

2023 年度 修士学位論文

題目：

異競技間における特異的運動能力の関連性
及び基盤となる基礎的運動能力の解明

立命館大学大学院
スポーツ健康科学研究科 博士課程前期課程
スポーツ健康科学専攻 3 回生

学生証番号： 6232210011-1

氏 名： 川越 聡一郎

2023年度修士学位論文

異競技間における特異的運動能力の関連性
及び基盤となる基礎的運動能力の解明

立命館大学大学院

スポーツ健康科学研究科

スポーツ健康科学専攻 博士前期課程 3 回生

6232210011-1

川越 聡一郎

異競技間における特異的運動能力の関連性 及び基盤となる基礎的運動能力の解明

立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科 博士前期課程3回生 川越 聡一郎

要旨

キーワード：競技特異的能力・球技スポーツ・基礎運動能力・クロストレーニング

【緒言】

バレーボールのサーブやサッカーのリフティングなど、特定の競技内において発揮される競技特異的運動能力には、その基盤となる基礎的運動能力、例えば最大筋力、敏捷性、柔軟性等のより単純な能力があると考えられることが先行研究により示されている。競技間の競技特異的運動能力であっても、共通する基礎的運動能力を有する組み合わせがある。本研究ではこの基礎的運動能力の共通性に着目し、異競技間の競技特異的運動能力であっても、共通する基礎的運動能力を有する組み合わせであれば、高い関連性を示すのではないかと仮説立てた。例えば、体幹筋力やバランス能力が重要な基礎的運動能力であると考えられている、サッカーシュート精度とバレーボールサーブ精度などの関連性を検証した。

【方法】

対象者は18-29歳の男性50名とした。参加者に対して、特異的運動能力を測定する課題12種類、基礎的運動能力を測定する課題33種類、計45種類の課題を実施した。特異的運動能力課題12種類のうち、異競技間の課題で有意な相関を示したものを検出し、さらにその組み合わせに対して有意な相関を示した基礎的運動能力課題を検出した。

【結果と考察】

異競技間の競技特異的課題において異競技間でPearsonの積率相関係数 $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)を示す組み合わせとして、サッカードリブルとバスケットボールドリブル、バスケットボールドリブルとバレーボールサーブ (2条件)、サッカーシュートとバスケットボールドリブル、サッカードリブルとバレーボールサーブ、野球投球とバレーボールサーブの6つの組み合わせが検出された。また、6つの組み合わせ中の5つの組み合わせにおいては、組み合わせ内の両方の競技特異的課題と $|r| \geq 0.4$ を示した基礎的運動能力課題が検出されたことから、異競技間の競技特異的運動能力であっても、共通する基礎的運動能力を有する組み合わせであれば、高い関連性を示す組み合わせが存在することが考えられる。また、基礎的能力のうち、水晶玉回し、反復横跳び、上体起こし、バック走が反映すると考えられる、手指巧緻性、敏捷性、体幹筋力、全身協調性については、それぞれ本研究で用いた12種類の特異的課題のうち4種類の課題と中程度以上の相関 ($|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$))を示し、幅広い特異的能力において重要となる基礎的課題である可能性が示唆された。

【結論】

本研究で用いた5競技12種類の競技特異的運動課題において、異競技間でPearsonの積率相関係数 $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)を示す組み合わせが6組検出され、それらの組み合わせ中の5組において、両特異的運動能力課題と $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)を示す基礎的運動能力課題も複数検出された。したがって、本研究で採用した実験条件においては、異競技間であっても、基礎的運動能力が共通する特異的運動能力は高い関連性があるものが存在することが示唆された。

Common Sport-Specific Motor Abilities Across Different Types of Sports and Fundamental Motor Skills

Graduate School of Sports and Health Science, Ritsumeikan University

Soichiro Kawagoe

Abstract

Keywords: Sport-Specific Abilities, Ball Sports, Fundamental Motor Skills,
Cross-Training

[Introduction]

Previous studies have suggested that sport-specific motor abilities exhibited in specific sports, such as volleyball serving or soccer juggling, are based on more fundamental motor skills, such as maximum muscle strength, agility, and flexibility. It has also been shown that sport-specific motor abilities are associated between different sports. This relationship is likely explained by sharing common fundamental motor skills. This study hypothesizes that fundamental motor skills correlate with sport-specific motor abilities in different sports. Specifically, if skills like soccer shooting accuracy and volleyball serving accuracy, which are believed to rely on fundamental motor skills such as core muscle strength and balance ability, are combined, they may exhibit a significant correlation.

[Methods]

The participants were 50 males aged 18-29. They performed 45 tasks in total: 12 tasks to measure specific motor abilities and 33 tasks to measure fundamental motor skills. The study identified combinations of sport-specific tasks from different sports that showed a significant correlation. The study further identified fundamental motor skills tasks that showed a significant correlation with these combinations.

[Results and Discussion]

We found significant correlation (Pearson's correlation coefficient $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)) between soccer dribbling and basketball dribbling, basketball dribbling and volleyball serving (2 conditions), soccer shooting and basketball dribbling, soccer dribbling and volleyball serving, baseball pitching and volleyball serving, totaling six combinations. In five of these combinations, fundamental motor skill tasks that showed $|r| \geq 0.4$ with both sport-specific tasks were identified, indicating that combinations of sport-specific motor abilities from different sports that share common fundamental motor skills can exhibit correlation.

[Conclusion]

In the 12 sport-specific motor tasks used in this study across five sports, six significant correlations (Pearson's correlation coefficient $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)) were found, and in five of these combinations, multiple fundamental motor skill tasks also showed $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$). Therefore, under the experimental conditions of this study, it is suggested that there are sport-specific motor abilities with a high correlation across different sports that share common fundamental motor skills.

目次

第1章 緒言.....	1
1-1. 序.....	1
1-2. 研究小史.....	2
1-2-1. 異競技間の特異的能力であっても類似の基礎的能力を有する組み合わせ..	2
1-2-2. 先行研究における課題.....	4
1-3. 本研究の目的と仮説.....	6
第2章 方法.....	8
2-1. 対象者.....	8
2-1-1. 対象者.....	8
2-1-2. 質問紙.....	8
2-2. 実験デザイン.....	8
2-3. 各運動スキル課題の測定内容・評価方法・課題成績.....	10
2-4. 統計処理.....	66
第3章 結果.....	67
3-1. 運動スキル課題成績.....	67
3-2. 課題間の相関.....	67
3-3. 競技特異的課題間の相関.....	70
3-4. 相関性の高い競技特異的課題の組み合わせと関連性のある基礎運動課題.....	71
第4章 考察.....	88
4-1. 相関性の高い競技特異的課題および共通する基礎運動課題.....	88
4-1-1. 32_サッカードリブル - 33_バスケットボールドリブル.....	88
4-1-2. 33_バスケットボールドリブル - 36_バレーボールサーブShort.....	91
4-1-3. 33_バスケットボールドリブル - 36_バレーボールサーブLong.....	93
4-1-4. 30_サッカーシュート - 33_バスケットボールドリブル.....	96

4-1-5. 32_サッカードリブル - 36_バレーボールサーブLong.....	97
4-1-6. 29_野球投球 - 36_バレーボールサーブLong.....	98
4-2. 複数の特異的課題と相関を示した基礎的課題.....	99
4-3. 実用的応用.....	101
4-3. 研究の限界点.....	102
第5章 結論.....	103
付録.....	104
参考文献.....	138
謝辞.....	145

第1章 緒言

1-1. 序

本研究は12種類の競技特異的運動能力課題と、33種類の基礎的運動能力課題を実施し、それらの関連性の解明を行うものである。本研究における競技特異的運動能力（以下、特異的能力とする）とは、サッカーのドリブルや、バレーボールのサーブ等、特定の競技内で発揮される運動能力と定義する。また、基礎的運動能力（以下、基礎的能力とする）とは、最大筋力、瞬発力、柔軟性、バランス能力など、競技特異的能力の基礎となると考えられる運動能力と定義する。本研究における競技特異的運動能力課題（以下、特異的課題とする）とは、例えば、サッカーのドリブル能力を評価するために、設置したコーンの間をドリブルで走行し、スタートからゴールまでのタイム測定するような課題（麓 1981）である。また、本研究における基礎的運動能力課題（以下、基礎的課題とする）とは、例えば、瞬発的筋力の評価指標として度々用いられる Counter Movement Jump (Markovic et al., 2004; Cronin et al., 2005) や、柔軟性の評価指標として用いられる長座体前屈 (Baltaci et al., 2003; 宮崎ら., 2010) のように、特異的課題と比較すると評価能力が単純であると考えられるものである。本研究で用いた課題の一覧は Fig. 2. に示す。

様々な特異的能力において、関連性の高い基礎的能力の解明を試みた先行研究は数多く存在する。例えば、Islam らが行った研究において、サッカードリブル速度という特異的能力を評価するテスト (Mor-Christian dribbling performance) の成績は、アジリティという基礎的能力を評価するテスト (Repeated Sprint Agility Test, Illinois Agility Test) を関連性が高いことが報告されている (Islam et al., 2020)。また、Yapici らの行った研究においては、バレーボールサーブの速度および精度が、6週間の体幹筋力トレーニング介入によって改善されたことが報告されており (Yapici et al., 2019)、これはバレーボールサーブという特異的能力と体幹筋力という基礎的能力の関連性を示している。こうした研究は、様々な運動能力の構造や運動能力間の関連性の解明に繋がるという学術的な意義に加えて、トレーニング現場においてトレーニングプログラム作成に有用な知見をもたらすため、実用的応用の観点からも貴重である。例として、Islam らの研究は、サッカー選手のドリブル能力向上のために、トレーニングプログラムに、ボールを用いたドリブルトレーニングに加えて、ボールを使用しないアジリティトレーニングを組み込むことの有用性を示唆するものである。また、Yapici らの

研究は、バレーボール選手のサーブ能力の強化のために、コートでのサーブトレーニングに加えてジムでの体幹筋力強化のトレーニングをプログラムに取り入れることの有用性を示唆するものである。

1-2. 研究小史

1-2-1. 異競技間の特異的能力であっても類似の基礎的能力を有する組み合わせ

前節 1-1 で、特異的能力と関連性の高い基礎的能力を検証する研究の例として、Islam らの、特異的能力のサッカードリブル (Mor-Christian dribbling performance) と、基礎的能力のアジリティ (Illinois Agility Test) の関連を示した研究 (Islam et al., 2020) を挙げた。Islam らの研究でアジリティの指標として用いられた Illinois Agility Test は、Kamandulis らの行った研究において、バスケットボールドリブルの能力を評価する Illinois ball-dribbling test と関連性がある ($0.56 < r < 0.90$; $p < 0.05$) ことが報告されている。つまり、Illinois Agility Test の測定対象能力であるアジリティという基礎的能力は、サッカードリブルのみではなく、バスケットボールドリブルにおいても重要となる基礎的能力であると考えられる。これらの研究は、サッカードリブルとバスケットボールドリブルは、異競技間における特異的能力でありながらも、共通する基礎的能力を有することを示唆する。さらに、サッカードリブルとバスケットボールドリブルに共通する基礎的能力はアジリティのみではない。Gidu らの行った研究において、8 週間の Both Sides Utilized Balance Trainer を用いたバランストレーニングによる介入でサッカードリブル能力評価テスト (Short Dribbling Test) の成績がコントロール群と比較して有意に向上したことから、サッカードリブルとバランス能力の関連性が示されている (Gidu et al., 2022)。また、バスケットボールドリブルにおいても、Mahmoud らの研究により、8 週間のバランスボードなどを用いたバランストレーニングによる介入の結果、閉眼片足立ちなどのバランス能力評価テストの成績とともに、設置したコーンの間をドリブルで走破するテスト成績が、コントロール群と比較して有意に向上したという結果が報告されている (Mahmoud et al., 2011)。これらの研究から、サッカードリブルとバスケットボールドリブルは、類似の基礎的能力を基盤に有していることが示唆される。これら 2 課題はどちらもドリブルという運動であるが、バランス能力に関しては、バレーボールサーブやバレーボールパスなどの特異的能力に対しても関連性があることが先行研究により示されている (Yapici et al., 2019; Gortsila et al., 2013)。このように、様々な特異的能力

にはその能力の基盤となる基礎的能力があると考えられ、その中には複数の特異的能力に共通する基礎的能力も存在する (Fig. 1.)。

このような能力構造から、多様な運動の基盤となる基礎的能力を向上させることは重要であると考えられる。日本で、基礎的能力を評価する全国規模で実施されているテストバッテリーである新体力テスト (スポーツ庁 2023) において、握力 (最大筋力)、上体起こし (体幹部筋力)、長座体前屈 (柔軟性)、反復横跳び (アジリティ)、50m 走 (スピード)、立ち幅跳び (筋瞬発力) などを含む基礎的能力が評価対象に入っていることから、こうした基礎的能力を評価し、その向上を図ることが重要視されていることがうかがえる。また、バランス (平衡) 能力、リズム化能力、反応能力、定位能力、結合能力、変換能力、分化能力の 7 つの能力をコーディネーション能力とする概念 (上田ら, 2006, 2020; 加納 2016) もあり、これらも様々な特異的能力の基盤となる能力であると考えられ、研究や現場での実践が行われている。

また、主として取り組む競技以外の競技に取り組むことで、負荷蓄積による怪我予防、心理的リラクゼーション、トレーニング効果の転移等を狙いとするクロストレーニングが用いられることも、指導現場においては散見される。単一の競技のみに特化した練習やトレーニングを高強度で行うことは、オーバーユースによる怪我リスクの増加や、燃え尽き症候群 (バーンアウト) に繋がる可能性があり、特に若年層の競技者においては注意が必要であるとされている (Jayanthi et al., 2013; Myer et al., 2015)。クロストレーニングの効果として、心理的コンディションを整える (Baker et al., 2003) ことや、筋力の不均衡の調整による怪我リスクの低減 (Taunton et al., 2003) があると言われている。また、トレーニング効果の転移、例えばマラソン選手がクロストレーニングとして水泳を行うことで主競技とするマラソンのための持久力の向上を図る、などもクロストレーニングのメリットとして考えられる。前述のように、様々な特異的能力の基盤となる基礎的能力を解明する研究は数多く存在するが、これらの研究に加えて、異競技間の特異的能力の関連性の解明が進むと、より有効なクロストレーニングプログラムの検討に繋がる可能性がある。例えば、バスケットボールドリブルとサッカードリブルの同一被験者間における直接的な比較により、両スキルの関連性が高いことが明らかにされると、ドリブル能力を向上させたいバスケットボール選手が、トレーニング効果の転移と、心理的リラクゼーションを求めてオフシーズンにレクリエーション的にサッカーをプレーすることが有効となるかもしれない。もしくは、サッカーのシュート、ドリブル、トラップなどの運動と、バレーボールのサーブ、レシーブ、パスなどの運動はいずれも関連性が低いということが明らかにされた場合、サッ

カーとバレーボールは競技として類似性の低い基礎的能力を有しており，身体負荷の種類も両競技において大きく異なるということが示唆されると負荷蓄積による怪我予防を目的としたアクティブレスト要素の強いオフシーズンアクティビティを求めるサッカー選手にはバレーボールを楽しむことが適切である，といえる可能性がある．クロストレーニング効果は，競技レベルの高い競技者のみならず，レクリエーションレベルの愛好家にとっても有益となり得る．レクリエーションレベルであれば，単一の競技における成績向上が必ずしも目的とは限らず，そのためアクセシビリティ，所属感，身体的要求など様々な理由から複数のスポーツ競技を楽しむ愛好家もいる．それらの人口にとっても，異競技間における特異的能力の関連性の解明は，求めるクロストレーニング効果に競技選択の指針となる．また，一般の愛好家レベルにおいては環境変化などにより，競技転向をするといった状況も起こりやすいと考えられるため，そのような場合には，競技転向をする際に自身にとっての適性判断などの指標となる知見として，このような研究は有益であると考えられる．いずれの場合においても，こうした研究は，レクリエーションレベルの愛好家にとってより安全かつ効率よく技術向上し，スポーツの楽しみを見出すことで身体活動の増加につながる可能性がある．

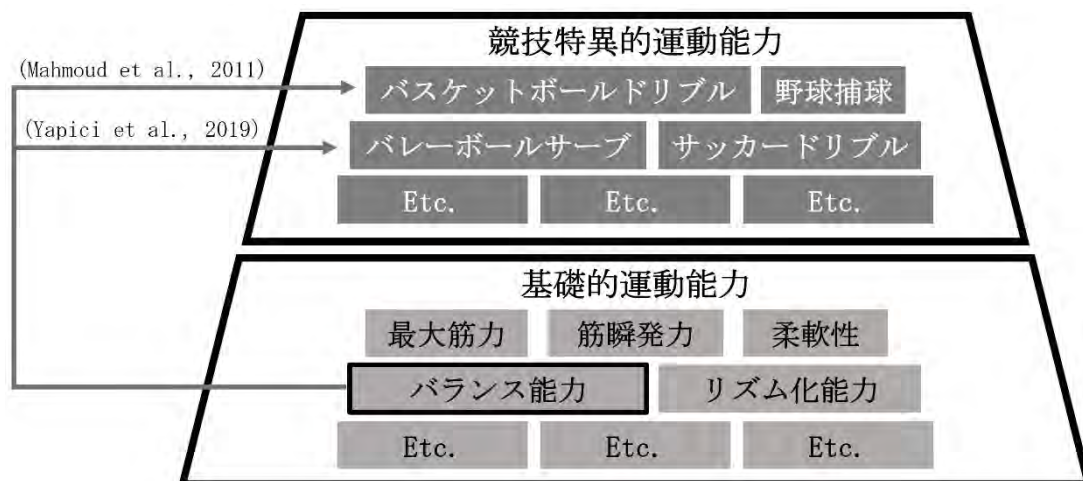


Fig. 1. 本研究で提唱する特異的能力と基礎的能力の構造：例として，バランス能力はバスケットボールのドリブルとバレーボールサーブの基礎的能力であると考えられる．

1-2-2. 先行研究における課題.

ここまでで論じた通り、単一競技における特異的能力の基盤となる基礎的能力の解明を試みた研究は多く存在するが、同一実験参加者内で、複数の競技における特異的能力間の関連性や、それら特異的能力の基盤となる研究は筆者の知る限り存在しない。その理由として、実験実施の難度と、研究目的が単一の競技におけるパフォーマンス向上である、という2点があると考えられる。

1つ目の実験実施の難易度とは、例えば本研究で実施した45種類に及ぶ多様な課題 (Fig. 2.) を実施するためには、十分な検者人数の確保できたとしても非常に長時間に及ぶものとなり、被験者の負担を考慮すると実施が難しい。各課題における測定対象能力については次章の方法にてより詳細に記述するが、特異的能力は競技が異なるとその運動要素も異なるため、本研究においてはボールを投げる、蹴る、打つ、またバッドやゴルフクラブなどの道具を扱う課題、ドリブルやターゲットを狙う課題など、実験環境が許容できる範囲内でできる限り多様な運動を行うように選定した。また、単一競技においても複数の特異的能力がある。例えば、バレーボールには、パス、レシーブ、サーブなどの特異的能力が存在する。そのため、5種目の競技における12種類の課題を選定した。また、基礎的能力課題については、前述の新体力テストで測定されるような筋力、敏捷性、走速度、柔軟性などに加えて、反応能力、バランス能力、リズム化能力、空間把握能力などコーディネーション能力に含まれるような運動要素を測定する課題、さらに上肢下肢協調性、跳躍能力など全身の動作制御が求められる運動 (Gross Motor Skill) や、手指や足指の巧緻性など微細な動作制御 (Fine Motor Skill) (Raisbeck et al., 2015) が求められる運動課題を用意した。さらに、これら基礎能力に関しても、さらに細分化することができ、例えば走速度に関しては前方、側方、後方など多方向への走行動作があり、それぞれの特異的能力において関連性の高いものは異なる可能性があるため、一つの基礎能力領域に対して複数種類の課題を設けたものも存在する。

本研究においては、深層学習を用いたマーカーレス動画解析ソフトウェア (Mathis Laboratory 社: DeepLabCut) (Mathis 2016) を用いることで、この被験者負担の問題を解消した。DeepLabCutには、機械学習の手法の一つである機械学習を用いて、ビデオカメラ等で動画撮影された人体の動作や姿勢をデジタルデータとして記録する技術が用いられている。従来のマーカーベースのモーションキャプチャシステムでは、被写体に多数の小さなマーカーを取り付ける必要があったが、マーカーレスシステムではその必要が無く、実験実施時にはビデオカメラで実験参加者の動作や姿勢を映像に収めるだけ

で、その後ラボにて、動画の中からの数フレームから数十フレームのみに任意の関節点などの身体部位にマーカーを貼付し機械学習を行うことで、動画のすべてのフレームに対して貼付したマーカー座標データを取得することができる。具体的な例としては、第2章3節に Deeplabcut が課題評価においてどのように用いられているかをより詳細に記載するが、例えば、2-3(3)指タッピングは、指先への物理マーカーの貼付を行わず、動画全長に渡る指の上下動を座標データとして取得しており、2-3(6)手足協調運動は、手関節や足関節の関節角変位を取得できている。仮にこれらのデータ取得を物理マーカーを使用した従来のモーションキャプチャシステムで行った場合、課題ごとにマーカーの貼り替えや、貼り直しの必要性が生じるため、実験参加者の拘束時間が伸びるなどの負担が増えることは避けられず、実験参加者の安全性や疲労によるパフォーマンス低下に配慮した実験実施が困難となることが予想される。

2つ目の研究成果還元先についてだが、前節で挙げたような運動能力間の関連性における先行研究では被験者が競技経験や競技レベルにおいて類似しているものが多い。この理由としては、これらの研究の還元対象が、すでに特定の競技に取り組んでいる競技者で、その競技における更なるパフォーマンス向上のための知見を提供することであるからだと考えられる。これらの対象者に関しては、単一の競技内での競技特異的な運動能力に着目した調査が重要であり、複数の異なる競技間での運動能力の関連性の解明は不要である。しかし、前述の通りクロストレーニング効果の観点から見ると、異競技間の特異的能力の関連性や、関連性の高い異競技間の特異的能力に共通する基礎的能力を明らかにする研究は、競技レベルの高い競技者にも、レクリエーションレベルの競技者にとっても有益な知見になり得る。こうした観点からの研究は現時点では限られている。

1-3. 本研究の目的と仮説.

本研究では、バスケットボール、ゴルフ、野球、サッカー、バレーボールの5競技における特異的能力12種類を評価する課題を設けている。課題選定に際して、ボールを投げる、蹴る、打つ、またバッドやゴルフクラブなどの道具を扱う課題、ドリブルやターゲットを狙う課題など、実験環境が許容できる範囲内でできる限り多様な運動を行うように選定した。本研究目的はこれらの課題において、異競技間の特異的能力の関連性の解明を行うことである。先行研究により、特異的能力間では、異競技であっても共通する基礎的能力を有する組み合わせがあるが、そうした組み合わせにおいては、異競

技の特異的能力間でも関連性が高いものがあるかを検証することが本研究の目的である。

本研究は多種多様な運動能力間の関連性を探索的に検証するという側面もあるが、例えばアジリティやバランス能力が重要な基礎的能力であるバスケットボールドリブルとサッカードリブルなどの組み合わせなどは特異的能力間の直接的な比較、つまりバスケットボールドリブル課題成績とサッカードリブル課題成績の相関分析において、有意な相関が確認され、さらにこれら両課題はアジリティを評価する Quadrant Jump Test や反復横跳び、バランス能力を評価する閉眼片足立ちや Star Excursion Balance Test, 走能力を測定する 20m 走, サイドステップ, バック走などの課題成績と相関が示されると仮説立てた。

また、空間把握能力の測定課題として設けた鏡映描画課題は、視覚系の空間座標を運動系の空間座標に変換させるという認知負荷が生じる課題（後藤ら., 2008; 山上, 2006）であるが、ボールに対して空間座標把握を行い、バットやクラブ、または足部を正確に操作してボールを捉える野球のティーヒッティングやゴルフヒッティング、サッカーのリフティングなどに共通して関連性の高い基礎的能力となり、これらの特異的能力は互いに関連性を示すとともに、それぞれは鏡映描画課題とも関連性を示すと仮説立てた。

さらに本研究においては、より多くの特異的能力と関連性のある基礎的能力を検証する。例えば、体幹筋力は多くの特異的能力と相関することが示されており、バレーボールのサーブ (Yapici et al., 2019), サッカーのリフティング (Mahmoud, 2018) などと関連を示すことが先行研究により示されている。本研究では体幹部筋力の測定課題として 18_上体起こしを用いたが、その課題成績が本研究で用いた特異的課題であるバレーボールサーブやサッカーリフティングなどの課題と相関を示すかを検証する。もし多数の特異的能力と相関を示す基礎的能力が明らかにされた場合、項 1-2-1 で述べたような複数のスポーツ競技に取り組む人口に対して、有効な知見を提示することに繋がると考えられる。

第2章 方法

2-1. 対象者

2-1-1. 対象者

18-29歳の男性50名を研究対象者として選定した。参加者の年齢、身長、体重の平均値と標準偏差は、 23.5 ± 1.6 歳、 173.1 ± 5.9 cm、 66.8 ± 10.0 kgであった。足や腰などに整形外科的疾患があり運動課題を行えない者は、今回の実験対象者から除外した。なお、本研究は、事前に立命館大学関係者を対象とする医学系研究倫理審査委員会の「人を対象とする医学系研究倫理」の承認を受け(BKC-人医-2020-034)、その規定に基づき、実験対象者に対して、実験前に研究の目的や内容、安全性について説明を行い、全ての対象者から実験参加の同意を得た上で実施した。

2-1-2. 質問紙

実験対象者には、実験に先立ち次の項目を質問紙で取得した。利き手の判別のためにOldfieldのEdinburgh Handedness Inventoryを用いた (Oldfield et al., 1971)。利き足の判別のためにChapmanらの11-item foot preference inventoryを用いた (Chapman et al., 1987)

2-2. 実験デザイン

本研究で用いた12種類の特異的課題と33種類の基礎的課題をFig. 2.に示す。特異的課題としては、サッカー、野球、バレーボール、バスケットボール、ゴルフの5競技から12種類の課題を選択し、それらの中には、ボールを投げる、蹴る、打つ、またパッドやゴルフクラブなどの道具を扱う課題、ドリブルやターゲットを狙う課題など、実験環境が許容できる範囲内でできる限り多様な運動を行うように選定した。実験は同時に最大2名で実施し、2名で実施する場合には課題(18)から(24)はFig. 3.のように2か所に分かれて行うことで、実験参加者の拘束時間に配慮した。課題実施の順序は、身体的要求の大きな課題を後半に行うようにし、大きな身体的負荷を伴わない、PCを使用した(1)単純反応課題などを前半に行った。

競技特異的課題	基礎的課題	
サッカー	反応能力	バランス能力
シュート	単純反応課題	閉眼片足立ち
リフティング	空間把握能力	SEBT
ドリブル	鏡映描画課題	柔軟性
野球	リズム生成	長座体前屈
バットスイング	指タッピング(テンポ・至適・最速)	敏捷性
捕球	腿上げ(テンポ・最速)	反復横跳び
投球	上肢下肢協調	QJT
バレーボール	縄跳び(前・後・あや・二重)	直線スピード
オーバーハンドパス	手足協調運動	20m走
アンダーハンドレシーブ	跳躍力	バック走
サーブ(Short・Long)	垂直跳び(SJ・CMJ)	サイドステップ
バスケットボール	立ち幅跳び	筋力
ドリブル	巧緻性	最速腕立て伏せ
ゴルフ	水晶玉	上体起こし
ボールヒット	ペグボード(手・足)	背筋力
	ジャグリング(2ball・3ball)	握力
	けん玉	

Fig. 2. 課題一覧

AB	Section 1	9	ジャグリング
1	PC反応課題	10	閉眼片足立ち
2	PC鏡映描画課題	11	Quadrant Jump Test
3	指タッピング	12	縄跳び
4	水晶玉回し	13	垂直跳び
5	ペグボード	14	立ち幅跳び
6	手足協調運動	15	腿上げ
7	けん玉	16	反復横跳び
8	シガーボックス	17	最速腕立て伏せ



A	B	Section 2	A	B	Section 2
18	20	上体起こし	23	18	クラブスイング
19	21	背筋力	24	19	バットスイング
20	22	握力			
21	23	長座体前屈			
22	24	Star Excursion Balance Test			



AB	Section 3	31	サッカー(リフティング)
25	20m走	32	サッカー(ドリブル)
26	バック走	33	バスケットボール(ドリブル)
27	サイドステップ	34	バレーボール(オーバーハンドパス)
28	野球(捕球)	35	バレーボール(アンダーハンドパス)
29	野球(投球)	36	バレーボール(サーブ)
30	サッカー(シュート)		

Fig. 3.

2-3. 各運動スキル課題の測定内容・評価方法・課題成績

運動スキル課題 (1), (2), (29) ~ (33) 番以外の課題においてはビデオカメラ (Sony 社: RX0 II (DSC-RX0M2)) を用いて 60fps, 1920×1080pixel で撮影を行なった。 (27) クラブスイングと (28) バットスイングのみ, 960fps でスロー撮影を行なった。 その後マーカーレス動画解析ソフトウェア (Mathis Laboratory 社: DeepLabCut) を用いて動画から各課題ごとの課題得点を取得するために必要な身体部位や物体にマーカーを貼付し, 動画上の 2 次元座標を取得した。 DeepLabCut は, 撮影された動画像に対して深層学習によって任意の関節位置などを追跡するためのツールとして Mathis らにより開発された (Mathis2018)。 各課題のマーカー貼付位置は以降に示す。 マーカーの

座標データからデータを算出するには課題ごとにプログラムコードを作成した。

(MathWorks 社 : Matlab)

(1) 単純反応課題

【測定内容】

用意したテーブルに座り，ノート型 PC (GALLERIA UL7C-R36) を用いて行う課題。本課題にはオープンソースソフトウェア (Psychopy) を用いた。PC 画面上に白色の円が出現したら素早く有線接続されたマウスを用いて右クリックを行う。(Fig. 5.) 10 試技行った。

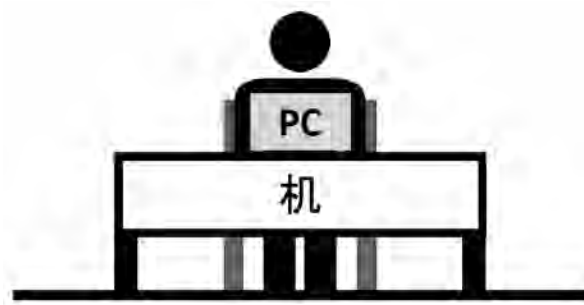


Fig. 4.

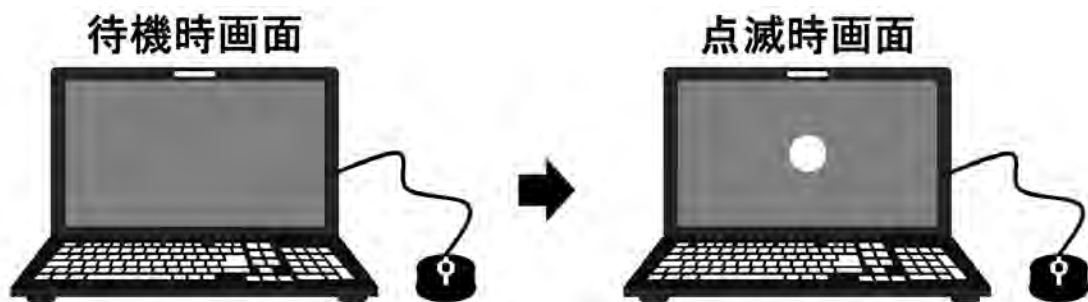


Fig. 5.

【評価方法】

Psychopy に記録された，白色の円が画面に表示されてからクリックが入力されるまでの時間の 10 試技分の中央値を記録として採用した。

(2) 鏡映描画課題

【測定内容】

ノート型 PC (GALLERIA UL7C-R36) を用いて行う課題. 本課題にはオープンソースソフトウェア (Psychopy) を用いた. PC 画面上に表示される線上をマウスを操作して移動する点でなぞり, なるべく線上から外れないようにゴール点まで移動させる. 本課題は 2 条件され, 1 つ目はマウスを動かした方向と同じ方向に点が移動する条件 (反転無し条件), もう一方はマウスの動きに対して点が上下反転した方向に移動する条件 (反転条件) である. 反転無し条件を 4 回行ったのち, 反転条件を 4 回行った.

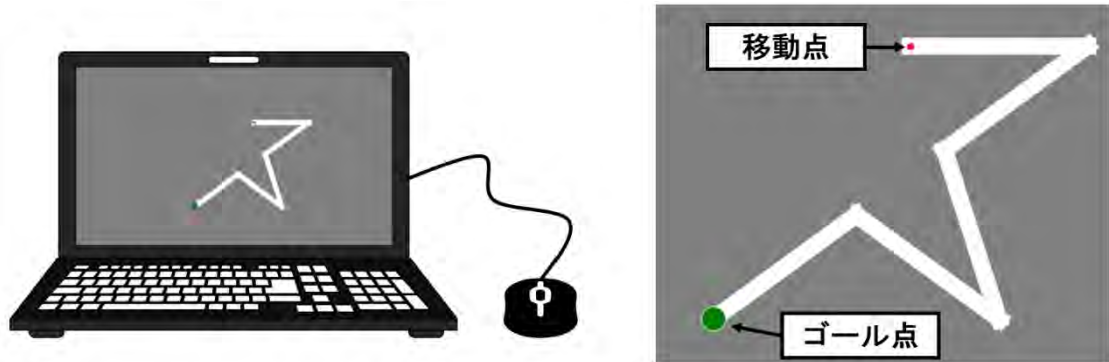


Fig. 6.

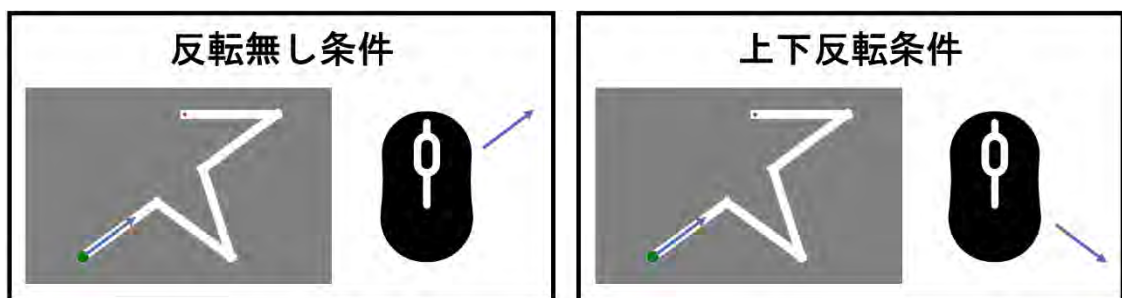


Fig. 7.

【評価方法】

本課題に用いたオープンソースソフトウェア (Psychopy) により, 各試技における成功フレームと所要時間の 2 つが出力される. 成功フレームとは, 白線のコース上にマウスで操作する移動点があったフレームであり, これはつまり正確性を意味する. 本課題の目的はできる限り正確かつ迅速にクリアすることであるため, 前 8 試技におけるこれら 2 つの指標それぞれの平均を SPSS Statistics27 (IBM Co., USA) を用いて主成分分

析し、第一主成分得点(PC1)を記録として採用した。

(3) 指タッピング (至適一定テンポ, 外部リズム一定テンポ, 最速)

【測定内容】

指タッピングは以下の3条件で行なった。

- ①至適一定テンポ：参加者自身が行いやすい一定のテンポで机上进行をタッピングする。
- ②外部リズム一定テンポ：メトロノーム (Flozen Ape 社 : Metronome Tempo Lite) を使用して生成される 60bpm, 80bpm, 100bpm のテンポに合わせて机上进行をタッピングする。
- ③最速：できる限り速く机上进行をタッピングする。

以上の3条件を『①至適-②60bpm-①至適-②80bpm-①至適-②100bpm-①至適-③最速』の順で、利き手、非利き手の順で各試技 10 秒ずつ行なった。参加者にはビジュアルエイド (Fig. 8) を用いて第一関節と第二関節は軽く屈曲させた状態を保ち、第三関節の屈曲と伸展で机上进行をタッピングするように指示した。

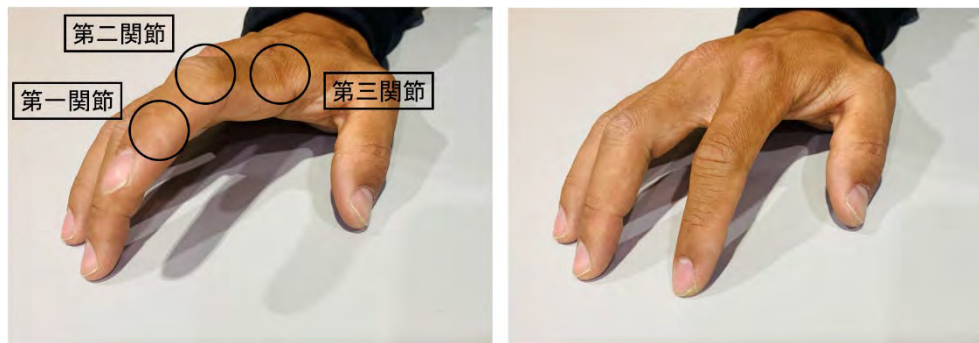


Fig. 8.

【マーカー貼付位置】

指タッピング課題においては、第2指の先端にマーカーを貼付した。(Fig. 9.)

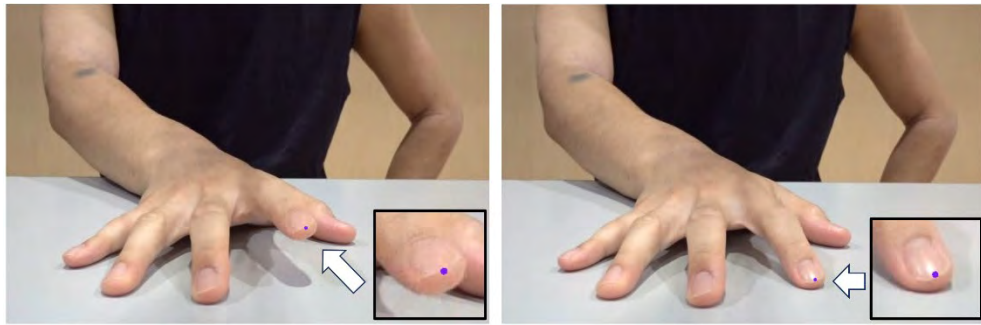


Fig. 9.

【評価方法】

第二指の先端に貼付したマーカの座標からタッピングフレームを同定し、③テンポ条件に関しては、メトロノームのビープ音が鳴ったフレームを同定するため、撮影動画の音声情報(サンプリング周波数 48000Hz)をハイパスフィルター処理(2000Hz)し、その二乗平均平方根を求めた。その後、以下の方法でそれぞれの条件の記録を算出した。

- ① 至適一定テンポ：全タッピングに対して、その次のタッピングとの差分を求め、全ての差分の変動係数を算出した。(Fig. 10.)
- ② 外部リズム一定テンポ：各ビープ音とそれぞれのビープ音に対する最近値のタッピングの差分を求め、全ての差分の標準偏差を算出した。(Fig. 11.)
- ③ 最速：全タッピングに対して、その次のタッピングとの差分を求め、全ての差分の中央値を算出した。(Fig. 12.)

なお、Figure に関してする補足として、y 軸のマーカース座標はピクセルであるため、撮影画角の最上部が 0、最下部が 1080 となる。そのためテーブルタッピング時のマーカース座標は Figure の上方に、指がテーブルから離れる際のマーカの位置は下方に位置する。

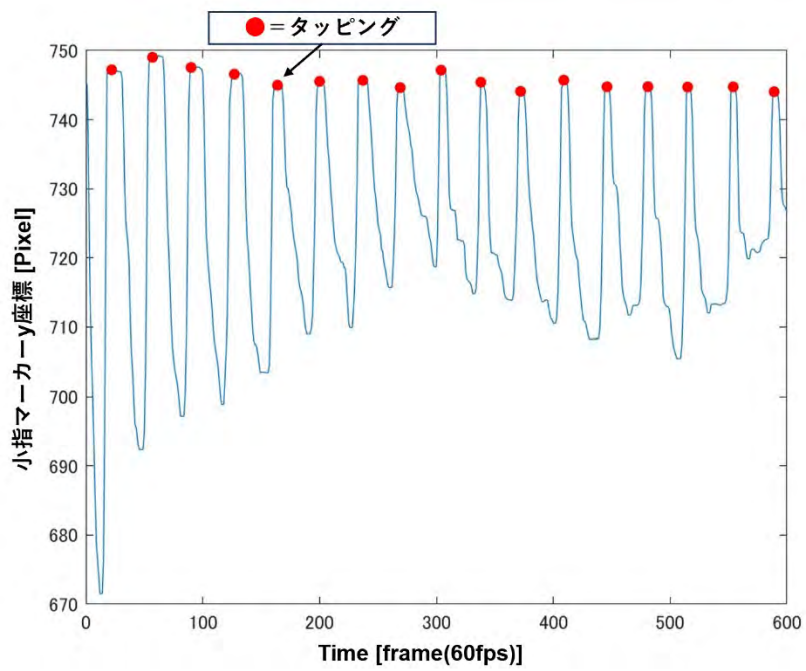


Fig. 10. 至適一定テンポ

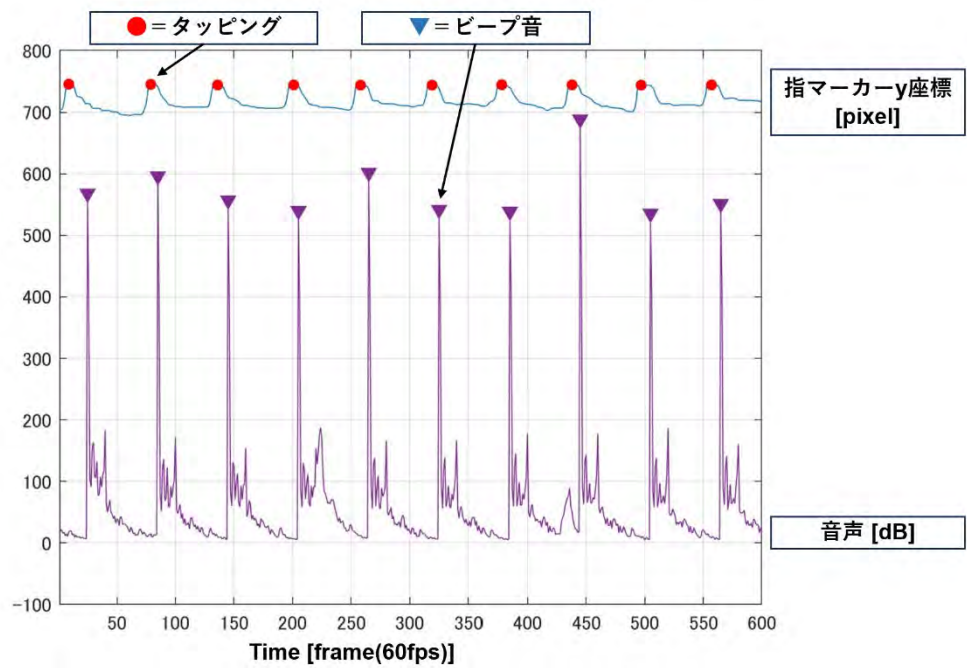


Fig. 11. 外部リズム一定テンポ

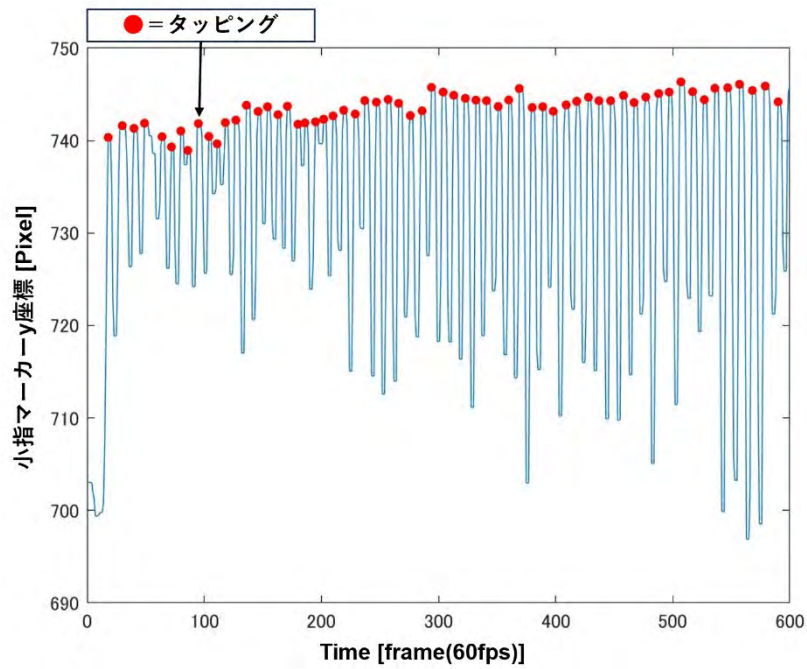


Fig. 12. 最速

(4) 水晶玉回し

【測定内容】

片手で二つの水晶玉を掌の上で10秒間できる限り速く回す。右手で行う際には時計回り方向，左手で回す際には反時計回り方向に回転させる。(Fig. 14.) 本試技前に練習試技10秒間を2回行う。水晶玉は直径40mm，重量80gのものを用いた。



Fig. 14.

