



音楽的リズム感に注目したサッカードリブル練習方法としてのリズムゲームの提案

森, 拓輝
土田, 修平
寺田, 努
塚本, 昌彦

(Citation)

マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム2021論文集:817-824

(Issue Date)

2021-07

(Resource Type)

conference paper

(Version)

Version of Record

(Rights)

ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。

Notice for the use of this material The copyright of this material is retained by th...

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90008747>



音楽的リズム感に注目した サッカードリブル練習方法としてのリズムゲームの提案

森 拓輝¹ 土田修平¹ 寺田 努¹ 塚本昌彦¹

概要：サッカーにおいてドリブルは試合中に最もよく行われる動作の1つであるため、ドリブル技術の向上は必要不可欠である。ドリブル技術を向上させるにはリズム感を高めることが重要であるが、サッカーにおけるリズム感の向上を目指した練習方法や解説動画は少ない。そこで本研究では、音楽的なリズム感に注目した新たな練習方法としてドリブル動作を用いたリズムゲームを提案する。プレーヤは時間内にできるだけ高いスコアを取るようドリブル動作を行うため、ドリブル技術の向上が期待できる。評価実験ではドリブルテスト、およびリズムテストを3種類行い、スコアを算出した。また、リズムゲームのプレイ前後での各テストのスコアの変化に関する調査を行った。その結果、リズムテストでは従来の練習に比べ、リズムゲームのプレイによるスコアの有意差は生じなかったが、ドリブルテストにおいては提案システムを用いた練習を通じてスコアの向上がみられた。提案システムを用いた練習方法では、リズムを意識したドリブル練習を通してドリブル技術が向上する可能性が示唆された。

1. はじめに

サッカーにおいてドリブルは試合中に最もよく行われる動作の1つである。プレーヤはドリブルを行うことでボールを保持しながら相手ゴールの方向へ進めることができるため、ドリブルはゴールにつながる重要なアクションの1つである。また、攻撃時にドリブルで相手プレーヤを抜き去ることで人数面において有利な状況を作ることができる。そのため、サッカーにおいてドリブル技術の向上は必要不可欠である [1]。

ドリブル技術を向上させるにはフィジカルやフェイント技術を強化することに加え、リズム感を高めることが重要である [2]。ここでいうリズム感とは、多様なリズムを生み出し、そのリズムに合わせて身体を動かす能力を指す。サッカーではこのリズム感を高めることで、相手プレーヤを翻弄することができる。例えばまず一定のリズムでドリブルを行い、相手プレーヤにそのリズムを把握させる。次にそのリズムを急激に変化させてボールタッチのタイミングをずらすことで、相手を置き去りにできる。現在、フィジカルやフェイント技術の向上を目指した練習に比べ、サッカーにおけるリズム感の向上を目指した練習方法や解説動画は少ない。また、フィジカルやフェイント技術は練習を通じて得られる成果を実感しやすい一方で、リズム感は練習の成果を実感しづらい上に向上させる必要性が不明瞭で

ある。それゆえ、リズム感を用いた効果的な練習方法は未だ確立されていない。

リズム感を高める練習方法としてラダーを地面に敷き、メトロノームの音に合わせてラダーの上でステップを踏むトレーニングが提案されている [3]。ラダーとは、はしご状の形をしたサッカーの練習道具の一つであり、素早いステップワーク、減速力、加速力を鍛えるトレーニングに用いられる。しかし試合ではステップを踏むだけでなく足でボールを扱う必要があるため、実際にボールを用いた練習方法を確立する必要がある。音楽的なリズム感を効率的に習得するシステムとして、Bégel ら [4] は音楽を用いたゲームを提案している。そこで、音楽的なリズム感の向上はスポーツにおけるリズム感の向上につながるという仮説を立てた。リズムゲームの要素をドリブル練習に組み込むことにより、リズム感の習得とドリブル技術の向上のためのトレーニングを同時に行い、従来のドリブル練習よりも効果的な練習ができるのではないかと考えた。

