【報告】

男子サッカー選手の リバウンドジャンプ能力の特性

有賀誠司（健康学部健康マネジメント学科）　後藤太郎（体育学部競技スポーツ学科）
米津貴久（医学部基礎医学系生体機能構造学）　生方　謙（芝浦工業大学）

Characteristics of Rebound Jump Ability in Male Soccer Players

Seiji ARUGA, Taro GOTO, Takahisa YONEZU and Ken UBUKATA

Abstract

The purpose of this study was to clarify the characteristics of rebound jump ability for soccer players and the factors responsible for those characteristics. The subjects in this study were 67 male collegiate soccer players. Their rebound jump index (RJ-index), muscle strength and power, speed, and endurance were examined. The findings were as follows:

1) The RJ-index for both legs for the group of top players was significantly higher than that of under players ($p<0.05$). It also suggested that it related to their performance.

2) The squat, power clean 1RM, and 1RIM weight ratio, 10-meter sprint, and Yo-Yo test for the group of top players were significantly higher than that of under players ($p<0.05$ or $p<0.01$).

3) There was a significant positive correlation between Yo-Yo test and power clean 1RM for the group of top players and under players. As for the group of top players, there was a significant positive correlation between Yo-Yo test and 10-meter sprint ($p<0.05$), which suggested the relation of endurance, power, and speed.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 31, 39−47, 2019)

Ⅰ．緒言

サッカー競技においては、短い距離を素早く移動する際などにみられるスプリント能力、１対１の攻防で相手を抜く、あるいは振り切る局面などにみられる方向転換や反応能力を含めた一連の動作の素早さ、そしてこれらのプレーを間欠的に持続する持久力など、さまざまな身体能力が必要とされる。

近年、球技スポーツ選手の競技力や身体能力との関連を有する因子として、ヒトの筋腱複合体の伸張－短縮サイクル（Stretch-Shortening Cycle、以降 SSC）が着目されるようになり、SSC 能力を把握するための代表的な指標として、リバウンドジャンプ指数（以降 RJ-index）が採用されている[1-5]。

スポーツ選手を対象としたリバウンドジャンプ指数に関する報告として、有賀ら[6] は、全日本学生選手権優勝の実績を有する大学バレーボールチームに所属する女子選手23名を対象としてリバウンドジャンプ指数の測定を行い、レギュラー群が

非レギュラー群よりも有意に高い値を示すとともに、リバウンドジャンプ指数と20m走のタイム及びアジリティ能力の指標として測定したプロアジリティテスト及び9m3往復走との間に有意な相関が認められたことを報告している。また、有賀ら[7]は、大学男子アメリカンフットボール選手を対象とした研究において、リバウンドジャンプ指数とパワークリーンの1RM体重比、10ヤード走のタイム、プロアジリティテストとの間に有意な相関が認められたことを報告している。

一方、リバウンドジャンプ指数と持久力との関連について検討した報告もみられ、佐伯[8]は、ランナーを含む女子体育大生を対象として、リバウンドジャンプ能力と走能力との関係について検討を行い、リバウンドジャンプ指数と%$\dot{V}O_2$peak（最大走行の酸素摂取量に対する最大下走行の値の割合）との間に有意な関係が認められたことを報告している。また、有賀ら[9]は、陸上競技長距離選手を対象にリバウンドジャンプ指数の測定を行い、1500m走及び5000m走の最高記録との間に有意な負の相関が認められ、ランニング動作における効率的なパワー発揮のためにSSC機能の必要性が高い可能性が示唆されたことを報告している。

Bangsboら[10]は、サッカー競技に必要な身体能力は、間欠的持久力、間欠的高強度運動能力、スプリント能力、筋力発揮能力、敏捷性、バランス能力の6つのカテゴリーに分類されると述べている。先行研究から、SSC能力の指標となるリバウンドジャンプ指数については、筋力・パワー、スプリント能力、筋力、敏捷性との関連が報告されており、サッカー選手に必要とされる複数の身体能力に共通して関与している可能性が考えられる。