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、第 1 指から第 5 指の先端にそれぞれマーカーを貼付した。



Fig. 15.

【評価方法】

第 4 指に貼付したマーカーの座標から回転に要した時間を算出した。座標データはバターワース型バンドパスフィルターを用い、通過帯域 0.5~3.0 でフィルター処理した。水晶玉を手中で回す際に第 2 指から第 5 指は上下に動くが、この時 2 つの水晶玉が半回転、つまり開始時の玉の位置が入れ替わる際に指の上下サイクルが一度行われ、水晶玉が一回転、つまり開始時の位置に戻るまでに指の上下サイクルが二度行われる。よって第 4 指マーカーの y 座標のピーク間隔を検出し、10 秒間中の全ての半周所要時間の中央値を記録として算出した。(Fig. 16.)

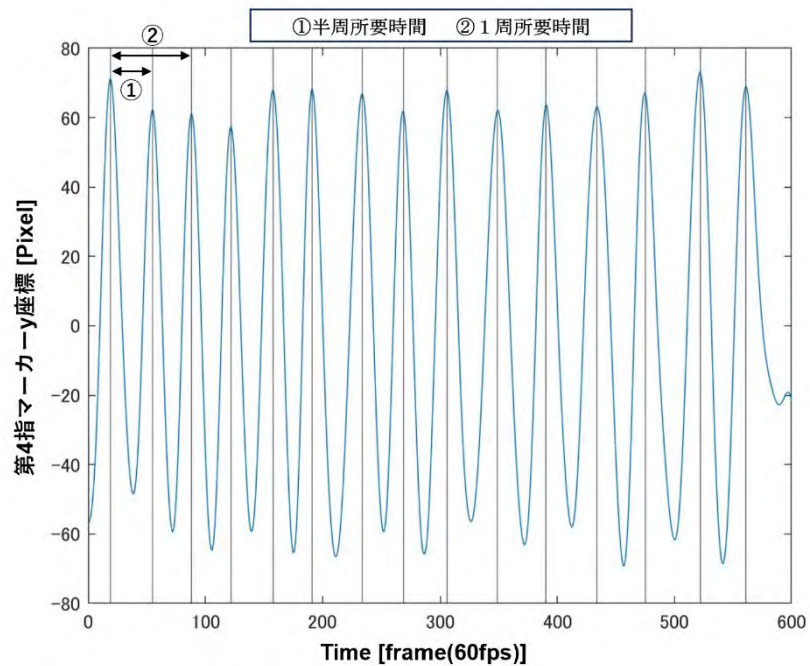


Fig. 16.

(5) ペグボード(両手両足)

【測定内容】

Fig. 17 に示されている初期位置から、①～④の順番にペグを移動させる。④までが完了したら再度①から 20 秒間でできるだけ多く移動させる。移動中にペグを落下させてしまった場合には手で拾い上げ、移動させる前の穴に一旦刺して再開する。練習として、利き手利き足で 8 回ペグを移動させた (①～④を 2 周)。その後、次の順番、利き手練習、利き手 20 秒 2 回、非利き手 20 秒 2 回、利き足練習 8 回、利き足 20 秒 2 回、非利き足 20 秒 2 回で試技を実施した。ペグボードは幅 210mm、奥行 210mm、高さ 30mm、重量 690g のものを用い、ペグは直径 24mm、高さ 60mm、重量 20g のものを用いた。

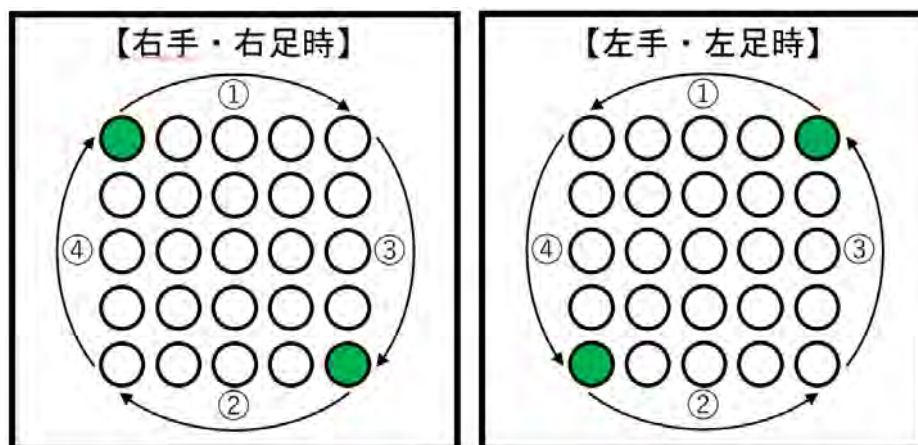


Fig. 17.

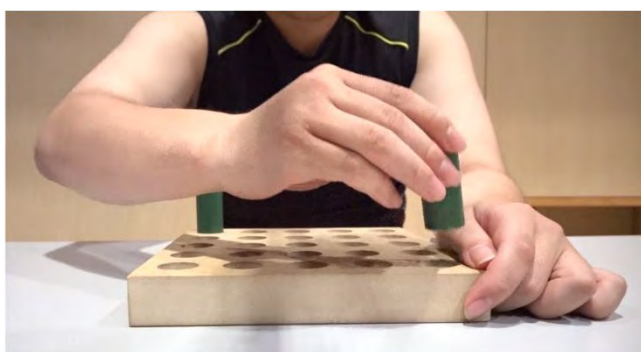


Fig. 18. ペグボード (手)



Fig. 19. ペグボード (足)

【評価方法】

評価に際しては動画編集ソフト (Adobe 社 : Premiere Pro) を用いて 20 秒間での成功回数を視認した. 実験参加者がペグに触れた瞬間をスタートフレームとし, そのフレームから 1200 フレーム以内に移動させた回数をカウントした. ペグが穴に刺さっていても, 奥まで刺さりきっていなかったものに関しては非カウントとした.

(6) 手足協調運動

【測定内容】

漸進的にテンポが上昇するメトロノームのビープ音に合わせて「手首背屈・足首底屈」と「手首底屈・足首背屈」の組み合わせを交互に行う. (Fig. 20, 2-3-17.) メトロノームはスマートフォンアプリケーション (Metronome: Tempo Lite) を用いて 50bpm

から開始し2秒ごとに20bpmずつテンポが漸進するように設定し、250bpmに達するまで実施した。練習として50bpmに固定されたテンポで10秒間行ったのち、利き手側、非利き手側の順番で行った。

【マーカ貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、上腕骨外側上顆、尺骨茎状突起、第五指中手骨頭外側、腓骨頭と外果を結んだ線の間接点、外果、第五中足骨頭外側に貼付した。(Fig. 20, 21.)

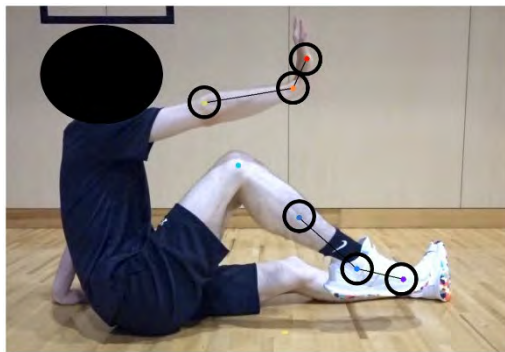


Fig. 20. 手首背屈・足首底屈

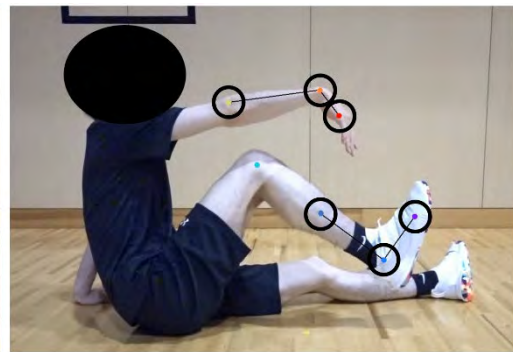


Fig. 21. 手首底屈・足首背屈

【評価方法】

手首角度と足首角度の算出は、それぞれ Fig. 20, 2-3-17. に示した3点から算出した。メトロノームのビーブ音が鳴ったフレームは動画音声データから同定した。50bpmから開始し、110bpm~230bpm、全40ビーブ音を測定区間とした。各ビーブ音に対し、その前のビーブ音との間隔の50%以内前後に「手首背屈・足首底屈」と「手首底屈・足首背屈」のどちらかの組み合わせがあれば成功ビーブ音として数えたが、これら2つの組み合わせは必ず交互に行われていることを成功条件とした。(Fig. 22.)

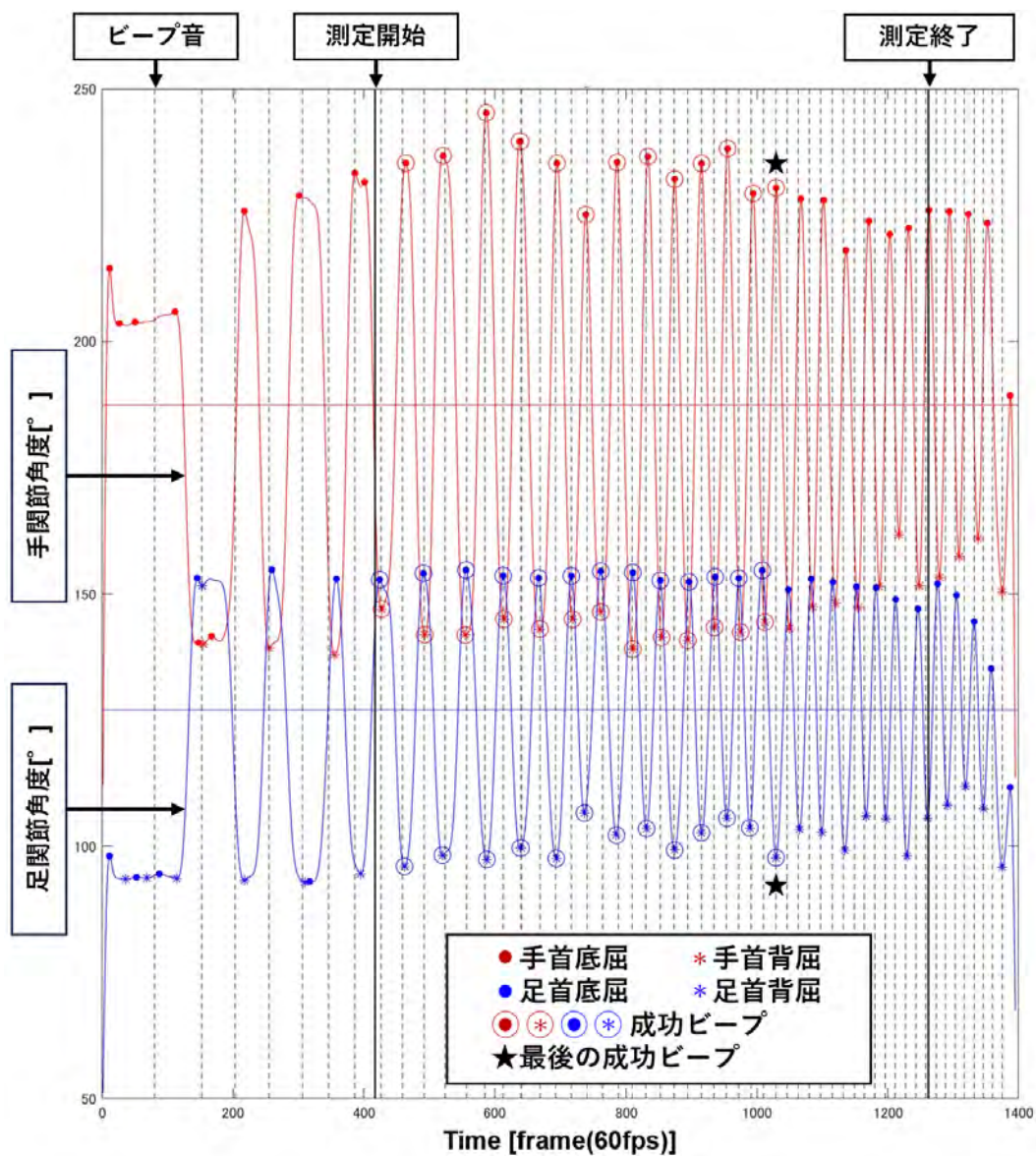


Fig. 22.

(7) けん玉

【測定内容】

けん玉の玉を大皿に乗せる課題。けん玉の握り方は Fig. 23. の写真を実験参加者に見せて統一した。試技に先立ち、熟練者が大皿を行う動画を5回視聴させた。開始姿勢では球が下で静止している状態から始め (Fig. 24.), 玉が大皿の上で停止したことを検者が確認できると成功とした (Fig. 25.). 利き手側、もしくは実験参加者がやりやすいと感じる方から20回行い、次に反対側で20回行った。けん玉は日本けん玉協会認定 (幻冬舎) のものを用い、玉の重量は78g、けん (持ち手) の重量は73gであった。



Fig. 23. けん玉の握り方



Fig. 24. 開始姿勢



Fig. 25. 成功試技

【評価方法】

評価に際しては実験終了後に検者が実験映像から成功回数を視認した。大皿に玉がのったことを検者が確認した合図が確認できたものを成功とした。

(8) シガーボックス

【測定内容】

シガーボックスを用いて、テイクアウトと呼ばれる動作を行う。テイクアウトとは、3つあるボックスの左右のボックスを持ち2つのボックス間にもう1つボックスを挟み、空中で中央のボックスを右または左外側に入れ替えキャッチする動作である。

(Fig. 26, 27.) 実験参加者はFig. 26. に示したテイクアウト(右)とテイクアウト(左)を行うが、直観的にやりやすいと感じる方、もしくは利き手側(右利きであればテイクアウト(右)から)から10回行い、その後反対側で行った。なお、キャッチに成功して

も失敗しても、毎回地面にボックスを置いて綺麗に Fig. 26. の開始姿勢の順に並べ直してから行うように教示を出した。シガーボックスは幅 190mm，奥行 125mm，高さ 60mm，重量 250g のものを用いた。

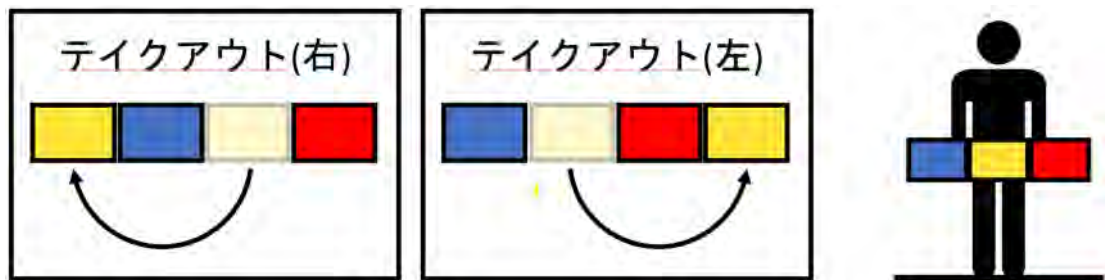


Fig. 26. テイクアウト (左：ボックスの移動方向 右：開始姿勢)

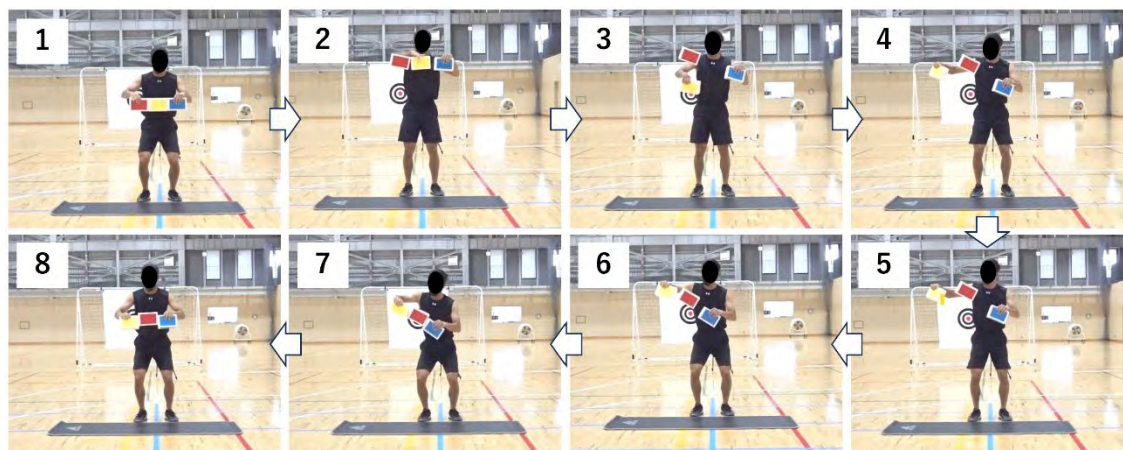


Fig. 27. テイクアウト(右)

【評価方法】

評価に際しては実験終了後に検者が実験映像から成功回数を視認した。キャッチ時に両端のボックスで中央ボックス長辺を挟めていれば2点，中辺もしくは短辺を挟んでいる場合には1点，中央ボックスを挟めずに落下させた場合には0点とした。(Fig. 28.)

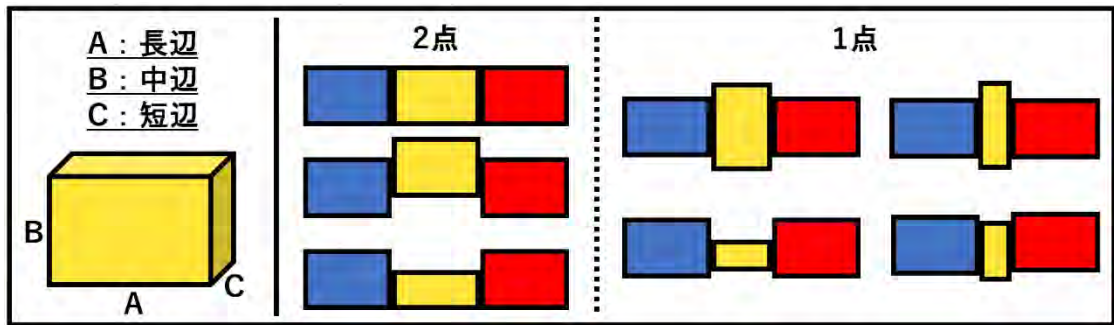


Fig. 28.

(9) ジャグリング

【測定内容】

ジャグリングボールを用いて2イン1ハンドと3ボールカスケードの2種類のジャグリングを行う。それぞれのジャグリングにおける開始姿勢とボールの回転方向はFig. 29, 30. に示す。両種ジャグリングともに30秒程度の熟練者の実施映像を見せた後に課題を実施した。制限時間30秒の間に可能な限り多くの回数を行い、ボールを落とした場合には30秒以内であれば直ちに拾いFig. 29. の開始姿勢の状態から再開するように指示した。2イン1ハンドに関しては利き手で30秒間を2試技実施したのち反対側で30秒を2試技実施し、3ボールカスケードに関しては利き手で2つのボールを持って開始する条件で30秒2回のみ実施した。ジャグリングボールは直径75mm、重量100gのものを用いた。

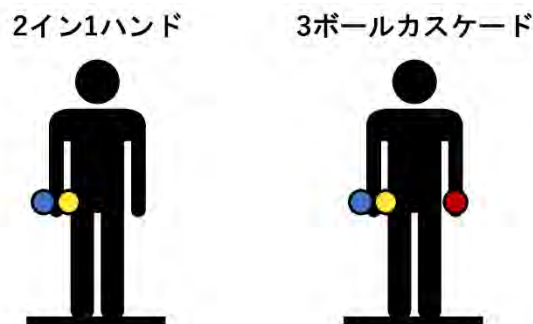


Fig. 29. 開始姿勢

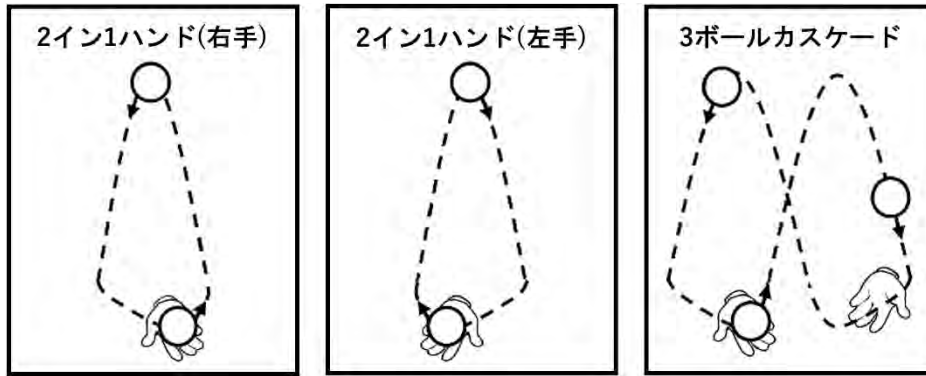


Fig. 30. ボールの回転方向

【評価方法】

評価に際しては実験終了後に検者が実験映像から成功回数を視認した。各試技ともに制限時間 30 秒以内に連続して成功した回数を記録とした。例えば、「5 回成功して、落とし、やり直したら 2 回成功、落とし、やり直したら 3 回成功、でタイムアップ」の場合にはその試技の記録は 5 回となる。

(10) 閉眼片足立ち

【測定内容】

両手を腰にあて、軸足の内踝に反対足のつま先をあてた姿勢で目を閉じ、その姿勢を維持する。(Fig. 31.) 検者の「用意」の合図とともに Fig. 31. の姿勢をとり、「はじめ」の合図とともに目を閉じるよう指示した。つま先が踝から離れる、手が腰から離れる、ジャンプする、目を開ける、いずれかを行った場合はその時点で試技終了とした。練習試技として利き足側を支持脚とする方向で 10 秒間行ったのち、利き足側、非利き足側、利き足側、非利き足側の順に各最大 30 秒間行った。



Fig. 31.

【評価方法】

評価に際しては動画編集ソフト（Adobe社：Premiere Pro）を用いた。検者の「はじめ」の合図が出されたフレームを音声データの波形とともに確認し、そのフレームから終了条件のいずれかを満たすフレームまでの継続時間をフレーム数から秒換算して算出した。30秒以内に終了条件のいずれも冒さなかった場合には成功として、記録は30秒とした。

(11) Quadrant Jump Test

【測定内容】

十字状のラインを跨いでFig. 32, 33. の順に10秒間でできる限り多くの回数ジャンプする。実験参加者には両足同時に跳び、両足同時に着地するように指示した。全員左回り方向からはじめ、次に右回り方向を試技した。

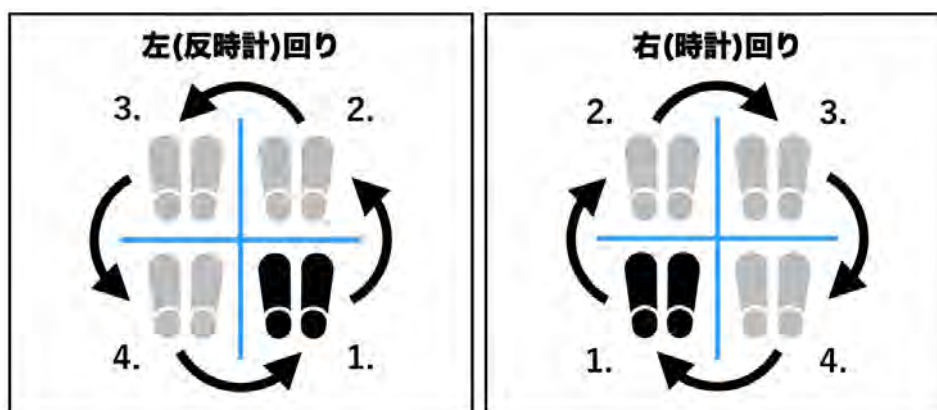


Fig. 32.

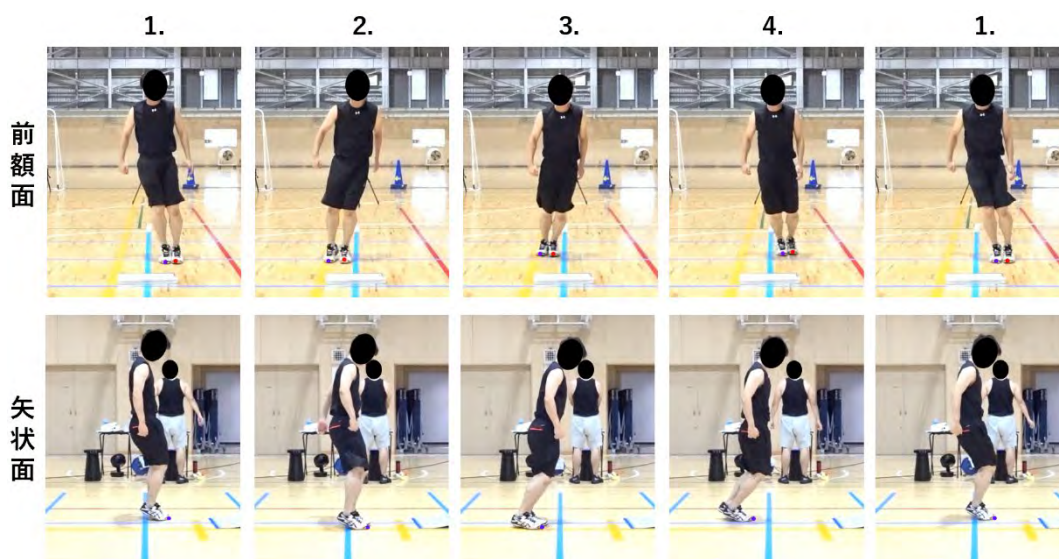


Fig. 33.

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、前額面上で撮影した動画に関しては左右のシューズ先端部に、矢状面上で撮影した動画に関しては右足のシューズ先端部に、それぞれマーカーを貼付した。(Fig. 34.)

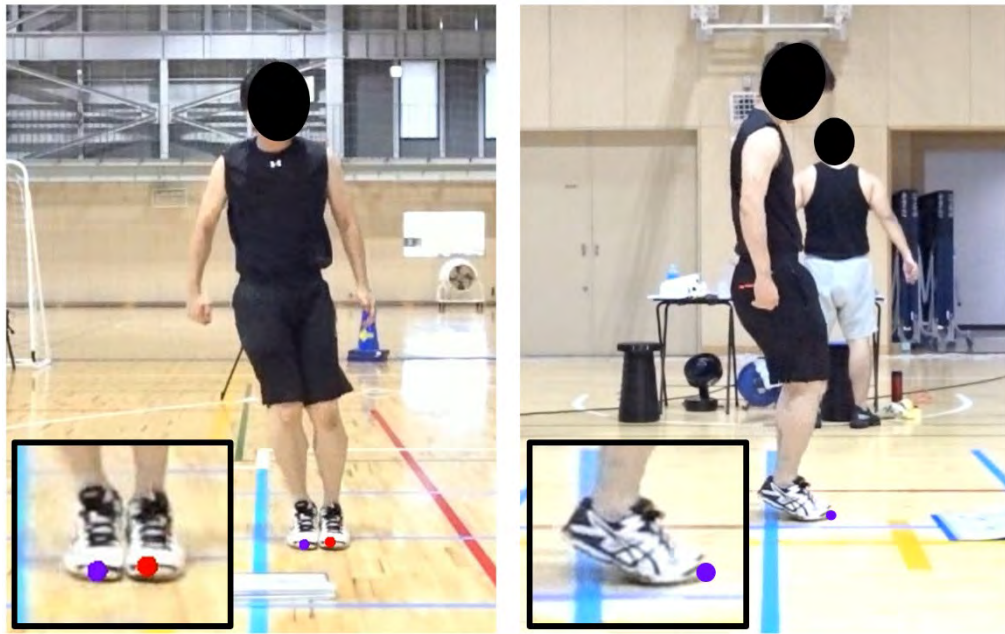


Fig. 34.

【評価方法】

前額面上・矢状面上それぞれの画角内における側部先端マーカの x 座標から着地フレームを同定した。ジャンプ中には前額面上・矢状面上いずれかでマーカース座標に大きな変動が生じ、着地時に変動が一時的に止まることを利用して着地フレームを取得した。(Fig. 25.) 最初のジャンプの際にマーカースが移動し始めた瞬間を開始フレーム、そのフレームから 600 フレーム (10 秒間) 後を終了フレームとし、その間に何度着地できているかを記録として算出した。

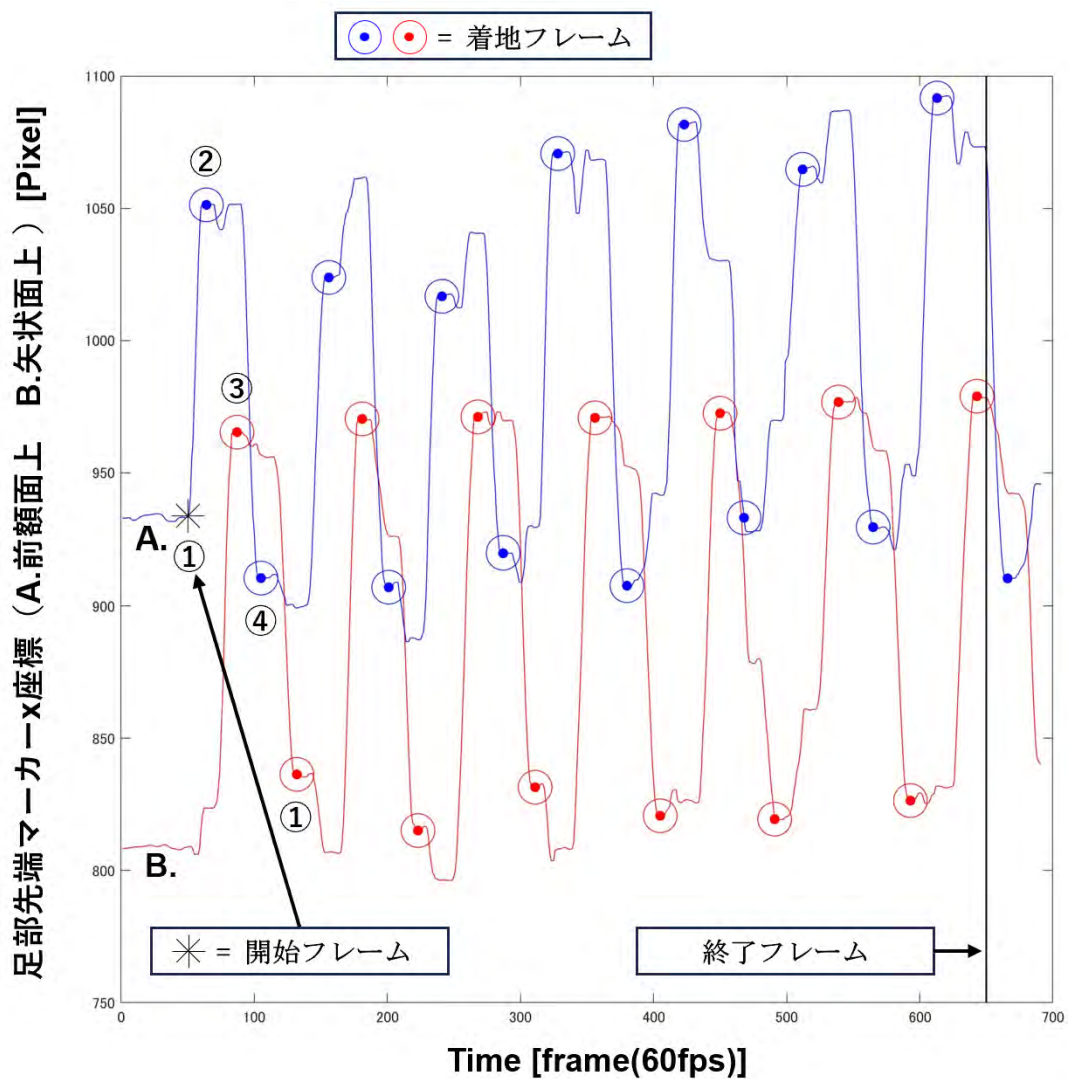


Fig. 35.

(12) 縄跳び

【測定内容】

4種類の跳び方を、前跳び、後ろ跳び、あや跳び、二重跳び、の順で行う。あや跳びとは前跳びと腕を交差させる交差とびを交互に行う跳び方である。各跳び方につき20回連続で成功することができると次の跳び方に移り、20回までに失敗した場合には各跳び方につき2回までやり直しを認め、つまり最初の試技と併せて最大3回行った。縄跳びはAsics製の縄跳び（グリップ部分全長210mm）を用い、縄の長さは実験参加者の任意の長さに調節した。

【評価方法】

評価に際しては実験終了後に検者が実験映像から成功回数を視認した。縄を跳び越えられた回数を成功回数とした。あや跳びに関しては、前跳び・交差とび1回ずつを1セットとしてカウントするのではなく、跳ぶたびに1回ずつカウントを増やした。つまり、「前跳び、交差とび、前跳び、交差とび、前跳び、交差とびで跳べずに失敗」の場合には5回となる。

(13) 垂直跳び

【測定内容】

2つの条件での垂直跳びを行う。1つ目の条件は制限条件(SJ)として、手を腰に当てたまま、またしゃがみこんだ状態から行うことで、上肢の振り上げと反動をつけることを制限した。上肢の制限に関しては、開始姿勢から着地まで、終始手を腰に当てた状態を保ちつつなるべく高く跳ぶように指示した。しゃがみこみに関しては、いったん任意の深さまでしゃがみこんだらそれより深くしゃがまずに一旦完全に停止してから跳躍するように指示した。2つ目の条件は制限無し条件(CMJ)として、上肢の振り、反動ともに自由に行いなるべく高く飛ぶように指示した。(Fig. 36.) 実施順序は、制限条件、制限無し条件、制限条件、制限無し条件の順に行った。

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、右側シューズ先端、右側シューズ後端、外果、腓骨頭、大転子、肩峰、肘関節関節中心、肘関節関節中心、耳垂、頭頂部にマーカーを貼付し、垂直跳びの跳躍高の算出には立位時と跳躍時の大転子のマーカー座標を用いた。(Fig. 36.)

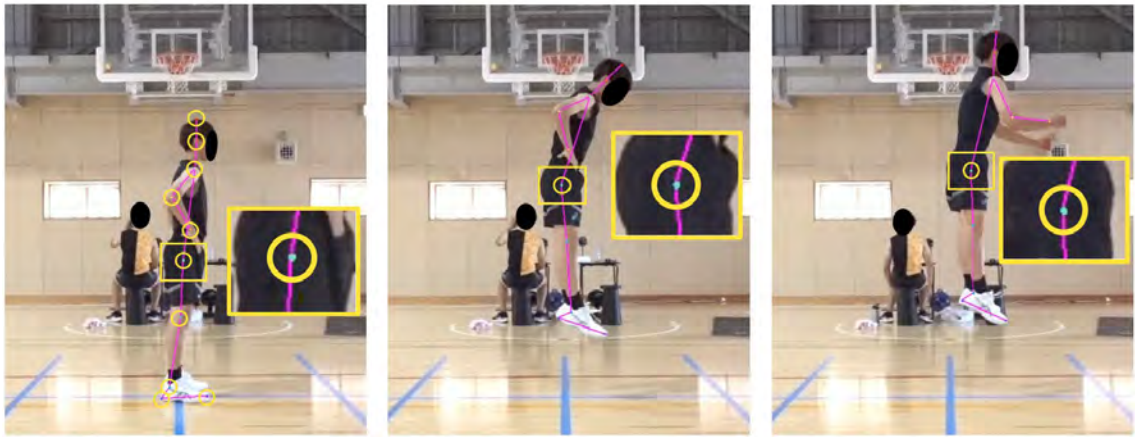


Fig. 36. マーカー貼付位置 (左：立位時 中：制限条件 右：制限無し条件)

【評価方法】

立位フレームの取得に際しては動画編集ソフト (Adobe 社:Premiere Pro) を用いて、実験参加者が直立で立位姿勢にあるフレームを取得した。その後、Matlab (MathWorks 社) を使用して立位時と各条件における跳躍の最高到達点における大転子マーカーの y 座標を取得した。立位時と各跳躍時の最高到達点の大転子の y 座標の差分をピクセルで取得し (Fig. 37.), ミリメートル単位にキャリブレーションを行った。

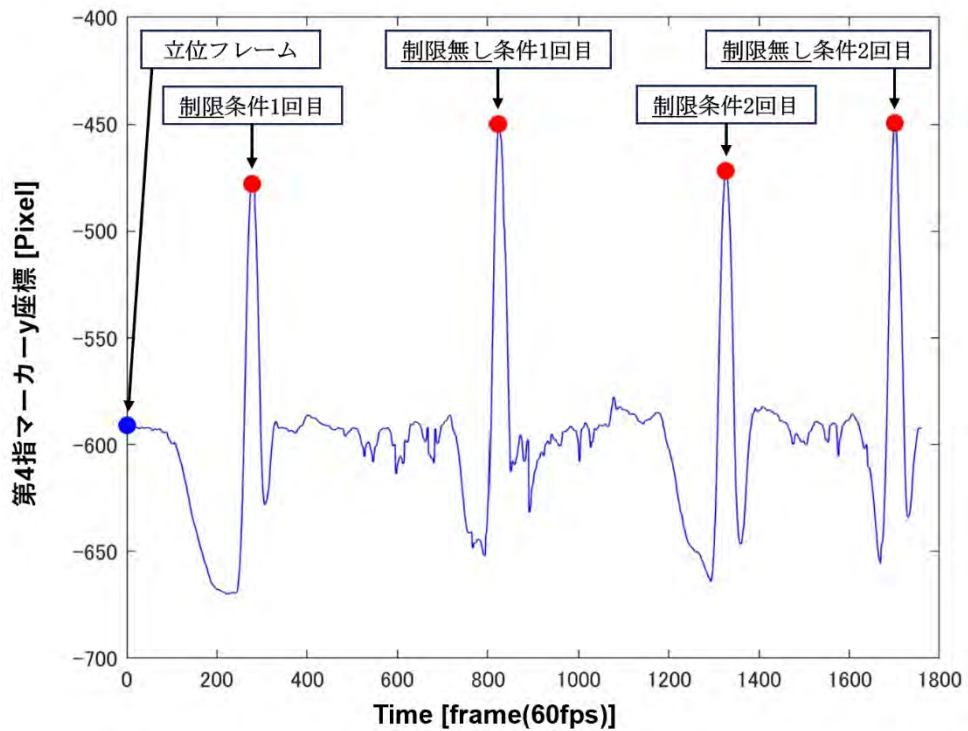


Fig. 37.

(14) 立幅跳び

【測定内容】

参加者には、シューズ先端が床面に設置した線から出ないように立ち、両足同時に踏み切ってなるべく遠くまで跳ぶように指示した。立位時のシューズ先端から着地時のシューズ後端までの距離を測定し、着地後にバランスを崩して踵より後方に手など他の身体の部位を床面についた場合にはそこまでの距離を測定すると伝えた。本番試技を行う前に練習試技として全力の70%程度で1度課題を行なったのち、本番試技を実施した。

【マーカ―貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、右側シューズ先端、右側シューズ後端、外果、腓骨頭、大転子、肩峰、肘関節関節中心、肘関節関節中心、耳垂、頭頂部にマーカ―を貼付し、分析には右側シューズ先端と後端のマーカ―座標を使用した。

(Fig. 38.)

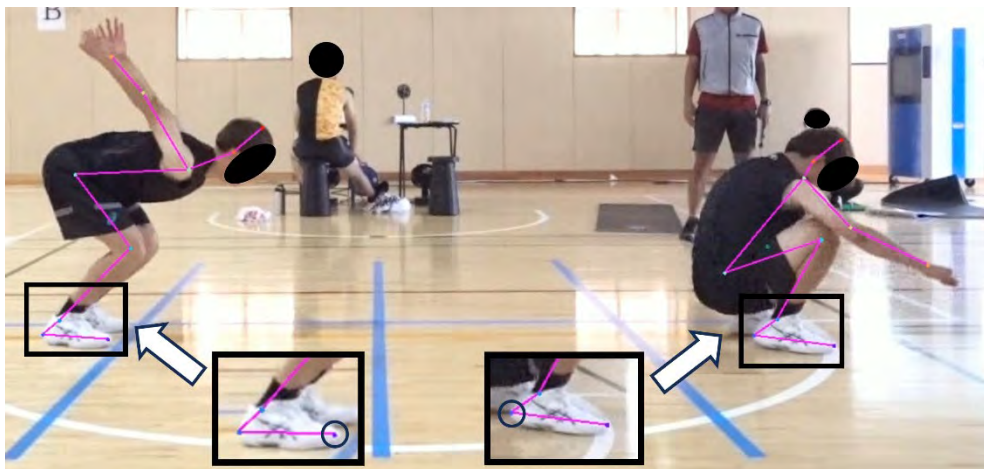


Fig. 38.

【評価方法】

Matlab (MathWorks 社) を使用して立位時のシューズ先端 x 座標と着地時シューズ後端 x 座標の差分を記録として算出した。Fig. 39. に示したように離地時には両マーカ― x 座標が増加し、着地時には増加が止まる。シューズ後端の x 座標が 80 ピクセル増加したフレームを跳躍フレームとし、跳躍フレーム以降のフレームにおいて 2 フレーム以内に 10 ピクセル以上の増加を示さなかった最初のフレームを取得することで、着地フ

レームを同定した.

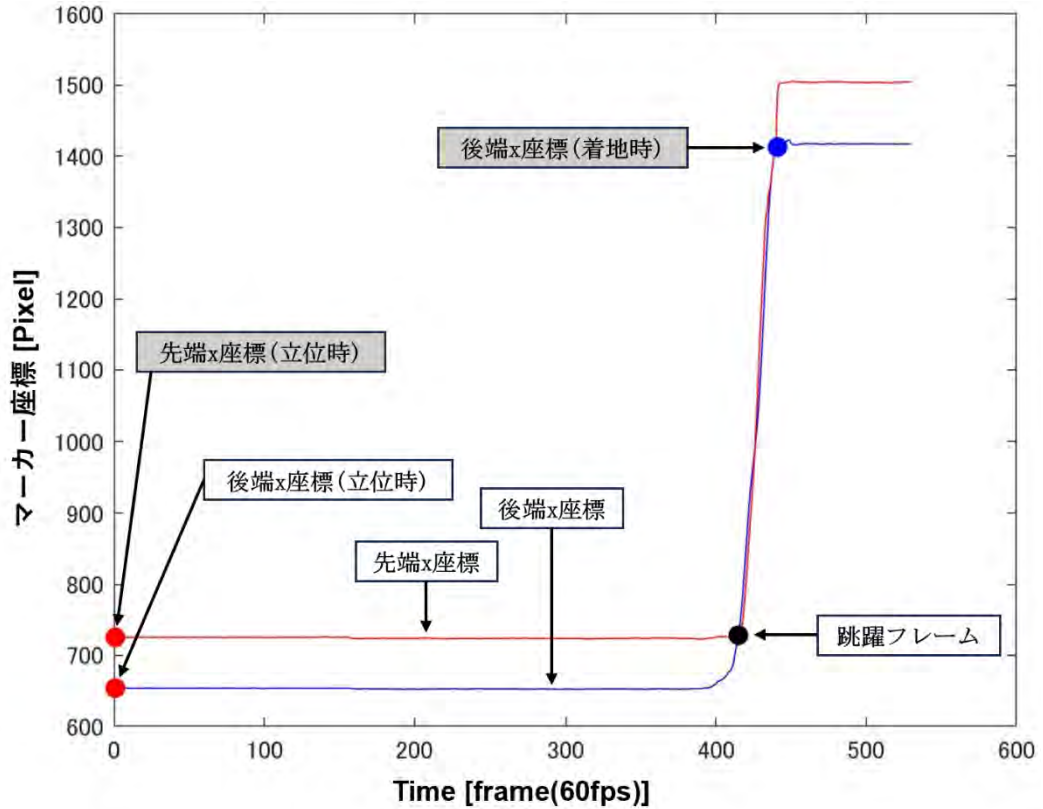


Fig. 39.

(15) 腿上げ

【測定内容】

2つの条件での腿上げを行う。1つ目の条件はテンポ条件として、速さは任意の速さで構わないができる限り一定のテンポで10秒間腿上げを行うように指示した。2つ目の条件は最速条件として、5秒間できる限り多くの回数腿上げを行うように指示した。どちらの条件においても大腿部上面が水平になる高さまで脚を上げるように指示し、試技に先立ち練習として左右5回ずつ腿上げを行わせ、検者が指定の高さまで脚を上げられているかを確認し、本番でも同じ高さまで上げるように指示した。実施順序はテンポ条件、最速条件の順に行った。

【マーカ貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、左右両側のシューズ先端にマーカーを貼付した。(Fig. 40.)