リズムゲームを用いた練習方法では、ゲームスコアによるフィードバックを行うことができる。このような自身の運動パフォーマンスや運動量に関するフィードバックは、練習の効率や試合におけるパフォーマンスの向上に繋がる [5, 6]。また、モチベーション、パフォーマンス、運動の質、ポジティブなイメージを高めるために競技前の準備中、ウォーミングアップ中、トレーニング中に音楽を聴くプレーヤが多く [7]、トレーニングに音楽を組み込んだ練

¹ 神戸大学大学院工学研究科

習はアスリートにとって取り組みやすく、継続が容易であるため効果が表れるのではないかと考えた。

そこで本研究ではリズムゲームを組み込んだドリブルの練習システムを提案する。プレーヤーはPCの画面に映し出されるゲーム画面を見ながら、音楽に合わせて画面上方から下方に向かって流れてくる矢印の方向に合わせてサッカーボールを動かし、ドリブル動作を行う。これによりリズム感を習得しながらドリブルの練習ができるため、従来の練習方法よりも効果的なドリブル技術の向上が期待できる。評価実験では提案システムを用いた練習を行うことによるドリブル技術やリズム感の向上に関する調査を行う。その後、実験結果と被験者のアンケート結果を踏まえた議論を行うことにより、リズム感に注目したドリブル練習手法の確立を目指す。

2. 関連研究

2.1 音楽と運動能力の関係

音楽が練習のモチベーションや運動のパフォーマンスに与える影響に関する研究は多く行われている。Petriら[7]はスウェーデンのアスリート252名に対してスポーツや運動中における音楽の利用に関するアンケート調査を行った。その結果、アスリートはモチベーション、パフォーマンス、トレーニングの質、ポジティブなイメージを高めるために競技前の準備、ウォーミングアップ、トレーニング中に音楽を聴くことがわかり、アスリートにとって音楽が重要であることが示唆されている。Paulら[8]は18歳から35歳の被験者150名に対して、バレーボールを目標地点に向けて投げ、目標地点へのヒット率を測定する実験を行った。被験者150名を、実験者が用意した音楽を聴きながら動作を行うグループ、被験者が自ら用意した音楽を聴きながら動作を行うグループ、音楽を聴かずに動作を行うグループに分け、目標地点へのヒット率を比較した。その結果、音楽の利用は運動パフォーマンスの向上にはつながらないとし、プレーヤーが行う動作の種類によってパフォーマンスの向上に影響が出る可能性があることを示唆している。Karageorghisら[9]は128名の被験者に対し、1種類の音楽を用意し、40%、60%、80%の3種類の運動強度の調整ができるトレッドミルを用いたランニング動作で心拍数を測定する実験を行った。分散分析を行った結果、音楽のテンポと60%の強度のランニング動作を行った際の心拍数に相互作用が見られた。このことから音楽がランナーのランニングの強度と心拍数に好影響を与え、激しい動作を促進するため、ランナーのランニングパフォーマンスが向上する可能性が高いことを示唆している。またBoodら[10]はトレッドミルを使ったランニング動作の実験において19名の被験者を、音楽を聴きながらランニングをするグループ、メトロノームの音を聴きながらランニングをするグループ、何も聴かないグループに分け、疲労度に関する

実験を行った。その結果、音楽やメトロノームの音を聴きながらランニングをするグループは疲労を感じるまでの時間が何も聴かずにランニングをするグループに比べ、大幅に長くなった。このことから、音楽のビートをランナーの1分あたりの足の回転のテンポに合わせるとランナーの一定のランニングのペースの維持に役立つ可能性があることを示唆している。以上の知見を踏まえ、サッカーのドリブル動作はボールタッチとランニング動作の組み合わせであるため、リズムゲームの音楽とメトロノームの音を同時に聴きながらボールタッチの練習を行うことにより、プレーヤーはモチベーションを高め、効果的なドリブルの練習ができるのではないかと考えた。