これらの背景から、本研究では、サッカー選手を対象としてリバウンドジャンプ指数の測定を行い、その特性や他の身体能力との関連について検討することを目的とした。

Ⅱ．方法

1．対象

本研究の対象は、T大学サッカー部に所属する男子選手67名であった。全対象は半年以上の定期的な筋力トレーニングの経験を有していた。

本研究の対象として、ゴールキーパーのポジションの選手を除外した。また、公式試合の出場機会を有する選手21名をトップ群、それ以外の選手46名をアンダー群とした。対象の身体的特徴は表1の通りである。

対象には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加への同意を得るとともに、データ発表についての了解を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認（承認番号：18155）を得ている。

2．身体組成の測定

身体組成の測定には、体組成分析装置（InBody Co., Ltd社製InBody430）を用いた、測定項目は、体重と体脂肪率であった。

表1　対象の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of the subjects.

カテゴリー	人数（名）	身長（cm）	体重(kg)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)
トップ	21	174.9±6.6	68.5±5.4	11.2±2.0	60.6±5.3
アンダー	46	172.7±6.6	65.6±7.5	13.1±3.0	57.0±6.4
全体	67	173.4±6.6	66.5±7.0	12.5±2.9	58.1±6.3

3．リバウンドジャンプ能力に関する測定項目

国立スポーツ科学センターのフィットネス・チェック・マニュアル[11]の方法に基づき、対象には、できるだけ短い接地時間で高く跳び上がるように指示し、測定用のマット上に両足、左足、右足で直立した3種類の開始姿勢から、連続5回のジャンプを行わせた。腕の振り込み動作の影響を除外するために、ジャンプ動作は両手を腰に当てて行わせた。着地時のしゃがみ込みの深さや、膝及び股関節の角度については指示せず、任意の方法で行わせた。測定前には、十分なウォーミングアップを実施した後、測定直前に実際と同一のジャンプ動作の練習を、各動作について3回ずつ行った。

連続ジャンプ動作中のリバウンドジャンプ指数と接地時間の測定は、ディケイエイチ社製マットスイッチ計測システム（マルチジャンプテスタ）を用いた。ラバー製のマットスイッチ上にてジャンプ動作を行わせ、滞空時間（Air time: ta）と接地時間（contact time: tc）を計測した。これらの測定値から、Asumssen and Bonde-perterson[12]の方法に基づき、次式にて跳躍高を算出した。

跳躍高（h）= 1/8・g・ta^2

※g：重力加速度（9.8m/s^2）

次に、リバウンドジャンプ動作における伸張－短縮サイクル運動の遂行能力（SSC運動能力）の指標として、図子ら[2]の方法に基づき、上記で求めた跳躍高を接地時間で除す方法によりリバウンドジャンプ指数（RJ-index）を算出し、5回のうち最大値を測定値として採用した。

接地時間については、リバウンドジャンプ指数が最大値を記録した時の数値を測定値として採用した。

なお、マットスイッチの接地場所は、コンクリート製の基礎に合成樹脂系塗材が施工された床面とし、対象にはスポーツ用シューズを使用させた。

4．筋力及びパワーに関する測定項目

1）スクワットとパワークリーンの1RM

下肢筋力の指標として、スクワットの最大挙上重量（以下1RM）の測定を実施した。測定方法は、日本トレーニング指導者協会のガイドライン[13]に従った。

スクワットの動作については、バーベルを肩にかつぎ、両足を肩幅程度に左右に開いて直立した姿勢から、大腿部の上端が床面と平行になるところまでしゃがみ、直立姿勢まで立ち上がって静止することができた場合に成功とした。直立姿勢まで立ち上がることができなかった場合や、動作中に腰背部の姿勢が一定に維持できなかった場合は失敗とした。