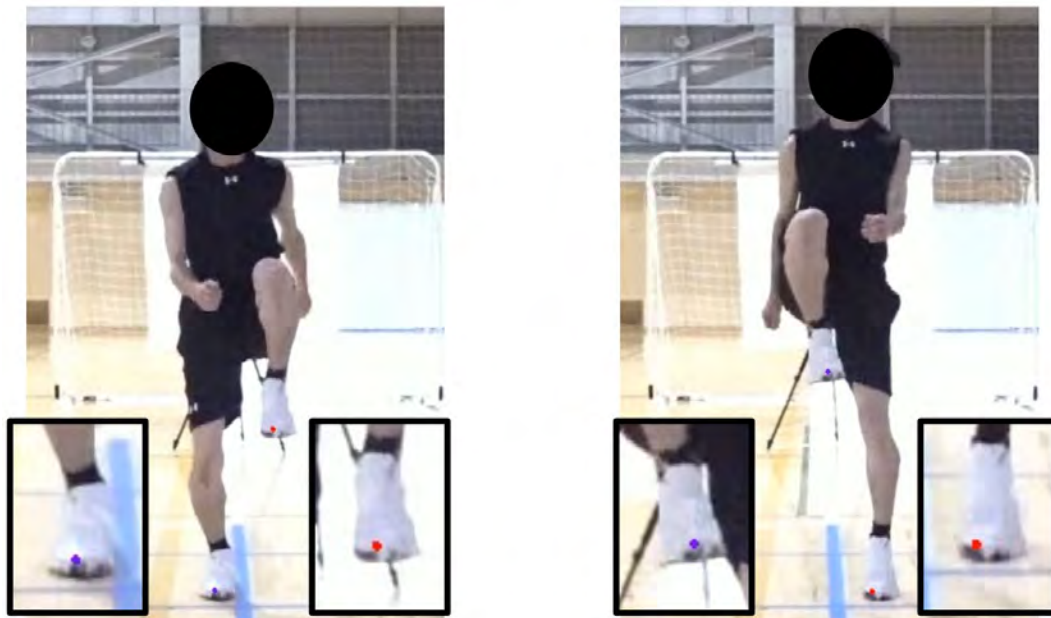


Fig. 40.

【評価方法】

Matlab (MathWorks 社) を使用して右足側シューズ先端と左足側シューズ先端に貼付したマーカーの y 座標の各足上げ時のピーク、つまり足が最高点に位置する瞬間を取得した。テンポ条件においては、最初のピークから 600 フレーム (10 秒間) 内にあるすべてのピークにおいてその一つ前のピークとの差分を取得し、全ての差分の変動係数を算出した。これにより実験参加者が任意に選択したテンポの速さに関わらず、どれだけ一定のテンポで腿上げができていたかを数値化した。最速条件においては、最初のピークから 300 フレーム (5 秒間) 内にあるピークの数进行計算することで、5 秒間に行えた腿上げの回数を取得した。(Fig. 41.)

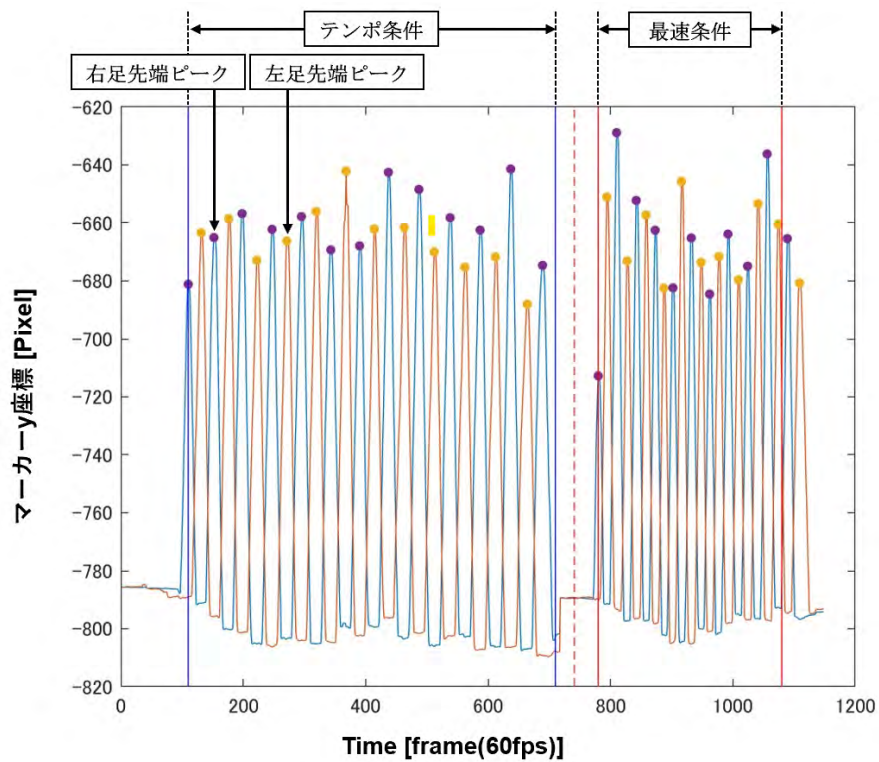


Fig. 41.

(16) 反復横跳び

【測定内容】

20秒間のできる限り多くの回数反復横跳びを行うように指示した。Fig. 42. に示すように、左右に反復横跳びをする際には左右のラインを踏むか越えるかし、なおかつステップ側と反対側の足でセンターラインをステップ側に越えていなければ失敗とすると伝えた。



Fig. 42.

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、シューズ先端、シューズ外側、足関節関節中心、膝蓋骨中心、大転子、上前腸骨棘、肩峰、肘関節関節中心、手関節関節中心、頭頂部にマーカーを貼付し、分析には左右両側のシューズ外側のマーカー座標を使用した。(Fig. 43.)

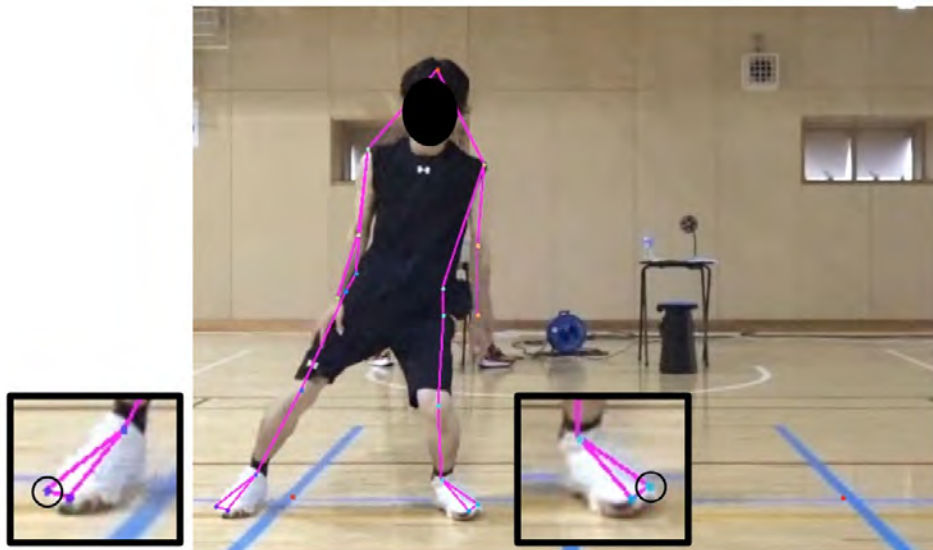


Fig. 43.

【評価方法】

Matlab (MathWorks 社) を使用して右足側シューズ外側と左足側シューズ外側に貼付したマーカーの x 座標を取得し、各左右ステップ時の最外側点のフレームを取得した。

(Fig. 44.) 最初のステップが生じたフレームを開始フレーム、開始フレームから 1200 フレーム (20 秒) 間のステップの回数を算出した。

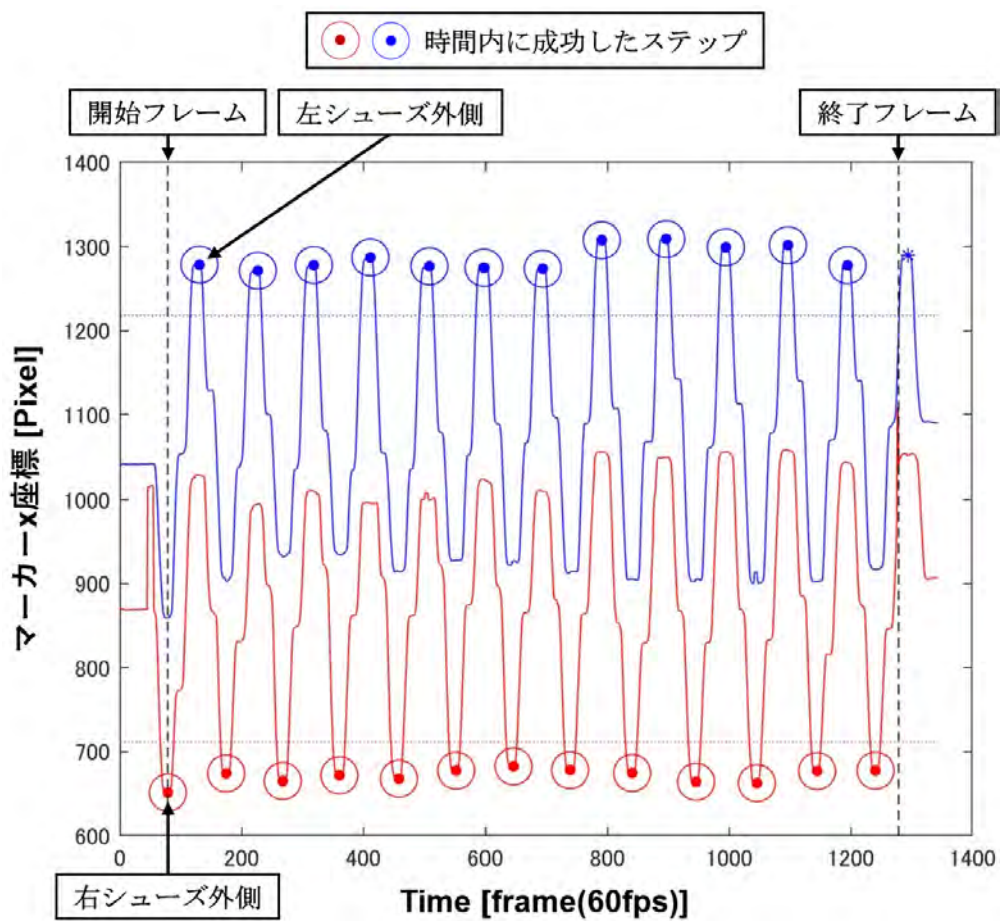


Fig. 44.

(17) 最速腕立て伏せ

【測定内容】

10秒間にできる限り多く腕立て伏せを行う。肘を伸ばした姿勢を開始姿勢とし、上腕が地面に対して水平になるまで身体を下げるように指示した。(Fig. 45.) 練習としてどこまで落とすと上腕が水平になるかの感覚を掴むため、検者が視認しながら2回行った。なお、練習による疲労の影響を考慮し、練習の2回は膝をついて行った。



Fig. 45.

【評価方法】

評価に際しては動画編集ソフト（Adobe社：Premiere Pro）を用いた。最初の腕立て伏せを行う際に実験参加者の身体が下降を始めるフレームを開始フレームとし、そのフレームから600フレーム（10秒）以内に行えた腕立て伏せの回数を数えた。1回の腕立て伏せの完了の基準は、実験参加者の身体の上昇が止まる瞬間とした。

(18) 上体起こし

【測定内容】

10秒間で上体起こしをできる限り多くの回数行うよう指示した。上体起こしの開始姿勢は身体の前で腕を交差させて両手を肩に置き、両方の肩甲骨がマットについた状態で開始する。検者の開始の合図とともに上体を起こし、両肘と両大腿部が触れるまで起こす。両肘と両大腿部が触れると再度開始姿勢に戻り、これを繰り返す。実験参加者には手が肩から外れたり、脇が明らかに大きく空くとファールとすることを伝えた。試技前に上記条件が実演とともに示されている映像を視聴させ、練習として2回行った。

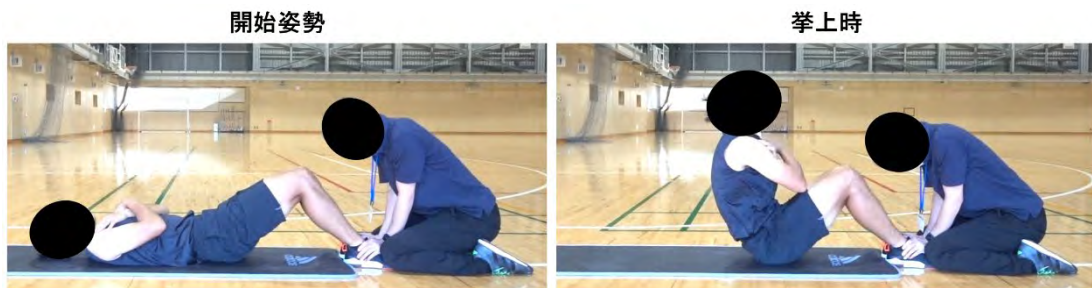


Fig. 46.

【評価方法】

試技中に検者が回数をカウントした。

(19) 背筋力

【測定内容】

測定にはデジタル背筋力計（竹井機器工業：バック-D）を用いた。実験参加者には膝を伸ばしたまま，また背中を丸めずに上体を 30 度程度前傾させた状態で測定器の持ち手を握るように指示した。また，牽引の際には膝の曲げ伸ばしを使わないように指示した。（Fig. 47.）全力の 50%程度で 3 秒の牽引を 1 回，全力の 80%程度で 3 秒を 1 回行わせたのち，全力で 3 秒間を 2 回行った。

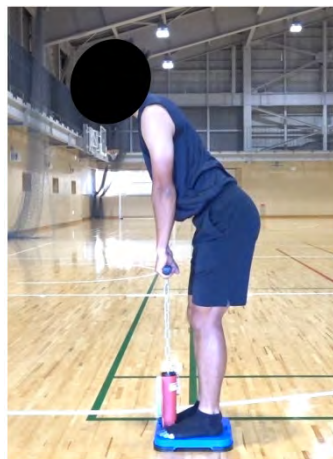


Fig. 47.

【評価方法】

背筋力計が示した 2 試技の内，高い方を記録として採用した。

(20) 握力

【測定内容】

測定にはデジタル握力計（竹井機器工業：グリップ-D）を用いた。握力計のグリップ幅は，握った際に中指の第 2 関節が 90 度曲がる幅に調整した。被験者には握力計や手が体側部に触れないように少し脇を開いた状態で握力計を握るよう指示した。利き手側から練習を 1 回やったのち 2 試技行い，その後非利き手側でも同様に行った。



Fig. 48.

【評価方法】

利き手側，非利き手側ともに，握力計が示した 2 試技の内の高い方を記録として採用した。

(21) 長座体前屈

【測定内容】

測定には長座体前屈測定器（竹井機器工業：デジタル長座体前屈計）を用いた。実験参加者にはできる限り壁に臀部を近づけて膝を伸ばして座り，肩を後ろに引いた状態で測定器の上に両手の五指全てを置いて開始姿勢を取らせた。前屈を行う際には反動を付けずに，また膝を曲げないように保ったまま測定器をできる限り遠くまで押すように指示した。（Fig. 49.）練習を 1 度行ったのち，2 試技行った。

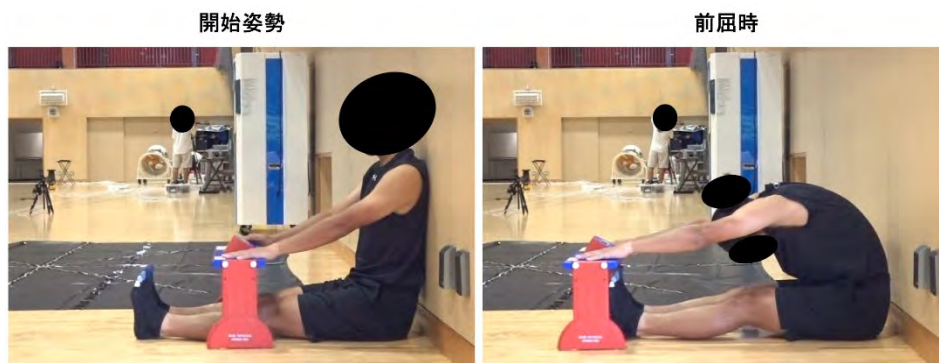


Fig. 49. 長座体前屈の開始姿勢と前屈時姿勢

【評価方法】

2 試技中の高い方を記録として採用した.

(22) Star Excursion Balance Test (SEBT)

【測定内容】

ラバーマット上に Fig. 50 に示すように各線間の角度が 45° になるように 8 方向にメジャーを設置した. 実験参加者には足部の中心が線の交差点に位置するように片足立位で開始姿勢を取らせた. 開始姿勢から支持足の踵や爪先が浮かないように足底をつけた状態を保ち、リーチ足の爪先をメジャーに沿って伸ばし、できる限り遠くの地点を爪先で軽く触れる. その後バランスを崩して支持足が動く、開始姿勢に戻る前にリーチ足が着地して身体を支えるなどの動作を起こさずにバランスを保って開始姿勢に戻る. 実施する 8 方向の順番は Fig. 51, に示した通りに行い、支持足を入れ替える際にこれを左右反転させて行う. 利き足を支持脚とする試技から行い、左右ともに 8 方向 1 試技行った. SEBT 測定用に用いたマットは一辺 3060mm であり、また 8 方向に貼付したメジャーはそれぞれ 1500mm であった.

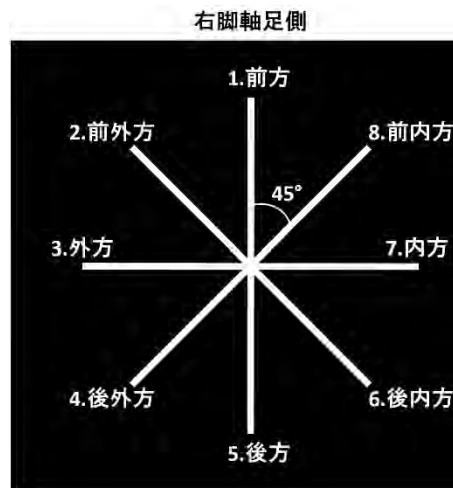


Fig. 50.

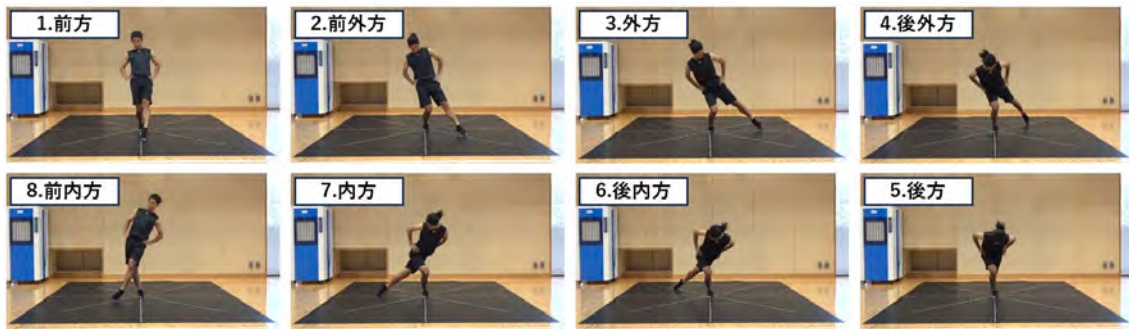


Fig. 51.

【評価方法】

検者は実験参加者が触れた地点のメジャーの目盛を記録した。数値は身長で正規化した。8方向それぞれのリーチ長，8方向のリーチ長の平均値を記録として採用した。

(23) クラブスイング (ゴルフ)

【測定内容】

7番アイアンクラブ (Danlop社: XX10 - Rシャフト) を用いてゴルフ練習用のスポンジボールを打つ。実験参加者への教示は、クラブフェイスの中心でボールを捉えられることを最優先にヒッティングを行ない、その中で可能な限り遠くにボールを飛ばす意識で行うように指示した。右利き用と左利き用の2種類のクラブを用意し、全実験参加者において左右の両方を実施した。左右交互に練習を2回ずつ行ったのち、左右交互に2試技ずつ行った。(Fig. 52.) スポンジボールは、直径43mm、重量1.3gのものをを用いた。ヒッティングは幅985mm、奥行1490mmの人工芝マット上で行った。

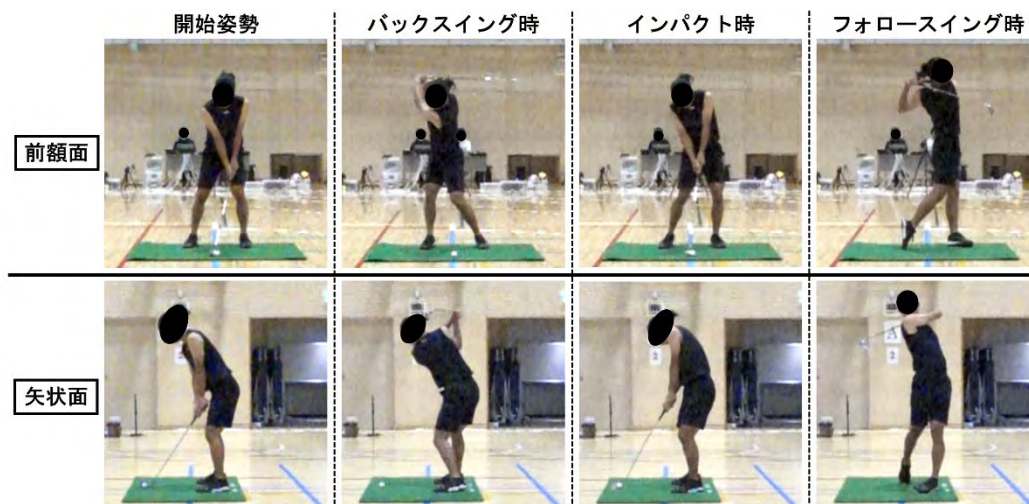


Fig. 52.

【マーカー貼付位置】

極楽画像計測 BMP_measure (白井) を用いて、960fps で撮影した矢状面上のインパクト時のフレームを動画編集ソフト (Adobe 社 : Premiere Pro) を用いて抽出し、クラブヘッドとシャフトの接続部(①)、クラブフェイス上部(②)、クラブフェイス外側下部(③)、クラブフェイス内側下部(④)、ボールの中心の 5 点に点打ちを行った。スポンジボールへのマーカー貼付においては、ボールとクラブフェイスの接触面を視認して行った。(Fig. 53.)

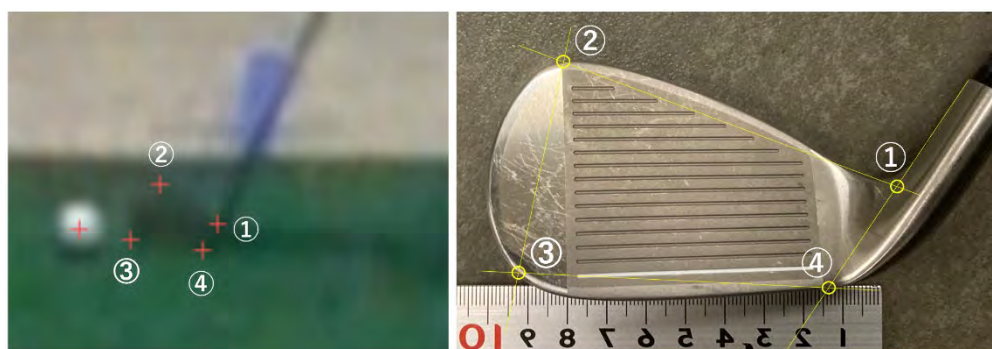


Fig. 53.

【評価方法】

クラブフェイスの面のどの位置で打球したかを算出した。インパクト時のフェイスの向きは実験参加者によって異なるため、①-④の 4 点からなる面を 2 次元 DLT 法を用いて平面化し (MathWorks 社 : Matlab), その平面上の中心点を取得した。その中心点か

らボールの接触面までの直線距離を算出した。

(24) バットスイング

【測定内容】

ティーの上に置いたスポンジボールを金属製の野球バットを用いて打つ。ティーの高さは、ボールを置く部分が実験参加者の立位時の上前腸骨棘の高さになるように調整した。実験参加者への教示は、ボールをバットの中心で捉えることを最優先にバッティングを行い、その中で可能な限り遠くにボールを飛ばす意識で行うように指示した。全実験参加者において左右の両方を実施した。左右交互に練習を2回ずつ行ったのち、左右交互に2試技ずつ行った。(Fig. 54.) バッティングに用いたバットは、Vkong02 軟式用 (Mizuno 社) であった。スポンジボールは直径 85mm, 重量 38g のボールを用い、ボールを置くティーは、BM280 (ZETT 社) を用いた。

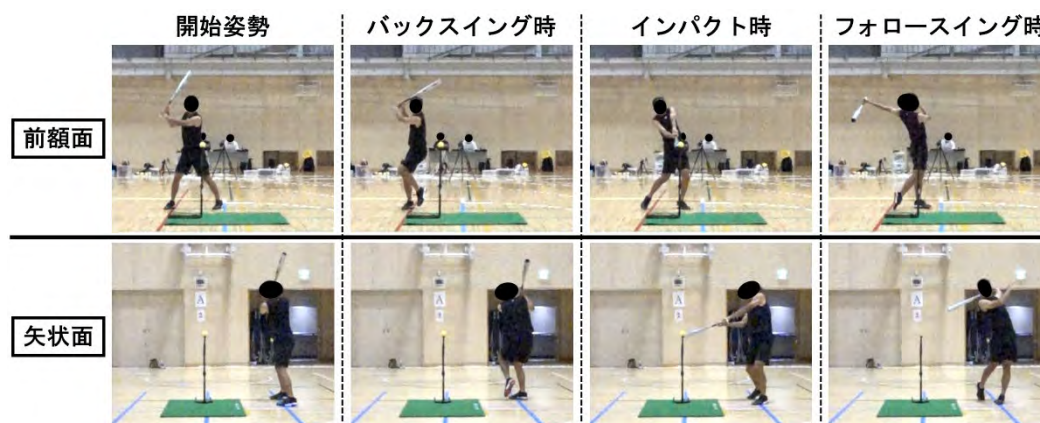


Fig. 54.

【マーカー貼付位置】

極楽画像計測 BMP_measure (白井) を用いて、960fps で撮影した矢状面上のインパクト時のフレームを動画編集ソフト (Adobe 社: Premiere Pro) を用いて抽出し、金属バットのグリップエンドの中心部(①)とバット先端の中心部(②)にマーカーを貼付した。スポンジボールへのマーカー貼付においては、ボールとバットの接触面を視認して行った。(Fig. 55, 56.)



Fig. 55.

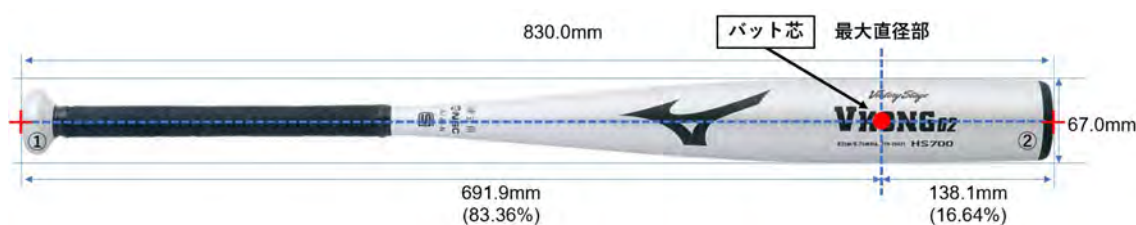


Fig. 56. 実験でを使用した金属バット (Mizuno 社 : VKONG 02 83cm)

【評価方法】

Matlab (MathWorks 社) を使用して、グリップエンドの中心部(①)とバット先端の中心部(②)を結ぶ直線と、バットの最大直径部の交点をバット芯とし、その芯からボールの接触面までの距離を算出した。

(25) 20m 走

【測定内容】

20m の区間を全力疾走する。スタート姿勢はスタンディングスタートで行うように指示し、スタンディングスタートの説明のために Fig. 57. の画像を実験参加者に提示した。スタートラインをテープでマーキングし、テープを踏まないようにスタート姿勢を取るように指示した。スタートは自分のタイミングで切るように指示し、後ろの足のつま先が動いた瞬間をスタートとし、頭部がゴールラインを通過するまでの時間を計測した。1 試技実施した。

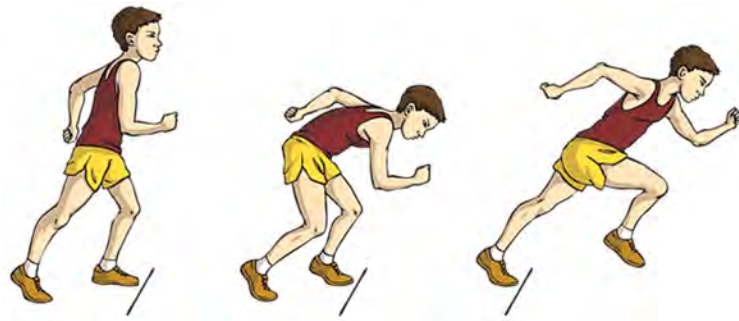


Fig. 57. (参照元 twinkl.com)

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、左右シューズ先端、左右シューズ後端、左足外果、右足内果、左右膝関節関節中心、左側大転子、左側肩峰、左右肘関節関節中心、左右手関節関節中心、左側耳垂、頭頂部にマーカーを貼付し、分析には頭頂部のマーカー座標を使用した。(Fig. 57.) また、スタート地点とゴール地点はキャリブレーションスティックを用いて撮影した。(Fig. 58.)

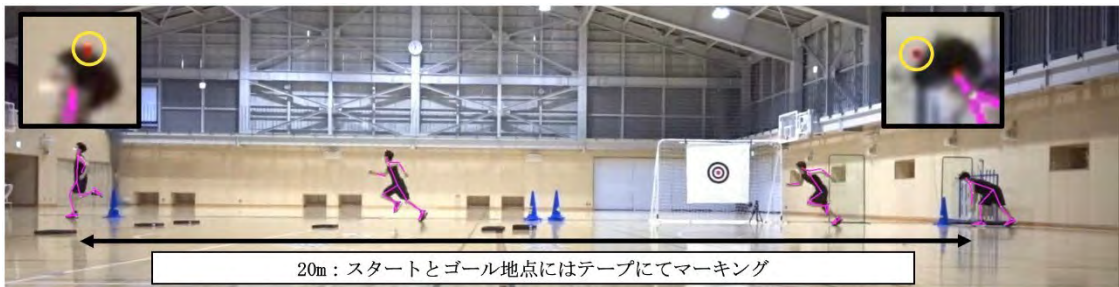


Fig. 57.



Fig. 58.

【評価方法】

スタートフレームである、後ろの足つま先が動いた瞬間は、動画編集ソフト (Adobe 社 : Premiere Pro) を用いて視認した。ゴールの瞬間は、ゴール地点のキャリブレーションスティックの x 座標を実験参加者の頭頂部に貼付したマーカーが通過する瞬間のフレームを取得した。その後スタートフレームとゴールフレームの差分をプログラムコード (MathWorks 社 : Matlab) を用いて算出した。(Fig. 59.)

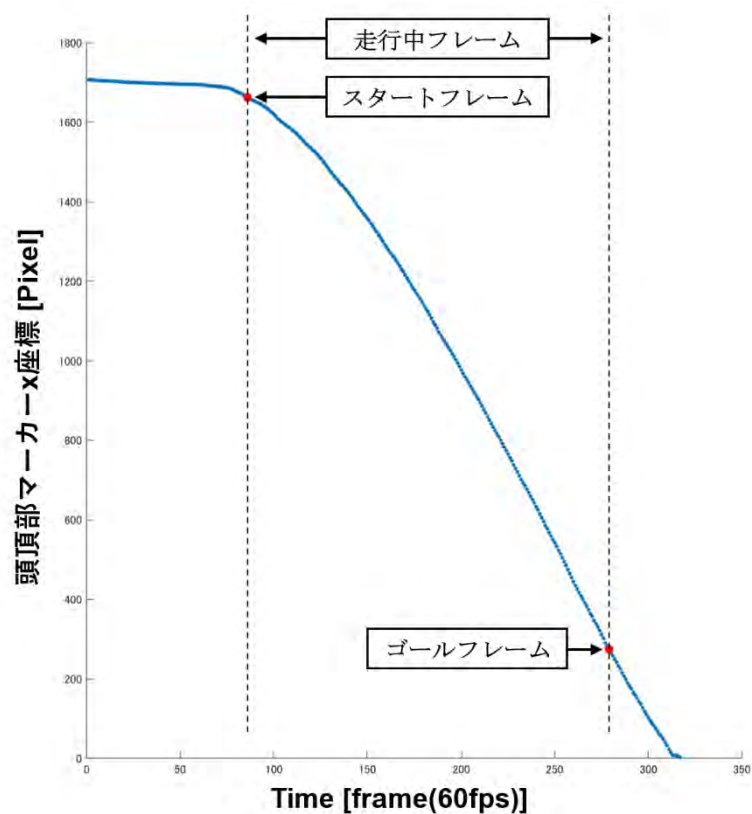


Fig. 59.

(26) バック走

【測定内容】

20m の区間をバック走で全力疾走する。スタート姿勢は立った状態で行うように指示した。スタートラインをテープでマーキングし、テープを踏まないようにスタート姿勢を取るよう指示した。スタートは自分のタイミングで切るように指示し、左右どちらかの踵が浮いた瞬間をスタートとし、頭部がゴールラインを通過するまでの時間を計測した。1 試技実施した。

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、左右シューズ先端、左右シューズ後端、右足外果、左足内果、左右膝関節関節中心、右側大転子、右側肩峰、左右肘関節関節中心、左右手関節関節中心、右側耳垂、頭頂部にマーカーを貼付し、分析には頭頂部のマーカー座標を使用した。(Fig. 60.) 撮影画角は(25)20m 走と同一であるため、スタート地点とゴール地点のキャリブレーションスティック映像も同じものを使用した。

(Fig. 58.)



Fig. 60.

【評価方法】

スタートフレームである、踵が浮いた瞬間は、動画編集ソフト (Adobe 社: Premiere Pro) を用いて視認した。ゴールの瞬間は、ゴール地点のキャリブレーションスティックの x 座標を実験参加者の頭頂部に貼付したマーカーが通過する瞬間のフレームを取得した。その後スタートフレームとゴールフレームの差分をプログラムコード (MathWorks 社: Matlab) を用いて算出した。(Fig. 61.)

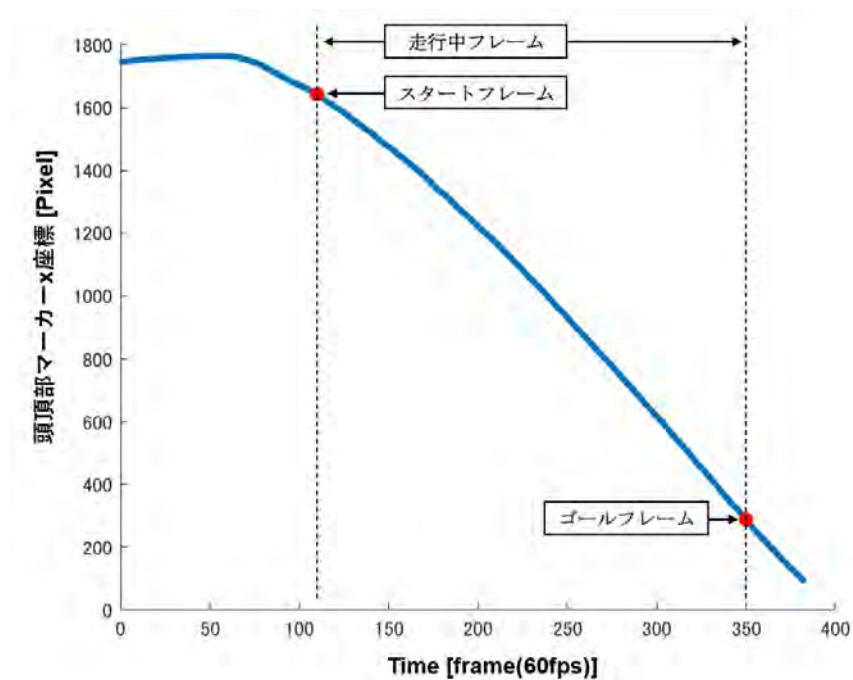


Fig. 61.

(27) サイドステップ

【測定内容】

20mの区間をサイドステップで全力疾走する。スタート姿勢は立った状態で行うように指示した。スタートラインをテープでマーキングし、テープを踏まないようにスタート姿勢を取るように指示した。スタートは自分のタイミングで切るように指示し、左右どちらかの足部先端が前方、つまり進行方向に動く瞬間をスタートとし、頭部がゴールラインを通過するまでの時間を計測した。サイドステップを行う際には、足が交差するクロスステップにならないように注意するよう指示した。始めに右足を前にして進む方向を行い、その後に左足を前にして進む方向を行った。左右1試技ずつ実施した。なお、右足前方の試技は(25)20m走や(26)バック走と同様にカメラの画角内で右から左に、左足前方の試技は反対に左から右にサイドステップを行った。

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、左右シューズ先端、左右足関節関節中心、左右膝関節関節中心、左右上前腸骨棘、左右肩峰、左右肘関節関節中心、左右手関節関節中心、頭頂部にマーカーを貼付し、分析には頭頂部のマーカー座標を使用し

た. (Fig. 62.) 撮影画角は(25)20m 走と同一であるため, スタート地点とゴール地点のキャリブレーションスティック映像も同じものを使用した. (Fig. 58.)



Fig. 62.

【評価方法】

スタートフレームである, 左右どちらかの足部先端が前方に動く瞬間は, 動画編集ソフト (Adobe 社: Premiere Pro) を用いて視認した. ゴールの瞬間は, ゴール地点のキャリブレーションスティックの x 座標を実験参加者の頭頂部に貼付したマーカーが通過する瞬間のフレームを取得した. その後スタートフレームとゴールフレームの差分をプログラムコード (MathWorks 社: Matlab) を用いて算出した. (Fig. 63, 64.)

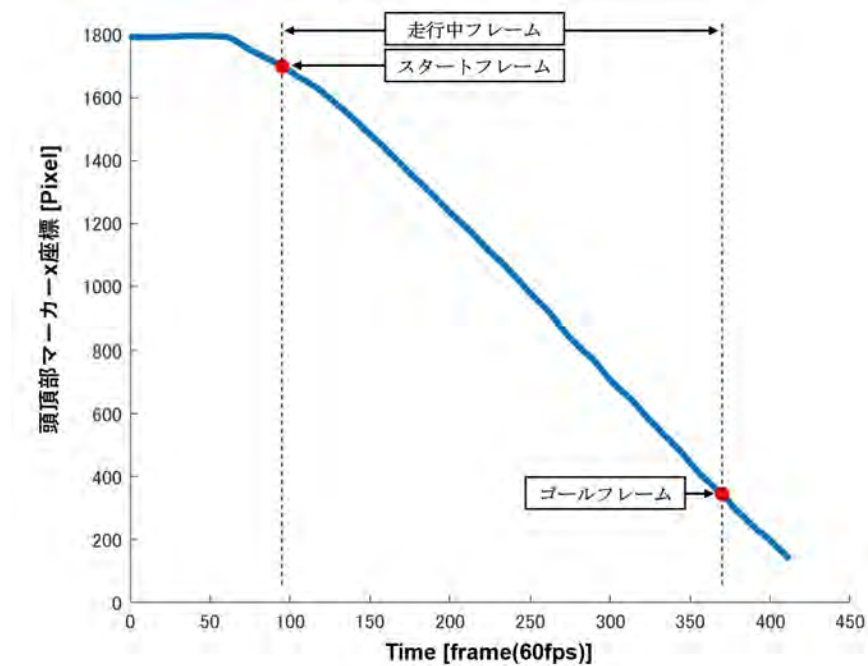


Fig. 63. サイドステップ右足前方試技

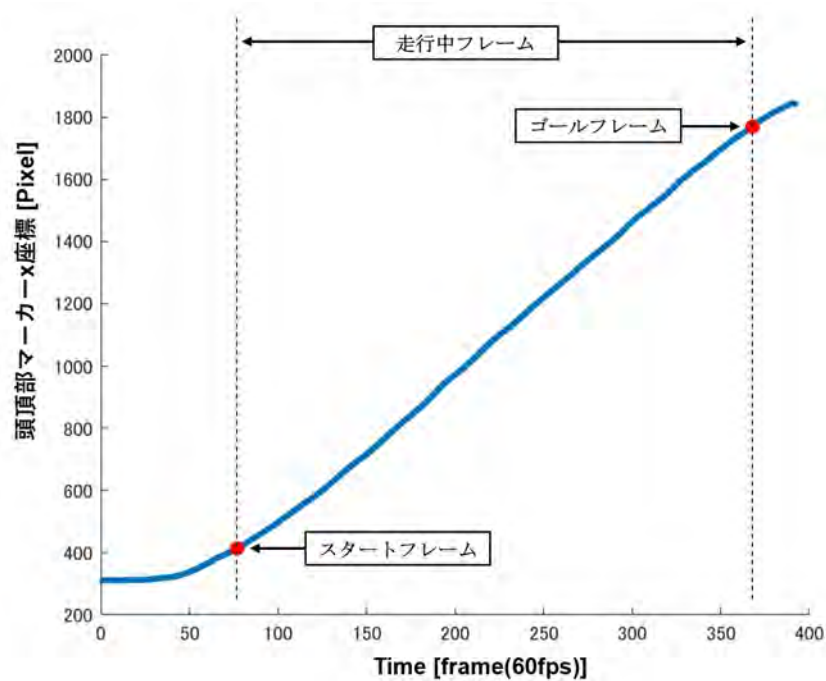


Fig. 64. サイドステップ左足前方試技

(28) 野球(捕球)

【測定内容】

実験参加者はFig. 65. のディスクを手に装着し、検者の投じたボールがディスクの中心にあたるようにディスクを動かす。実験参加者と検者の距離は4mとなるようラインが引かれており、実験参加者にはラインを踏まないようにと伝え、検者もまたラインを踏まないようにしてボールを投じる。(Fig. 67.) ボールの配球は、顔の正面・ディスク装着側の手を伸ばした際の肘の位置・ディスク非装着側の手を伸ばした際の肘の位置・ディスク装着側の膝・ディスク非装着側の膝の順でそれぞれ2球ずつ、合計10球投じる。実験参加者にはFig. 66. のビジュアルエイドを提示し、前述の配球について説明した。非利き手にディスクを装着して前述の順で試技を行ったのち、利き手にディスクを装着して同様に10球試技を行う。課題に用いた捕球ディスクは直径190mm(縁部分16mm)であった。



Fig. 65. 使用したボールとディスク

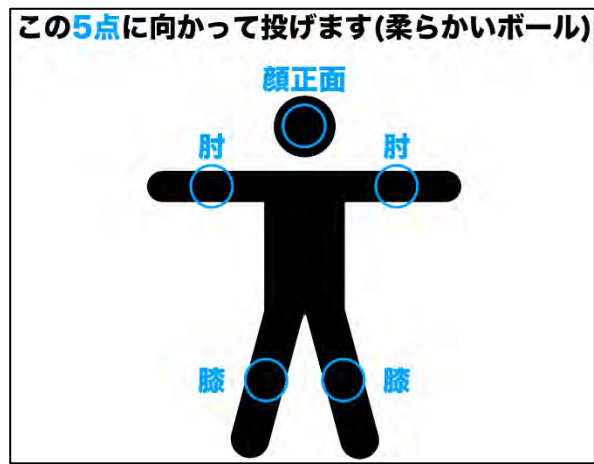


Fig. 66. 被験者提示資料



Fig. 67.



Fig. 68. 5カ所への配球

【マーカー貼付位置】

ディスクの中心からボール接触点までの距離を算出するために、ディスクの四方とボールの接触点の5点に極楽画像計測 BMP_measure（白井）を用いて打点した。

(Fig. 69.)

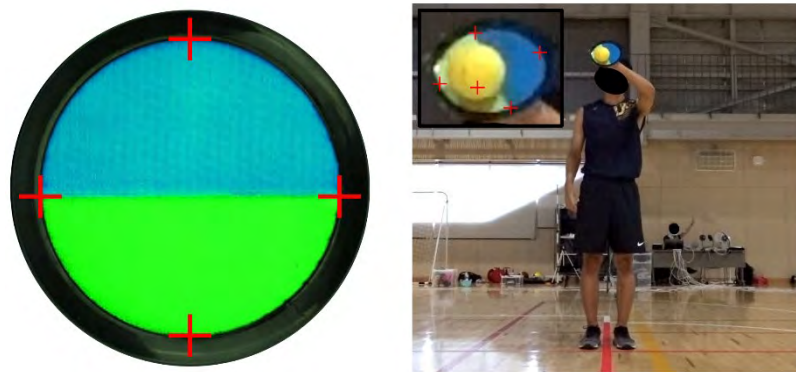


Fig. 69.

【評価方法】

プログラムコード（MathWorks 社：Matlab）で2次元 DLT 法を用いてディスク面を2次元平面化し、その平面上でディスクの中心からボール接触点までの距離を算出した。

(29) 野球(投球)

【測定内容】

フットサル用のサッカーゴールに吊るしたターゲットの中心を狙ってスポンジボールを投げる。(Fig. 70.) 実験参加者は、まずは利き手で練習試技を2球行ったのち本番試技を5球行い、その後に非利き手で練習試技2球、本番試技5球行った。タブレット端末（Apple 社：iPad）を用いて240fpsでボールがターゲットに当たる瞬間を撮影し

た. (Fig. 71.) ターゲットの四方形の布は一辺 1455mm, ターゲットマークの直径は 530mm, ターゲット中心の赤色丸の直径は 114mm であった.