2.2 ドリブル能力の測定に用いられる指標

ドリブル技術を測定する際に用いられる数値としてスキルインデックスがある。スキルインデックスとは、やや複雑な非直線のコースを走るのにかかる時間であるスプリントタイムを、同コースをドリブルしながら走行するのにかかる時間であるドリブルタイムで割った数値である。ドリブル技術が優れているほどこれらのタイムの差が小さく、スキルインデックスは大きくなる。Mirkovら[11]は20歳前後の男性サッカー選手20名を対象にスキルインデックスの検証実験を行い、この数値がドリブル能力の評価に利用できることを示唆している。また、Dardouriら[12]は同じスキルインデックスの算出方法を用いて49名のチュニジアの地域リーグの選手と43名のプロチームの選手の合計92名のサッカー選手を対象に同様の検証実験を行った。その結果、プロチームのグループのスキルインデックスの値が大きかったことから、この数値が経験者のドリブル技術の評価において高い信頼性があることを示唆している。しかし、この数値の未経験者に対する有効性は不明瞭であるため、検証を行う必要がある。

2.3 リズム感とドリブルの関連性

スポーツにおけるリズム感はコーディネーション能力のうちの1つである。サッカーにおけるコーディネーション能力とは状況を目や耳などの五感で察知し、頭で判断し、筋肉を動かすという一連の動きをスムーズに行う能力であり、リズム感の他に反応能力やバランス能力、空間把握能力などの7つの能力がある[13]。コーディネーション能力とサッカー選手の様々なスキル、特にドリブル技術の獲得の関係性に関する研究は数多く行われている。Tessitoreら[14]は16名のサッカー選手に対して、3週間のプレシーズン中にコーディネーショントレーニングを行い、シーズン開始時のドリブルテストおよびシュートテストのスコアにおいてトレーニング前よりも優れた結果を示したことから、試合のシーズンが始まる前の期間にコーディネーショントレーニングを行うことをサッカー選手に

推奨している。Polevoy ら [15] は 17 歳から 18 歳の被験者 40 名を、一般的なフィジカルトレーニングをするグループとリズム感のトレーニングを含むコーディネーション能力のトレーニングをするグループに分け、各トレーニングを 1 週間に 2 回行わせた。その結果、トレーニング開始前は両方のグループでリズム感やシャトルラン、サッカーの技術に関するテストのスコアに有意差は見られなかった一方で、全てのトレーニング終了時に行ったテストのスコアは、コーディネーション能力のトレーニングを行ったグループの方が有意に高い結果となった。このことから、サッカー選手はコーディネーション能力の中でも特にリズム感を高めることによりサッカーの練習の質が向上することを示唆している。以上のことからリズム感を高めることにより、効果的なドリブル練習ができるといえる。

細野 [16] は 84 名の被験者に対して、全長 8m のライン上に 50cm 間隔で引いたテープを踏まずにステップを行い、8m 先のゴールに到達するまでのタイムを計測するというリズム感のテストを行い、ドリブルのスキルインデックスとの相関関係を調べた。その結果、ドリブル技術の獲得にリズム能力の向上は必要ではない可能性が示唆されるとともに、リズム能力が高くてもドリブル技術に関連した練習を行わない場合には、リズム感とドリブル技術の間に相関は生じないとし、リズム感を高めた上でスキルトレーニングを行うことにより、効果的なトレーニングを実現できると結論づけている。以上のことから、ドリブル練習にリズムゲームを組み合わせ、ドリブル練習とリズム感を高めるトレーニングを同時に行える練習システムを構築し利用することにより、一般的な練習に比べてドリブル技術のテストにおいて優れたテスト結果が出るのではないかと考えた。