パワークリーンの動作については、両足を腰幅に開いてバーベルの真下に拇指球が位置する場所に立ち、膝と股関節を曲げて上半身を前傾させ、バーベルを肩幅の広さで握って静止した開始姿勢から、床をキックして上半身を起こしながらバーベルを挙上し、肩の高さでバーベルを保持した後、膝と股関節を完全に伸展させて直立し、静止できた場合に成功とした。バーベルが挙上中に落下した場合や、直立姿勢で静止することができなかった場合には失敗とした。

1RMの測定にあたっては、重量を漸増させながら2セットのウォームアップを行った後、1RMと推測される重量の挙上を試みた。これに成功した場合には、さらに重量を増加して試技を実施し、挙上できた最大の重量を1RMの測定値として記録した。なお、セット間には3分以上の休息時間を設けた。

2）垂直跳び

垂直跳びの測定は、swift社製可動型跳躍高測定器「ヤードスティック」を用い、2回実施して高い方を測定値とした。両足をそろえて直立した姿勢をとり、片手を垂直に上げて地面から指先までの距離（指高）を測定した後、その場でしゃがんでから高く跳び上がり、片手で測定器具をタッチした際の最大の高さを測定し、指高を引いた値を記録した。

5．スピード能力に関する測定項目

1）10m 走

テレメータ方式光電管タイマー（Brower timing systems 社製）を使用した。センサをスタート地点と10m 地点に設置し、自分の意志によってスタートしてから10m の距離を前方に全力疾走し所要時間を計測した。測定は 2 回実施し、優れた値を測定値として記録した。光電管タイマーのセンサ部は床上30cm の高さとした。

2）プロアジリティテスト

5 m 間隔に 3 本のラインを設置し、中央のラインの手前からスタートして、外側のラインまで移動し、片足でライン踏んだ後、ターンして中央のラインを通過して外側のラインを反対側の片足で踏み、再びターンして中央のラインまで、できるだけすばやく移動させた。ターン動作以外の移動局面の動作は、全て前方への走動作で実施させ、所要時間は、テレメータ方式光電管タイマー（Brower timing systems 社製）を用いて測定した。測定は 2 回実施し、優れた値を測定値として記録した。なお、光電管は中央ラインに設置し、センサ部は床上30cm の高さとした。

6．持久力に関する測定項目

1）クーパー走

有酸素性持久力の指標として、クーパー走を採用した。陸上競技用400m トラックにて12分間の最大走行距離（m）を測定値とした。

2）Yo-Yo テスト

間欠的な持久的運動能力の指標として、Yo-Yo intermittent recovery test Level 2 を採用した。走速度13.0km/h から開始され、徐々に速くなる信号音にあわせて20m の往復スプリントと 5 m のジョギングによる休息区間の往復を反復させ、2 回の信号音に追従できなくなった時点までの走行距離（m）を測定値とした。

7．統計処理

本研究で得られた測定値は平均±標準偏差で示した。また、測定値相互の関係はピアソンの相関係数を用いた。2 群間の平均値の差の検定には，F 検定により二群の等分散性を確認した後，スチューデントの t 検定を実施した。統計処理の有意水準は 5 %未満とした。

Ⅲ．結果

1．リバウンドジャンプ能力に関する測定項目

リバウンドジャンプ指数と接地時間の測定結果を表 2 に示した。両足によるリバウンドジャンプ指数の測定値は、トップ群2.247±0.374、アンダー群2.049±0.330であり、トップ群はアンダー群と比較して有意に高い値を示した（P<0.05）。また、片足によるリバウンドジャンプ指数については、トップ群は左0.831±0.166、右0.825±0.178、アンダー群は左0.829±0.164、右0.823±0.144であり、両群間には有意差は認められなかった。