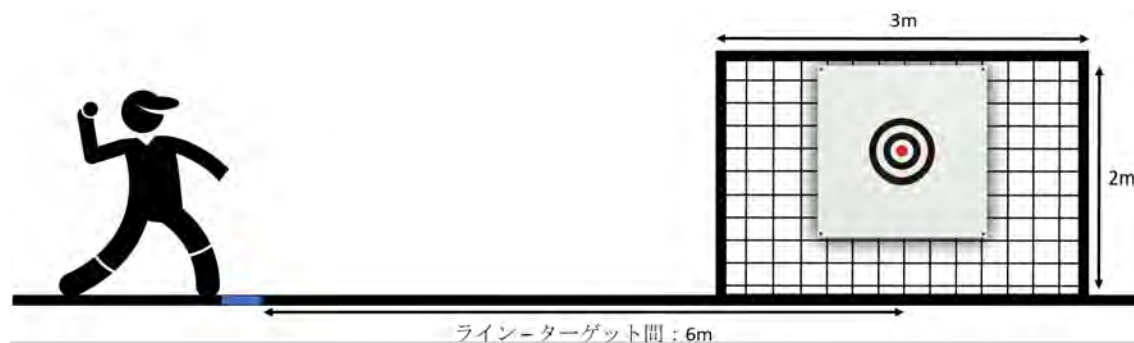


Fig. 70.



Fig. 71.

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて, ターゲットの 4 方端, ターゲット中心, ボールとターゲットの接触点にマーカーを貼付した. (Fig. 72.)

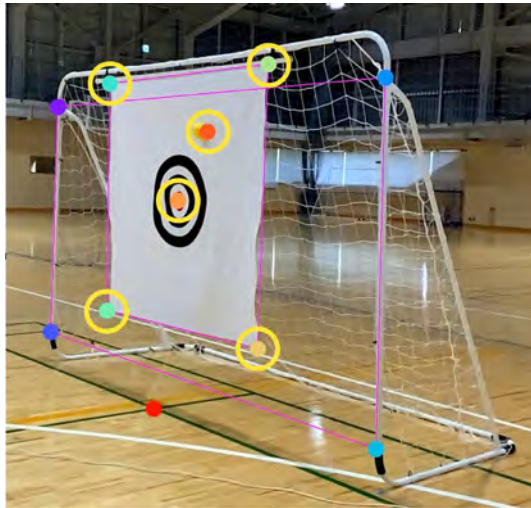


Fig. 72.

【評価方法】

プログラムコード (MathWorks 社 : Matlab) で 2 次元 DLT 法を用いてターゲット面を 2 次元平面化し, その平面上でターゲットの中心からボール接触点までの距離を算出した.

(30) サッカー(シュート)

【測定内容】

フットサル用のサッカーゴールに吊るしたターゲットの中心を狙ってサッカーボールを蹴る. (Fig. 73.) 実験参加者は, まずは利き足で練習試技を 2 球行ったのち本番試技を 5 球行い, その後に非利き足で練習試技 2 球, 本番試技 5 球行った. タブレット端末 (Apple 社 : iPad) を用いて 240fps でボールがターゲットに当たる瞬間を撮影した.

(Fig. 74.) サッカーボールは Tsubasa5 号球 (Adidas 社) を用いた. ボールの空気圧は 0.63bar に調整した.

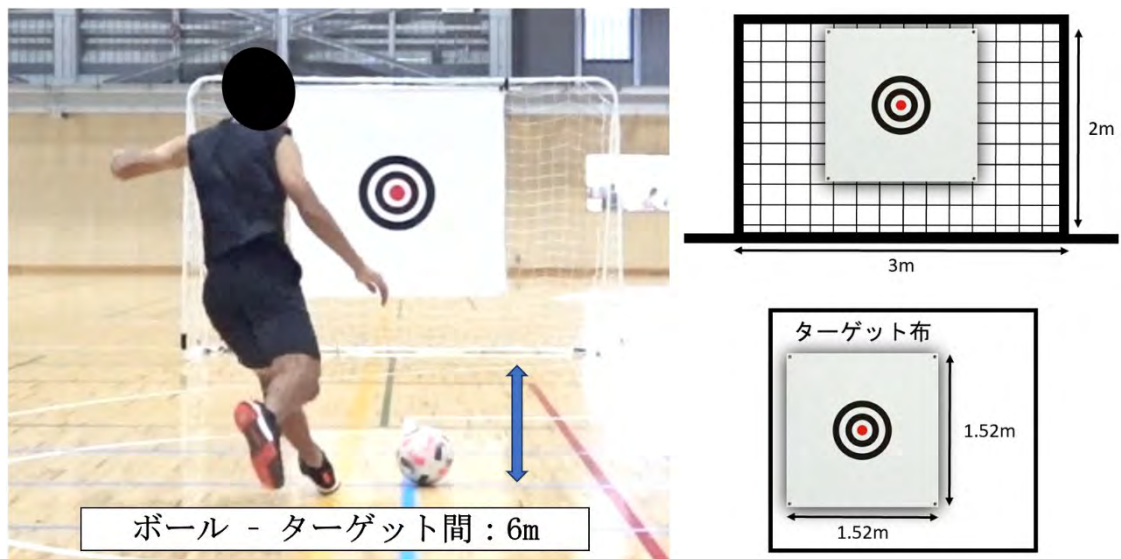


Fig. 73.



Fig. 74.

【マーカー貼付位置】

DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、ターゲットの4方端、ターゲット中心、ボールとターゲットの接触点にマーカーを貼付した。(Fig. 75.)

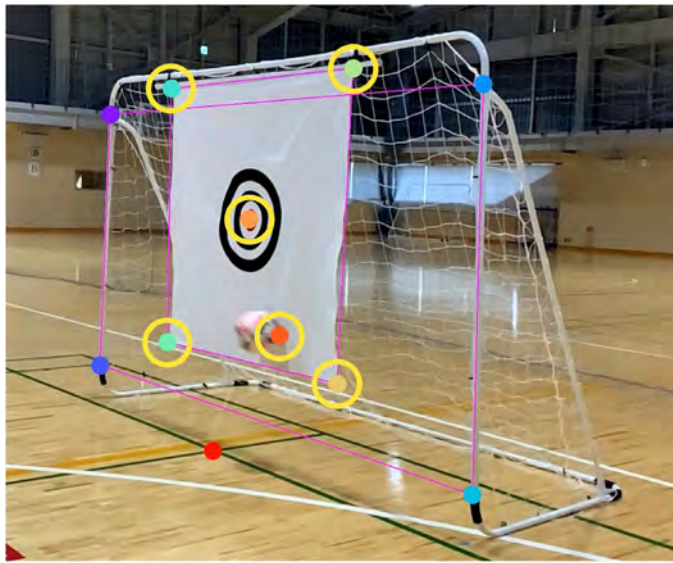


Fig. 76.

【評価方法】

プログラムコード (MathWorks 社 : Matlab) で 2 次元 DLT 法を用いてターゲット面を 2 次元平面化し、その平面上でターゲットの中心からボール接触点までの距離を算出した。

(31) サッカー(リフティング)

【測定内容】

最大 30 秒間でできる限り長くリフティングを継続させる。リフティングとは、手や腕を使わずにボールを蹴る、弾くなどして地面に落とさないように継続させることである。本課題においては、手でボールを持った状態で開始し、手からボールが離れた瞬間に開始し、そこから両足部のみでリフティングを行った。(Fig. 77.) 実験参加者には Fig. 78. の資料を提示し、頭、肩、腿などは使わずに両足部のみでリフティングを行うように指示した。実験参加者には、長い時間継続させることを最優先に行い、その中でできる限り一定のテンポでリフティングを行い、またできる限り開始地点から動かないようにようにするように伝える。練習試技 30 秒間を 2 試技行ったのち、本番試技 30 秒間を 2 試技行った。



Fig. 77.



Fig. 78. 実験参加者提示資料

【評価方法】

手からボールが離れた瞬間から、地面にボールがつく瞬間、あるいは両足部以外でリフティングを行った瞬間までを、動画編集ソフト (Adobe 社: Premiere Pro) を用いて視認した。

(32) サッカー(ドリブル)

【測定内容】

Fig. 79. に示したコースをサッカードリブルでできる限り速く走行する。テープでマーキングした Start ライン上に置いたボールに実験参加者が触れた瞬間を課題開始、テープでマーキングした Goal ラインをボールと実験参加者の両方が通過する瞬間を課題終了とし、開始から終了までの時間を測定した。ボールを扱う足の指定は無い。練習試技を 1 回行ったのち、本番試技を 2 回行った。三角コーンには重りを乗せた。三角コーンにボールが当たっても、コーンが倒れたり大きく動いたりしない限り、課題を継続するように指示した。三角コーンが倒れたり、コースから大きくボールが外れて実験実施範囲外に出る、壁に当たるなどした場合は失敗試技とし、本番試技が 2 回とも失敗試技

になった場合には追加試技を行った.

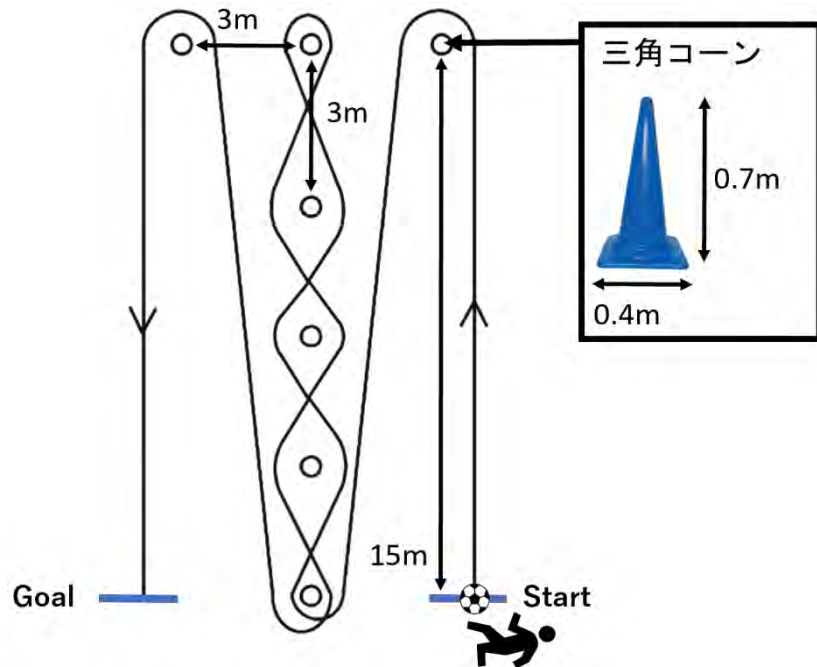


Fig. 79.



Fig. 80.



Fig. 81.

【評価方法】

動画編集ソフト（Adobe 社：Premiere Pro）を用いて、ボールに実験参加者が触れた瞬間と、Goal ラインをボールと実験参加者の両方が通過する瞬間を取得した。

(33) バスケットボール(ドリブル)

【測定内容】

(32) サッカードリブルで用いたコース (Fig. 79.) をバスケットボールドリブルでできる限り速く走行する。テープでマーキングした Start ライン上に置いたボールに実験参加者が触れた瞬間を課題開始、テープでマーキングした Goal ラインをボールと実験参加者の両方が通過する瞬間を課題終了とし、開始から終了までの時間を測定した。ドリブル中にはダブルドリブル、つまり両手でボールに同時に触れる、掌を上にしてボールを持つ、といったことを行わないように伝えた。ボールを扱う手の指定は無い。練習試技を 1 回行ったのち、本番試技を 2 回行った。三角コーンには重りを乗せた。三角コーンにボールが当たっても、コーンが倒れたり大きく動いたりしない限り、課題を継続するように指示した。三角コーンが倒れたり、コースから大きくボールが外れて実験実施範囲外に出る、壁に当たる、ダブルドリブルをする、などした場合は失敗試技とし、本番試技が 2 回とも失敗試技になった場合には追加試技を行った。バスケットボールは BG5000（モルテン社）7 号球を用いた。ボールの空気圧は 0.55bar に調整した。



Fig. 82.



Fig. 83.

【評価方法】

動画編集ソフト（Adobe 社：Premiere Pro）を用いて、ボールに実験参加者が触れた瞬間と、Goal ラインをボールと実験参加者の両方が通過する瞬間を取得した。

(34) バレーボール(オーバーハンドパス)

【測定内容】

実験参加者は検者が下手投げで投じたボールをバレーボールのオーバーハンドパスでターゲットの中心を狙う。実験参加者にはオーバーハンドパスでターゲットを狙う際には、ボールがボールを投じた後にその場に立っている検者の頭上を通過してターゲットに着地するようにパスを行うように指示した。練習試技を2回行ったのち、本番試技を4回行った。実験参加者にはパスの際にラインを踏む、またはラインを跨いで打たないように指示した。ボールとのコンタクト後にラインを踏んだり跨いだりすることに関しては可とした。ボールの接地の瞬間は、ビデオカメラ（Sony 社：RX0 II (DSC-RX0M2)）を用いて 60fps, 1920×1080pixel で撮影を行なった。(Fig. 84, 85, 86) バレーボールは V200W (Mikasa 社) 5号球を用いた。ボールの空気圧は、0.55bar に調整した。

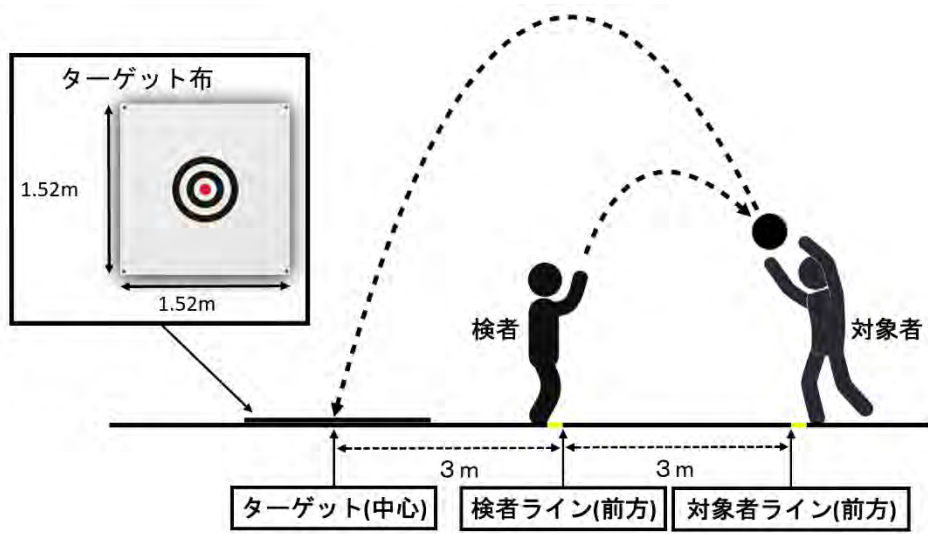


Fig. 84.

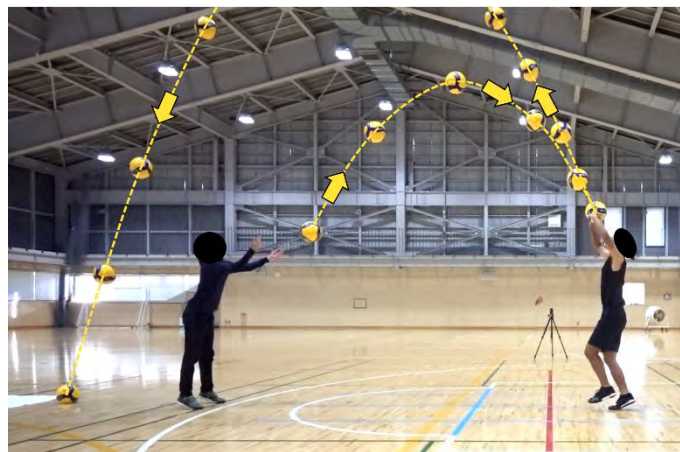


Fig. 85.



Fig. 86.

【マーカー貼付位置】

動画編集ソフト（Adobe 社：Premiere Pro）を用いて、ボールが接地した瞬間のフレームを取得した。その後、DeepLabCut（Mathis Laboratory 社）を用いて、ターゲットの4方端、ターゲット中心、ボールの接地点の6点にマーカーを貼付した。（Fig. 87.）

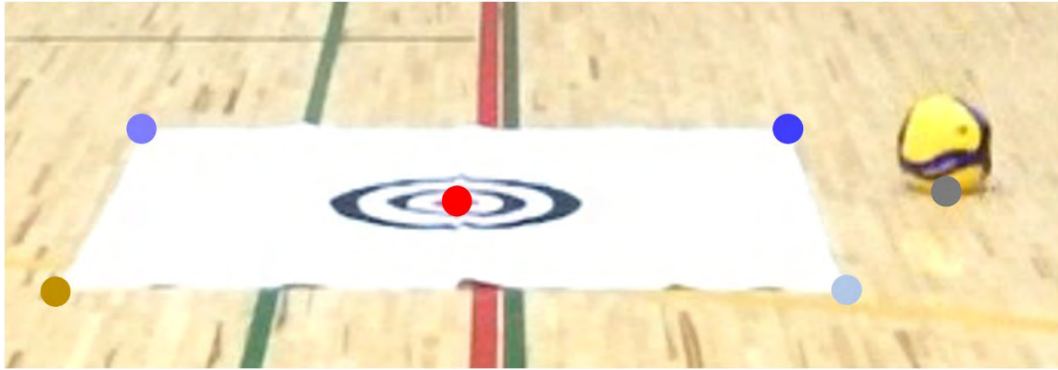


Fig. 87.

【評価方法】

プログラムコード（MathWorks 社：Matlab）で2次元 DLT 法を用いてターゲット面を2次元平面化し、その平面上でターゲットの中心からボール接地点までの距離を算出した。

(35) バレーボール(アンダーハンドパス)

【測定内容】

実験参加者は検者が下手投げで投じたボールをバレーボールのアンダーハンドパスでターゲットの中心を狙う。実験参加者にはアンダーハンドパスでターゲットを狙う際には、ボールがボールを投じた後にその場に立っている検者の頭上を通過してターゲットに着地するようにパスを行うように指示した。練習試技を2回行ったのち、本番試技を4回行った。実験参加者にはパスの際にラインを踏む、またはラインを跨いで打たないように指示した。ボールとのコンタクト後にラインを踏んだり跨いだりすることに関しては可とした。ボールの接地の瞬間は、ビデオカメラ（Sony 社：RX0 II (DSC-RX0M2)）を用いて 60fps, 1920×1080pixel で撮影を行なった。（Fig. 88, 89）

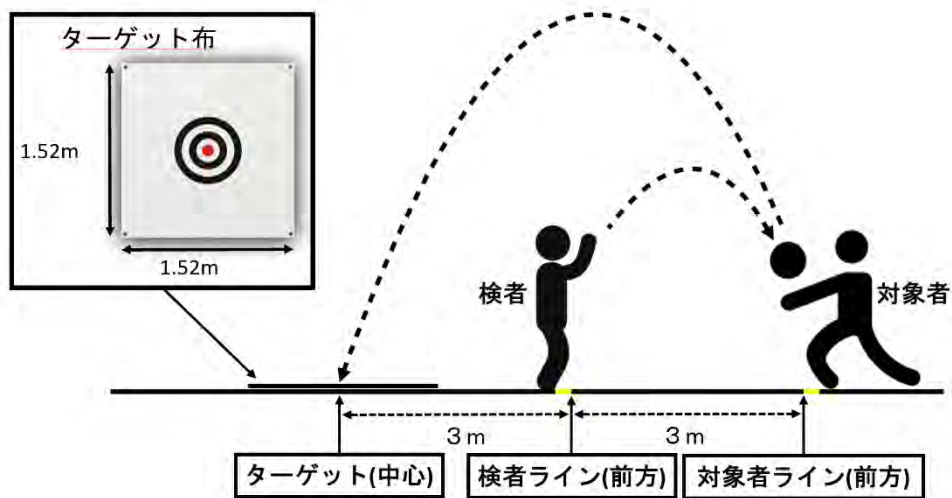


Fig. 88.

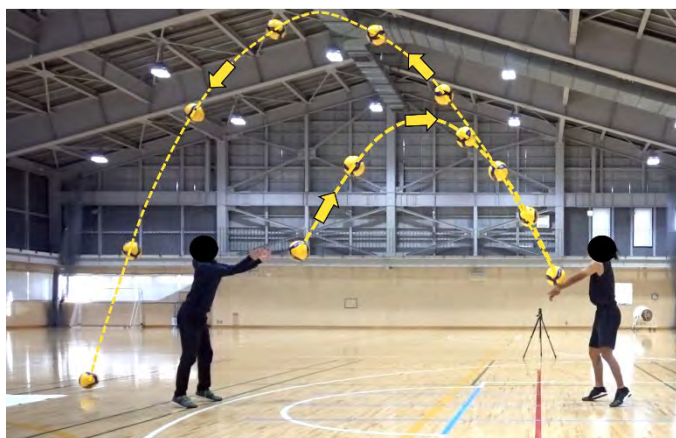


Fig. 89.

【マーカー貼付位置】

(34) バレーボール(オーバーハンドパス)と同様に、動画編集ソフト (Adobe 社 : Premiere Pro) を用いて、ボールが接地した瞬間のフレームを取得した。その後、DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、ターゲットの4方端、ターゲット中心、ボールの接地点の6点にマーカーを貼付した。(Fig. 87.)

【評価方法】

(34) バレーボール(オーバーハンドパス)と同様に、プログラムコード (MathWorks 社 : Matlab) で2次元 DLT 法を用いてターゲット面を2次元平面化し、その平面上でターゲットの中心からボール接地点までの距離を算出した。

(36) バレーボール(サーブ)

【測定内容】

バレーボールコート上で6m地点に設置したSターゲット, 15m地点に設置したLターゲットの中心をバレーボールのオーバーハンドサーブで狙う課題. ターゲットは(34)バレーボール(オーバーハンドパス)で用いたものと同一のものを用いた. 実験参加者は, はじめにSターゲットを狙い, 利き手で5試技, 非利き手で5試技を行ったのち, Lターゲットを狙い利き手で5試技, 非利き手で5試技を行った. 実験参加者にはサーブを打つ際にラインを踏む, またはラインを跨いで打たないように指示した. ボールとのコンタクト後にラインを踏んだり跨いだりすることに関しては可とした. ボールの接地の瞬間は, ビデオカメラ (Sony 社: RX0 II (DSC-RX0M2)) を用いて 60fps, 1920×1080pixel で撮影を行なった. (Fig. 90, 91.)

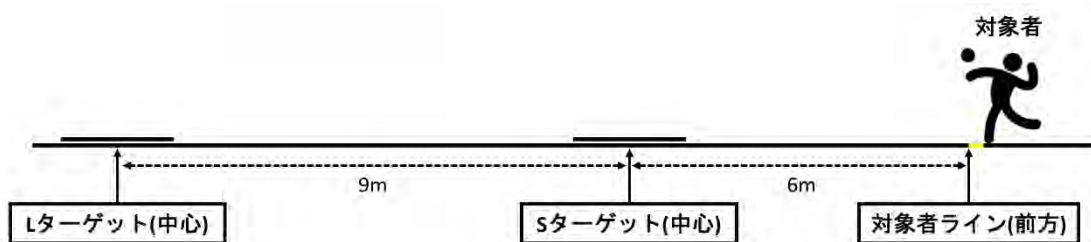


Fig. 90.

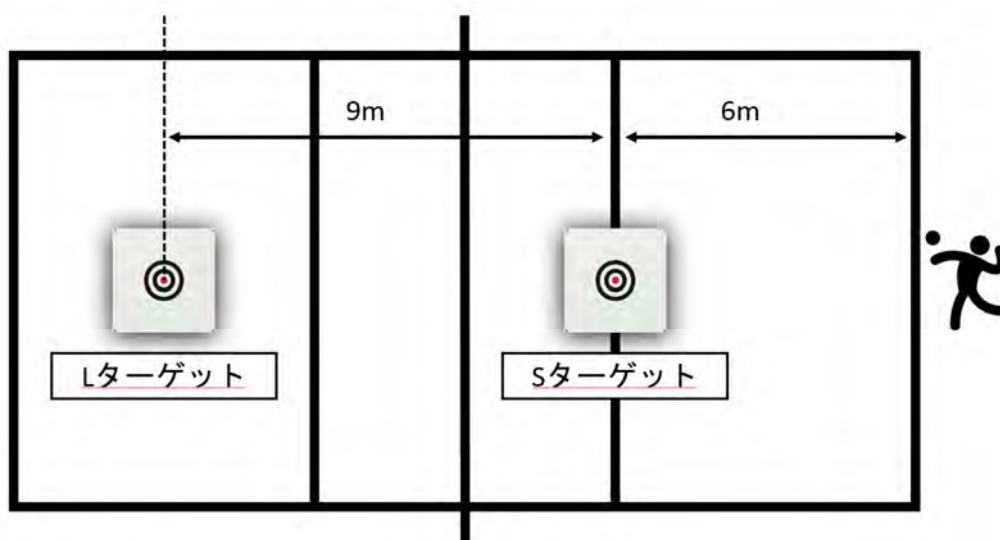


Fig. 91.

【マーカー貼付位置】

(34)バレーボール(オーバーハンドパス)と同様に、動画編集ソフト (Adobe 社 : Premiere Pro) を用いて、ボールが接地した瞬間のフレームを取得した。その後、DeepLabCut (Mathis Laboratory 社) を用いて、ターゲットの4方端、ターゲット中心、ボールの接地点の6点にマーカーを貼付した。

【評価方法】

(34)バレーボール(オーバーハンドパス)と同様に、プログラムコード (MathWorks 社 : Matlab) で2次元 DLT 法を用いてターゲット面を2次元平面化し、その平面上でターゲットの中心からボール接地点までの距離を算出した。

2-4. 統計処理

36 課題 (45 種類) それぞれの課題成績に関して、中央値、平均値、標準偏差を算出した。また、各課題間の関連性の検証のため、45 種類の課題間つまり 990 組においてピアソンの積率相関係数を算出した。統計解析には、SPSS Statistics27 (IBM Co., USA) を用いた。なお、有意水準は $p < 0.05$ とした。なお、第4章の考察に示す競技の異なる特異的能力課題間での相関、および相関のある特異的能力課題の組み合わせ内の両方の課題に対して相関のある基礎的能力課題の検証に際しては、3群間での相関分析となる。例えば、バレーボールのサーブとバスケットボールのドリブルが相関を示した場合、これら両課題に相関を示す基礎的能力課題を検証することとなる。このように3群間での多重比較となるため、 p 値の補正はボンフェローニ法を用いて、有意水準を $p < 0.0167$ とした。

第3章 結果

3-1. 運動スキル課題成績

本論文末尾の付録に、全実施課題の実験参加者 50 名の記録の平均値、標準偏差、及び成績分布を示す。

3-2. 課題間の相関

次に、全 45 課題の重複の無い組み合わせ 990 組における Pearson の積率相関係数 0.4 以上の組み合わせを示す。また、全 990 組の相関係数の内訳としては、 $r \geq 0.8 = 1$ 組、 $r \geq 0.7 = 5$ 組、 $r \geq 0.6 = 16$ 組、 $r \geq 0.5 = 35$ 組、 $r \geq 0.4 = 81$ 組、 $r \geq 0.3 = 137$ 組、 $r \geq 0.2 = 215$ 組、 $r \geq 0.1 = 258$ 組、 $r < 0.1 = 242$ 組となった。

$R \geq 0.8$

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
9_ジャグリング2	9_ジャグリング3	0.819	<0.01

$0.8 > R \geq 0.7$

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
13_垂直跳(制限)	13_垂直跳(制限無し)	0.789	<0.01
25_20m走	27_サイドステップ	0.758	<0.01
19_背筋力	20_握力	0.725	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	14_立幅跳び	0.722	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	25_20m走	-0.711	<0.01

$0.7 > R \geq 0.6$

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
32_サッカー(ドリブル)	33_バスケットボール(ドリブル)	0.699	<0.01
26_バック走	33_バスケットボール(ドリブル)	0.686	<0.01
25_20m走	26_バック走	0.668	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	26_バック走	-0.665	<0.01
18_上体起こし	26_バック走	-0.665	<0.01
12_縄跳び(後ろ跳び)	12_縄跳び(あや跳び)	0.662	<0.01
26_バック走	27_サイドステップ	0.661	<0.01
13_垂直跳(制限)	25_20m走	-0.659	<0.01
26_バック走	32_サッカー(ドリブル)	0.656	<0.01
15_腿上げ(最速)	18_上体起こし	0.653	<0.01
31_サッカー(リフティング)	32_サッカー(ドリブル)	-0.642	<0.01
13_垂直跳(制限)	14_立幅跳び	0.631	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	27_サイドステップ	-0.627	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	16_反復横跳び	0.618	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.615	<0.01
18_上体起こし	32_サッカー(ドリブル)	-0.605	<0.01

0.6 > R ≥ 0.5

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
15_腿上げ(最速)	27_サイドステップ	-0.594	<0.01
18_上体起こし	27_サイドステップ	-0.587	<0.01
27_サイドステップ	33_バスケットボール(ドリブル)	0.583	<0.01
13_垂直跳(制限)	26_バック走	-0.581	<0.01
26_バック走	36_バレーボール(サーブ)Long	0.572	<0.01
25_20m走	33_バスケットボール(ドリブル)	0.571	<0.01
14_立幅跳び	25_20m走	-0.559	<0.01
33_バスケットボール(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Short	0.555	<0.01
17_最速腕立て伏せ	18_上体起こし	0.553	<0.01
15_腿上げ(最速)	17_最速腕立て伏せ	0.550	<0.01
15_腿上げ(テンポ)	33_バスケットボール(ドリブル)	0.549	<0.01
8_シガーボックス	15_腿上げ(最速)	0.543	<0.01
11_QJT	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.540	<0.01
30_サッカー(シュート)	32_サッカー(ドリブル)	0.540	<0.01
27_サイドステップ	32_サッカー(ドリブル)	0.538	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	17_最速腕立て伏せ	0.536	<0.01
17_最速腕立て伏せ	26_バック走	-0.536	<0.01
17_最速腕立て伏せ	27_サイドステップ	-0.532	<0.01
14_立幅跳び	27_サイドステップ	-0.525	<0.01
7_けん玉	12_縄跳び(二重跳び)	0.524	<0.01
16_反復横跳び	27_サイドステップ	-0.519	<0.01
7_けん玉	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.518	<0.01
12_縄跳び(二重跳び)	13_垂直跳(制限無し)	0.517	<0.01
4_水晶玉	29_野球(投球)	0.515	<0.01
12_縄跳び(あや跳び)	12_縄跳び(二重跳び)	0.515	<0.01
13_垂直跳(制限)	27_サイドステップ	-0.513	<0.01
16_反復横跳び	26_バック走	-0.513	<0.01
26_バック走	36_バレーボール(サーブ)Short	0.513	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	32_サッカー(ドリブル)	-0.511	<0.01
11_QJT	27_サイドステップ	-0.509	<0.01
17_最速腕立て伏せ	19_背筋力	0.508	<0.01
33_バスケットボール(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.507	<0.01
14_立幅跳び	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.504	<0.01
15_腿上げ(最速)	26_バック走	-0.503	<0.01
18_上体起こし	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.503	<0.01

0.5 > R ≥ 0.4

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
11_QJT	15_腿上げ(最速)	0.499	<0.01
12_縄跳び(二重跳び)	26_バック走	-0.497	<0.01
4_水晶玉	36_バレーボール(サーブ)Short	0.495	<0.01
16_反復横跳び	32_サッカー(ドリブル)	-0.493	<0.01
16_反復横跳び	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.493	<0.01
22_SEBT	26_バック走	-0.492	<0.01
7_けん玉	13_垂直跳(制限無し)	0.491	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	15_腿上げ(最速)	0.489	<0.01
11_QJT	18_上体起こし	0.486	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	22_SEBT	0.486	<0.01
5_ペグボード(手)	11_QJT	0.483	<0.01
17_最速腕立て伏せ	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.483	<0.01
16_反復横跳び	18_上体起こし	0.482	<0.01
18_上体起こし	21_長座体前屈	0.480	<0.01
18_上体起こし	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.480	<0.01
21_長座体前屈	22_SEBT	0.480	<0.01
12_縄跳び(あや跳び)	26_バック走	-0.479	<0.01
16_反復横跳び	17_最速腕立て伏せ	0.474	<0.01
14_立幅跳び	26_バック走	-0.473	<0.01
13_垂直跳(制限)	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.466	<0.01
4_水晶玉	20_握力	-0.465	<0.01
16_反復横跳び	22_SEBT	0.463	<0.01
17_最速腕立て伏せ	25_20m走	-0.462	<0.01
30_サッカー(シュート)	33_バスケットボール(ドリブル)	0.462	<0.01
16_反復横跳び	35_バレーボール(アンダーハンドパス)	-0.461	<0.01
32_サッカー(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.461	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.460	<0.01
17_最速腕立て伏せ	20_握力	0.459	<0.01
11_QJT	22_SEBT	0.458	<0.01
11_QJT	26_バック走	-0.458	<0.01
15_腿上げ(テンポ)	36_バレーボール(サーブ)Short	0.457	<0.01
7_けん玉	26_バック走	-0.455	<0.01
11_QJT	19_背筋力	0.455	<0.01
13_垂直跳(制限)	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.454	<0.01
4_水晶玉	36_バレーボール(サーブ)Long	0.453	<0.01
22_SEBT	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.451	<0.01
4_水晶玉	22_SEBT	-0.449	<0.01
12_縄跳び(二重跳び)	15_腿上げ(最速)	0.449	<0.01
15_腿上げ(最速)	16_反復横跳び	0.447	<0.01
29_野球(投球)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.441	<0.01
19_背筋力	26_バック走	-0.440	<0.01

0.5 > R ≥ 0.4

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)
12_縄跳び(二重跳び)	14_立幅跳び	0.439	<0.01
22_SEBT	32_サッカー(ドリブル)	-0.437	<0.01
11_QJT	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.436	<0.01
12_縄跳び(あや跳び)	29_野球(投球)	-0.436	<0.01
7_けん玉	16_反復横跳び	0.434	<0.01
9_ジャグリング2	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.434	<0.01
21_長座体前屈	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.434	<0.01
11_QJT	17_最速腕立て伏せ	0.431	<0.01
18_上体起こし	31_サッカー(リフティング)	0.431	<0.01
30_サッカー(シュート)	31_サッカー(リフティング)	-0.431	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	18_上体起こし	0.430	<0.01
15_腿上げ(最速)	33_バスケットボール(ドリブル)	-0.430	<0.01
12_縄跳び(後ろ跳び)	12_縄跳び(二重跳び)	0.429	<0.01
20_握力	36_バレーボール(サーブ)Short	-0.429	<0.01
14_立幅跳び	35_バレーボール(アンダーハンドパス)	-0.427	<0.01
4_水晶玉	13_垂直跳(制限無し)	-0.426	<0.01
4_水晶玉	15_腿上げ(テンポ)	0.421	<0.01
9_ジャグリング2	32_サッカー(ドリブル)	-0.421	<0.01
13_垂直跳(制限)	32_サッカー(ドリブル)	-0.421	<0.01
14_立幅跳び	16_反復横跳び	0.420	<0.01
17_最速腕立て伏せ	32_サッカー(ドリブル)	-0.420	<0.01
14_立幅跳び	19_背筋力	0.418	<0.01
11_QJT	29_野球(投球)	-0.416	<0.01
16_反復横跳び	36_バレーボール(サーブ)Long	-0.416	<0.01
8_シガーボックス	22_SEBT	0.415	<0.01
4_水晶玉	13_垂直跳(制限)	-0.414	<0.01
16_反復横跳び	25_20m走	-0.412	<0.01
16_反復横跳び	21_長座体前屈	0.411	<0.01
8_シガーボックス	11_QJT	0.410	<0.01
20_握力	22_SEBT	0.410	<0.01
35_バレーボール(アンダーハンドパス)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.409	<0.01
18_上体起こし	25_20m走	-0.408	<0.01
6_手足協調運動	10_閉眼片足立ち	0.407	<0.01
12_縄跳び(後ろ跳び)	26_バック走	-0.407	<0.01
27_サイドステップ	36_バレーボール(サーブ)Long	0.405	<0.01
11_QJT	25_20m走	-0.403	<0.01
36_バレーボール(サーブ)Short	36_バレーボール(サーブ)Long	0.402	<0.01
4_水晶玉	33_バスケットボール(ドリブル)	0.401	<0.01
12_縄跳び(二重跳び)	18_上体起こし	0.401	<0.01
9_ジャグリング2	36_バレーボール(サーブ)Short	-0.400	<0.01

3-3. 競技特異的課題間の相関

次に本研究目的の一つである、複数の異なる競技間における競技特異的スキルの関連性の検証のため、本研究で実施した課題中、バスケットボール、ゴルフ、野球、サッカー、バレーボールの5種類のスポーツにおけるスポーツ特異的スキルに類似した課題12種類の組み合わせの中から、相関係数 $R \geq 0.4$ もしくは $R \leq -0.4$ の組み合わせを抽出し Table. 1. に示す。抽出された組み合わせは、同競技間のスキルの組み合わせが5つ、異競技間のスキルの組み合わせが6つとなった。

Table. 1.

変数A	変数B	相関係数	有意確率(p)	競技
32_サッカー(ドリブル)	33_バスケットボール(ドリブル)	0.699	<0.01	異競技
31_サッカー(リフティング)	32_サッカー(ドリブル)	-0.642	<0.01	
33_バスケットボール(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Short	0.555	<0.01	異競技
30_サッカー(シュート)	32_サッカー(ドリブル)	0.540	<0.01	
33_バスケットボール(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.507	<0.01	異競技
30_サッカー(シュート)	33_バスケットボール(ドリブル)	0.462	<0.01	異競技
32_サッカー(ドリブル)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.461	<0.01	異競技
29_野球(投球)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.441	<0.01	異競技
30_サッカー(シュート)	31_サッカー(リフティング)	-0.431	<0.01	
35_バレーボール(アンダーハンドパス)	36_バレーボール(サーブ)Long	0.409	<0.01	
36_バレーボール(サーブ)Short	36_バレーボール(サーブ)Long	0.402	<0.01	

3-4. 相関性の高い競技特異的課題の組み合わせと関連性のある基礎運動課題

異競技間の競技特異的課題の組み合わせの中で相関係数 $R \geq 0.4$ もしくは $R \leq -0.4$ を示したそれぞれの組み合わせにおいて、組み合わせの両方の変数と相関係数 $R \geq 0.4$ もしくは $R \leq -0.4$ を示した基礎運動課題を Table. 2. から Table. 98. に記す。またそれぞれの Table における各組み合わせの散布図も示す。なお、既出の散布図と重複するものに関しては以降は省略する。

Table. 2.

r = 0.699 (p < 0.01)	32_サッカー(ドリブル)		33_バスケットボール(ドリブル)	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
26_バック走	0.656	<0.01	0.686	<0.01
18_上体起こし	-0.605	<0.01	-0.503	<0.01
27_サイドステップ	0.538	<0.01	0.583	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	-0.511	<0.01	-0.615	<0.01
16_反復横跳び	-0.493	<0.01	-0.493	<0.01
13_垂直跳(制限)	-0.421	<0.01	-0.454	<0.01
9_ジャグリング2	-0.421	<0.01	-0.434	<0.01

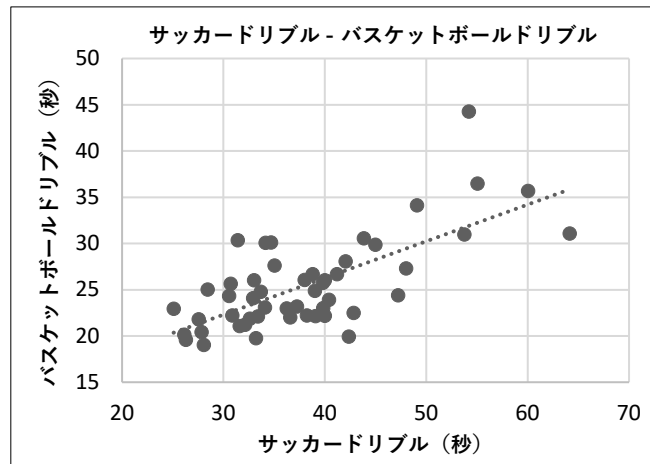


Fig. 92.

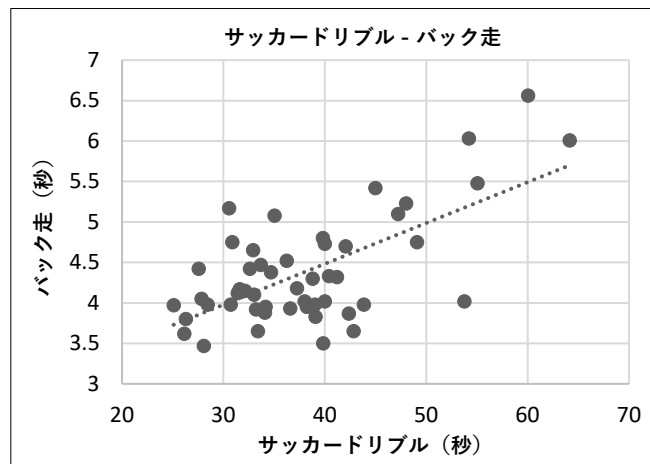


Fig. 93.

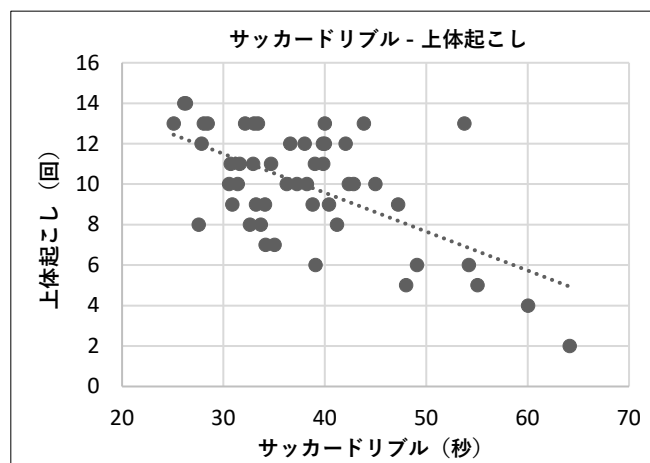


Fig. 94.

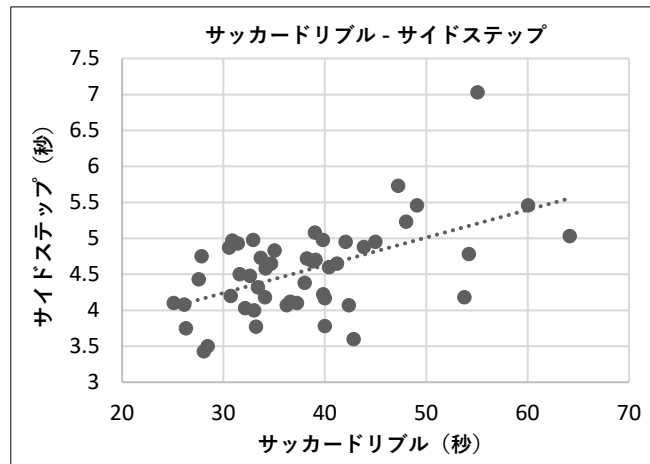


Fig. 95.

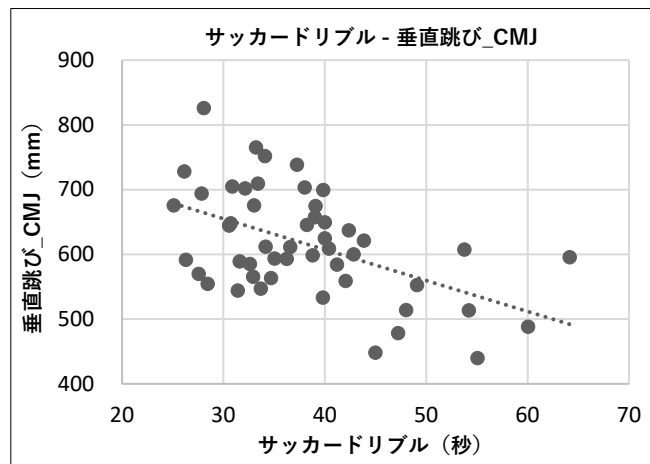


Fig. 96.

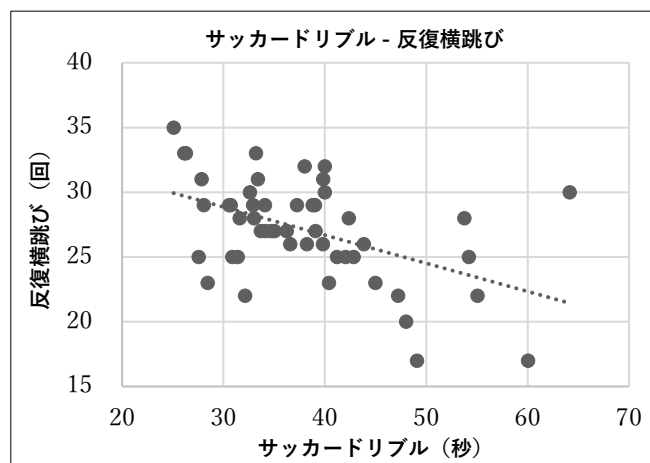


Fig. 97.