3. 評価指標の検討

サッカー経験者を対象に行なった実験において、スキルインデックス [11,12] はドリブル技術の数値化に適していると述べられている。しかし、未経験者にも有効な値であるかは言及されていない。そこで未経験者を対象にスキルインデックスを測定する予備実験を行い、未経験者にも有効な値であるかを調査する。

3.1 検討方法

スキルインデックスを求めるためにドリブルタイムとスプリントタイムの測定を行う。テストに使うコースを図 1 に、ドリブルタイムを測定している様子を図 2 に示す。コーンマーカの間隔は最初の直線が 1.5m、その他の直線が 2m であり往復すると合計 19 m である。最初にこのコースを走ってスプリントタイムを測定し、次に同コースをドリブル動作を用いて走行する。被験者はサッカー経験者 2 名、未経験者 2 名で行い、スキルインデックスの値の比較を行う。

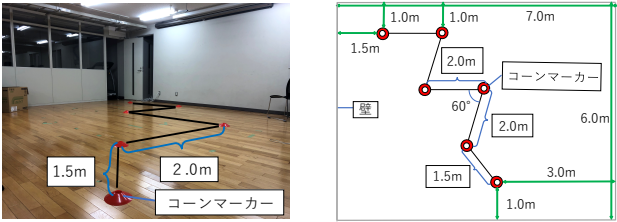


図 1: ドリブルテストのコース



図 2: ドリブルテストの様子

表 1: スキルインデックスの値

	経験者 A	経験者 B	未経験者 C	未経験者 D
スプリントタイム [s]	10.3	10.7	12.7	12.30
ドリブルタイム [s]	14.8	15.3	25.4	22.3
スキルインデックス	0.698	0.703	0.500	0.552

3.2 結果

各被験者のドリブルタイム、スプリントタイム、スキルインデックスの測定結果を表 1 に示す。被験者間でスプリントタイムに大きな差はないが、ドリブルタイムにおいて経験者と未経験者でタイムの差が現れたことにより経験者のスキルインデックスの値が高くなっていることがわかる。ドリブルスキルに比例した値がみられることから、この値は未経験者にも有効な値であると考えられる。

4. 提案システム

4.1 システム設計

本稿では、リズム感の習得とドリブル技術の向上の両方が可能となる、リズムゲームを組み込んだドリブルの練習システムを作成する。

ドリブル技術を向上させるためには、ボールを用いて練習することが前提となる。そのため、リズムゲームをプレイするためのインターフェースはサッカーボールであることが望ましい。本研究では、ウェブカメラを用いてサッカーボールの動作を認識し、その動作をゲーム上の球体オブジェクトに反映させる。これにより、ボールタッチの練習を行いながらリズムゲームに取り組むことができる。

リズム感を習得するためには、音楽を用いたゲームに取り組む必要がある。本研究では、音楽のリズムに合わせて出現し、一定の速度で落下する矢印オブジェクトを、サッカーボールの動作と連動する球体オブジェクトで重ね合わ

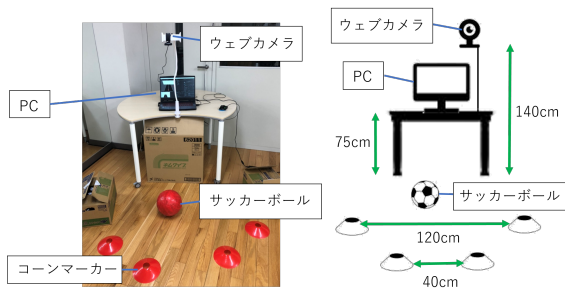


図 3: 提案システム

せることで、スコアを加算していくリズムゲームを考案した。矢印オブジェクトの落下に合わせてサッカーボールを動かすため、プレーヤーは自然とリズムに合わせた動作を取ることになり、リズム感の習得につながると予想する。