両足によるリバウンドジャンプにおける接地時間は、トップ群0.160±0.025秒、アンダー群0.166±0.018秒であり、両群間には有意差は認められなかった。また、片足によるリバウンドジャンプ中の接地時間については、トップ群は左0.237±0.028秒、右0.234±0.031秒、アンダー群は左0.240±0.023秒、右0.240±0.023秒であり、両群間には有意差は認められなかった。

2．筋力及びパワーに関する測定項目

1）スクワットとパワークリーンの 1 RM

スクワットの 1 RM の測定値は、トップ群が113.3±16.7kg（体重比1.66±0.26）、アンダー群が99.9±16.3kg（体重比1.53±0.20）であり、測定値及び体重比について、ともにトップ群はアンダー群と比較にして有意に高い値を示した（それぞれ p<0.01、P<0.05）。

パワークリーンの 1 RM の測定値は、トップ群が68.6±13.1kg（体重比1.00±0.16）、アンダー群

が52.3±10.5kg（体重比0.80±0.14）であり、測定値及び体重比について、ともにトップ群はアンダー群と比較して有意に高い値を示した（ともにp<0.01）。

2）垂直跳び

垂直跳びの測定値は、トップ群が58.7±5.8cm、アンダー群が56.3±4.7cm であり、両群間には有意差は認められなかった。

3．スピード能力に関する測定項目

1）10m 走

10m 走の測定値は、トップ群が1.78±0.07秒、アンダー群が1.83±0.08秒であり、トップ群はアンダー群と比較して有意に優れた値を示した（p<0.01）。

2）プロアジリティテスト

プロアジリティテストの測定値は、トップ群が4.86±0.15秒、アンダー群が4.93±0.22秒であり、両群間には有意差は認められなかった。

4．持久力に関する測定項目

1）クーパー走

クーパー走の測定値は、トップ群が3182.9±171.9m、アンダー群が3183.4±232.2m であり、両群間には有意差は認められなかった。

2）Yo-Yo テスト

Yo-Yo テストの測定値は、トップ群が984.8±312.5m、アンダー群が787.8±219.9m であり、トップ群はアンダー群と比較して有意に優れた値を示した（p<0.01）。

5．測定値間の相関関係

図 1 に全対象の Yo-Yo テストとパワークリーン 1 RM の測定値の関係を示した。両者の間には r＝0.295の有意な正の相関が認められた（P<0.05）。

表 2　リバウンドジャンプ指数と接地時間
Table 2 Rebound jump index and foot contact time.

リバウンドジャンプ指数

カテゴリー	n	両脚		左脚		右脚	
トップ	21	2.247±0.374	*	0.831±0.166		0.825±0.178	
アンダー	46	2.049±0.330		0.829±0.164		0.823±0.144	

接地時間

カテゴリー	n	両脚		左脚		右脚	
トップ	21	0.160±0.025		0.237±0.028		0.234±0.031	
アンダー	46	0.166±0.018		0.240±0.023		0.240±0.023	

*:p<0.05　**:p<0.01

表 3　各種体力指標の測定結果
Table 3 Measurement results of various physical fitness indeices.

カテゴリー	n	スクワット1RM		スクワット1RM/BW		パワークリーン1RM		パワークリーン1RM/BW	
トップ	21	113.3±17.8	**	1.66±0.26	*	68.6±13.1	**	1.00±0.16	**
アンダー	46	99.9±16.3		1.53±0.20		52.3±10.5		0.80±0.14	

カテゴリー	n	垂直跳び		10m走		プロアジリティテスト		クーパー走		Yo-Yoテスト（Lebel 2）	
トップ	21	58.7±5.8		1.78±0.07	**	4.86±0.15		3182.9±171.9		984.8±312.5	**
アンダー	46	56.3±4.7		1.83±0.08		4.93±0.22		3183.4±232.2		787.8±219.9	