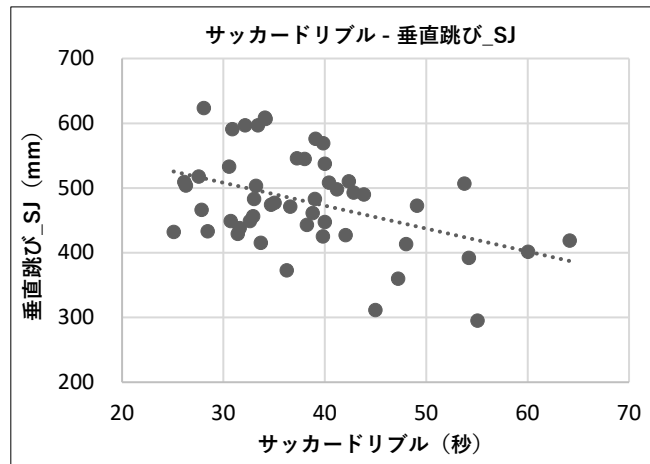


Fig. 98.

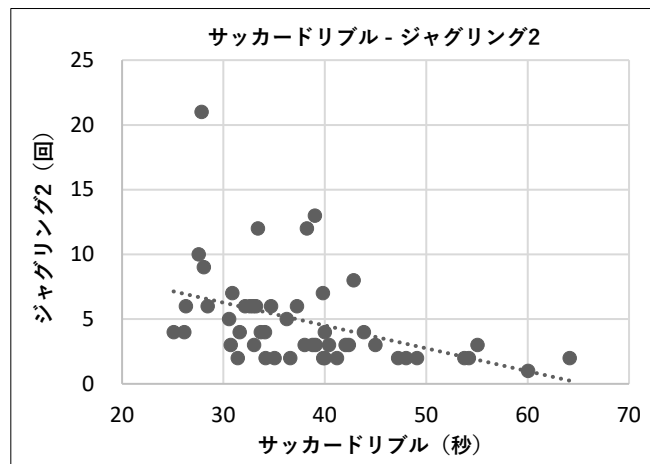


Fig. 99.

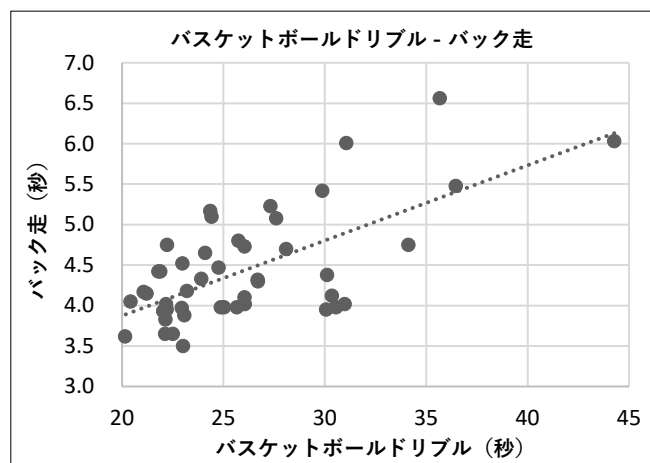


Fig. 100.

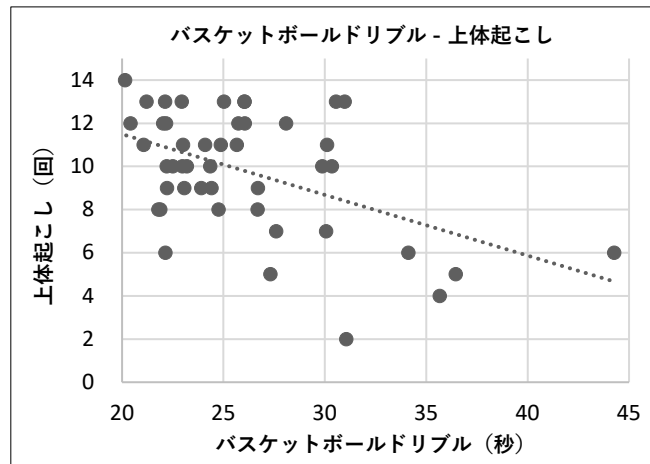


Fig. 101.

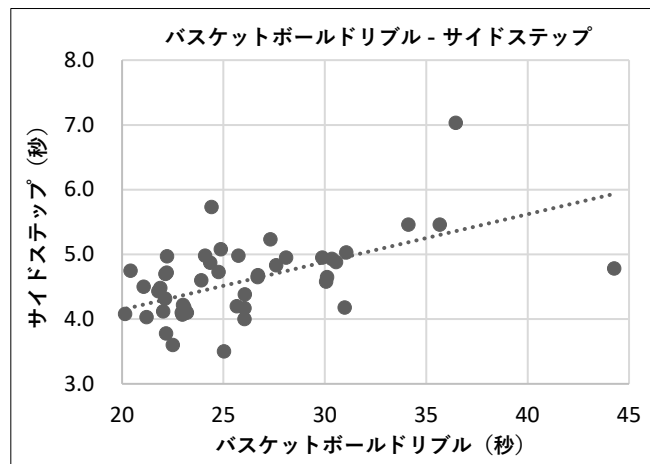


Fig. 102.

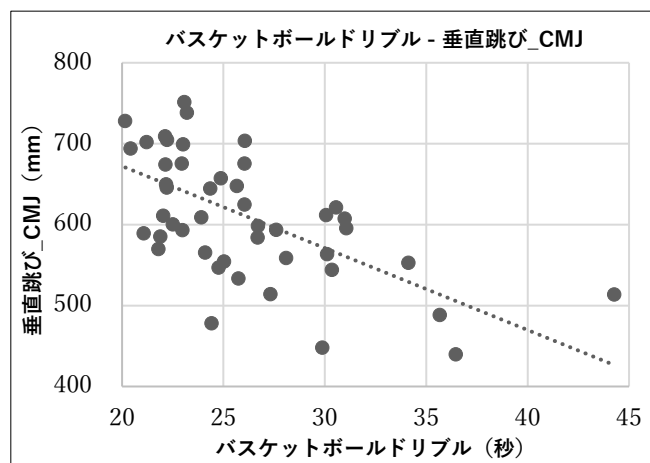


Fig. 103.

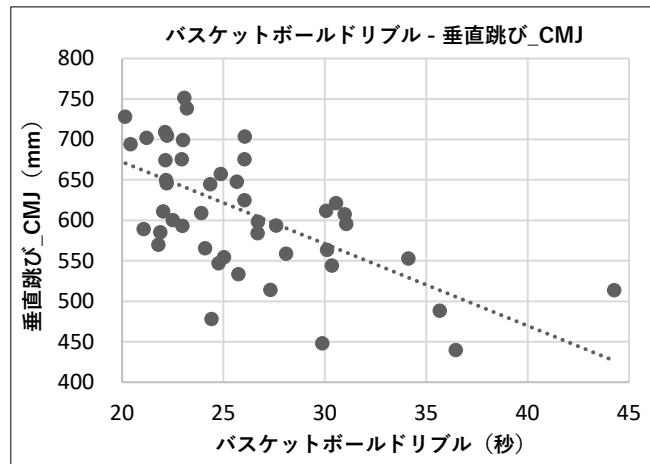


Fig. 104.

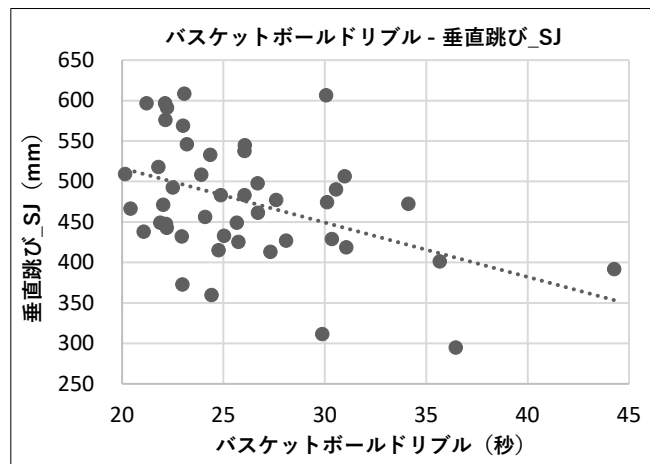


Fig. 105.

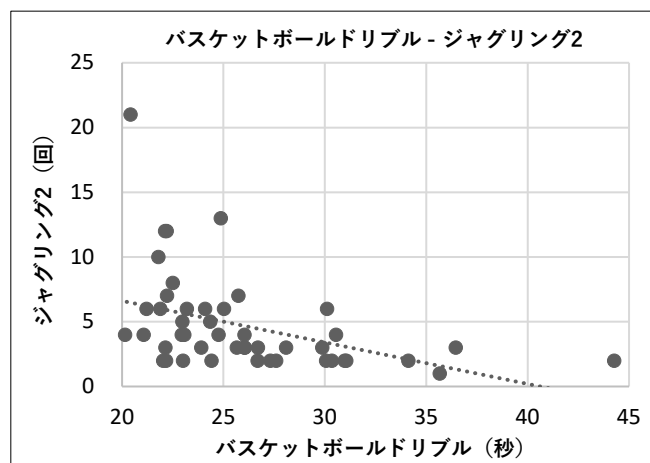


Fig. 106.

Table. 3.

r = 0.555 (p < 0.01)	33_バスケットボール(ドリブル)		36_バレーボール(サーブ)Short	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
26_バック走	0.686	<0.01	0.513	<0.01
15_腿上げ(テンポ)	0.549	<0.01	0.457	<0.01
9_ジャグリング2	-0.434	<0.01	-0.400	<0.01
4_水晶玉回し	0.401	<0.01	0.495	<0.01

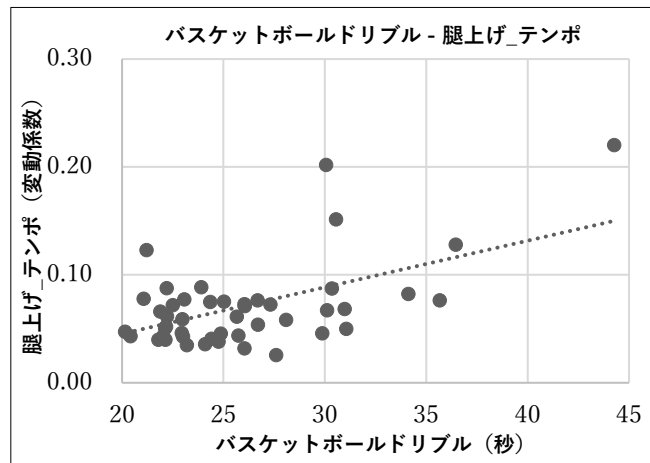


Fig. 107.

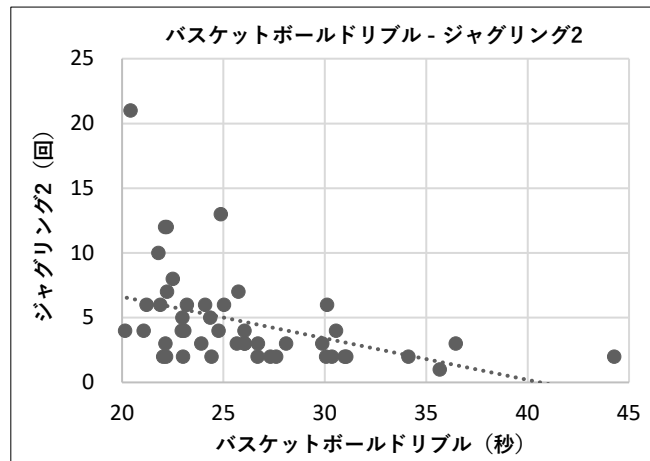


Fig. 108.

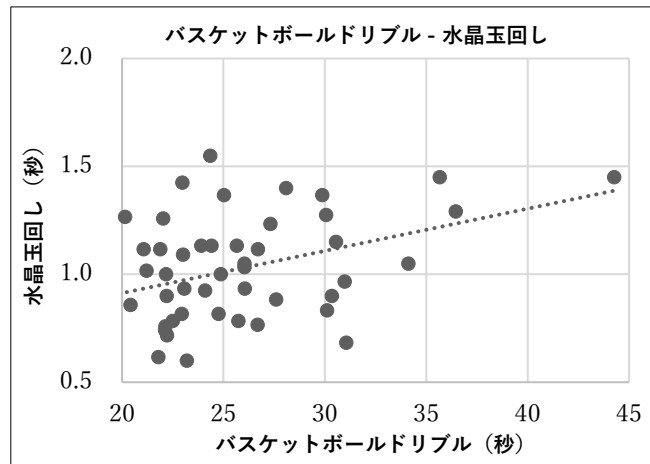


Fig. 109.

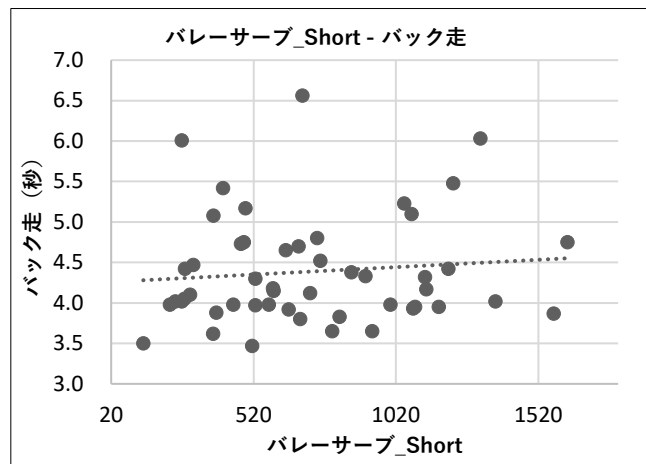


Fig. 110.

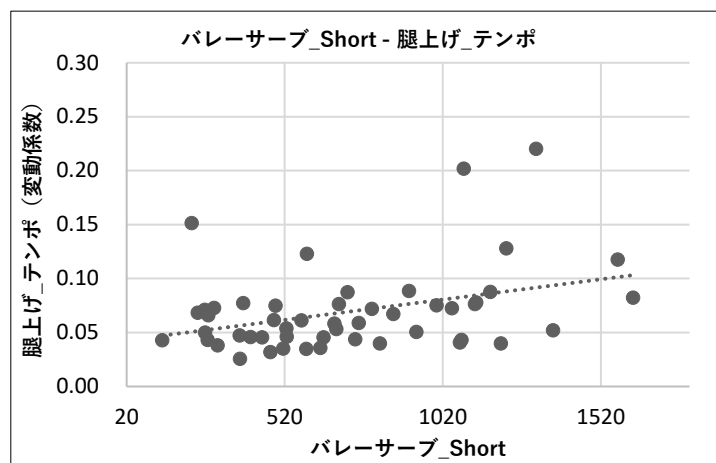


Fig. 111.

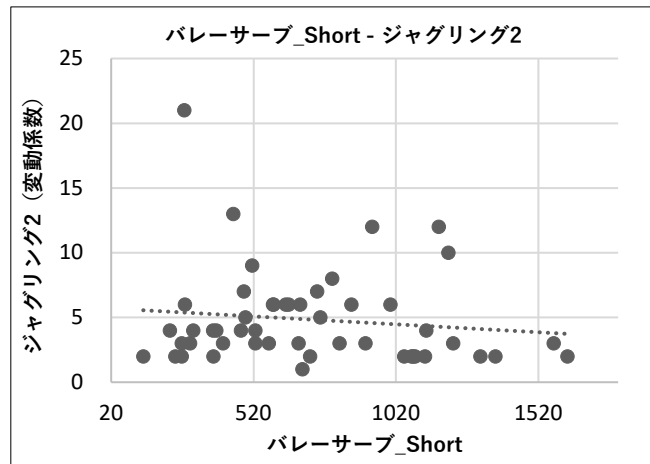


Fig. 112.

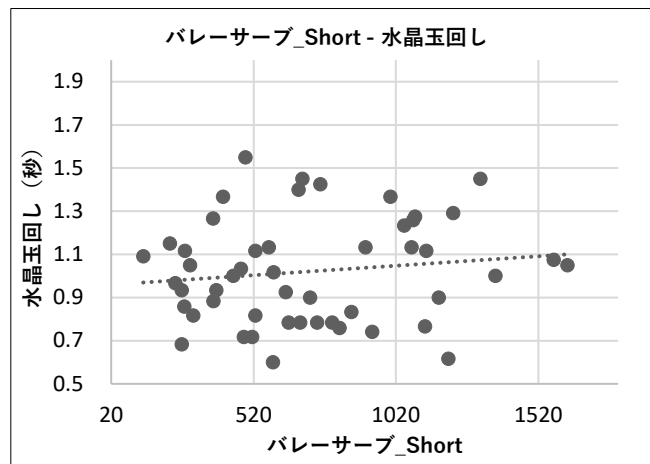


Fig. 113.

Table. 4.

	33_バスケットボール(ドリブル)		36_バレーボール(サーブ)Long	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
26_バック走	0.686	<0.01	0.572	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	-0.615	<0.01	-0.460	<0.01
27_サイドステップ	0.583	<0.01	0.405	<0.01
18_上体起こし	-0.503	<0.01	-0.480	<0.01
16_反復横跳び	-0.493	<0.01	-0.416	<0.01
13_垂直跳(制限)	-0.454	<0.01	-0.466	<0.01
11_QJT	-0.436	<0.01	-0.540	<0.01
4_水晶玉回し	0.401	<0.01	0.453	<0.01

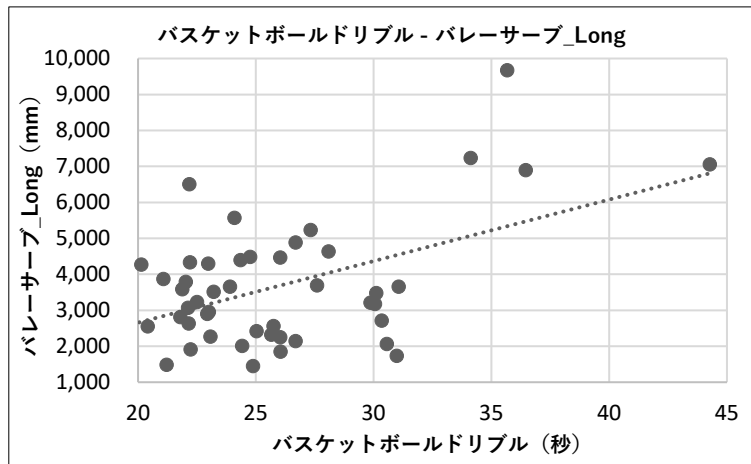


Fig. 114.

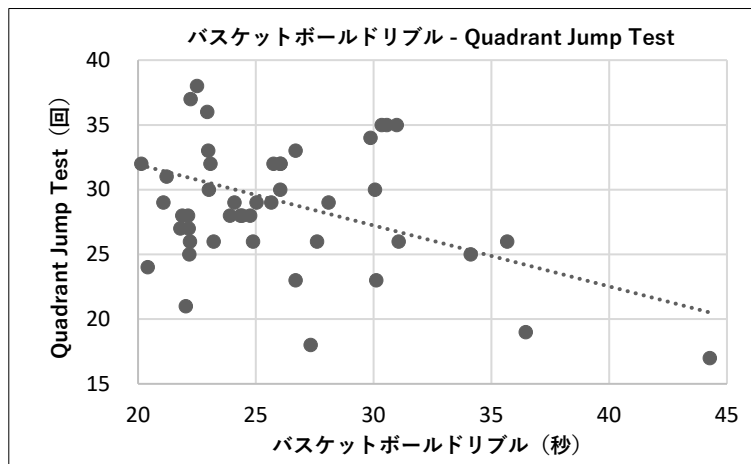


Fig. 115.

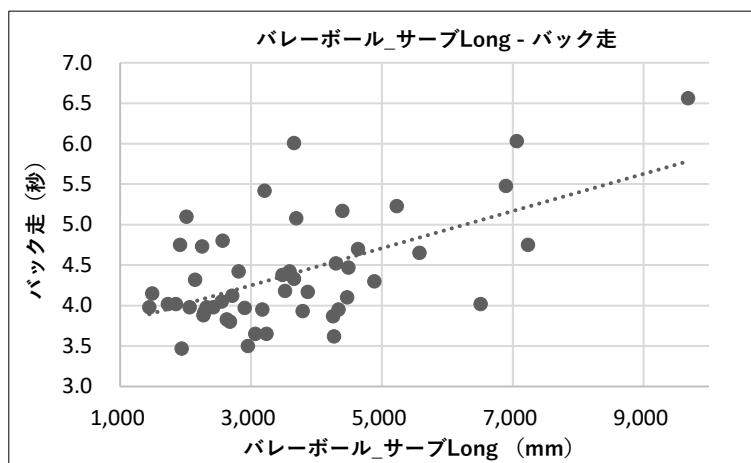


Fig. 116.

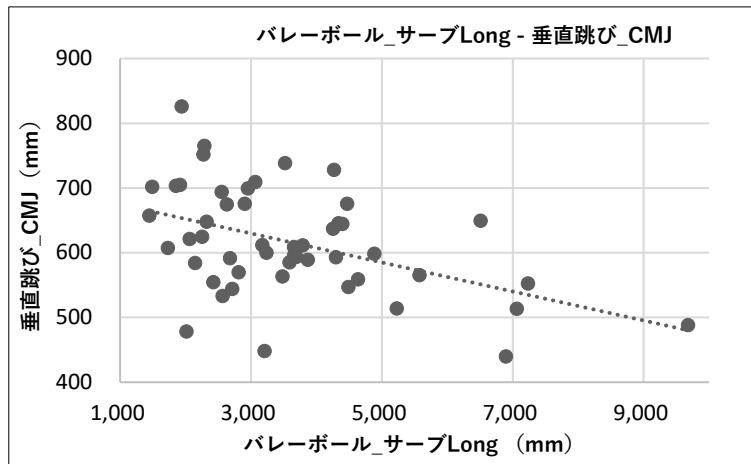


Fig. 117.

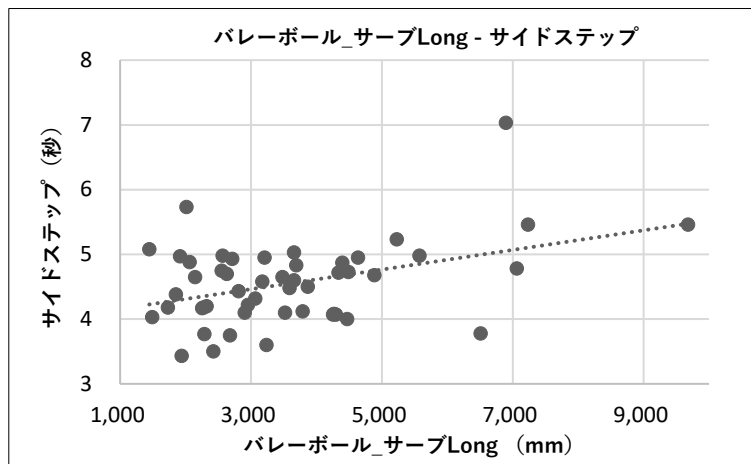


Fig. 118.

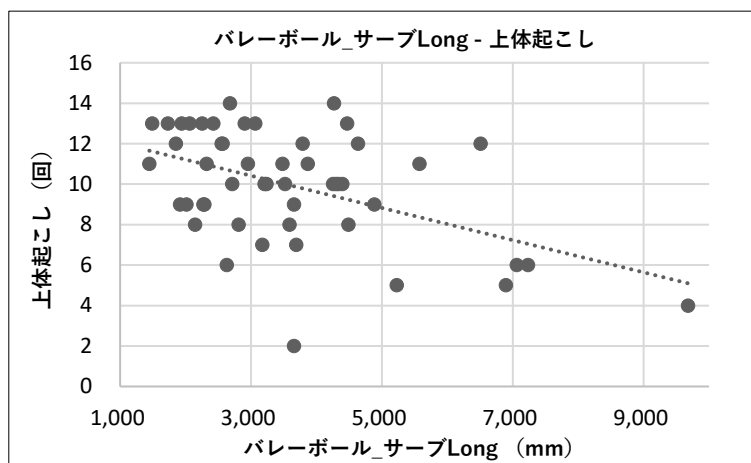


Fig. 119.

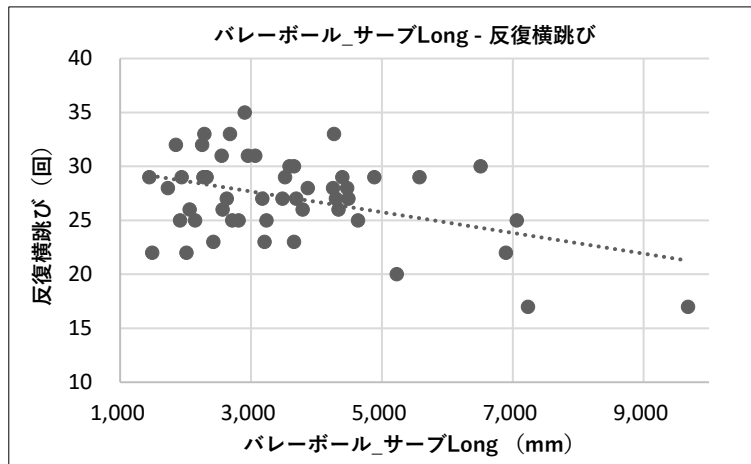


Fig. 120.

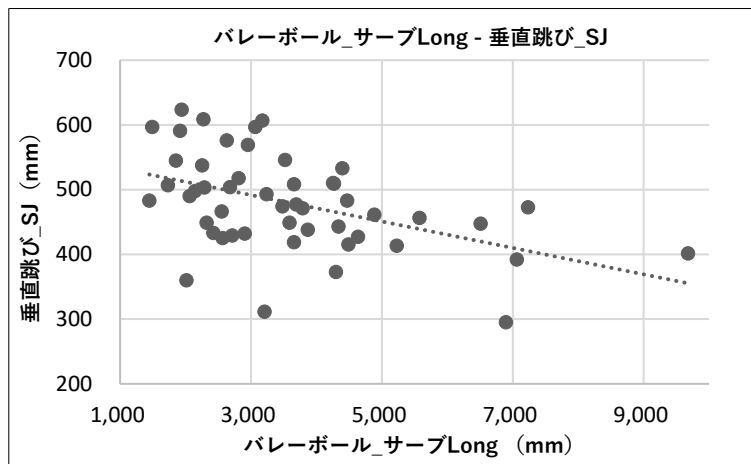


Fig. 121.

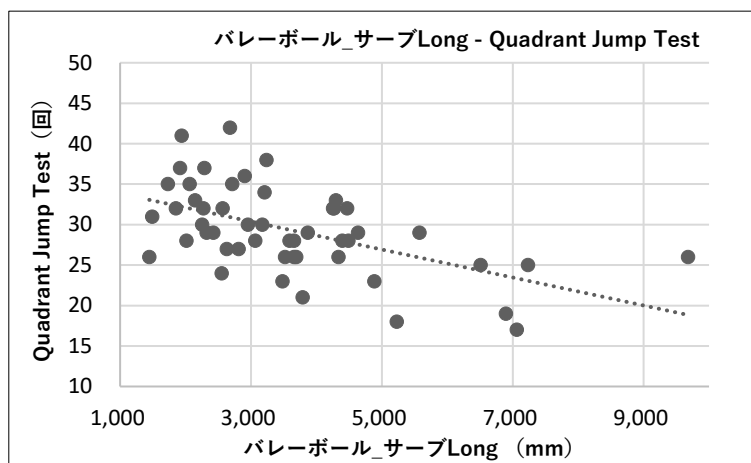


Fig. 122.

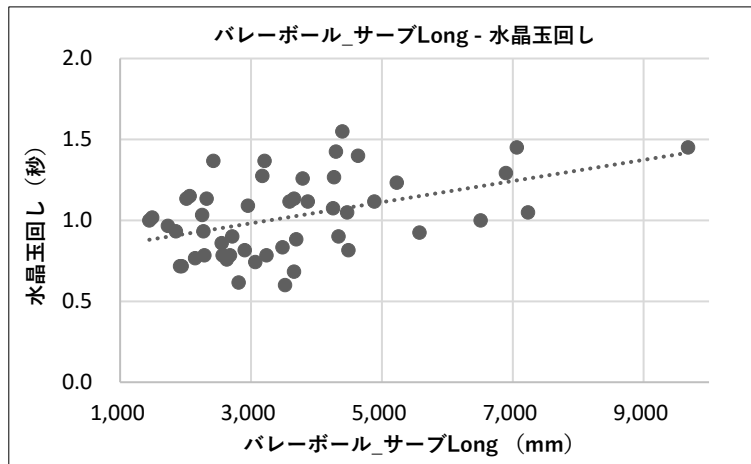


Fig. 123.

Table. 5.

	30_サッカー(シュート)		33_バスケットボール(ドリブル)	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
26_バック走	0.379	<0.01	0.686	<0.01
18_上体起こし	-0.368	<0.01	-0.503	<0.01
15_腿上げ(テンポ)	0.365	<0.01	0.549	<0.01
16_反復横跳び	-0.306	<0.01	-0.493	<0.01

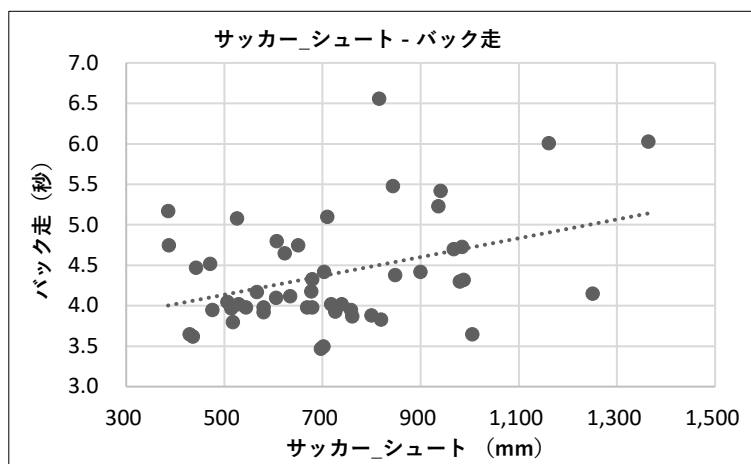


Fig. 124.

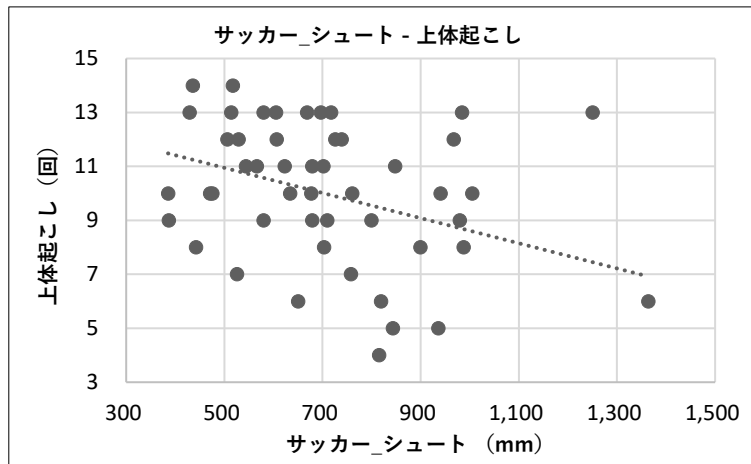


Fig. 125.

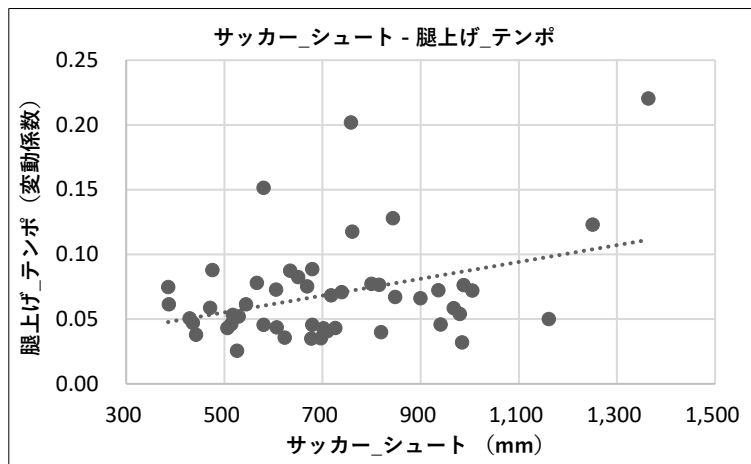


Fig. 126.

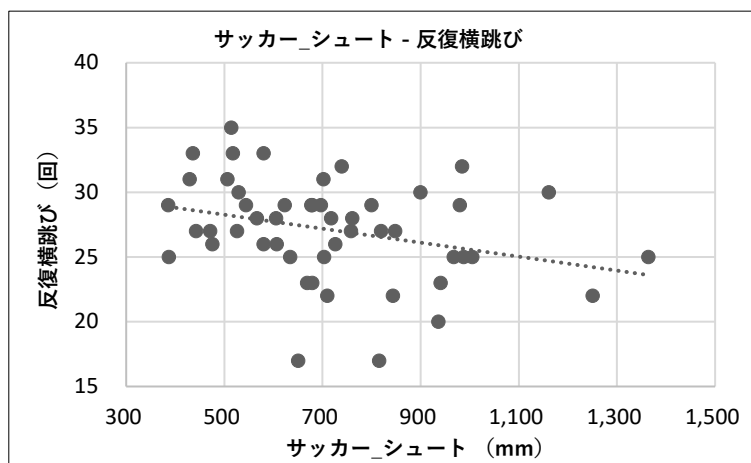


Fig. 127.

Table. 6.

r = 0.461 (p < 0.01)	32_サッカー(ドリブル)		36_バレーボール(サーブ)Long	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
26_バック走	0.656	<0.01	0.572	<0.01
18_上体起こし	-0.605	<0.01	-0.480	<0.01
27_サイドステップ	0.538	<0.01	0.405	<0.01
13_垂直跳(制限無し)	-0.511	<0.01	-0.460	<0.01
16_反復横跳び	-0.493	<0.01	-0.416	<0.01
22_SEBT	-0.437	<0.01	-0.451	<0.01
13_垂直跳(制限)	-0.421	<0.01	-0.466	<0.01
17_最速腕立て伏せ	-0.420	<0.01	-0.483	<0.01

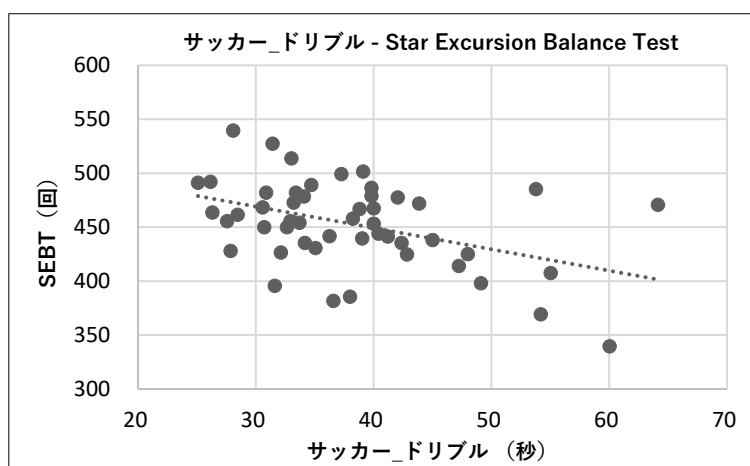


Fig. 128.

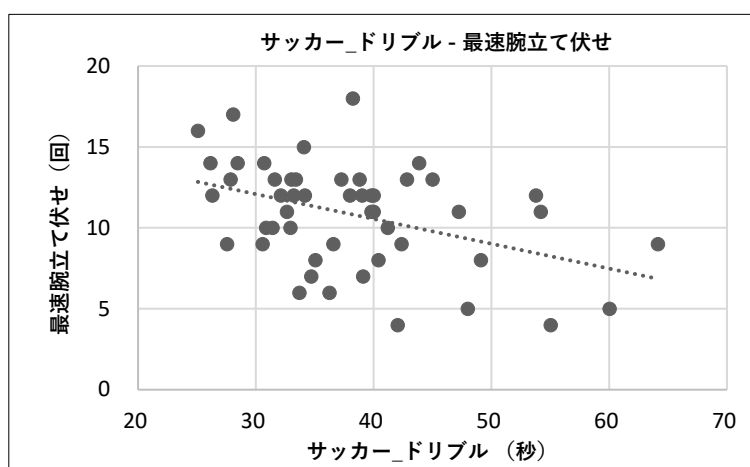


Fig. 129.

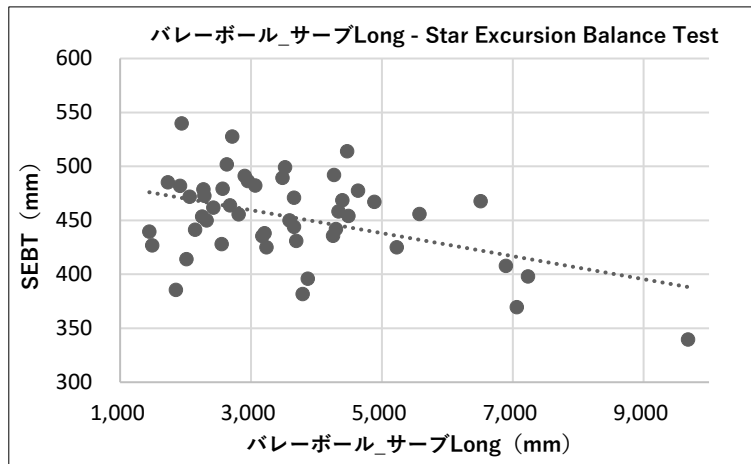


Fig. 130.

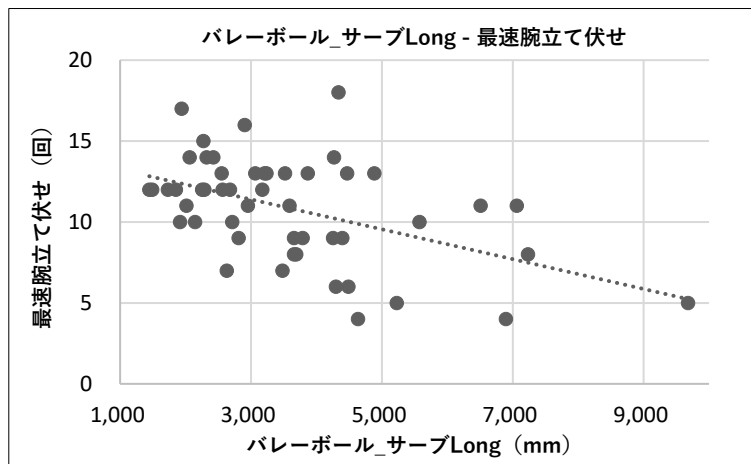


Fig. 131.

Table. 7.

	29_野球(投球)		36_バレーボール(サーブ)Long	
	相関係数(r)	有意確率(p)	相関係数(r)	有意確率(p)
4_水晶玉回し	0.515	<0.01	0.453	<0.01
11_QJT	-0.416	<0.01	-0.540	<0.01

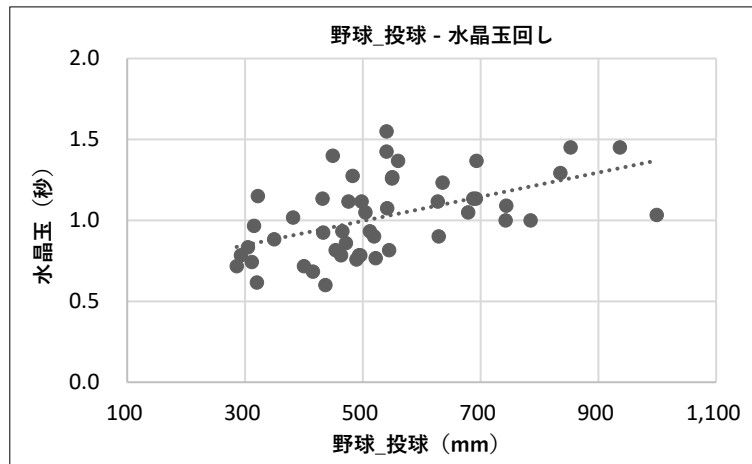


Fig. 132.

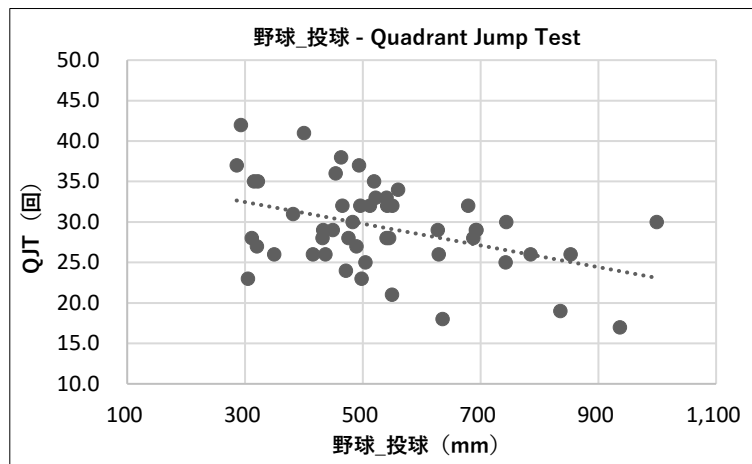


Fig. 133.