サッカーでは常に自分のポジション、周りの状況を把握するために視野を広く持つことが大切であり、ドリブルをする際もボールを常に見るのではなく、時には顔を上げる必要がある [20]。そのためドリブルをしながら顔を上げることを促すためにゲーム画面を写す PC を用意する。

4.2 システム実装

前節を踏まえて実装したシステムを図 3 に示す。システムは、プレーヤーがドリブル動作を行う際に使用するサッカーボール、サッカーボールの動きを認識するウェブカメラ、ゲーム進行を行う PC の 3 つから構成される。サッカーボールは MIKASA 社の F5TP、ウェブカメラはサンワダイレクト社の 400-CAM086 を用い、PC は msi 社の GF65 Thin を用いた。ウェブカメラはスマホアームスタンドを用い、机に固定した。また、ウェブカメラの画角に収まる範囲にコーンマーカを設置した。

Thakur ら [17] は 18 歳から 25 歳の女子大学生 30 名に対しトレッドミルを使った運動の実験において、音楽を聞かずに運動をする被験者、速いテンポの音楽を聞きながら運動をする被験者、遅いテンポの音楽を聞きながら運動をする被験者を比較した結果、速いテンポの音楽を聞きながら運動をした被験者グループの運動時間が長くなったと述べている。また、コーディネーション能力の 1 つに空間把握能力があるが、Llie ら [18] はテンポが速く、ポジティブな曲を聞いた後、空間把握能力やモチベーションが上がると述べている。そこで本システムでは同様にテンポが速く、ポジティブな曲を用いて練習をした方がリズム感の向上が期待できると考え、シャイニングスター [19] という曲を採用した。

ゲーム画面を図 4 に示す。ゲームの作成には Unity [21] を用いた。画面には、ドリブル動作を行った際にサッカーボールと連動して動くゲーム内のボール、画面から下方に向かって流れる緑色の左矢印、および黄色の右矢印、ゲームのスコアなどが表示されている。本システムで使用する

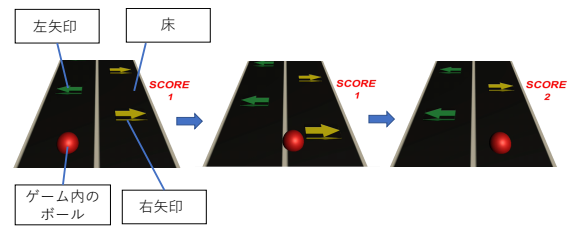


図 4: ゲーム画面

表 2: 各パラメータの値

Wf	床の横幅 (m)	20.50
Hf	床の縦幅 (m)	150.0
Wa	矢印の横幅 (m)	50.00
Ha	矢印の縦幅 (m)	15.00
Sa	矢印の流れる速度 (m/s)	10.00
E	矢印の出現率 (回/s)	0.500
R	ボールの半径 (m)	6.000
Sb	ボールが動く速度 (m/s)	25.00
B	音楽のテンポ (bpm)	157.7

曲を聴きながら矢印を流すタイミングで PC のキーボードの S キーを押し、押したタイミングを CSV ファイルに出力することで譜面データとした。

本システムで使用するパラメータ値を表 2 に記載する。各パラメータ値は筆者が実験的に決定した。ゲームの難易度を変更するためには Sa や E の値を変更すれば良い。

ゲームをプレイしている様子を図 5 に示す。机の上に PC を設置し、被験者は机の前に立って PC に映し出されるゲーム画面を見ながら赤色のコーンマーカの枠の中でサッカーボールを左右に動かしてドリブル動作を行う。このとき、サッカーボールの上方に設置されたウェブカメラが赤色の領域をトラッキングすることでサッカーボールの動きを認識し、その動きに連動してゲーム内のボールが動く。リズムゲームに用いる音源の bpm と同じメトロノームの音に合わせてゲーム画面の上方から緑色の左矢印、および黄色の右矢印が下方に向かって流れ、これとゲーム内のボールの位置が重なるタイミングで矢印の方向にドリブル動作を行うとスコアが加算される。システムの都合上、矢印の方向でなくても矢印にボールが重なればスコアが加算されるため、矢印の方向にタイミングよくドリブル動作を行った回数を記録しておき、スコアを算出する際、ゲーム画面に表示されているスコアに加えて 1 回につき 4 点を加算する。