*:p<0.05　**:p<0.01

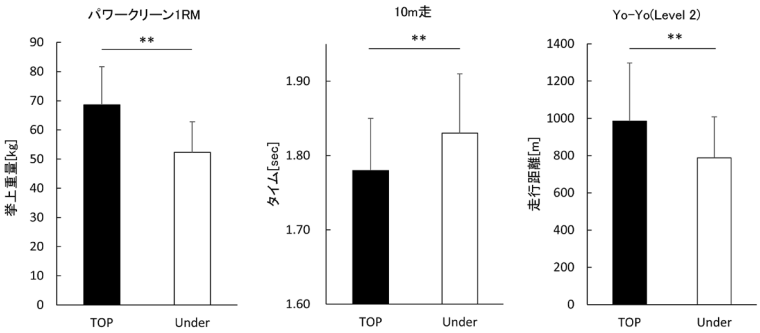

図１　トップ群とアンダー群の測定値（パワークリーン１RM：左、10m 走：中央、Yo-Yo テスト：右）
Fig. 1 Result of Power-clean 1RM (Left), 10m sprint (Center), Yo-Yo test (Right) for top and under group.

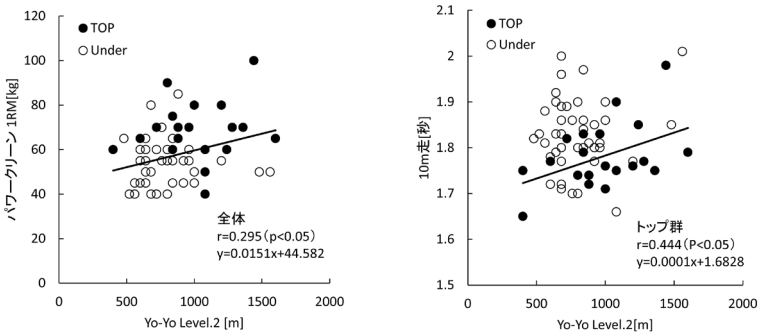

図２　Yo-Yo テスト走行距離とパワークリーン１RM（左）及び10m 走（右）との関係
Fig. 2 Relationship between the results of Yo-Yo test and Power-clean (Left). Relationship between the results of Yo-Yo test and 10m sprint (Right).

また、図２にトップ群における Yo-Yo テストと 10m 走の測定値の関係を示した。両者の間には r＝0.46の有意な正の相関が認められた（P<0.05）。

Ⅳ．考察

本研究では、大学サッカー選手を対象に、SSC 能力の指標となるリバウンドジャンプ指数を測定し、トップ群の両脚による測定値は、アンダー群と比較して有意に高値を示した。この結果は、有賀ら[9]による複数のスポーツ種目（野球、サッカー、アメリカンフットボール、陸上長距離）の大学運動部所属男子選手を対象とした報告や、有賀ら[14]による、大学男子バレーボール選手を対象とした報告と同様であり、リバウンドジャンプ指数と競技成績との関連が示唆された。

接地時間については、トップ群とアンダー群の間には有意差は認められなかった。リバウンドジャンプ指数は、跳躍高を接地時間で除す方法によって算出されることから、トップ群とアンダー群のリバウンドジャンプ指数の有意差が生じた要因として、リバウンドジャンプ動作中の跳躍高が関与している可能性が示唆された。一方、筋力・パワーの指標として測定したスクワットとパワークリーンの１RM 及び１RM 体重比についても、アンダー群と比較してトップ群が有意に高値を示したが、本研究においては、リバウンドジャンプ指数との関連性を見出すことはできなかった。

Sasaki et al[15]は、国内サッカー選手を対象に、大学からプロ（J リーグチーム）へ進んだ者と、進まなかった者を比較し、前者の方が垂直跳びの測定値が有意に優れていたことを報告している。また、津越と浅井[16]は、J リーグチーム所属選手