第4章 考察

4-1. 相関性の高い競技特異的課題および共通する基礎運動課題

本研究では先行研究 (Akoglu, 2018; Dancey et al., 2007) に従い、相関係数 $r = 1$ (完全な相関), $|r| \geq 0.7$ (強い相関), $|r| \geq 0.4$ (中程度の相関), $|r| < 0.1$ (弱い相関), $r = 0$ (相関無し) とし, 異競技間のスキルの組み合わせの中で相関係数 $r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$ の組み合わせ 6 つそれぞれにおける考察を行う。また, それぞれの組み合わせの両課題に対して相関係数 $r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$ を示した基礎運動課題も集約し, Table. 2. から Table. 98. に示す。

4-1-1. 32_サッカードリブル - 33_バスケットボールドリブル

6 つの中で最も相関係数の高かったものは, 32_サッカードリブルと 33_バスケットボールドリブルであった ($r = 0.699$, $p < 0.01$)。ボールをコントロールしながら走行するという点においては共通するものの, ボールを手で扱うか足で扱うかという相違点がある中で, これら 2 課題が高い相関を示した。これら 2 課題がともに高い相関係数 ($r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$) を示した基礎運動課題としては, 26_バック走, 18_上体起こし, 27_サイドステップ, 13_垂直跳び(制限無し), 16_反復横跳び, 13_垂直跳び(制限), 9_ジャグリング 2 の 7 課題であった。なお, 26_バック走と 27_サイドステップにおいては所要タイムが記録として採用されたため, 正相関はこれらの課題において記録が優れていれば両ドリブル課題の記録が優れていたことを表し, 成功回数や距離が記録として採用された他課題においてはこれの逆を表す (Table. 2.)。

7 課題中最も相関の高かったバック走は, 32_サッカードリブルに対して $r = 0.656$ ($p < 0.01$), 33_バスケットボールドリブルに対して $r = 0.686$ ($p < 0.01$) と双方に高い相関係数を示した。バック走に関する先行研究で Mehdizadeh らはバック走と通常走行時それぞれにおける角変位パターンを解析し, バック走は通常走行と比較して, 各ストライド間における角変位パターンの変動が大きいことを明らかにしている

(Mehdizadeh et al., 2015)。Mehdizadeh らは, バック走は通常走行よりも運動に動員される関節可動域の自由度が高く, そのため動作制御により大きな筋出力の調整が必要な可能性がある」と結論付けている。Mehdizadeh らの仮説が正しければ, サッカードリブルとバスケットボールドリブル両課題における, 走りながらもボールをコントロー

ルし続けなくてはならないという特徴と、バック走において好記録を示した、つまり動作制御のための筋出力の調整が巧みであることが、両競技特異的課題における重要な運動要素であった可能性が示唆される。直線的な走行速度を測る課題としては25_20m走も行われたが、32_サッカードリブルに対して $r = -0.386$ ($p < 0.01$)、33_バスケットボールドリブルに対して $r = -0.571$ ($p < 0.01$) とバック走と比較すると低値を示したことから、両課題においては単純な走速度だけでなく、動作制御の巧みさが重要である可能性がある。

上体起こし、サイドステップ、垂直跳び(制限無し)の3課題も相関係数 $r \geq 0.6$ もしくは $r \geq 0.5$ を示した。動作様式から体幹部筋力の指標と考えられる上体起こし(石崎ら, 2000)に関して、体幹部筋力とバスケットボールあるいはサッカーのドリブルパフォーマンスとの直接的な関連性を示す先行研究はないものの、体幹部筋力トレーニングがバランス能力の指標として用いられる重心動揺の改善に効果があることが明らかにされており(Martins et al., 2019)、さらに近年の研究によってバランス能力の向上は、本課題と類似した、ドリブルでコースを走行するタイムを測定するという形式で実施されたバスケットボールドリブル(Hamdan et al., 2023)とサッカードリブル(Gidu et al., 2022)のタイムの改善に貢献することが先行研究により示されている。

次いで両ドリブル課題と高い相関を示した課題は27_サイドステップであった。Islamらの研究において、サッカードリブルテスト(Mor-Christian Dribbling Test)のパフォーマンスは20m直線走だけでなく、横方向への移動を伴う非直線走(Illinois Agility Test)との重回帰係数によってより正確に説明できることを明らかにしている(Islam et al., 2020)。Illinois Agility Testにおいて本研究の27_サイドステップほどの連続した横移動動作はおそらく生じないものの、正面方向への直線的走速度以外の走行能力がドリブルにおいては重要であることが考えられる。また、16_反復横跳びは、27_サイドステップ同様の横方向への移動動作であるが、比較的には両ドリブル課題に対する相関は低値を示した($r = -0.493$)。これらのことから、本課題で実施した様式のドリブルにおいては、正面以外の方向への走行能力が重要であり、その運動様式としては素早い繰り返し能力よりもスピードに乗った状態での走行能力が重要である可能性が示された。

13_垂直跳びにおいては、制限無し条件と、制限条件の両方が相関係数 $r \leq -0.4$ であったが、制限無し条件($r = -0.511, -0.615$)が制限条件($r = -0.421, -0.454$)と比較して高い相関を示した。本研究では、制限無し条件(以下CMJとする)、つまり腕振

りと反動を許可した条件と、制限条件（以下RSJとする）、つまり腕振りと反動を禁止した条件の2種類の垂直跳びを行ったが、実験参加者50名の各条件において平均値、中央値ともに制限無し条件の方が記録が高く（Fig. 152, 153.），これは同様の2種類の垂直跳びを比較した先行研究における結果と一致する（Lees et al., 2004; Hara et al., 2006）. CMJと、反動のみを制限したRSJ、つまり通常のスクワットジャンプ（以下SJとする）と直線スピード走（10m走, 30m走）とアジリティ走（Zigzag Agility Test）の関連性を検証した研究（Koklu et al., 2015）において、CMJとSJの両方も、直線スピード走よりもアジリティ走に対して高い相関を示している。この先行研究結果から、CMJとSJは方向転換を伴う走動作に対してより高い相関を示すことが示唆されるため、方向転換箇所が多数ある本研究の両ドリブル課題と高い相関が示されたことと一致すると考えられる。また、Leesらは前述の研究内で、腕振りによる重心の上方への引き上げが腕振りありの垂直跳びにおけるより高いジャンプ高に貢献した可能性が高いと結論付けている。踏切時の下肢伸展による重心の上方移動と腕振りのタイミングをうまく一致させることが、腕振りありの垂直跳びの重要な要素であると考えられるが、この全身をうまく協調させるという能力が、両ドリブル課題において優位に働いた可能性がある。

反復横跳びに関しては、先行研究により反復横跳びの動作速度が上昇するにしたがって腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腰部多裂筋などの体幹筋群の筋活動が増加することが明らかにされており（橋本ら., 2017），この要因として、反復横跳びによって生じる左右の重心動揺に対する荷重応答のためではないかと考察されている。サッカーとバスケットボールの両ドリブル課題において、体幹筋力やバランス能力の影響を受けることは前述の通りであり、反復横跳びがこれら両課題に共通して相関を示した要因も同様であると考えられる。

最後に、7つの基礎運動能力の中では両ドリブル課題に対する相関が最も低かった9_ジャグリング2であるが、ボールジャグリングにおいてボールを巧みに行うためには微細な力調節をするための固有受容感覚や触覚が重要であると考えられており（Garcia et al., 2013），またジャグリングの熟練者は中級者と比較してジャグリング中の重心動揺速度と重心動揺振幅という、どちらもバランス能力の指標として用いられる測度が小さいことが先行研究により明らかにされている（Rodrigues et al., 2016）。両ドリブル課題中、サッカードリブルは足でボールを扱うというジャグリングとの相違点はあるものの、ボールを巧みに扱う能力が両ドリブル課題に反映された可能性が考えられる。また、前述の通りドリブルにはバランス能力が重要であるとされているが、ジャグ

リングにおいても重心動揺というバランス指標との関連性が認められていることから、両ドリブル課題とジャグリングにはバランス能力という共通能力が存在することが示唆された。

4-1-2. 33_バスケットボールドリブル - 36_バレーボールサーブ Short

次いで高い相関を示した競技特異的能力の組み合わせは、33_バスケットボールドリブルと36_バレーボールサーブ(Short)であった ($r = 0.555$, $p < 0.01$)。これら2課題がともに高い相関係数 ($r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$) を示した基礎運動課題としては、26_バック走、15_腿上げ(テンポ)、9_ジャグリング2、4_水晶玉回しの4課題であった。

全身の動作制御能力が重要であると考えられるバック走 (Mehdizadeh et al., 2015) は本研究ドリブル課題2種類に加えて、走動作を含まない課題であるバレーボールサーブ2条件(Short及びLong)に対しても相関関係が認められた。バック走と異なり、20m走はバレーボールサーブ2条件と弱い相関 (Short : $r = 0.322$, $p < 0.05$, Long : $r = 0.353$, $p < 0.05$) を示したため、バック走の運動要素としては単純な走速度に加えて走動作以外の動作と共通する全身の動作制御能力が含まれる可能性が強化されたと考えられる。

次いで相関の高かった課題が15_腿上げ(テンポ)である。腿上げは瞬発力の指標とすることを目的とし、5秒間で可能な限り多く腿上げを行う(最速)条件と、全身のリズム能力の指標とすることを目的とし、自由な一定のテンポで腿上げを行う(テンポ)条件を実施した。バスケットボールドリブルとの関連性に関して、先行研究においてバスケットボールの熟練者と未熟練者において、一定のテンポ(700msec.)でドリブルを行うという教示下でのドリブル課題で両者のドリブルの一定性に有意な差はなかったことが明らかにされている (Katsuhara et al., 2010)。この先行研究と本研究におけるバスケットボールドリブル課題の相違点は、先行研究でのドリブル課題がその場でドリブルを同じ場所に着く課題であったのに対し、本課題ではドリブルでコースを速くクリアするという条件であった。移動を伴うようなより複雑なドリブルにおいてはリズム化能力の影響が大きくなるという可能性も考えられるが、これについては今後のさらなる調査によって、バスケットボールドリブルとリズム化能力の関連性を解明する必要がある。例えば、その場でのドリブル、直線的な移動を伴うドリブル、非直線的な移動を伴うドリブルなど複数のドリブル課題と、本研究で用いたようなテンポ指タッピングやテンポ腿上げなどの動員される身体部位が異なるリズム化能力課題、またリズムにおいても自分で一定

のリズムを生成する能力、外部リズムに合わせる能力など、複数のリズム化能力課題を用いて相関研究や比較研究を行い、バスケットボールドリブルにリズム化能力は影響するのか、また影響する場合はどのようなドリブル様式によってどのようなリズム化能力が求められるのかを明らかにする研究が必要である。バレーボールサーブとリズム能力の関連性に関する先行研究は筆者の知る限り存在しないが、ジャンプサーブの解析を行った文献において、ジャンプサーブにおいては打球をおこなうのと同側の手でトスを上げることでリズムをとりやすくなる可能性があると述べられており (Alexander 2009)、ジャンプサーブにはリズム要素が重要であると考えられている。本課題で実施したサーブはジャンプを行わないサーブであったため、ボールの落下のタイミングに合わせて助走やジャンプをする必要のあるジャンプサーブに比べるとリズムを取る必要のある動作数が少ないが、ボールをトスした後に落下のタイミングに合わせて腕を振りヒッティングを行うという動作においてはリズム能力が必要となる可能性がある。

3 番目に相関の高かったジャグリングは前項 4-1-1 で述べた通り、バランス能力が運動要素の一つであることが示されているが、バレーボールサーブに関しても、先行研究により 6 週間の体幹トレーニングによる介入がバランス能力とバレーボールサーブの速度と精度 (Russel-Lange volleyball service test) を向上させることが明らかにされている (Yapici et al., 2019)。バレーボールサーブもバスケットボールドリブル同様、ジャグリング課題とバランス能力という共通の運動能力要素を含んでいた可能性が示唆された。

4 課題の中で最も相関の低かった課題は 4_水晶玉回しであった。本課題は複数の先行研究において 5 本の手指を適切なタイミングで協調させながら動かす能力を反映する運動として用いられている (Kawashima, 1998; Matsumura et al., 2004; Uehara et al., 2011; Mizuguchi et al., 2021)。本研究において、多くの球技競技でボールもしくはラケットやバットなどのボールに接触する道具の操作は手や指で行われることから、手指の巧緻性の指標として水晶玉回しを用いた。バスケットボールドリブルと手指の巧緻性の関連性を示す先行研究として、本研究と対象年齢は異なるものの、Akila が行った 7~9 歳の児童を対象に筆記体の練習とバスケットボールドリブルによる手指の巧緻性試験 (O' Conner' s tweezers dexterity board) の改善を検証する介入研究がある (Akila, 2016)。この研究では、筆記体の練習単体よりも筆記体の練習とバスケットボールドリブルを組み合わせ実施した方が巧緻性試験の改善率が高いことが明らかにされており、バスケットボールドリブルと手指の巧緻性の関連性を示す先行研究である。また、本研究内のサッカーとバスケットボール両ドリブル課題のうち、手でボールを扱うバスケット

トボールドリブルにおいては中程度の相関を示した ($r = 0.401$, $p < 0.01$) が、足でボールを扱うサッカードリブルに関しては弱い相関を示した ($r = 0.249$, $p > 0.05$) ことから、バスケットボールドリブルにおいては手指の巧緻性が運動要素の一つである可能性が強化された。バレーボールサーブと手の巧緻性の関連性に関する先行研究は筆者の知る限り存在しないが、同様サーブという動作に関して、テニスのサーブにおいては、ボールを把持する際には第一指、第二指、第三指の微細な力調節を行いながらトスを上げることが推奨されている (Matsuzaki 2004)。バレーボールサーブのトス局面においてはボールサイズがテニスボールよりもはるかに大きいため、ボールを把持するというよりは掌上に乗せるような動作になるが、トスリリースの際に打ちやすい場所に上げ、また不本意な回転をボールに与えないようにするためには手指の巧緻性が影響する可能性はあると考えられる。

4-1-3. 33_バスケットボールドリブル - 36_バレーボールサーブ Long

3つ目に高い相関を示した競技特異的能力の組み合わせは、33_バスケットボールドリブルと 36_バレーボールサーブ(Long)であった ($r = 0.507$, $p < 0.01$)。これら2課題がともに高い相関係数 ($r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$) を示した基礎運動課題としては、27_バック走、13_垂直跳び(制限無し)、27_サイドステップ、18_上体起こし、16_反復横跳び、13_垂直跳び(制限)、11_QJT、4_水晶玉回しであった。前項 4-1-2 で論じたバスケットボールドリブルと、バレーボールサーブ(Long)と本項のバレーボールサーブ(Short)の組み合わせ間で共通する基礎運動能力課題は 27_バック走および 4_水晶玉回しの2種目であった。バック走に関しては、前述の通り全身の動作制御能力がバスケットボールドリブルとバレーボールサーブ(Long)との相関に繋がったと考えられ、水晶玉回しに関してもトスアップやヒッティング時の手指の巧緻性はサーブ距離が長くなっても重要性は同様であると考えられる。

バレーボールサーブの Short 条件と比較して Long 条件のみにおいてバスケットボールドリブルとの組み合わせに対して $r = 0.4$ 以上の相関を示した課題は 13_垂直跳び(制限無し条件・制限条件)、27_サイドステップ、18_上体起こし、16_反復横跳び、11_QJT の5課題であった。いずれも瞬発力が求められるような課題であるため、バレーボールサーブにおいてはターゲットが近く瞬発的な力発揮がさほど重要でないと考えられる Short 条件においては相関を示さなかったのではないかと考えられる。

13_垂直跳び(CMJ 条件・RSJ 条件)に関して、バスケットボールドリブルと垂直跳びの

関連性に関しては項 4-1-1 で述べたように、方向転換走能力や全身の協調能力といった運動要素が関連した可能性があるが、バレーボールサーブ(Long)に関しては、全身の協調能力が関連していることは理に適うように思えるものの、方向転換走能力に関してはその場で行う運動動作であるため関連性は疑わしい。しかし、垂直跳び(CMJ)に関しては、Nuzzo らの研究により、スクワットの 1RM の記録と有意な相関 ($r = 0.690$, $p \leq 0.05$) を示したことが報告されていることから (Nuzzo et al., 2008), 垂直跳びは下肢筋力が重要な運動要素の一つである可能性が示される。また、Uslu らの研究により、バレーボールサーブで 6m 先のネットを超えてターゲットを狙うテストの成績とダイナモメーターを使用して測定した単回の下肢最大筋力が高い相関 ($r = 0.853$) を示したことが報告されており (Uslu et al., 2021), CMJ に関しても Isoinertial Squat Loading Test における推定 1RM と中程度の相関 ($r = 0.59$) を示した (Rodriguez et al., 2017) ことから、バレーボールサーブと垂直跳びに共通する因子は下肢最大筋力である可能性がある。バスケットボールドリブルと垂直跳びの関連性についても、Ahmed が行った研究において、体幹筋力と下肢筋力の向上のためにデザインされた筋力トレーニングプログラムによる週 3 回 8 週間の介入実験において、介入群はコントロール群と比較して、垂直跳びの記録の向上率が有意に高かったことに加えて、ドリブルテストの記録の向上率も有意に高かったことが報告されている (Ahmed 2015)。これらのことから、33_バスケットボールドリブルと 36_バレーボールサーブ(Long)両課題に対して 13_垂直跳び(CMJ 条件・RSJ 条件)が中程度以上の相関を示した理由として、下肢筋力という共通する運動能力がある可能性が示唆される。

27_サイドステップに関して、バスケットボールドリブルに対しては、項 4-1-1 で述べたように横方向への移動能力が相関を示す共通要因であったと考えられるが、バレーボールサーブは、ほとんど移動を含まない動作である。一つの可能性として考えられるのは、横方向への移動課題であるという点でサイドステップと共通要素を有する反復横跳びにおいて重心動揺に対する荷重応答として体幹筋力が重要であるということが示されている (橋本ら., 2017)。サイドステップにおいても同様の理由で体幹筋力が重要要素の一つであった場合、前項で述べたようにバレーボールサーブにおいては体幹筋力およびバランス能力が重要要素であることが示されている (Yapici et al., 2019) ことから、バスケットボールドリブルとバレーボールサーブ(Long 条件)の両課題に対してサイドステップが相関を示した理由は、体幹筋力およびバランス能力がともに重要であるという可能性がある。しかし、この可能性を強化するためには、サイドステップにおける体幹筋群の活動動態や、バランス能力の御及ぼす影響に関してさらなる調査が必要であ

る。例えば、体幹筋群の筋力強化やバランス能力トレーニングなどによってサイドステップの走速度が変化するかを検証する介入研究などによって体幹筋群やバランス能力がサイドステップに与える影響をより詳細に解明できる可能性がある。

体幹筋力の指標である 18_上体起こし (石崎ら, 2000) については, バasketボールドリブルとバレーボールサーブ Long の両課題に対して相関を示した要因としては, これまでの考察からも, 体幹筋力とバランス能力であると考えられる。移動を伴うBasketボールドリブルテストには体幹筋力やバランス能力が重要であり (Martins et al., 2019; Hamdan et al., 2023), バレーボールサーブにおいても体幹筋力トレーニングプログラムがバランス能力, サーブ速度, サーブ精度を改善させることが明らかにされている (Yapici et al., 2019)。

16_反復横跳びに関しては, 先ほどのサイドステップに関する考察で述べたように, 反復横跳びを行う際には, 重心動揺に対する荷重応答として体幹筋力が重要であるということが示されている (橋本ら, 2017)。このことから, 体幹筋力という共通要因をもって, Basketボールドリブルとバレーボールサーブ Long との相関を示したと考えられる。

11_QJT(Quadrant Jump Test)においては, Habibの研究により, TRX Suspension Trainerを用いたファンクショナルトレーニングによって静的バランス能力や Illinois Agility Test 成績などとともに向上したことが明らかにされている (Habib 2018)。Habibの研究において, ファンクショナルトレーニングは上半身, 下半身, 体幹部のそれぞれをターゲットとしたエクササイズを行っていることから, 体幹部筋力の向上が QJT における素早い重心動揺に対するバランス能力を高め, それが QJT の記録の改善に繋がった可能性がある。QJT において体幹筋力やバランス能力が重要な要素である場合, それらを共通要素としてBasketボールドリブルとバレーボールサーブ Long 両課題に対して相関を示したことが考えられる。しかし, Habib らの研究では上半身や下半身をターゲットとしたトレーニングも実施していることから, 体幹筋力やバランス能力がどの程度 QJT の記録改善に寄与したのかは不明である。QJT とBasketボールドリブルやバレーボールサーブとの関連性を解明するためには, 体幹筋力やバランス能力と QJT の記録の直接的な関係性を検証する必要がある。

4_水晶玉回しについては, 5 本の手指を適切なタイミングで協調させながら動かす能力を反映する運動として用いられている (Yonekura, 1998; Fukuda et al., 2004; Uehara et al., 2011; Mizuguchi et al., 2021)。水晶玉回しにおいて重要な要素であると考えられる手指の巧緻性がBasketボールドリブルの際の手指でのボールのコントロールや, バレーボールサーブにおけるボールコンタクト時に手指で適切な形状を形

成することに貢献したのではないかと推察する。また、サッカーとバスケットボールの両ドリブルにおいて、手でボールに接触するバスケットボールドリブルにおいてのみ、水晶玉回しと中程度以上の相関がみられたことも、バスケットボールドリブルと水晶玉回しは手の巧緻性という共通要素を有する可能性が高いと考えられる。

4-1-4. 30_サッカーシュート - 33_バスケットボールドリブル

項 4-1-1 から項 4-1-3 までの競技特異的課題組み合わせに関しては、組み合わせの課題両方に共通した基礎運動能力課題から、2 つの特異的能力に共通すると考えられる基礎運動能力についての考察を行ってきた。しかし、30_サッカーシュートと 33_バスケットボールドリブル両課題間では中程度の相関 ($r = 0.462$, $p < 0.01$) を示したものの、これら 2 課題両方に対して相関係数 $|r| \geq 0.4$ を示した基礎運動能力課題は無かった。サッカーシュートの精度に関連する運動要素を検証した研究としては、Scurr らの行った、サッカーゴールの上下左右 4 か所の的を狙った際に、各箇所ごとに大腿四頭筋の EMG 筋活動量が有意に異なることが明らかにされた研究や (Scurr et al., 2011)、Katis らの行った、サッカーゴールの上部下部を狙ってキックを行う際に、上部ターゲットを狙った際は成功試技において、失敗試技と比較して、前脛骨筋や大腿二頭筋の EMG 筋活動量が優位に高く、また腓腹筋の EMG 筋活動量が優位に低くなり、さらに下部ターゲットを狙う際には成功試技において、失敗試技と比較して、前脛骨筋と大腿直筋の EMG 筋活動量が有意に低くなることを明らかにされた研究などがある (Katis et al., 2013)。これらの研究から、サッカーシュートの精度を高めるためには、脚部における筋出力の調整が重要であることが考えられる。バスケットボールドリブルの課題においても、ボールを正確にコントロールしながらドリブルを行うために、単純に全力疾走するのではなく、ボールコントロールが可能な範囲内の最高速度を出せるように脚部筋出力の調整をお行うことが重要である可能性は考えられる。もし筋出力の調整能力がこれら 2 つの競技特異的課題に共通する運動能力である場合、今回の研究において筋出力の調整能力を反映するような基礎運動能力課題は無かったため、両特異的運動能力課題間には相関が見られたものの、それら両方と中程度以上の相関を示す基礎運動能力課題は無かったと考えられる。

4-1-5. 32_サッカードリブル - 36_バレーボールサーブ Long

32_サッカードリブルと 36_バレーボールサーブ Long の 2 課題間の相関係数は $r = 0.461$ ($p < 0.01$) であった。これら 2 課題がともに高い相関係数 ($r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$) を示した基礎運動課題としては、27_バック走、18_上体起こし、27_サイドステップ、13_垂直跳び(制限無し)、16_反復横跳び、22_SEBT、13_垂直跳び(制限)、17_最速腕立て伏せであった。

項 4-1-1 で考察した通り、32_サッカードリブルと 33_バスケットボールドリブルは本節で考察する 6 つの組み合わせの中で最も相関が高く、項 4-1-3 で考察した組み合わせ、33_バスケットボールドリブルと 36_バレーボールサーブ Long と、本項の組み合わせ、32_サッカードリブル - 36_バレーボールサーブ Long を比較すると、両方の組み合わせに共通する基礎運動能力課題は複数あり、26_バック走、18_上体起こし、27_サイドステップ、13_垂直跳(制限無し・制限あり)、16_反復横跳びの 6 課題である。これら 6 課題が両競技特異的運動課題に対して中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した要因としては、項 4-1-3 で考察したように、体幹筋力やバランス能力という共通した運動要素があったことではないかと推察できる。脚部筋力が重要な運動要素の一つであると考えられる垂直跳びとサッカードリブルの関連性に関しても、Alfaroby らの研究により、下肢筋力とサッカードリブルテスト成績間に有意な相関関係 ($r = 0.792$, $p \leq 0.05$) があることが示されている (Alfaroby et al., 2022)。

次に本項では、36_バレーボールサーブとの組み合わせにおいて、33_バスケットボールドリブルでは相関のみられなかったものの、32_サッカードリブルで中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した 2 課題、22_SEBT と 17_最速腕立て伏せに関する考察を行う。

22_SEBT は、健常者や下肢障害を有する者の両方において、動的バランス能力の信頼性のある評価方法であるということが Gribble らの行ったシステマティックレビューで結論づけられている (Gribble et al., 2012)。バレーボールサーブとサッカードリブルの両課題においてバランス能力が重要な能力の一つである可能性はここまでの考察で述べたとおりであるが、同様にバランス能力が重要であると考えられるバスケットボールドリブルと SEBT は中程度以上の相関を示さなかったことから、バランス能力という領域の中にも複数の種類があり、SEBT のように片足立位状態で反対側の脚を遠方へとリーチするような運動様式における動的バランス能力が、本項における両課題において共通する運動要素であったことが推察される。

最後に 17_最速腕立て伏せに関して、バレーボールサーブとの関連性は上肢筋力という運動要素が背後にあることが考えられるが、サッカードリブルとの関連性については、上肢筋力という運動要素が果たして重要であるかは不明である。一つの可能性としては、

腕立て伏せ動作においては、体幹部筋力も同様に重要な要素であり、それが両競技特異的課題に対して腕立て伏せが相関を示したことが考えられる。これについて、Andersonらの研究によって、腕立て伏せの運動中には、上肢筋群に加えて、体幹部の安定性のために腹直筋や内腹斜筋などの体幹筋群も活性化し、さらにその活性化の程度も、不安定なサーフェス上で行うなど強度を上げることで高まることが報告されている (Anderson et al., 2013)。本実験で実施した 17_最速腕立て伏せは、10 秒間で可能な限り多く腕立て伏せを行うよう教示したため、運動強度としては比較的高く、したがって体幹部への負荷も高まった可能性がある。

4-1-6. 29_野球投球 - 36_バレーボールサーブ Long

29_野球投球と、36_バレーボールサーブ Long の 2 課題間の相関係数は $r = 0.441$ ($p < 0.01$) であった。これら 2 課題がともに高い相関係数 ($r \geq 0.4$ もしくは $r \leq -0.4$) を示した基礎運動課題は、4_水晶玉回しと 11_QJT であった。

4_水晶玉回しは前述の通り手指の巧緻性が重要な運動要素だと考えられる課題である (Yonekura, 1998; Fukuda et al., 2004; Uehara et al., 2011; Mizuguchi et al., 2021)。項 4-1-3 において、水晶玉回しにおける手指の巧緻性が、36_バレーボールサーブ Long におけるボールコンタクト時に手指で適切な形状を形成することに貢献したのではないかと考察を行ったが、29_野球投球においても、ボールの正確なリリースのために同様に手指の巧緻性が貢献した可能性がある。

11_QJT は敏捷性の指標として用いられることの多いテストである (Eisenmann et al., 2003; Sabin et al., 2016; Almeida et al., 2021)。敏捷性の指標である QJT が、素早い移動や切り替えし動作を伴わない本項の 2 課題と共通して有意な相関を示したことは、一見先行研究と異なる結果であるように見えるが、項 4-1-3 での考察で言及したように QJT は体幹筋力やバランス能力を反映する可能性はある (Habib 2018)。バレーボールサーブの精度にバランス能力が影響する可能性については既に記述したが、野球の投球の正確性についても、Marsh らの研究により、バランス能力を測定するテスト (Sensory Organization Test) における成績が良いと、キャッチャーの構えたミットから実際の投球のズレが小さい、つまりより投球精度が高くなることが示されている (Marsh et al., 2004)。これらのことから、QJT が両球技特異的課題に対して有意な相関を示した要因は、バランス能力という共通の運動要素が存在した可能性がある。

4-2. 複数の特異的課題と相関を示した基礎的課題

本研究で実施した基礎的課題のうち、2つ以上の特異的課題と中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した基礎的課題は14課題であった。その内訳としては、4つ以上の特異的課題と $|r| \geq 0.4$ を示した基礎的課題は4課題、3つ以上の特異的課題と $|r| \geq 0.4$ を示した基礎的課題は5課題、2つ以上の特異的課題と $|r| \geq 0.4$ を示した基礎的課題は5課題であった。本研究の目的は、より広範の特異的能力に対して関連性の高い基礎的能力を検証することであるため、4つ以上の特異的課題と $|r| \geq 0.4$ を示した基礎的課題4課題、4_水晶玉回し、16_反復横跳び、18_上体起こし、26_バック走について考察を行う。

4-2-1. 4_水晶玉回し

4_水晶玉回しが中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した特異的課題4課題は、29_野球投球 ($r = 0.515$, $p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Short ($r = 0.495$, $p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Long ($r = 0.453$, $p < 0.001$)、33_バスケットボールドリブル ($r = 0.401$, $p < 0.001$) であった。

水晶玉回しと最も高い相関を示した課題は、29_野球投球であった。水晶玉回しは、手指の巧緻性が重要な運動要素だと考えられる課題である (Yonekura, 1998; Fukuda et al., 2004; Uehara et al., 2011; Mizuguchi et al., 2021) が、29_野球投球の課題において、ボールの正確なリリースのために同様に手指の巧緻性が貢献した可能性がある。ついで高い相関を示したバレーボールサーブ Short とバレーボール Long に関しては、手でトスアップを行う際や、ヒッティングを行う際に手指の巧緻性が要求される可能性がある。最後に、バスケットボールドリブルに関しては、Akila らの研究によりバスケットボールドリブルを行うことが手指の巧緻性を改善したことが報告されている (Akila, 2016)。

本研究で実施した特異的課題12種類の内、水晶玉回しと相関を示した4つの特異的課題は全て、手指が直接ボールに触れる課題である。サッカーの3課題 (シュート・リフティング・ドリブル) はいずれも足を使用する課題であり、野球の投球以外の2課題 (捕球・バッティング) は両方ともディスクやバットを介してボールにコンタクトする課題である。ゴルフスイングに関しても、同様にクラブを介してボールにコンタクトする。バレーボールのアンダーハンドサーブも、手指ではなく前腕部でボールコンタクトを行う。バレーボールのオーバーハンドパスは唯一、手指でボールコンタクトを行う課題の中で水晶玉と中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示さなかったが、バレーボールのオーバーハンドパスは本項で考察した4つの特異的課題と比較すると、課題中におけるボール

コンタクト時間が短いため、手指巧緻性の貢献度が低くなった可能性も考えられる。

4-2-2. 16_反復横跳び

16_反復横跳びが中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した特異的課題 4 課題は、33_バスケットボールドリブル ($r = -0.493, p < 0.001$)、32_サッカードリブル ($r = -0.493, p < 0.001$)、35_バレーボールアンダーハンドパス ($r = -0.461, p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Long ($r = -0.416, p < 0.001$) であった。

反復横跳びと最も高い相関を示した課題は、33_バスケットボールドリブルであった。反復横跳びに関して、反復横跳びの動作速度が上昇するにしたがって腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腰部多裂筋などの体幹筋群の筋活動が増加することが報告されていることから (橋本ら., 2017)、反復横跳びと体幹筋力の関連性が示唆される。また、体幹筋力トレーニングがバランス能力の指標として用いられる重心動揺の改善に効果があることが明らかにされており (Martins et al., 2019)、体幹筋力はバランス能力と関連性があることも示唆される。バスケットボールドリブルとサッカードリブルに関しては、それぞれ Hamdan らの研究と Gidu らの研究において、バランス能力との関連性が示唆されていることから、反復横跳びは体幹筋力およびバランス能力を反映する運動課題であるため、バスケットボールドリブルとサッカードリブルとの相関を示した可能性がある。なお本研究で実施した、反復横跳びと、体幹筋力の指標として用いられる 29_上体起こし (石崎ら, 2000) の相関係数は $r = 0.482, p < 0.01$ であったこともこの可能性を高める結果として示されている。バレーボールアンダーハンドパスに関しても、バランス能力との関連性が先行研究によって示されている (Pasaribu, 2023)。バレーボールサーブにおいては、体幹筋力トレーニングプログラムがバランス能力、サーブ速度、サーブ精度を改善させることが明らかにされている (Yapici et al., 2019) ことから、これらの運動能力が反復横跳びと相関を示した要因であることが考えられる。

4-2-3. 18_上体起こし

上体起こしが中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した特異的課題 4 課題は、32_サッカードリブル ($r = -0.605, p < 0.001$)、33_バスケットボールドリブル ($r = -0.503, p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Long ($r = -0.480, p < 0.001$)、31_サッカーリフティング ($r = 0.431, p < 0.001$) であった。

サッカードリブルとバスケットボールドリブルに関しては、前項で論じたように、上体起こしの能力要素である体幹筋力がバランス能力に影響を与えることが、これら 2

つの特異的課題と上体起こしが相関を示した要因であると考えられる。バレーボールサーブに関しても、前項記述の通り、体幹部筋力が相関の要因であると考えられている。サッカーリフティングに関しては、Mahmoudの研究によって、体幹屈曲筋群、体幹伸展筋群、体幹側屈筋群などの体幹筋群の筋力テストの成績とサッカーのリフティングの継続回数に相関が示されたことが報告されている (Mahmoud, 2018)。このことから、上体起こしとサッカーリフティング間に相関が見られた要因は体幹筋力という運動能力であることが考えられる。

4-2-4. 26_バック走

26_バック走が中程度以上の相関 ($|r| \geq 0.4$) を示した特異的課題 4 課題は、33_バスケットボールドリブル ($r = 0.686, p < 0.001$)、32_サッカードリブル ($r = 0.656, p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Long ($r = 0.572, p < 0.001$)、36_バレーボールサーブ Short ($r = 0.513, p < 0.001$) あった。

バック走が、バスケットボールドリブルとサッカードリブルの 2 つの特異的課題と相関を示した要因としては、項 4-1-1 で論じたように、サッカードリブルとバスケットボールドリブル両課題における、走りながらもボールをコントロールし続けなくてはならないという特徴と、バック走において好記録を示した、つまり動作制御のための筋出力の調整が巧みであることが、両競技特異的課題における重要な運動要素であった可能性が示唆される。バレーボールサーブの Long と Short の 2 条件に関しても、項 4-1-2 で論じたように、バック走において重要な運動要素であると考えられる全身の協調性がバレーボールサーブのパフォーマンスに影響を与えたと考えられる。

4-3. 実用的応用

本研究により、異競技間の特異的能力であっても関連性の高い組み合わせが複数確認された。本研究によって得られた知見は、緒言で述べた通り、クロストレーニングのようなトレーニング様式を用いる際に有効な知見となり得る。例えば、サッカードリブルとバスケットボールドリブルはこれらの組み合わせの中でも特に関連性が高かった ($r = 0.699, p \leq 0.01$)。バスケットボールを主競技として行う者で、上肢の怪我によりドリブル練習ができない、もしくは心理的リラクゼーションを目的として異競技間のクロストレーニングを実施する場合、サッカーやフットサルを行うことで主競技とするバスケットボールドリブルの能力も向上する可能性がある。またレクリエーショナルレベルの

愛好家が環境変化などにより競技転向をする場合、これら 2 競技は類似性の高いと考えられる特異的能力を有しているため、より上達速度が速まり、やりがいを見出せるかもしれない。さらに本研究においては、関連性の高い異競技間の特異的能力の組み合わせの両方の特異的能力と関連性の高い基礎的能力も示唆された。例えば、サッカードリブルとバスケットボールドリブルの組み合わせに対しては、バック走や上体起こしなどの基礎的課題が関連する基礎的能力として示された。サッカーとバスケットボールの両方をプレーする者にとっては、これらの基礎的課題が象徴する基礎的能力を向上させることは時間対効果の高いトレーニングであると考えられる。

4-4. 研究の限界点

本研究では、多種多様な運動能力を測定するため、先行研究を参照しつつそれぞれの特異的課題と基礎的課題を選出したが、相関分析により得られた結果の中には先行研究と一致しないものも存在した。例えば、先行研究によってジャグリング課題とバランス能力の指標である重心動揺計測の関連性が示されているものの (Rodrigues et al., 2016), 本研究におけるジャグリング課題成績と、バランス能力の測定課題として用いた、性的バランス能力課題の閉眼片足立ち (Mahmoud et al., 2011) や動的バランス能力課題の SEBT (Gribble et al., 2012) などとは有意な相関が見られなかった。重心動揺、閉眼片足立ち、SEBT はいずれもバランス能力の測定テストであるが、静的バランス課題であると考えられている重心動揺測定と閉眼片足立ちにおいて、求められるバランス要素が異なる可能性がある。今後の研究で多様な運動能力測定手法が反映する運動能力がさらに詳細に解明されると、本研究により示された運動能力間の関連構造がより詳細に明らかにされる可能性がある。

また、本研究においては 18-29 歳の男性 50 名を研究対象者として選定した。しかし、本研究によって得られる知見は若年男性以外の人口にも幅広く適応ができる可能性があるものである。研究結果をより幅広い人口へと汎化させるためには、本研究の対象者とは異なる性別や年齢の人口を対象として同様の研究を行う必要がある。

第5章 結論

本研究は、異競技間における競技特異的運動能力の中で関連性の高い組み合わせの検証と、その組み合わせに共通して関連性の高い基礎的運動能力の検証を目的とした。その結果、本研究で用いた5競技12種類の競技特異的運動課題において、異競技間でPearsonの積率相関係数 $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)を示す組み合わせが6組検出され、それらの組み合わせ中の5組において、両特異的運動能力課題と $|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$)を示す基礎的運動能力課題も複数検出された。したがって、本研究で採用した実験条件においては、異競技間であっても、基礎的運動能力が共通する特異的運動能力は高い関連性があるものが存在することが示唆された。また、基礎的能力のうち、水晶玉回し、反復横跳び、上体起こし、バック走が反映すると考えられる、手指巧緻性、敏捷性、体幹筋力、全身協調性については、それぞれ本研究で用いた12種類の特異的課題のうち4種類の課題と中程度以上の相関 ($|r| > 0.4$ ($p \leq 0.01$))を示し、幅広い特異的能力において重要となる基礎的課題である可能性が示唆された。

付録

各課題の成績を以下に示す.

(1) 単純反応課題

単純反応課題の平均値は 0.245 秒, 標準偏差は 0.028 秒であった. Fig.134. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

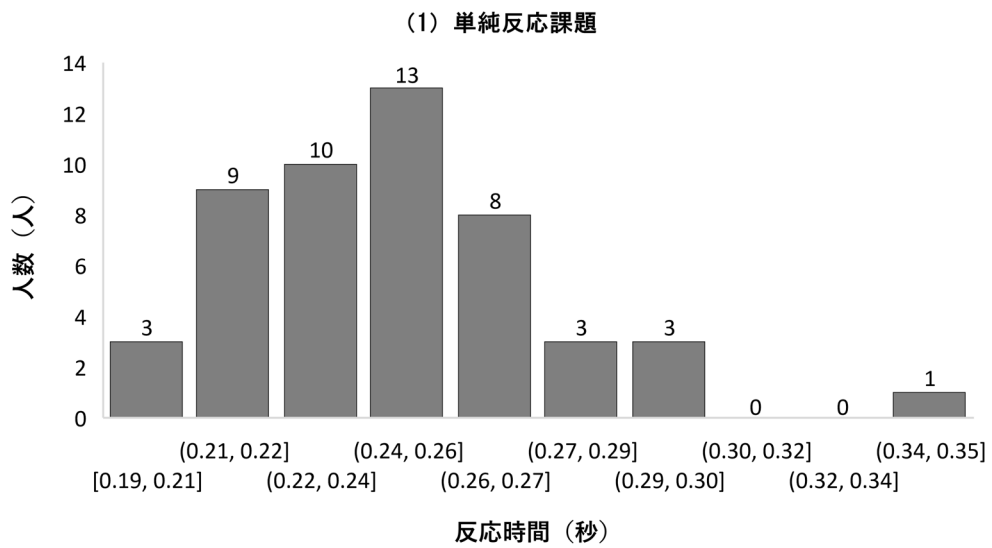


Fig. 134.

(2) 鏡映描画課題

鏡映描画課題の平均値は 52.348, 標準偏差は 12.601 であった. 第 2 章方法で記した通り, 成功フレームと所要時間の 2 つの指標を主成分分析し, 第一主成分得点 (PC1) を記録として採用した. Fig. 135. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

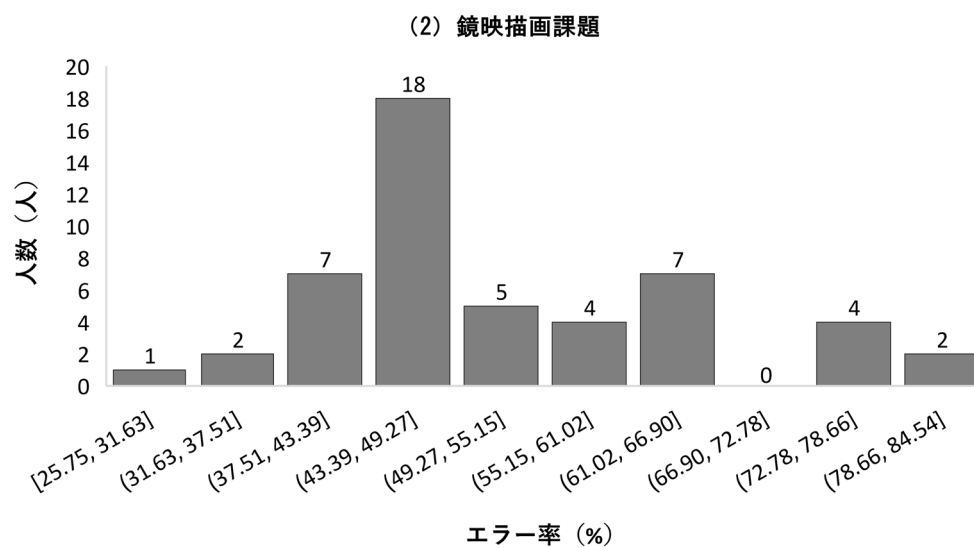


Fig. 135.

(3) 指タッピング (至適一定テンポ, 外部リズム一定テンポ, 最速)

Table. 8. に実験参加者 50 名の指タッピング課題の各条件における平均値, 標準偏差を示す. また, Fig. 136., 137, 138 に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 8.

条件		平均値	標準偏差
至適一定テンポ (変動係数)	至適 1	0.071	0.022
	至適 2	0.073	0.042
	至適 3	0.066	0.033
	至適 4	0.065	0.029
外部一定テンポ (標準偏差)	外部 1 (60bpm)	2.123	1.432
	外部 2 (80bpm)	1.895	0.594
	外部 3 (100bpm)	2.234	2.676
最速 (中央値)		9.79	2.17

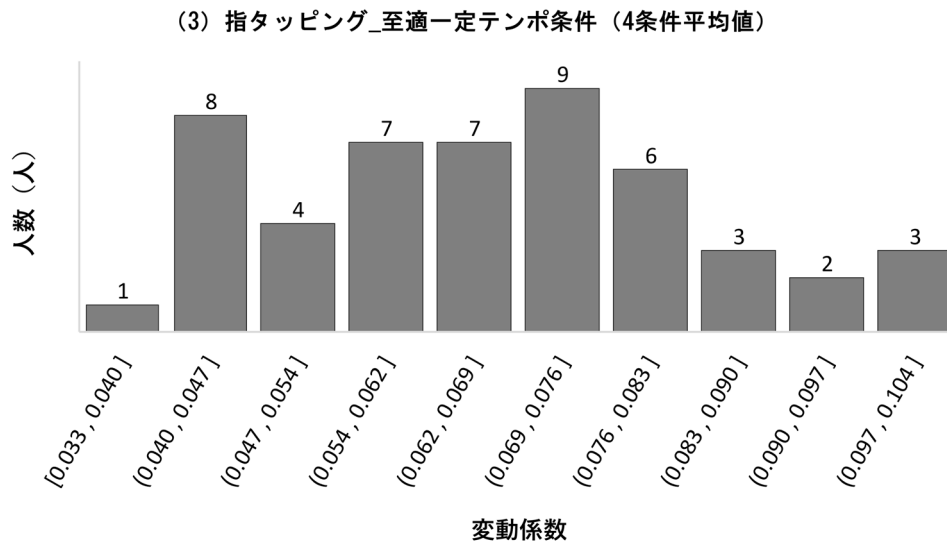


Fig. 136.

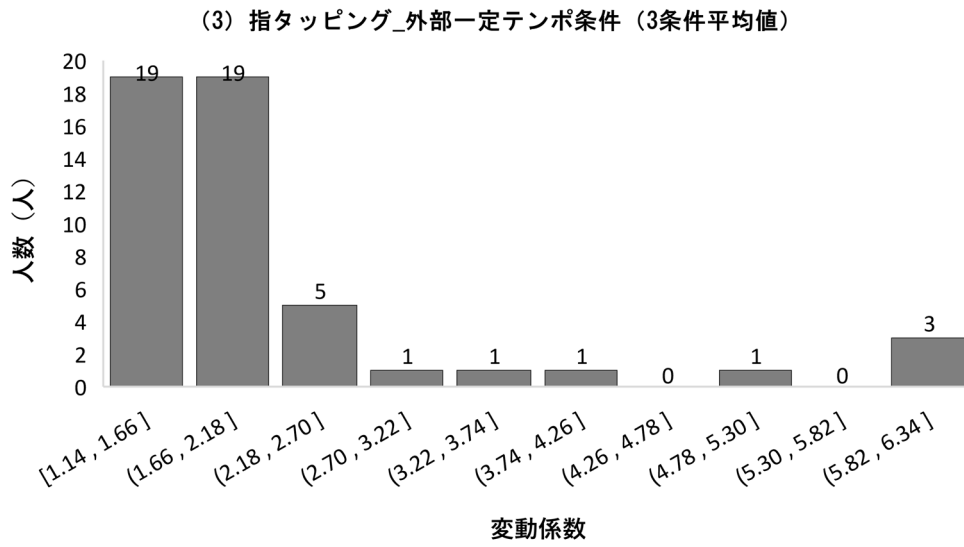


Fig. 137.

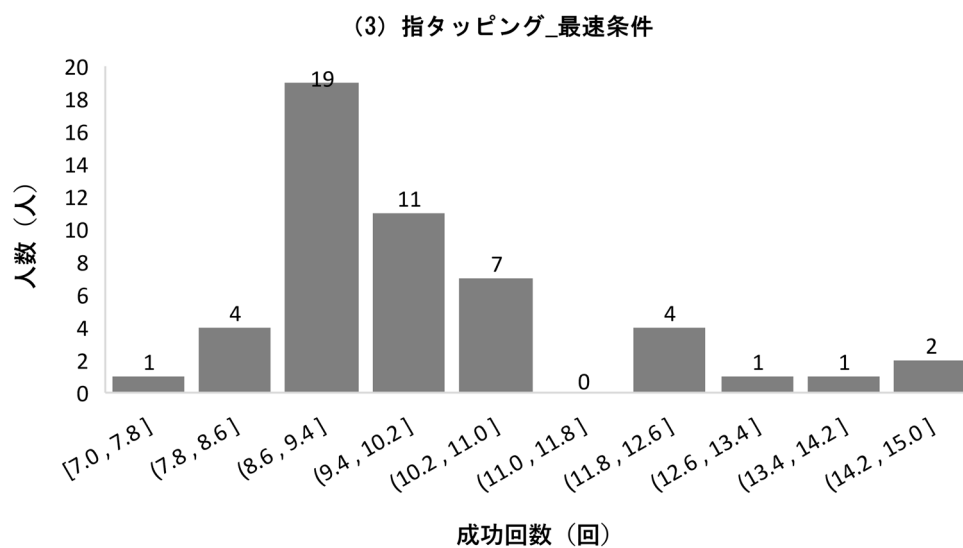


Fig. 138.

(4) 水晶玉回し

Table. 9 に実験参加者 50 名の水晶玉回しの記録を示す。一回の回転の所要時間を記録として算出した。左右全 6 試行中最も成績が良かった、つまり回転所要時間の短かったものを RL 最速、利き手の 3 試行中最も成績の良かったものを利き手、非利き手の 3 試行中最も成績の良かったものを非利き手として示す。また、Fig. 139. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

Table. 9.