5. 評価実験

5.1 実験方法

本実験では提案システムを用いた練習前後でのドリブル技術の変化とリズム感の変化を定量的に評価する。ドリブル技術を測定するためにドリブルテスト、リズム感を測定するために 3 つのリズム感テストを行う。予備実験におい

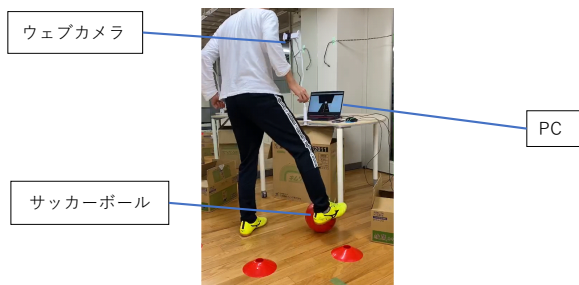


図 5: ゲームをプレイしている様子

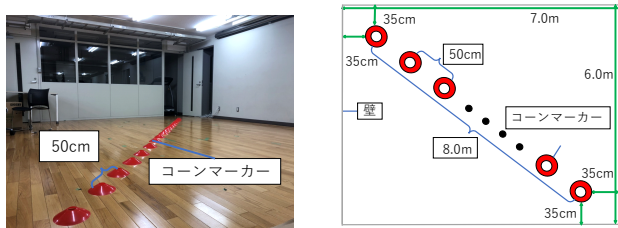


図 6: ステップテストのコース

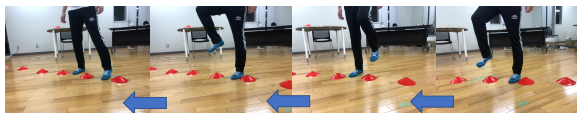


図 7: ステップテストの様子

て未経験者にもスキルインデックス [11, 12] が有効であることが明らかになったため、ドリブルテストではスキルインデックスを用いる。リズム感の測定には以下の3つのテストを行う。

- ステップテスト
- ボール引きテスト
- ボタン押しテスト

ステップテストを行ったコースを図6に、ステップテストを行っている様子を図7に示す。8mの間に50cm間隔で赤色のコーンマーカーを置き、コーンマーカーを踏まずに横向きに素早くステップを踏み、8m先のゴールに到達するまでのタイムを計測する [16]。ボール引きテストを行っている様子を図8に示す。最初は直立した状態であり、スタートの合図があると足の裏で10回ボールを後方に素早く引っ張り、その後両足が地面につくまでのタイムを計測する [15]。ステップテストとボール引きテストはタイム測定であるためリズム感が高まるほどタイムは短くなる。ボタン押しテストはUnityを使用し、図9のようなアプリケーションを作成した。被験者はスタートボタンを押した後、20秒間リズムを刻みながら一定の間隔でPCのキーボードのSキーを何度も押し続ける。スタートボタンを押してからSキーが押されるまでの秒数をCSVファイルに出力し、Sキーを押した秒数の間隔の分散値を測定する。また、実験の実施日によってボタンを押す間隔が異なることを考慮し、間隔の秒数をそのテストにおける間隔の秒数