の垂直跳びの測定値は、大学サッカー選手と比較して有意に高いことを報告している。このように、本邦の先行研究では、プロサッカー選手は大学サッカー選手と比べて脚パワーの指標となる垂直跳びの測定値が優れていることが示されている。本研究では、筋力及びパワーの指標として測定したスクワット1RMやパワークリーン1RMについて、アンダー群と比較してトップ群が有意に優れた値を示していたが、垂直跳びについては、アンダー群とトップ群との間に有意差は認められず、先行研究とは異なる結果となった。

本研究の各測定項目の測定値間の相関係数を算出したところ、トップ群とアンダー群の両方を対象とした場合には、パワークリーン1RMとYo-Yoテストの走行距離との間に有意な相関関係が認められた。また、トップ群のみを対象とした場合には、10m走とYo-Yoテストの走行距離との間に有意な相関関係が認められた。Yo-Yoテストの走行距離は、競技カテゴリーごとに異なることが知られている。Bangsbo et al[17]は、高いカテゴリーに所属する選手ほど優れた成績を示すことを報告しており、本研究において、アンダー群と比較してトップ群においてYo-Yoテストの総走行距離が有意に高かったことと一致した。また、Hori et al[18]によるオーストラリアンフットボール選手を対象とした研究では、パワークリーン1RMの測定値と、40m走のタイム、垂直跳びの跳躍高、方向転換走のタイムとの間に有意な相関関係が認めらたことを報告し、スプリントやジャンプ時に発揮される垂直方向のパワー、方向転換時の加速といった局面で必要な力をパワークリーンで養うことができると考察している。本研究において持久力の指標として測定を実施したYo-Yoテストとパワークリーン1RMとの間に有意な相関が認められた要因として、Yo-Yoテストが直線走と方向転換を交互に反復する動作特性を有することが関与している可能性が推測された。

佐伯[19]は、ランニングにおける接地中の下肢筋群はSSC運動であり、筋・腱の弾性エネルギーの貯蔵と再利用、筋収縮要素の活性化、伸張反射の利用などのメカニズムによるバネのような振る舞いによって高いランニング効率、すなわちRE（running economy）を維持しながら走りつづけることができる可能性も示していると述べている。また、佐伯[19]は、リバウンドジャンプは、ランナーのREを高めることにつながるバネ能力の評価法として、またトレーニング手段として有効であるとしている。一方、有賀ら[9]は、陸上競技長距離選手を対象にリバウンドジャンプ指数の測定を行い、1500m走及び5000m走の最高記録との間に有意な負の相関が認められ、ランニング動作における効率的なパワー発揮のためにSSC機能の必要性が高い可能性が示唆されたことを報告している。本研究では、Yo-Yoテストの測定値とリバウンドジャンプ指数との間には有意な相関は認められず、異なる結果となったが、Baettie et al[20]が筋力トレーニングによる筋力向上がREに好影響を及ぼすことを報告していることを踏まえ、今後は筋力トレーニングの実施に伴うリバウンドジャンプ指数とYo-Yoテストの走行距離の変化について縦断的に調査することも必要であろう。

Ⅴ．要約

本研究では、サッカー選手のリバウンドジャンプ能力の特性とこれに関与する要因について明らかにすることを目的とした。大学男子サッカー選手67名を対象として、リバウンドジャンプ指数と筋力及びパワー、スピード、持久力の各項目に関する測定を実施し、次のような結果を得た。

1）両足によるリバウンドジャンプ指数については、トップ群の測定値はアンダー群と比較して有意に高い値を示し（$P<0.05$）、競技成績との関連が示唆された。

2）スクワットとパワークリーンの1RM及び1RM体重比、10m走、Yo-Yoテストについては、いずれもトップ群の測定値はアンダー群と比較して有意に高い値を示した（$P<0.05$または$P<0.01$）。

3）トップ群とアンダー群を対象としたYo-Yoテ

ストとパワークリーン１RMの測定値間には有意な正の相関が認められた（P<0.05）。また、トップ群のみを対象としたYo-Yoテストと10m走の測定値間には有意な正の相関が認められ（P<0.05）、持久力とパワー及びスピード能力との関連が示唆された。

謝辞

本稿を終えるにあたり、測定に協力していただいた東海大学スポーツサポート研究会の皆さんに深く感謝の意を表します。

参考文献

1）苅山　靖：各種跳能力におけるリバウンドジャンプ能力の位置づけ，体育の科学，67(4)，226-231，2017.