	平均値	標準偏差
RL 最速	0.860	0.191
利き手	0.913	0.222
非利き手	0.968	0.237

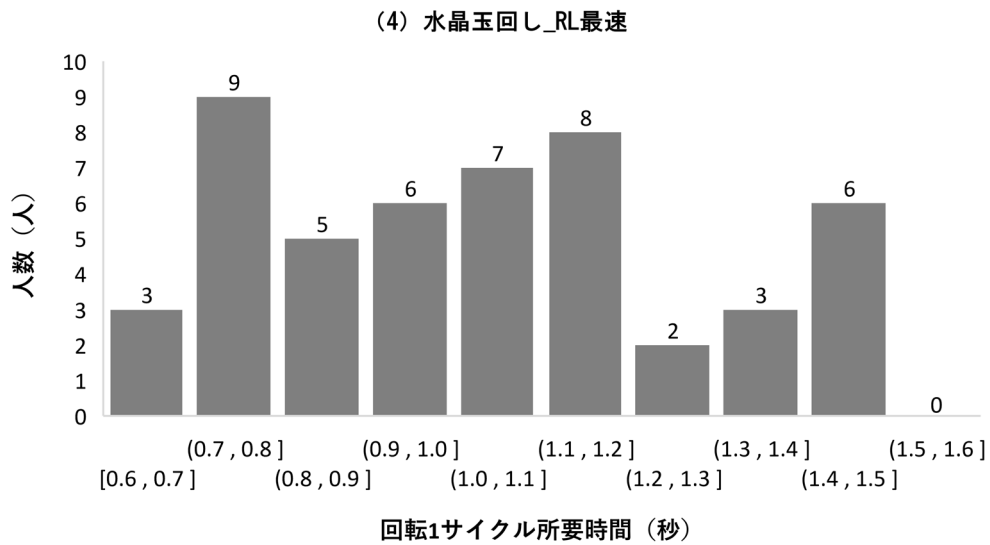


Fig. 139.

(5) ペグボード(手・足)

Table. 10. に実験参加者 50 名のペグボードの記録を示す. 記録は左右の手の全 4 試行中の最高回数を両手 best, 左右の足の全 4 試行中の最高回数を両足 best として示す. また利き手と利き足, 非利き手と非利き足での試行も同様に示す. また, Fig. 140., 141. に実験参加者 50 名の両手 best, 両足 best の成績分布を示す.

Table. 10.

	平均値	標準偏差
両手 best	22.02	2.59
両足 best	5.06	1.49
利き手	21.74	2.51
非利き手	20.44	2.61
利き足	4.72	1.73
非利き足	3.94	1.38

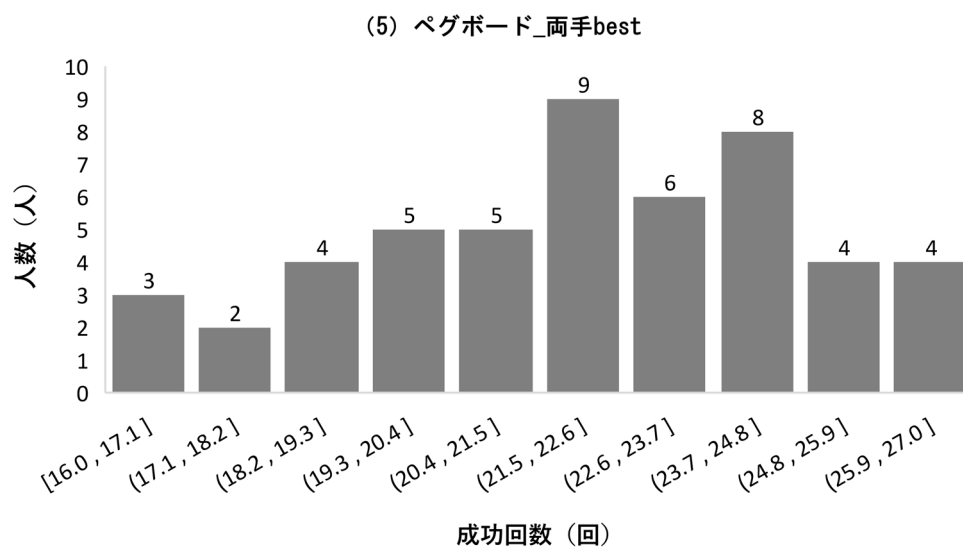


Fig. 140.

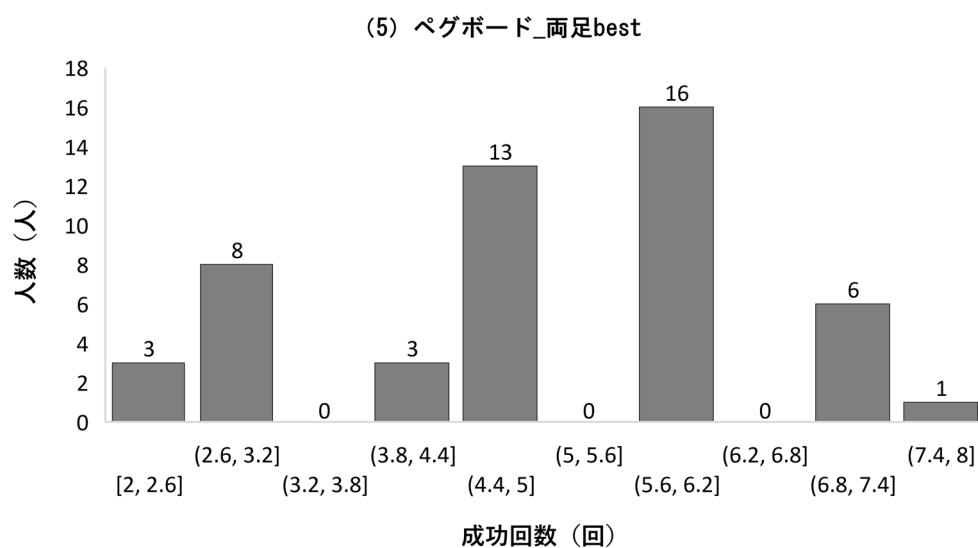


Fig. 141.

(6) 手足協調運動

Table. 11. に実験参加者 50 名の手足協調運動の記録を示す。記録は最大 40 点。左右両側各 1 試行ずつのうち優れた記録を両側 best として、また利き手と利き足側、非利き手と非利き足側の記録を示す。また、Fig. 142. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す。

Table. 11.

	平均値	標準偏差
両側 best	19.32	10.72
利き手	17.60	10.90
非利き手	16.48	10.99
利き足	17.60	10.97
非利き足	16.18	11.15

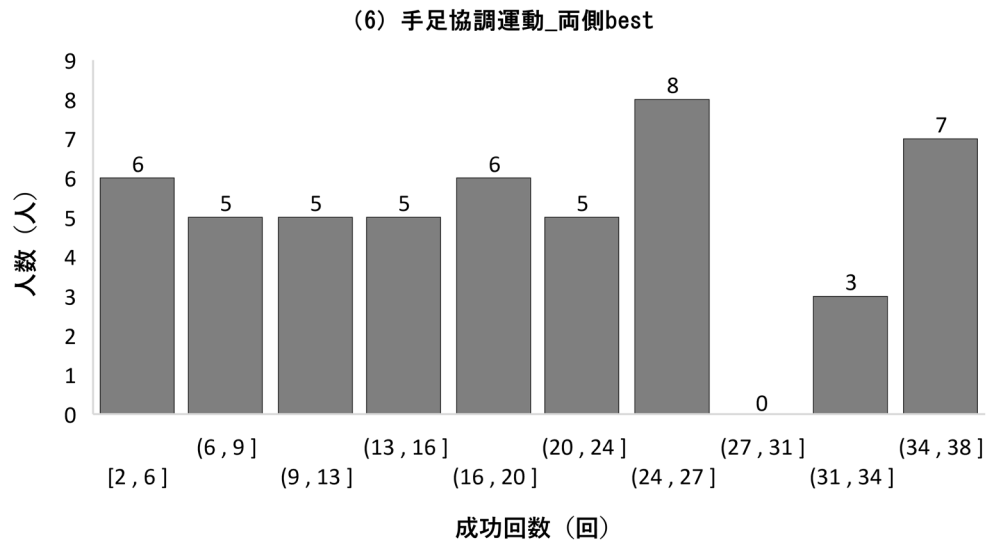


Fig. 142.

(7) けん玉

Table. 12. に実験参加者 50 名のけん玉の記録を示す. 左右両側のうち優れた記録を両側 best として示し, 利き手と非利き手側の記録を示す. また, Fig. 143. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 12.

	平均値	標準偏差
両側 best	13.18	4.59
利き手	12.32	5.14
非利き手	10.66	4.53

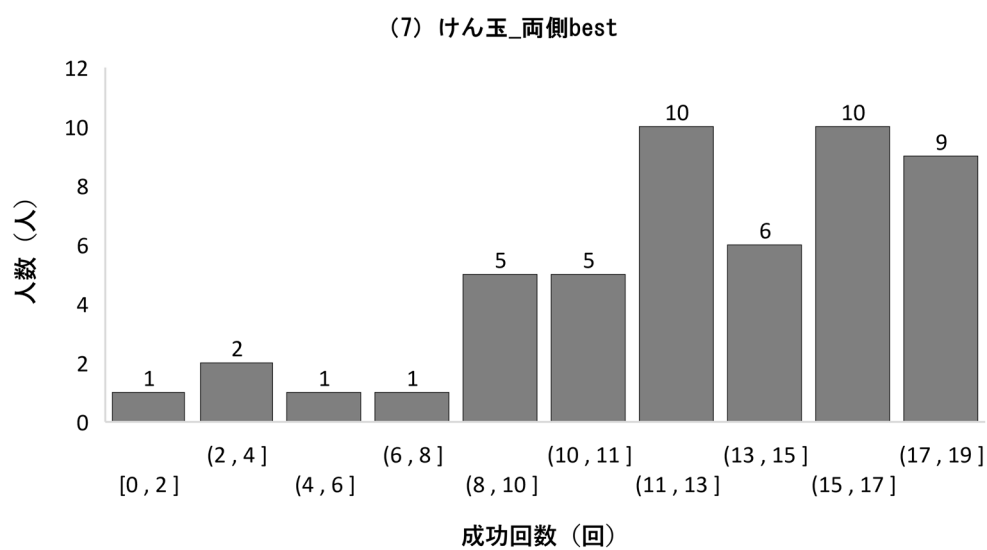


Fig. 143.

(8) シガーボックス

Table. 13. に実験参加者 50 名のシガーボックスステイクアウトの記録を示す。左右両側のうち優れた記録を両側 best として、また利き手と非利き手側の記録を示す。また、Fig. 144. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す。

Table. 13.

	平均値	標準偏差
両側 best	6.34	3.10
非利き手	5.46	3.32
利き手	4.58	3.18

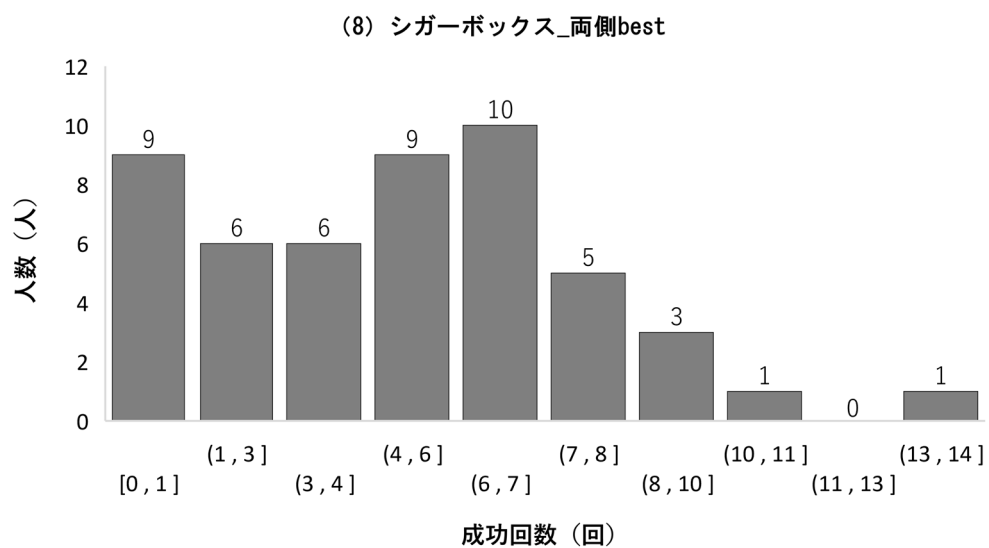


Fig. 144.

(9) ジャグリング

Table. 14. に実験参加者 50 名のシガーボックスステイクアウトの記録を示す. 2 イン 1 ハンドは利き手側 30 秒 2 試行中の最高連続成功回数, 非利き手側 30 秒 2 試行中の最高連続成功回数, 3 ボールカスケード 30 秒 2 試行中の最高連続成功回数を記録とした. また, Fig. 145. に利き手, Fig. 146. に 3ball の実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 14.

	平均値	標準偏差
3ball	4.38	8.41
利き手	4.22	3.68
非利き手	3.64	2.35

(9) ジャグリング_利き手

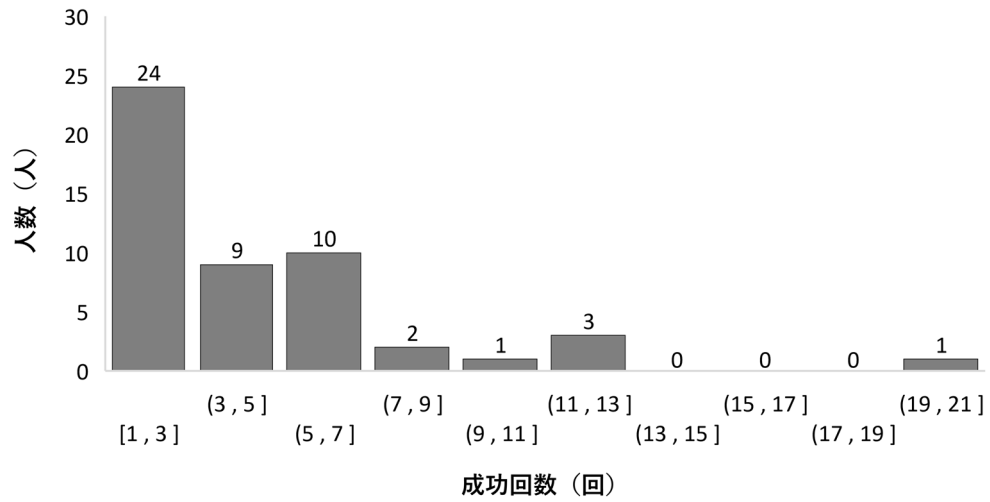


Fig. 145.

(9) ジャグリング_3ball

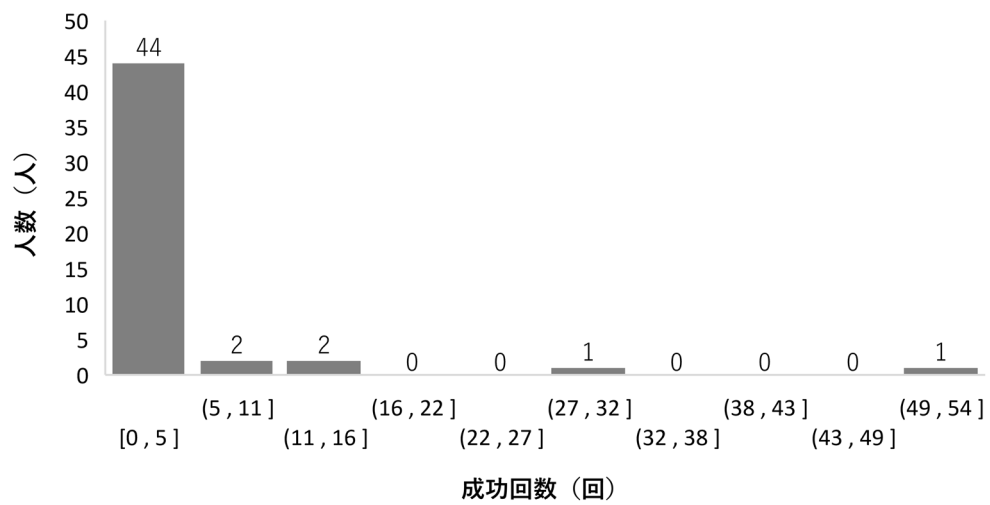


Fig. 146.

(10) 閉眼片足立ち

Table. 15. に実験参加者 50 名の閉眼片足立ちの記録を示す. 左右両側のうち優れた記録を両側 best として, また利き足側と非利き足側の記録を示す. また, Fig. 147. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す.

Table. 15.

	平均値	標準偏差
両側 best	20.78	10.14
利き足	16.72	10.86
非利き足	16.19	11.56

(10) 閉眼片足立ち_両側best

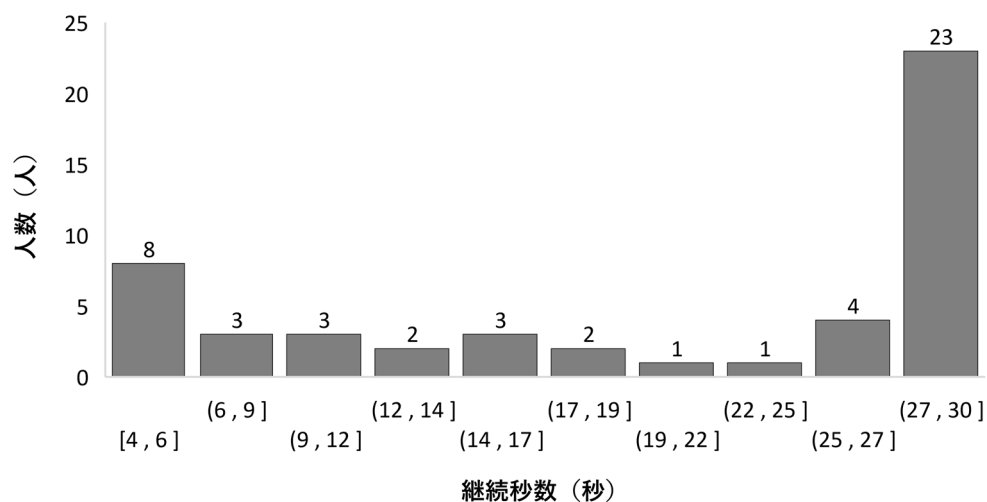


Fig. 147.

(11) Quadrant Jump Test

Table. 16. に実験参加者 50 名の Quadrant Jump Test の記録を示す. 左右両側のうち優れた記録を両側 best として, 利き足側と非利き足側, また右回りと左回りの記録を示す. また, Fig. 148. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す.

Table. 16.

	平均値	標準偏差
両側 best	29.34	5.32
利き側	28.7	5.34
非利き側	28.7	5.34
右回り	28.68	5.30
左回り	28.78	5.35

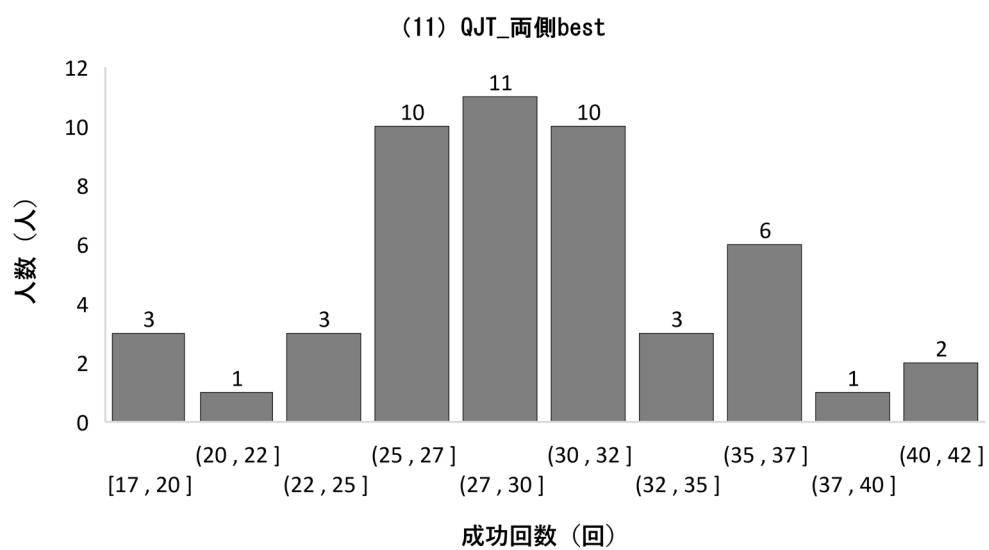


Fig. 148.

(12) 縄跳び

Table. 17. に実験参加者 50 名の縄跳びの記録を示す. 前跳びにおいては被験者 50 名全員が 20 回を達成した. また, Fig. 149., 150., 151. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 17.

	平均値	標準偏差
前跳び	20	0
後ろ飛び	18.54	4.41
あや跳び	17.24	5.95
二重跳び	11.84	8.16

(12) 縄跳び_後ろ跳び

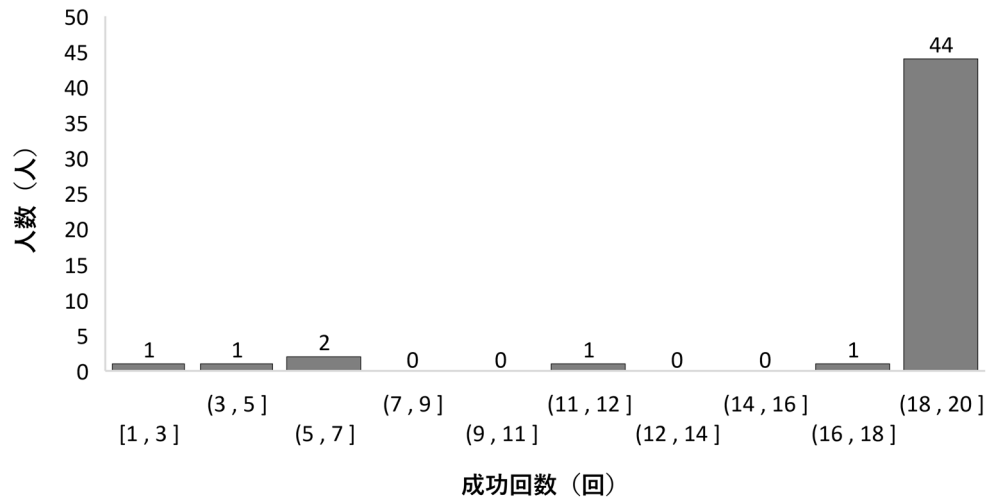


Fig. 149.

(12) 縄跳び_あや跳び

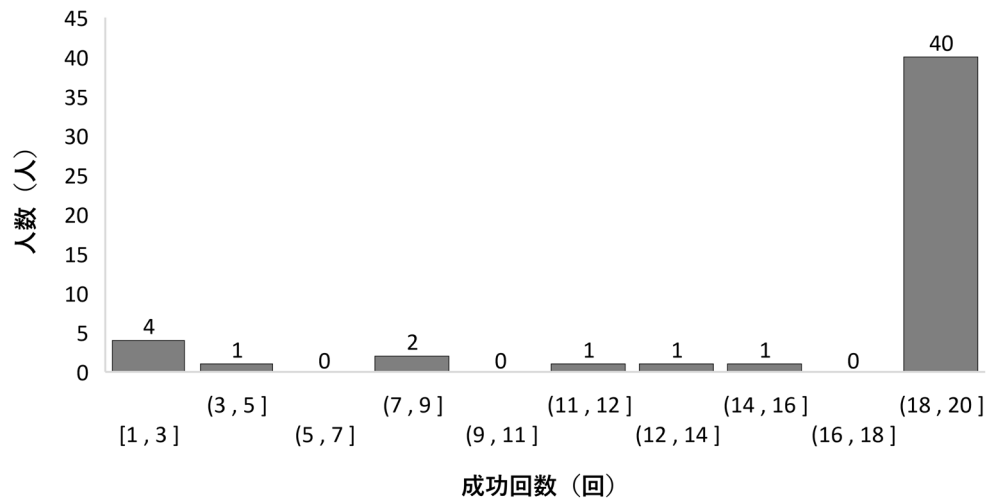


Fig. 150.

(12) 縄跳び_二重跳び

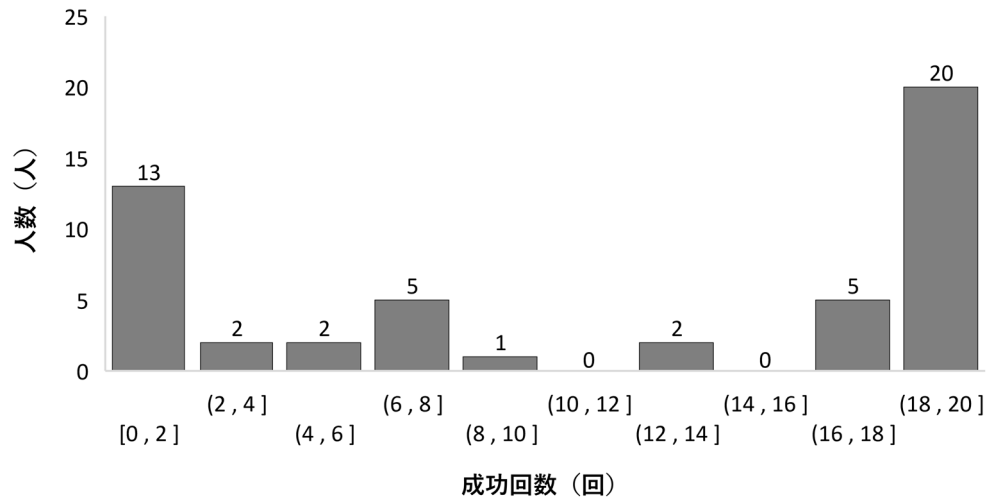


Fig. 151

(13) 垂直跳び

Table. 18. に実験参加者 50 名の垂直跳びの 2 条件における記録を示す. 各条件ともに, 2 試行中の最高跳躍高を記録とした. また, Fig. 152, 153. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 18.

	平均値	標準偏差
跳躍高 (mm)		
SJ	479.39	72.96
CMJ	616.35	81.16

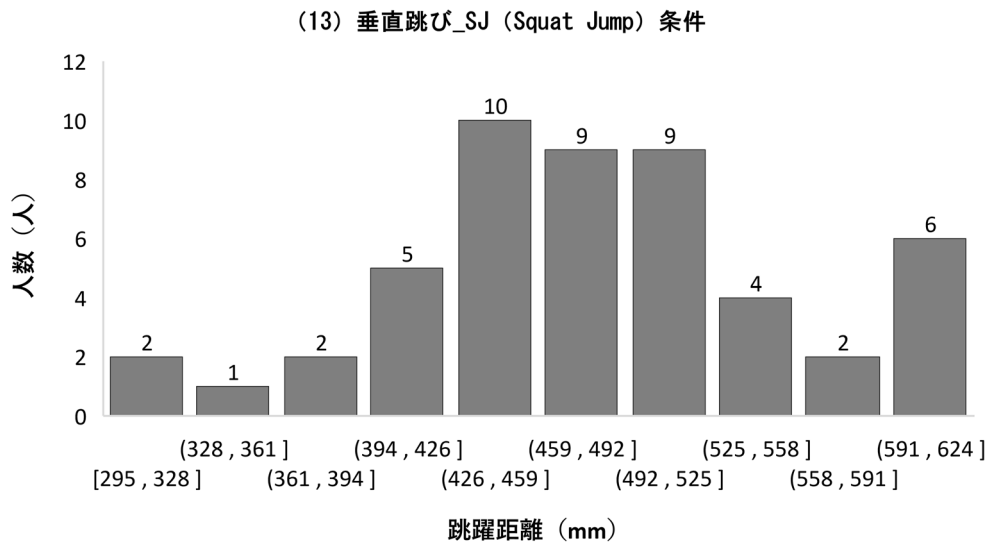


Fig. 152.

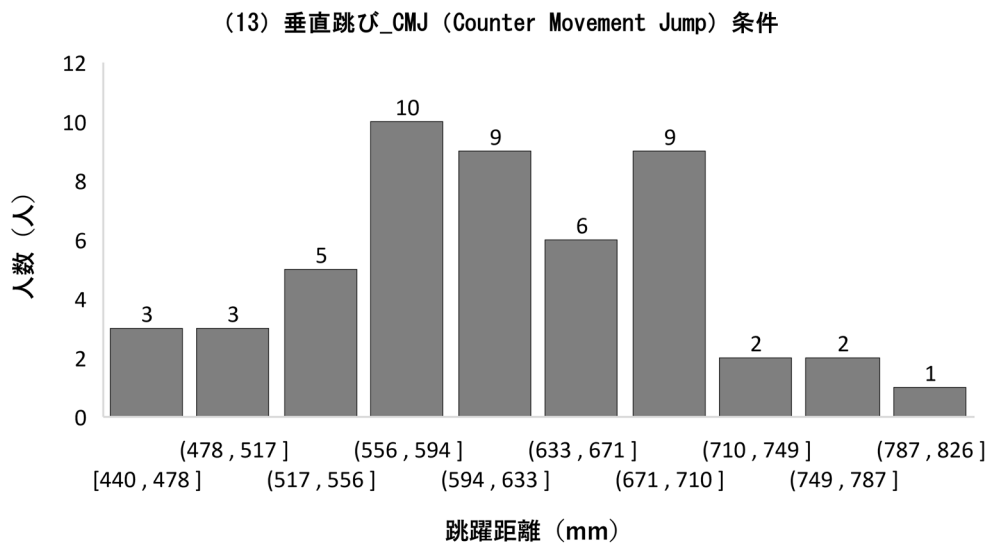


Fig. 153.

(14) 立幅跳び

立ち幅跳びの平均値は 2611.08mm, 標準偏差は 29.95mm であった。また, Fig. 154. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

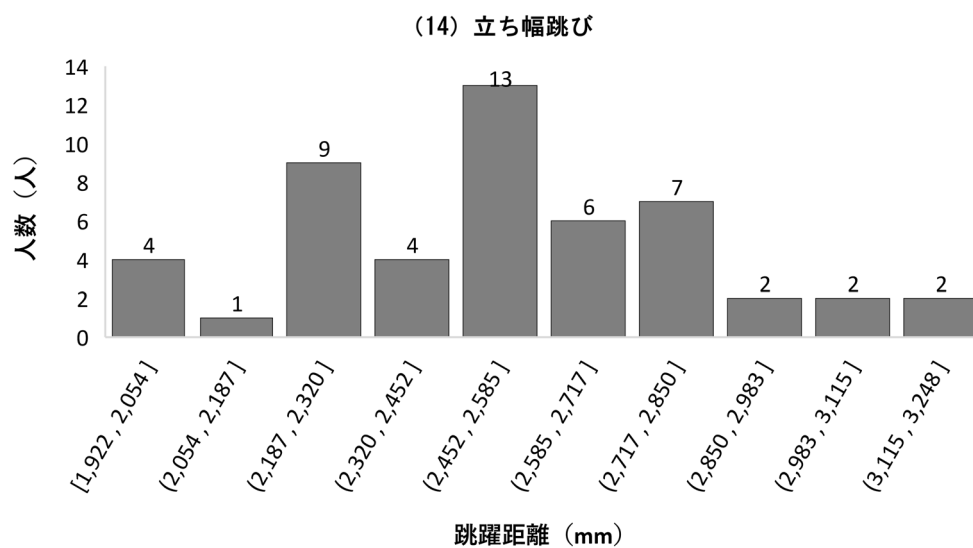


Fig. 154.

(15) 腿上げ

Table. 19. に実験参加者 50 名の腿上げの 2 条件の記録を示す. また, Fig. 155, 156. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 19.

	平均値	標準偏差
最速 (回数)	23.76	3.57
テンポ (変動係数)	0.07	0.04

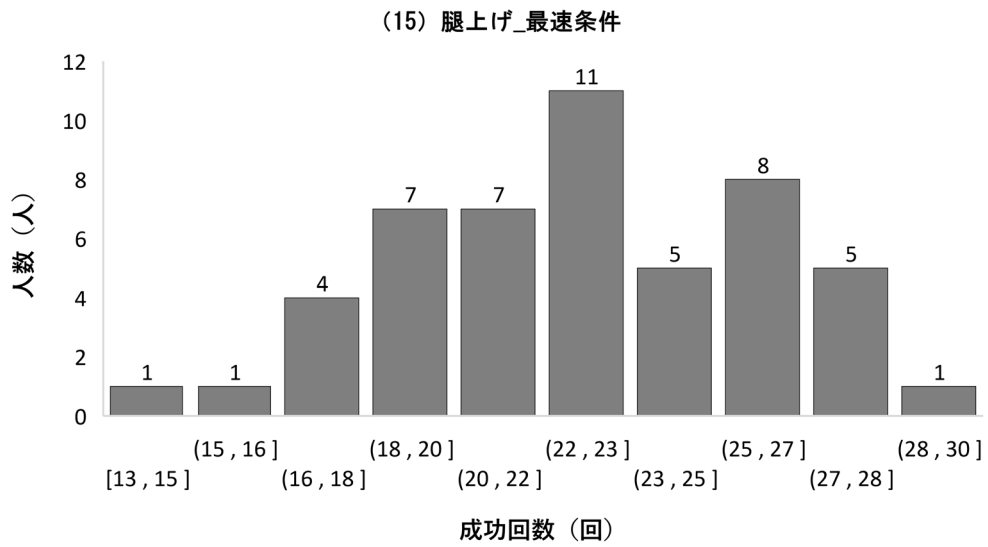


Fig. 155.

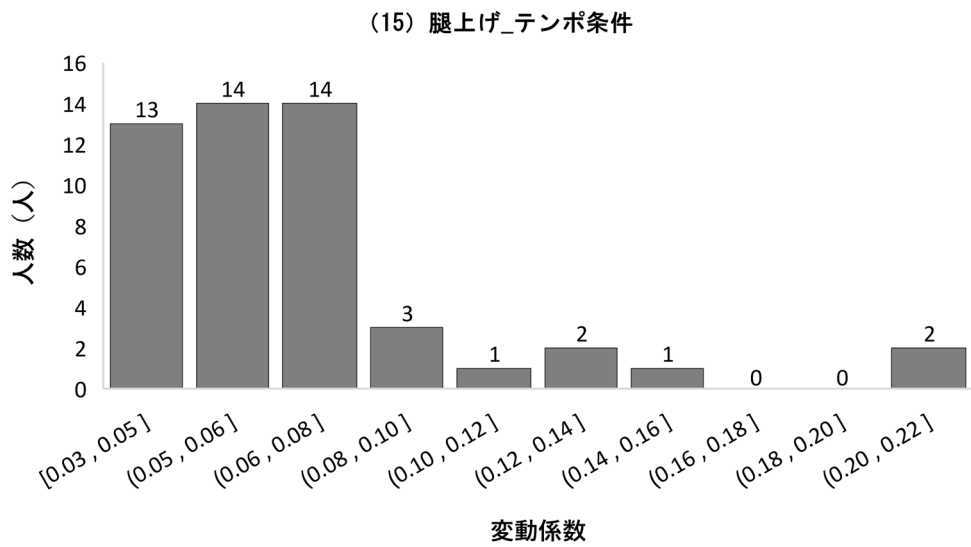


Fig. 156.

(16) 反復横跳び

反復横跳びの平均値は 27.10 回、標準偏差は 3.84 回であった。また、Fig. 157. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

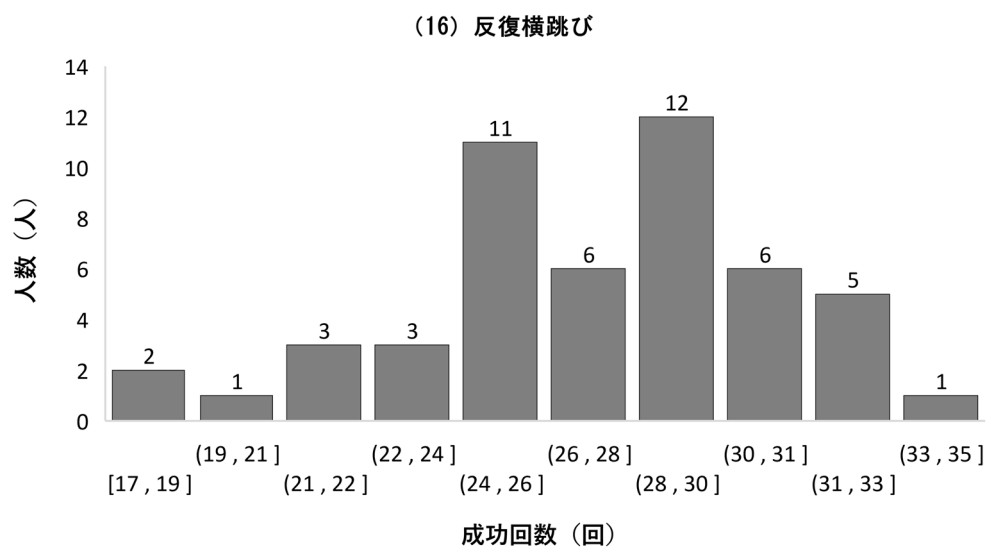


Fig. 157.

(17) 最速腕立て伏せ

最速腕立て伏せの平均値は 10.84 回，標準偏差は 3.18 回であった．また，Fig. 158. に実験参加者 50 名の成績分布を示す．

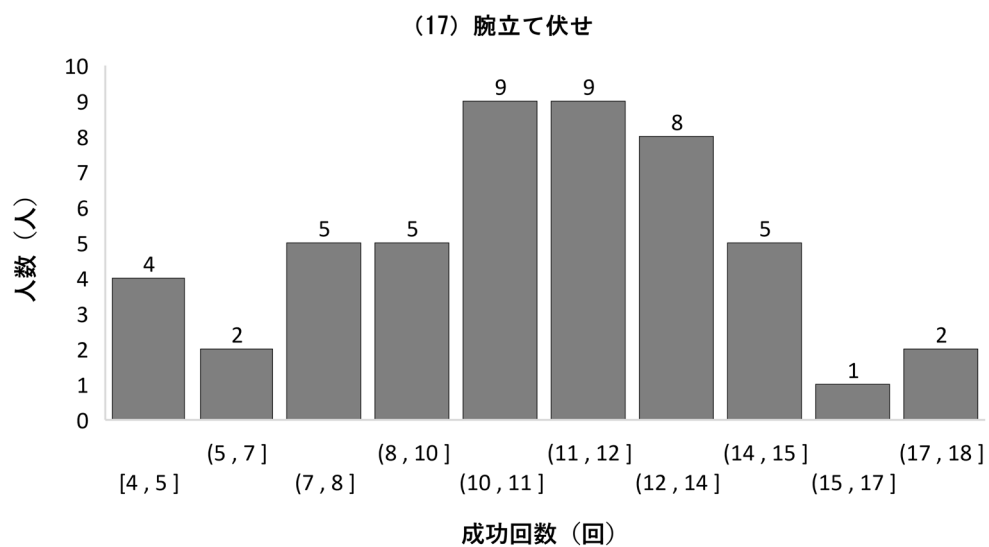


Fig. 158.

(18) 上体起こし

上体起こしの平均値は9.94回、標準偏差は2.76回であった。また、Fig. 159. に実験参加者50名の成績分布を示す。

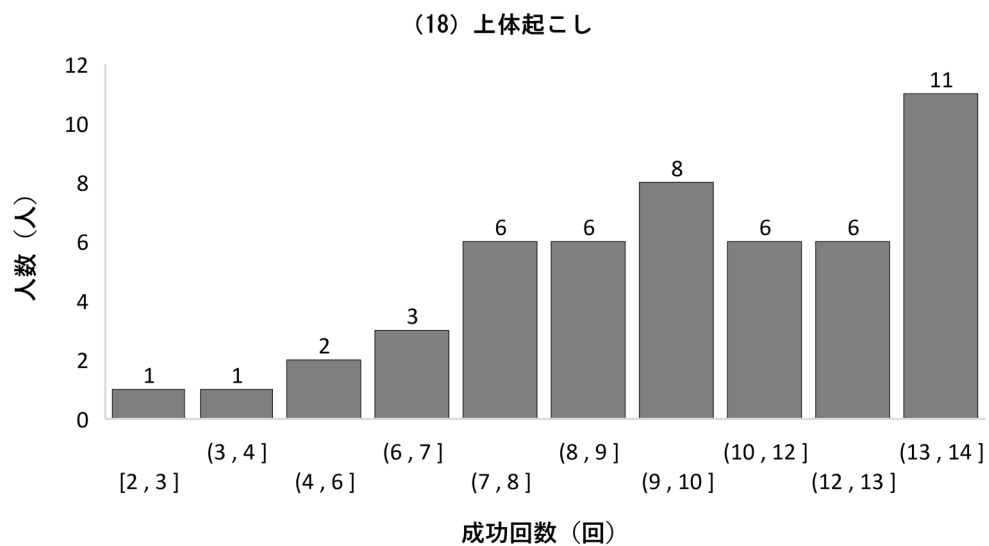


Fig. 159.

(19) 背筋力

背筋力の平均値は123.15kg、標準偏差は33.50kgであった。また、Fig. 160. に実験参加者50名の成績分布を示す。

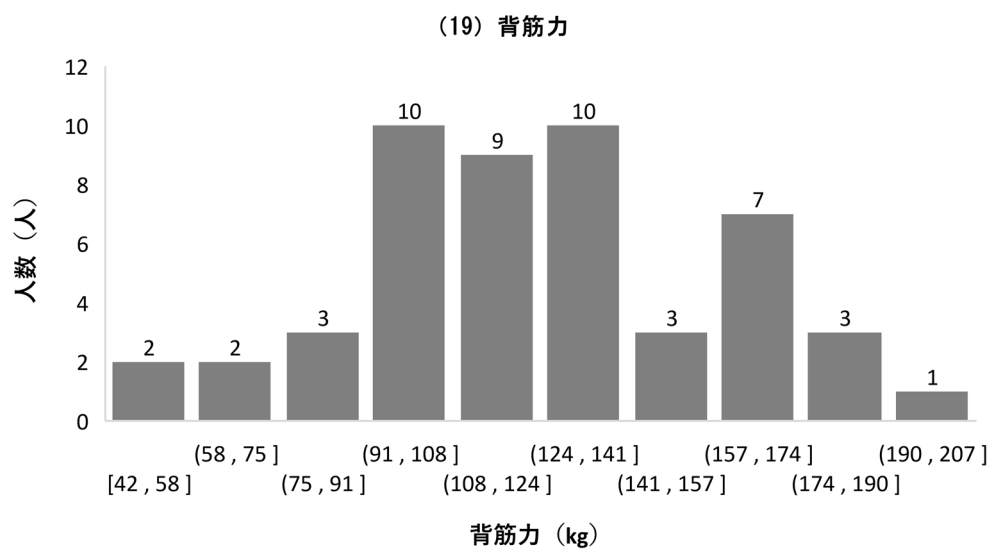


Fig. 160.

(20) 握力

Table. 20. に実験参加者 50 名の握力測定の結果を示す。左右両側のうち優れた記録を両側 best として示し、利き手と非利き手側の記録を示す。また、Fig. 161. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

Table. 20.

	平均値	標準偏差
(kg)		
両側 best	40.70	6.44
利き手	40.24	6.84
非利き手	37.91	6.07

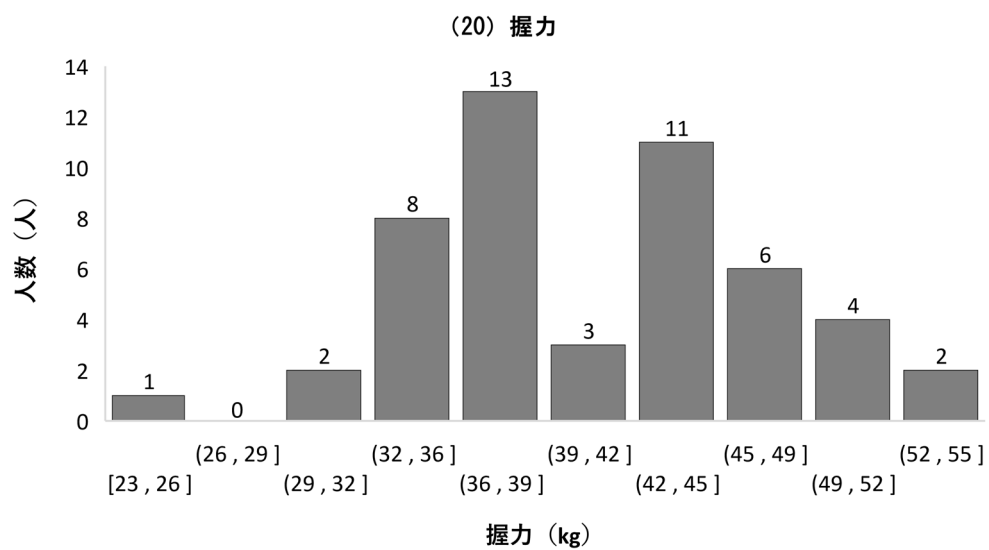


Fig. 161.

(21) 長座体前屈

長座体前屈の平均値は 447.60mm, 標準偏差は 100.04mm であった. また, Fig. 162. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

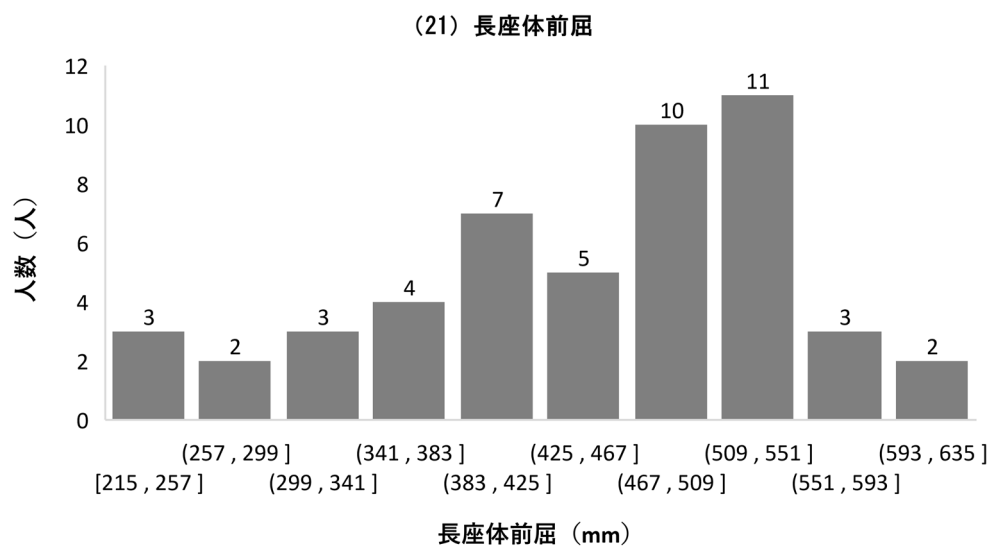


Fig. 162.