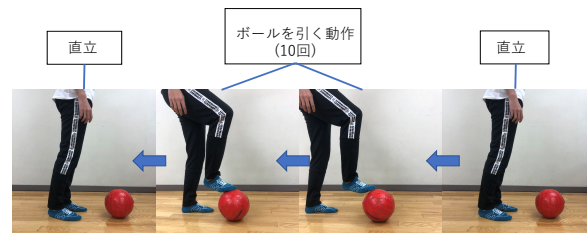


図 8: ボール引きテストの様子



図 9: ボタン押しテストの画面

	練習前テスト *各テストを 2回ずつ行う	休憩 *練習間には 1分間の休憩を行う	練習後テスト *各テストを 2回ずつ行う
リズム ゲーム	1, ステップテスト 2, ボール引きテスト 3, ドリブルテスト 4, ボタン押しテスト	休憩 (2分) リズムゲームのプレイ	1, ステップテスト 2, ボール引きテスト 3, ドリブルテスト 4, ボタン押しテスト
ボール タッチ	1, ステップテスト 2, ボール引きテスト 3, ドリブルテスト 4, ボタン押しテスト	休憩 (2分) ボールタッチ	1, ステップテスト 2, ボール引きテスト 3, ドリブルテスト 4, ボタン押しテスト

図 10: 実験手順

の平均値で割ることによって値の調節を行い、日程による誤差を無くした。リズム感が高ければ一定の間隔でボタンを押すことができるため分散値が小さくなることから、リズム感テストとして使用できるのではないかと考えた。

被験者は20代男性4名であり、サッカーの経験者が2名、未経験者が2名である。本実験では提案システムを用いて練習をするグループと一般的なボールタッチの練習をするグループに分かれ、練習前後の4つのテスト結果を2つのグループで比較することにより、提案システムを用いた練習方法と、従来の練習方法の間に有意差がみられるかを評価する。以下4名の被験者を、提案システムを用いて練習をする経験者(ゲーム)、未経験者(ゲーム)と一般的なボールタッチを練習する経験者(タッチ)、未経験者(タッチ)とする。提案システムを用いて練習をするグループは1分間のリズムゲームをプレイした後1分間の休憩を挟む。これを8セット繰り返し約15分間の練習をする。リズムゲームは1ゲームあたり約100回のボールタッチを行う。タッチ数を揃えるために、ボールタッチの練習をするグループは1分間で100タッチを目安に、リズムゲームを行うスペースと同様の広さの枠内で練習を行ってもらった。ボールタッチの練習をするグループも同様に1分間のボールタッチをした後1分間の休憩を挟み、8セット繰り返し

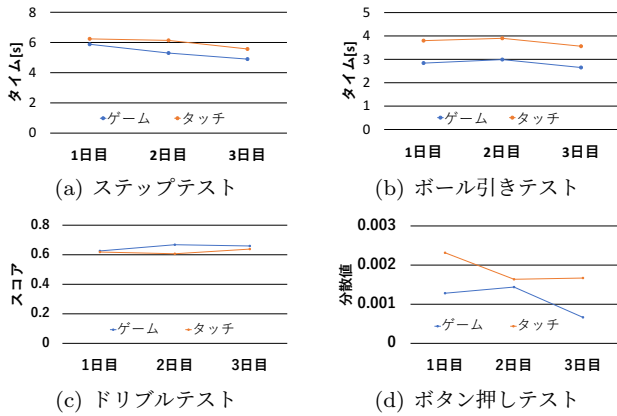


図 11: 各テストのスコアの推移

た 15 分間の練習をする。ボールタッチの方法は被験者に任せ、自由にボールを 100 回タッチしてもらった。

実験は図 10 のような手順で行う。最初にステップテスト、ボール引きテスト、ドリブルテスト、ボタン押しテストの順で各テストを 2 回ずつ行い、2 回の平均のスコアを記録する。その後グループに分かれて 15 分間の練習をし、練習後にもう一度各テストを 2 回ずつ行う。これを 3 日間行い、各テストのスコアの推移と伸び率、およびゲーム内のスコアの伸び率と各テストの伸び率の相関を評価する。また、実験終了後には本システムについての感想やリズム感の向上を実感できたか、アンケート調査を行う。