2）図子浩二，高松　薫，古藤高良：各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性，体育学研究，38，265-278，1993.

3）図子浩二，高松　薫：リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因―下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して―，体育学研究，40，29-39，1995.

4）図子浩二，高松　薫：バリスティックな伸張―短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因―筋力および瞬発力に着目して―，体力科学，44，147-154，1995.

5）図子浩二，高松　薫：リバウンドドロップジャンプにおける着地動作の違いが踏切中のパワーに及ぼす影響―膝関節角度に着目して―，体力科学，45，209-218，1996.

6）有賀誠司，積山和明，藤井壮浩，緒方博紀，生方謙：方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究～女子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力に着目して～、東海大学スポーツ医科学雑誌，24: 7-18，2012.

7）有賀誠司，中須賀陽介，藤井壮浩，小山孟志，緒方博紀，生方　謙：方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング法と効果のチェック法に関する研究 ～大学アメリカンフットボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力の関係～，東海大学スポーツ医科学雑誌，26: 17-30，2014.

8）佐伯徹郎：大学女子中距離走者の“バネ能力”と走の経済性の関係，陸上競技学会誌，9: 1-5，2011.

9）有賀誠司，加藤健志，小山孟志，積山和明，藤井壮浩，後藤太郎，両角　速，西出仁明，小澤翔，生方謙：リバウンドジャンプ能力の競技別特性，東海大学スポーツ医科学雑誌，30: 7-16，2018.

10）Jens Bangsbo, Magni Mohr：パフォーマンス向上に役立つ サッカー選手の体力測定と評価，大修館書店，2015.

11）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，RJ（無酸素性パワー）．https://www.jpnsport.go.jp/jiss/Portals/0/column/fcmanual/08_RJ.pdf（参照日　2018年12月１日）

12）Asumssen, E. and Boude-Peterson, F.: Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. Acta Physiol. Scand, 91, 385-392, 1974.

13）有賀誠司：筋力トレーニングの実際，トレーニング指導者テキスト実践編，日本トレーニング指導者協会編，130-147，大修館書店，2007.

14）有賀誠司，積山和明，藤井壮浩，小山孟志，緒方博紀，生方　謙：方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究 ～男子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力との関連について～，東海大学スポーツ医科学雑誌，25: 7-19，2013.

15）Sasaki S., Nagano Y., Kaneko S., Horino H., Fukubayashi T.: Anthropometric and Physical Fitness in Japanese Prospective Collegiate Soccer Player. Football Science, 13: 44-51, 2016.

16）津越智雄，浅井　武：Ｊリーグサッカークラブにおける上位カテゴリーへの選手選抜に関する横断的研究―体力・運動能力を対象として―．体育学研究，55: 565-576，2010.

17）Bangsbo J., Iaia F.M., Krustrup P.: The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. Sports Med., 38(1): 37-51, 2008.

18）Hori N., Newton R.U., Andrews W.A., Kawamori N., McGuigan M.R., Nosaka K.: Does Performance of Hang Power Clean Differentiate Performance of Jumping, Sprinting and Change of Direction? The Journal of Strength and Conditioning Research, 22

(2): 412-418, 2008.
19) 佐伯徹郎：ランニングエコノミーとリバウンドジャンプ, 体育の科学, 67(4), 238-242, 2017.
20) Beattie K., Kenny I.C., Lyons M., Carson B.P.: The effect of strength training on performance in endurance athletes. Sports Med, 44(6): 845-865, 2014.