(22) Star Excursion Balance Test

Table. 21. に実験参加者 50 名の Star Excursion Balance Test の記録を示す. 左右脚ともに 8 方向それぞれのリーチ長と, 8 方向の平均値を算出した. また, Fig. 163. に実験参加者 50 名の 8 方向平均値の成績分布を示す.

Table. 21.

(mm)	利き側		非利き側	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
前方	422.07	37.64	431.79	39.75
前外方	453.42	36.64	461.11	36.72
外方	474.27	44.2	495.14	38.3
後外方	503.65	55.75	517.31	51.64
後方	516.51	69.69	519.94	56.64
後内方	469.59	65.49	469.7	67.65
内方	402.32	64.93	396.18	67.77
前内方	349.1	45.62	367.16	47.05
8 方向平均値	448.87	40.2	457.29	41.05

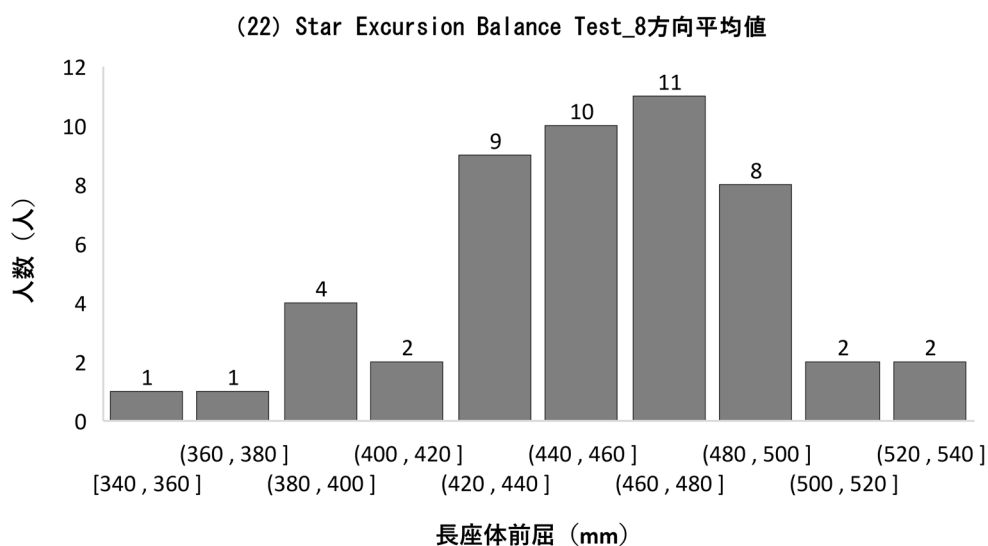


Fig. 163.

(23) ゴルフクラブスイング

Table. 22. に実験参加者 50 名のゴルフクラブスイングの記録を示す. 左右両側のうち優れた記録を両側 best として示し, 利き手と非利き手側の記録を示す. また, Fig. 164. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す.

Table. 22.

	平均値	標準偏差
(mm)		
両側 best	9.23	4.03
利き手	10.81	5.15
非利き手	13.40	5.44

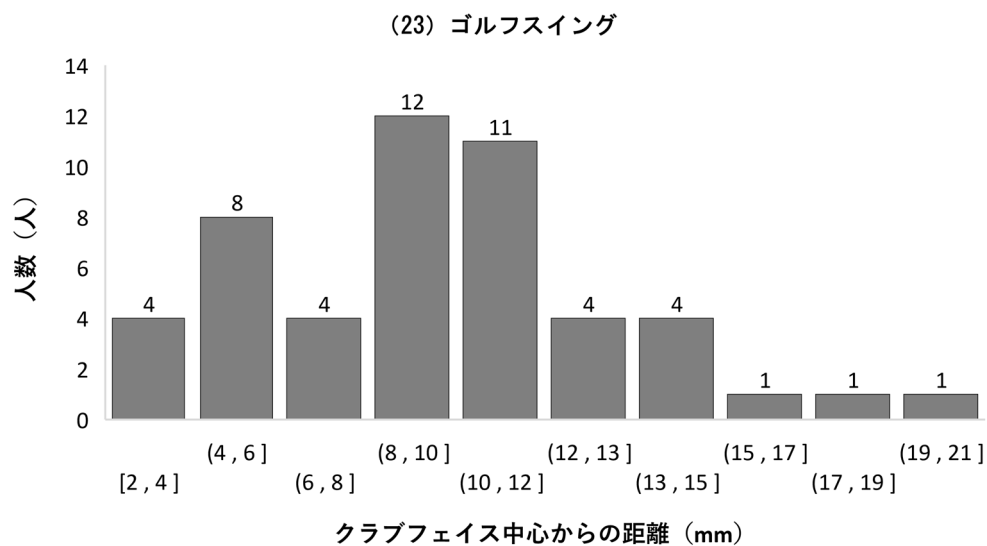


Fig. 164.

(24) 野球ティーヒッティング

Table. 23. に実験参加者 50 名の野球ティーヒッティングの記録を示す. 左右両側のうち優れた記録を両側 best として示し, 利き手と非利き手側の記録を示す. また, Fig. 165. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 23.

	平均値	標準偏差
(mm)		
両側 best	74.11	39.11
利き手	87.42	43.33
非利き手	94.76	43.32

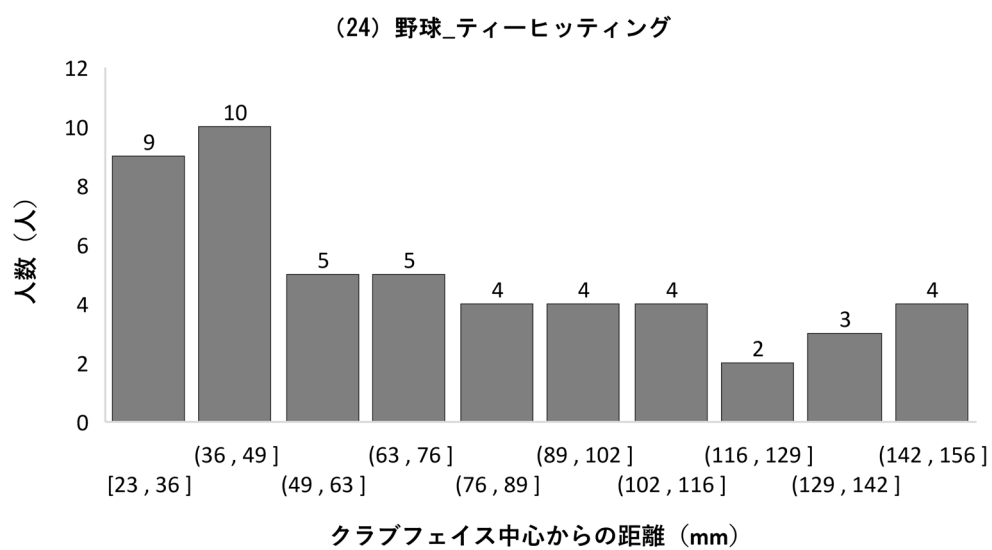


Fig. 165.

(25) 20m 走

20m 走の平均値は 3.02 秒，標準偏差は 0.2 秒であった。また，Fig. 166. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

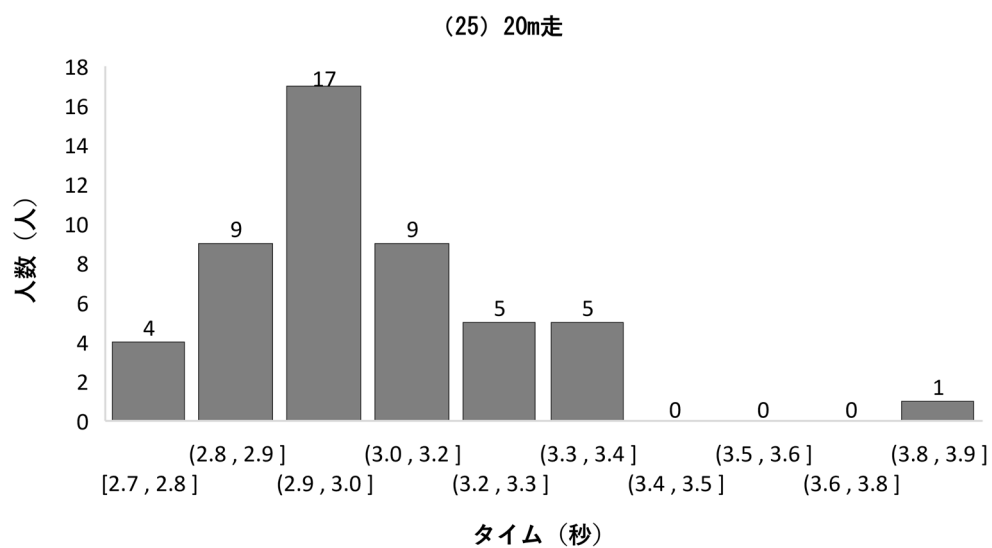


Fig. 166.

(26) バック走

バック走の平均値は 4.39 秒，標準偏差は 0.67 秒であった。また，Fig. 167. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

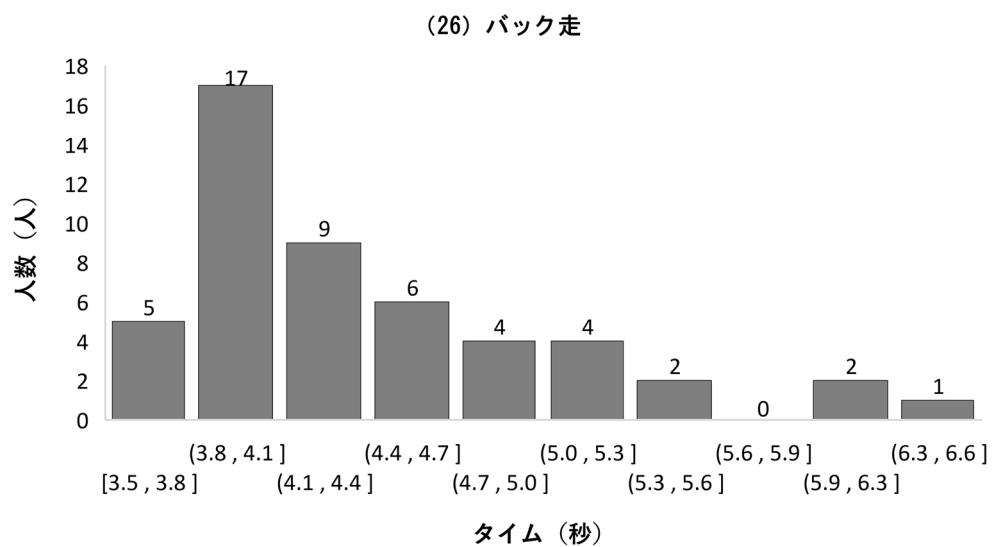


Fig. 167.

(27) サイドステップ

Table. 24. に実験参加者 50 名のサイドステップの記録を示す. サイドステップは始めに右足を前にして進む方向を行い, その後に左足を前にして進む方向を行ったが, それぞれの記録と, 両試技中の優れた方の記録を両側 best として示す. また, Fig. 168. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す.

Table. 24.

	平均値	標準偏差
(秒)		
両側 best	4.55	0.62
右足前	4.64	0.65
左足前	4.74	0.67

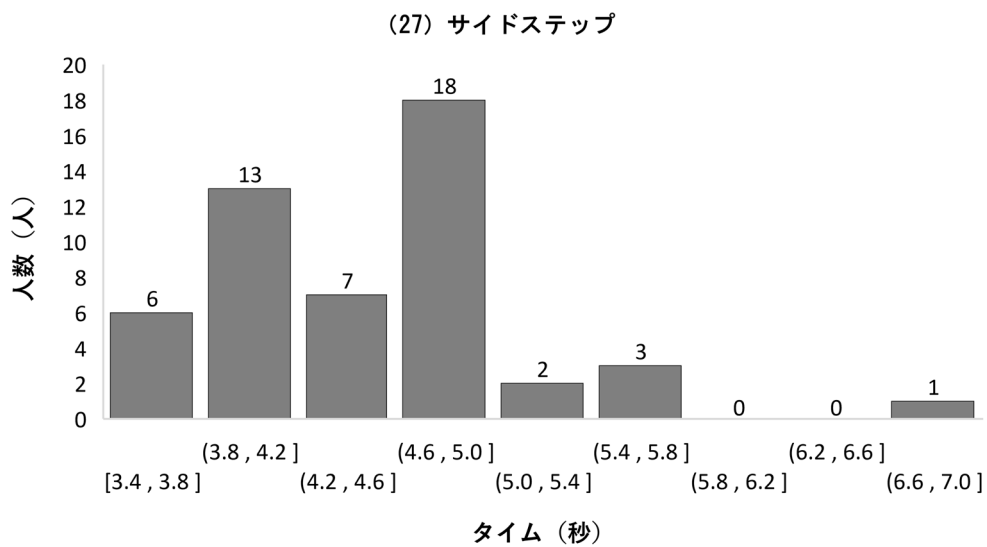


Fig. 168.

(28) 野球(捕球)

Table. 25. に実験参加者 50 名の野球(捕球)の記録を示す. 第 2 章方法で示した通り, 本課題では 5 箇所ボールを 2 球ずつ投じる試技を左右の手で行った. 5 箇所それぞれにおいて 2 球中でよりボールの接触点が中心に近かった試技を採用し, 5 箇所の試技の平均値を記録として左右それぞれに対して算出した. 両側 best として 5 箇所において

それぞれ左右で最も優れた記録の平均値を算出した。また、Fig. 169. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す。

Table. 25.

	平均値	標準偏差
(mm)		
両側 best	20.99	6.46
利き手	29.48	9.56
非利き手	31.62	8.70

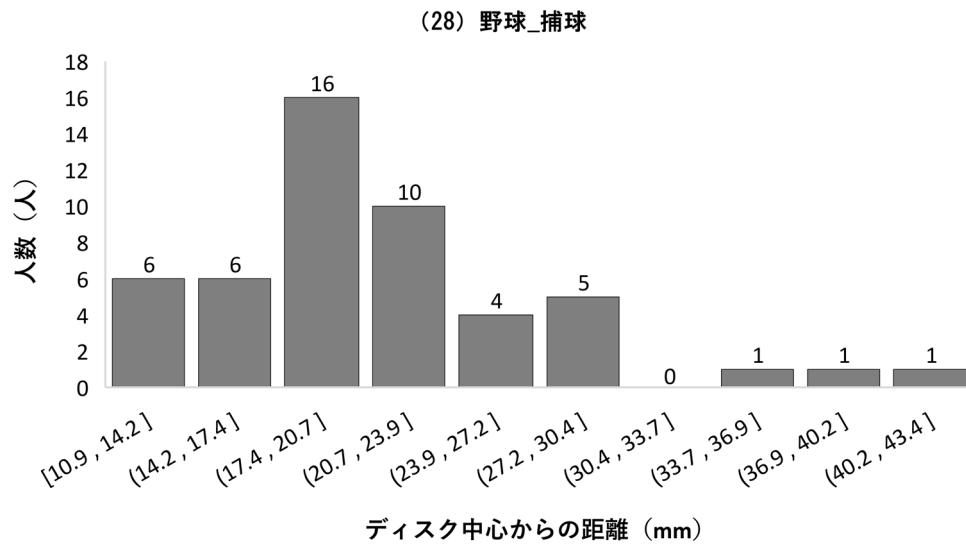


Fig. 169.

(29) 野球(投球)

Table. 26. に実験参加者 50 名の野球(投球)の記録を示す。ターゲットに向かって左右の手で 5 投ずつ投球を行ったが、左右それぞれに対して、ターゲット中心からの距離の 5 球の平均値を記録として採用した。例えば、利き手が右手の被験者は、右手で投じた 5 球それぞれのターゲット中心からの距離が利き手の記録として採用した。利き手と非利き手のうちで 5 球の平均記録が優れていた、つまりターゲット中心からの距離の平均が小さかった方の記録を両側 best として採用した。また、Fig. 170. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す。

Table. 26.

	平均値	標準偏差
(mm)		
両側 best	40.50	13.14
利き手	43.71	18.69
非利き手	62.93	23.83

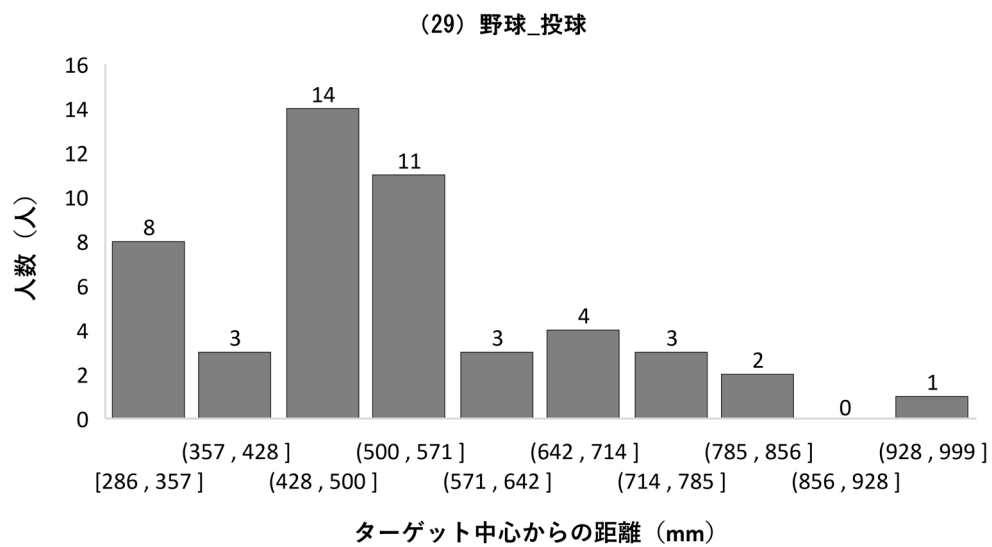


Fig. 170.

(30) サッカー(シュート)

Table. 27. に実験参加者 50 名のサッカー(シュート)の記録を示す。ターゲットに向かって左右の足で 5 投ずつキックを行ったが、左右それぞれに対して、ターゲット中心からの距離の 5 球の平均値を記録として採用した。例えば、利き足が右足の被験者は、右足で蹴った 5 球それぞれのターゲット中心からの距離が利き足の記録として採用した。利き足と非利き足のうちで 5 球の平均記録が優れていた、つまりターゲット中心からの距離の平均が小さかった方の記録を両側 best として採用した。また、Fig. 171. に実験参加者 50 名の両側 best の成績分布を示す。

Table. 27.

	平均値	標準偏差
(mm)		
両側 best	57.92	19.51
利き足	64.00	22.35
非利き足	79.26	31.21

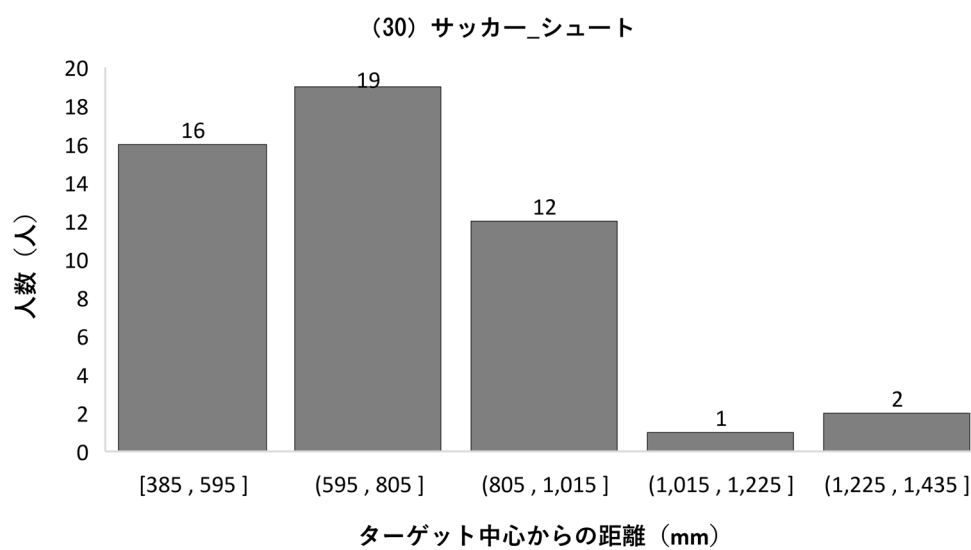


Fig. 171.

(31) サッカー(リフティング)

実験参加者 50 名のサッカー(リフティング)の記録の平均値は 8.29 回, 標準偏差は 9.59 回であった. また, Fig. 172. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

(31) サッカー_リフティング

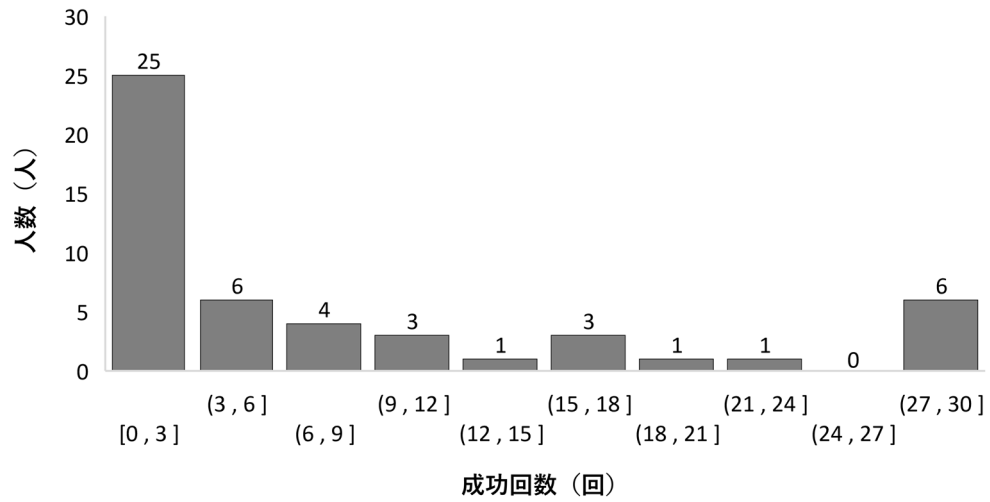


Fig. 172.

(32) サッカー(ドリブル)

実験参加者 50 名のサッカー(ドリブル)の記録の平均値は 38.11 秒，標準偏差は 8.69 秒であった。また，Fig. 173. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

(32) サッカー_ドリブル

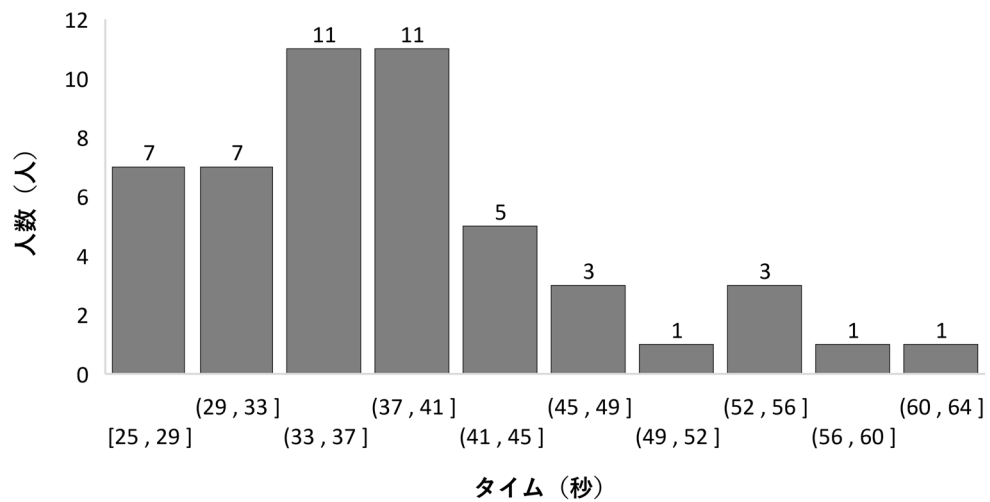


Fig. 173.

(33) バスケットボール(ドリブル)

実験参加者 50 名のバスケットボール(ドリブル)の記録の平均値は 25.52 秒, 標準偏差は 4.93 秒であった. また, Fig. 174. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

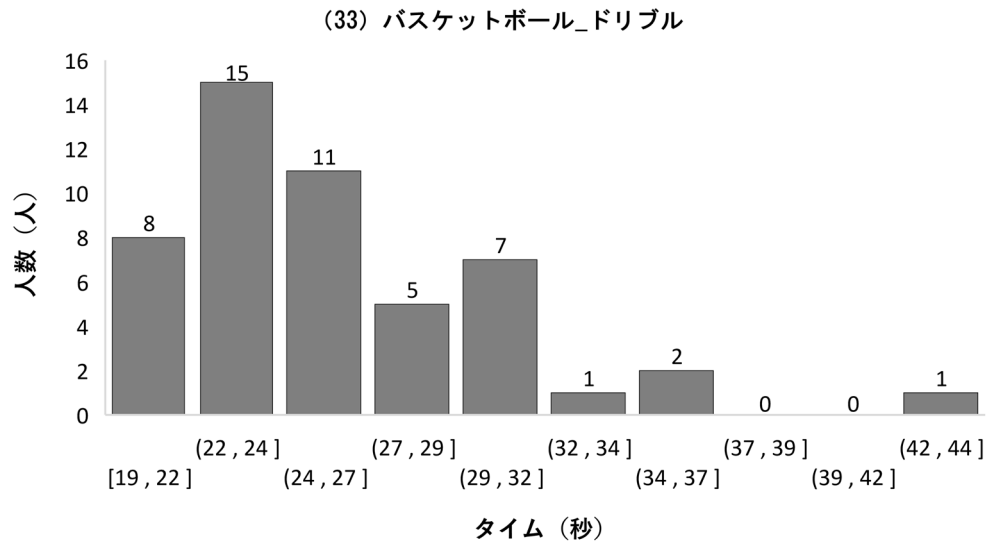


Fig. 174.

(34) バレーボール(オーバーハンドパス)

本番試技 4 回それぞれのターゲット中心からボールの接地点までの距離の平均値を記録として採用した. 記録の平均値は 886.20mm, 標準偏差は 365.49mm であった. また, Fig. 175. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

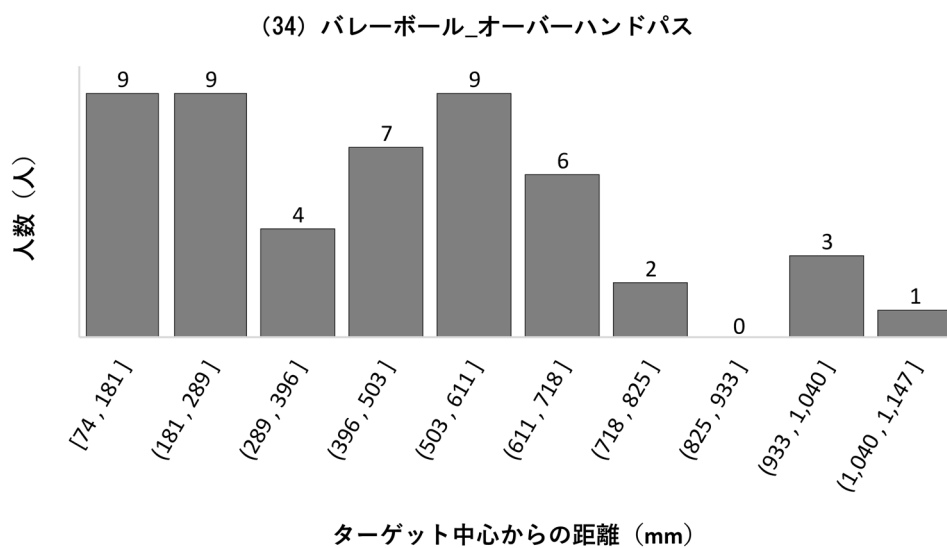


Fig. 175.

(35) バレーボール(アンダーハンドレシーブ)

本番試技 4 回それぞれのターゲット中心からボールの接地点までの距離の平均値を記録として採用した。記録の平均値は 1420.58mm, 標準偏差は 498.96mm であった。また, Fig. 176. に実験参加者 50 名の成績分布を示す。

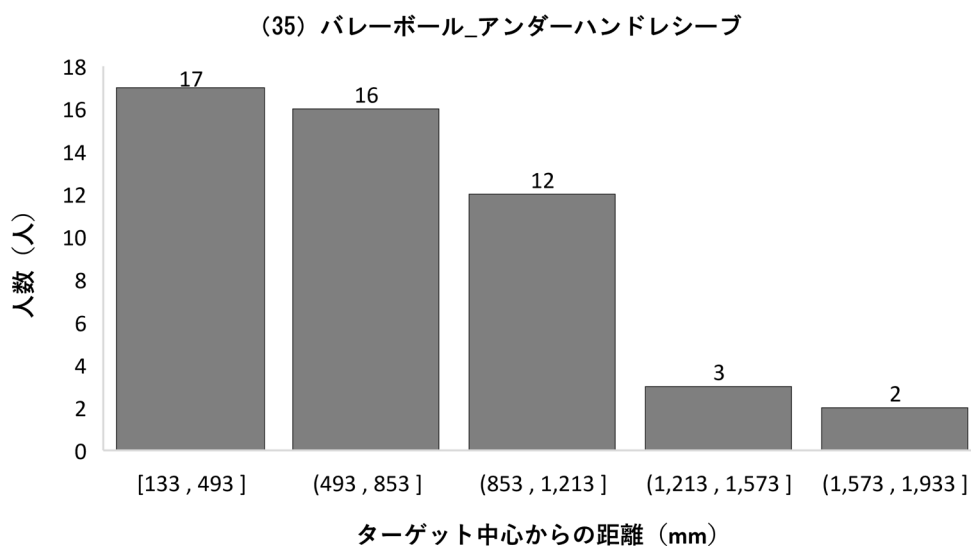


Fig. 176.

(36) バレーボール(サーブ)

Table. 28. に実験参加者 50 名のバレーボール(サーブ)の記録を示す. Short, Long 条件ともに左右の手それぞれにおける本番試技 5 回のターゲット中心からボールの接地点までの距離の平均値を記録として採用した. 例えば, 利き手が右手の被験者は, 右手で打った 5 球それぞれのターゲット中心からの距離が利き手の記録として採用した. 利き手と非利き手のうちで 5 球の平均記録が優れていた, つまりターゲット中心からの距離の平均が小さかった方の記録を両側 best として採用した. また, Fig. 177, 178. に実験参加者 50 名の成績分布を示す.

Table. 28.

		平均値	標準偏差
(mm)			
Short	両側 best	1054. 05	385. 61
	利き手	1233. 82	475. 15
	非利き手	1336. 76	530. 13
Long	両側 best	3601. 03	1664. 52
	利き手	3649. 98	1706. 63
	非利き手	6825. 45	1994. 43

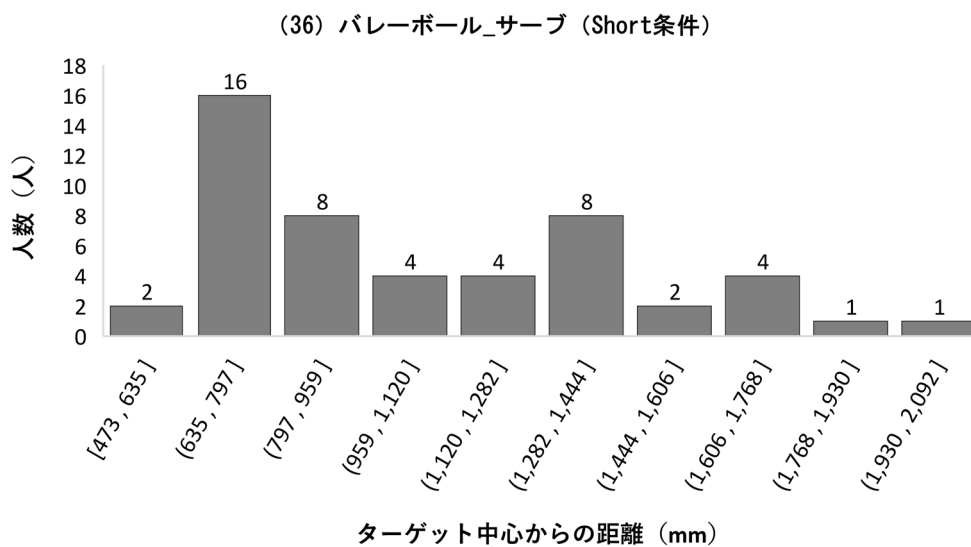


Fig. 177.

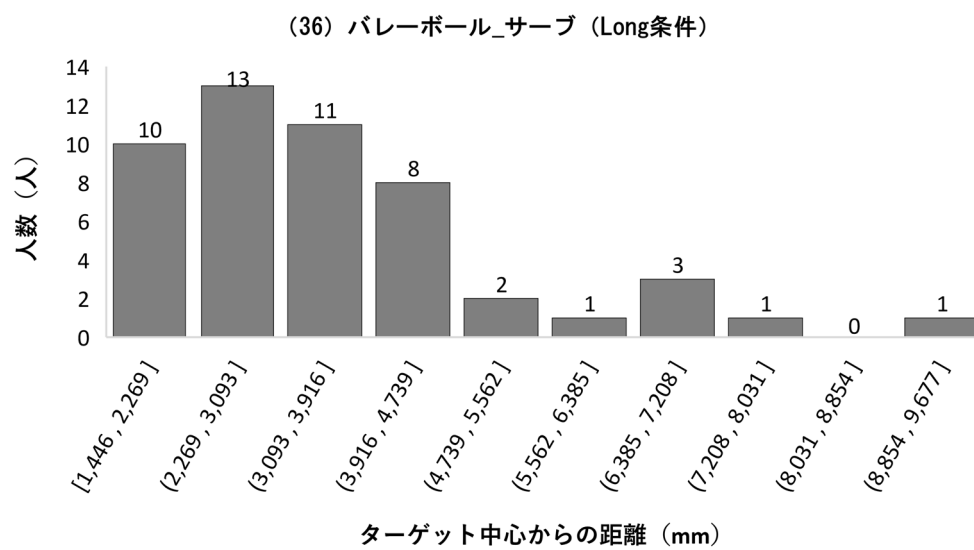


Fig. 178.

参考文献

1. Ahmed, T. A. E. (2015). Improving musculoskeletal fitness and the performance enhancement of basketball skills through neuromuscular training program. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(3).
2. Akila, S. (2016). Effect of Basketball Dribbling Practice on Cursive Handwriting of Primary School Children. *International Journal of Science and Research*, 5(8), 202-206.
3. Akoglu, H. (2018). User' s guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18(3), 91-93.
4. Alexander, M., Honish, A., & Lab, S. B. (2009). An Analysis of the Volleyball Jump Serve.
5. Alfaroby, M. I., Nurhidayat, N., & Denata, G. Y. (2022). The relationship between agility; Eye-foot coordination; Leg muscles strength and soccer dribbling skills of Football School (SSB) players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1(1), 6-12.
6. Almeida, L. G., Filho, E. S. N., dos Santos, G. A., & José Tadeu Carneiro Cardoso² & Sergio Rodrigues Moreira. (2021). Anthropometric Profile and Functional Performance of Capoeira Competitors in the World Games. *Int. J. Morphol*, 39(4), 969-976.
7. Anderson, G. S., Gaetz, M., Holzmann, M., & Twist, P. (2013). Comparison of EMG activity during stable and unstable push-up protocols. *European Journal of Sport Science*, 13(1), 42-48.
8. Baker Et Al., J. (2003). Sport-Specific Practice and the Development of Expert Decision-Making in Team Ball Sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, 12-25.
9. Baltaci, G., Un, N., Tunay, V., Besler, A., & Gerçeker, S. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring

- flexibility in female university students. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 59-61.
10. Chapman, J. P., Chapman, L. J., & Allen, J. J. (1987). The measurement of foot preference. *Neuropsychologia*, 25(3), 579-584.
 11. Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
 12. Dancey, C. P., & Reidy, J. (2007). Statistics without maths for psychology. *Pearson education*.
 13. Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2003). Age and sex associated variation in neuromuscular capacities of adolescent distance runners. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 551-557.
 14. Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., Stoica, A. M., & Calota, N. D. (2022). The Effects of Proprioceptive Training on Balance, Strength, Agility and Dribbling in Adolescent Male Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4).
 15. Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., Stoica, A. M., & Calota, N. D. (2022). The Effects of Proprioceptive Training on Balance, Strength, Agility and Dribbling in Adolescent Male Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4).
 16. Gortsila, E. (2013). Effect of training surface on agility and passing skills of prepubescent female volleyball players. *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*, 03(2).
 17. Gribble, P. A., Hertel, J., Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339-357.
 18. Habib, H. A.A. (2018). Effect of functional resistance drills with Elastic

bands on some of physical and biomechanical variables and kicking accuracy in soccer. *Assiut Journal For Sport Science Arts*.

19. Hamdan, A. Y. (2023). The effect of balance training on improving shooting and the basketball debate among the students of the faculty of physical education and sports. *Revista Iberoamericana de Psicología Del Ejercicio y El Deporte*, 18(1), 38-47.
20. Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., & Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2503-2511.
21. Islam, M. S., & Kundu, B. (2020). Association of dribbling with linear and non-linear sprints in young soccer players of Bangladesh. *International Journal of Medicine and Public Health*, 10(3), 100-103.
22. Jayanthi, N., Pinkham, C., Dugas, L., Patrick, B., & Labella, C. (2013). Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health*, 5(3), 251-257.
23. Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 125-131.
24. Katsuhara, Y., Fujii, S., Kametani, R., & Oda, S. (2010). Spatiotemporal characteristics of rhythmic, stationary basketball bouncing in skilled and unskilled players. *Perceptual and Motor Skills*, 110(2), 469-478.
25. Kawashima, R., Matsumura, M., Sadato, N., Naito, E., Waki, A., Nakamura, S., Matsunami, K., Fukuda, H., & Yonekura, Y. (1998). Regional cerebral blood flow changes in human brain related to ipsilateral and contralateral complex hand movements: a PET study. *The European Journal of Neuroscience*, 10(7), 2254-2260.
26. Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, 30(1), e1-e5.

27. Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, D. D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1929-1940.
28. Mahmoud, M. H. (2011). Balance Exercises as the Basis for Developing the Level of Physical and Skill Performance in Basketball Young Players. *World Journal of Sport Sciences*, 4(2), 172-178.
29. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
30. Marsh, D. W., Richard, L. A., Alexis Williams, L., & Lynch, K. J. (2004). THE RELATIONSHIP BETWEEN BALANCE AND PITCHING ERROR IN COLLEGE BASEBALL PITCHERS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 441-446.
31. Martins, H. S., Lüdtkke, D. D., de Oliveira Araújo, J. C., Cidral-Filho, F. J., Salgado, A. S. I., Viseux, F., & Martins, D. F. (2019). Effects of core strengthening on balance in university judo athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(4), 758-765.
32. Mathis, A., Mamidanna, P., Cury, K. M., Abe, T., Murthy, V. N., Mathis, M. W., & Bethge, M. (2018). DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning. *Nature Neuroscience*, 21(9), 1281-1289.
33. Matsumura, M., Sadato, N., Kochiyama, T., Nakamura, S., Naito, E., Matsunami, K.-I., Kawashima, R., Fukuda, H., & Yonekura, Y. (2004). Role of the cerebellum in implicit motor skill learning: a PET study. *Brain Research Bulletin*, 63(6), 471-483.
34. Matsuzaki, C. (2004). Tennis Fundamentals. *Human Kinetics*.
35. Mehdizadeh, S., Arshi, A. R., & Davids, K. (2015). Quantifying coordination and coordination variability in backward versus forward running: Implications for control of motion. *Gait & Posture*, 42(2), 172-177.

36. Mizuguchi, N., Tsuchimoto, S., Fujii, H., Kato, K., Nagami, T., & Kanosue, K. (2021). Recognition capability of one's own skilled movement is dissociated from acquisition of motor skill memory. *Scientific Reports*, 11(1), 16710.
37. Myer, G. D., Jayanthi, N., Difiori, J. P., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A. W., Logerstedt, D., & Micheli, L. J. (2015). Sport Specialization, Part I: Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes? *Sports Health*, 7(5), 437-442.
38. Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multi joint isometric and dynamic tests of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 699-707.
39. Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
40. Raisbeck, L. D., Diekfuss, J. A. (2015). Fine and gross motor skills: The effects on skill-focused dual-tasks. *Human Movement Science*, 43, 146-154.
41. Rodrigues, S. T., Polastri, P. F., Gotardi, G. C., Aguiar, S. A., Mesaros, M. R., Pestana, M. B., & Barbieri, F. A. (2016). Postural Control During Cascade Ball Juggling: Effects of Expertise and Base of Support. *Perceptual and Motor Skills*, 123(1), 279-294.
42. Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship with the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 196-206.
43. Sabin, S. I., & Marcel, P. (2016). TESTING AGILITY SKILL AT A BASKETBALL TEAM (10-12 YEARS OLD). *Science, Movement and Health*, 16(1), 103-109.
44. Scurr, J. C., Abbott, V., & Ball, N. (2011). Quadriceps EMG muscle activation

- during accurate soccer instep kicking. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 247-251.
45. Sánchez García, R., Hayes, S. J., Williams, A. M., & Bennett, S. J. (2013). Multisensory perception and action in 3-ball cascade juggling. *Journal of Motor Behavior*, 45(1), 29-36.
46. Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo, B. D. (2003). A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run “In Training” clinics. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 239-244.
47. Uehara, S., Nambu, I., Tomatsu, S., Lee, J., Kakei, S., & Naito, E. (2011). Improving human plateaued motor skill with somatic stimulation. *PloS One*, 6(10), e25670.
48. Uslu, S., Čaušević, D., Abazović, E., Mahmutović, I., Mahmutović, I., & Riza, B. (2021). The relationship between motor skills and technical skills specific to volleyball in adolescent volleyball players. *Int J Life Sci Pharma Res*, 281-289.
49. Yapici, A. (2019). EFFECTS OF 6 WEEKS CORE TRAINING ON BALANCE, STRENGTH AND SERVICE PERFORMANCE IN VOLLEYBALL PLAYERS. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 5(12).
50. 加納 裕久. (2016). 幼児期におけるコーディネーション研究の理論的基礎. *人間発達学研究*, 7, 51-64.
51. 宮崎 純弥, 村田 伸, 堀江 淳, 鈴木 秀次. (2010). 高齢者の長座体前屈距離と脊柱可動性ならびに 下肢伸展挙上可動域との関係. *理学療法科学*, 25(5), 683-686.
52. 橋本 広徳, 元廣 惇, 鈴木 哲. (2017). サイドステップ動作時における体幹の筋活動. *理学療法科学*, 32(6), 773-776.
53. 後藤 広太郎, 星 詳子, 前田 力俊, 高橋 誠, 室橋 春光. (2008). 空間的に視覚と固有受容感覚を矛盾させた状態での 到達運動における前頭前野の活動について. *脈管学*, 48, 397-403.

54. 山上 暁. (2006). 認知ゲーム実験 (1) 鏡映描写. *甲南女子大学研究紀要*, 42.
55. 上田 憲嗣, 綿引 勝美, 石橋 邦人, 阪本 裕子, 森藤 孝文, 海野 耕三. (2006). コーディネーショントレーニングを取り入れた体育授業の開発. *鳴門教育大学研究紀要*, 21.
56. 上田 憲嗣, 安部 孝文, 鳥取 伸彬, 大友 智. (2020). 最近 10 年間の国際英・独文学術誌にみられる児童生徒における動作コーディネーションの介入研究の動向: システムティックレビュー. *発育発達研究*, 88, 11-21.
57. 石崎聡之, 石原啓次, 三原大介, 塩入俊次. (2000). 新体カテストからみた高等専門学校生の体力. *小山工業高等専門学校研究紀要*, 32, 37-43.
58. スポーツ庁. (2023). 新体カテスト実施要項 (20~64 歳対象) .
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop03/list/detail/1408001.htm

謝辞

本研究を遂行し、修士学位論文を作成するにあたり、多くのご支援とご指導を賜りました指導教員である伊坂忠夫教授に感謝の意を表します。また、修士学位論文のご指導を下さった副査の塩澤成弘教授、平井祐理准教授に深く感謝をいたします。そして研究計画からデータ分析、結果の解釈、考察、結論に至るまで手厚いご指導をいただきました水口暢章助教に心より感謝申し上げます。研究活動において困難を感じる場面が多々ありましたが、常に丁寧な御指導をいただきましたおかげで、修士論文の提出まで漕ぎつけることができました。また、スポーツ健康科学部の教員の皆様、そして伊坂研究室の皆様に厚くお礼を申し上げます。さらには、実験のご理解をいただき、快く被験者を引き受けてくださった皆様に深く感謝をいたします。そして、大学院での研究活動を応援してくれた家族に改めて感謝の意を表します。