running in baseball players and track-and-field athletes. *Health*, 3 (1) : 26-31.
- 5) 植松 梓, 馬込 卓弥, 千葉 英史, 松山 博明, 佐藤 哲史ら (2023) 小学生男子野球選手のベースランニングタイムと体力テストとの関連. *追手門学院大学スポーツ研究センター紀要*, 9 : 1-9.
- 6) 今若 太郎, 谷中 拓哉, 角田 直也 (2025) 大学野球選手における本塁から2塁への走塁経路と疾走タイムの関係. *体育学研究*, 70 : 91-102.
- 7) Chang YH, Kram R (2007) Limitations to maximum running speed on flat curves. *Journal of Experimental Biology*, 210 (6) : 971-982.
- 8) Alt T, Heinrich K, Funken J, Potthast W (2015) Lower extremity kinematics of athletics curve sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 33 (6) : 552-560.
- 9) Churchill SM, Trewartha G, Bezodis IN, Salo AIT

- (2016) Force production during maximal effort bend sprinting: Theory vs reality. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26 (10) : 1171-1179.
- 10) Loturco I, Pereira LA, Filter A, Olivares-Jabalera J, Reis VP, et al. (2020) Curve sprinting in soccer : relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37 (3) : 277-283.
- 11) Nimphius S, Callaghan SJ, Spiteri T, Lockie RG (2016) Change of direction deficit : A more isolated measure of change of direction performance than total 505 time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30 (11) : 3024-3032.
- 12) Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ (2001) Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (3) : 315-319.
- 13) Young WB, Miller IR, Talpey SW (2015) Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (1) : 206-212.
- 14) Castro-Piñero J, Ortega FB, Artero EG, Girela-Rejón MJ, Mora J, et al. (2010) Assessing muscular strength in youth : Usefulness of standing jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (7) : 1810-1817.
- 15) Young W, Farrow D (2006) A review of agility : Practical applications for strength and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 28 (5) : 24-29.
- 16) 長谷川 恭一, 木勢 千代子, 山形 沙穂, 森田 真純, 中村 睦美 (2013) 地域少年野球における投能力と体格, 体力, 運動能力の関連について. *理学療法*, Supplement, 40 (2) : S-A 運動-027.
- 17) Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (1) : 3-13.
- 18) Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH (1998) Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 163 (3) : 261-272.
- 19) スポーツ庁 (2023) 令和4年度 体力・運動能力調査 年齢別テスト結果 *e-Stat*, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/> (参照日 : 2026年1月29日).
- 20) Sheppard JM, Young WB (2006) Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24 (9) : 919-932.