5.2 実験結果と考察

4 つのテストにおける、4 名の被験者の 3 日間のスコアの推移を図 11 に示す。すべてのテストにおいて練習日数に応じてスコアが上昇、およびタイムが縮む傾向がみられ、両グループにおいて練習効果が表れている可能性が示唆された。しかし、各テストにおいて一つの水準を練習方法（ゲーム、タッチ）、もう一つの水準を日数（1 日目、2 日目、3 日目）として 2 要因混合計画の分散分析を行った結果、すべてのテストにおいて練習方法、日数の間に有意差はみられなかった。原因としては実験日数が本システムを用いた練習の効果を得るために十分ではなかったことが考えられるため、長期的な実験を行う必要がある。

図 12 にそれぞれのテストで、1 日目の一度も練習をしていない状態のスコアと 3 日目の練習を終えた後のスコアの比較のグラフを示す。伸び率を比較した結果、ステップテストとボール引きテストのリズムテストでは経験者はボールタッチの練習をした被験者が、未経験者は提案システムを用いて練習をした被験者のほうがスコアが上昇していることがわかる。また、ドリブルテストにおいては経験者、未経験者共に提案システムを用いて練習をした被験者のほうがスコアの上昇がみられることがわかった。ボタン押しテストでは提案システムを用いて練習をした被験者は 2 人とも分散値は減少しているが、ボールタッチの練習をした

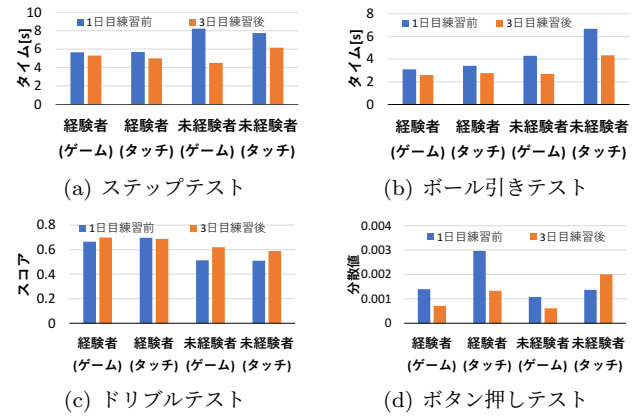


図 12: 練習前と練習後の各テストのスコアの比較

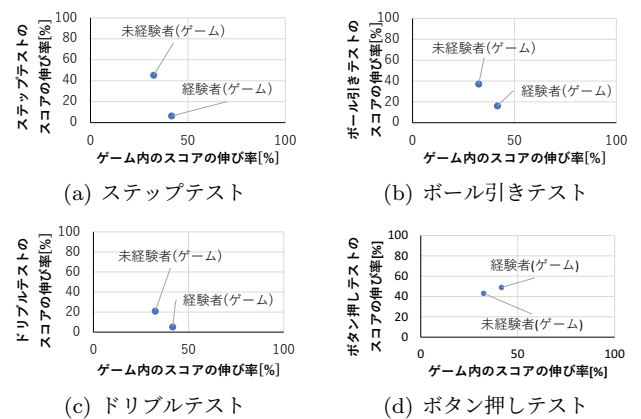


図 13: ゲーム内のスコアの伸び率と各テストの伸び率の相関

被験者にも同様に分散値が減少した被験者が存在していることから、分散値の減少は提案システムによるものかは判断できない。以上のことから提案システムを用いた練習方法では、リズム感が高まっているとはいえないが、リズムを意識したドリブル練習を通してドリブル技術が向上する可能性が示唆された。また、未経験者においてはすべてのテストで提案システムを用いた練習を通じて大幅なスコアの上昇がみられたことから、本システムは未経験者に対してより有効である可能性が示唆された。

図 13 にゲーム内のスコアの伸び率と各テストのスコアの伸び率とのグラフを示す。経験者は練習前からドリブル技術が高いため、各テストの伸び率が低い、ドリブル技術の高さからリズムゲームに順応する力があるため、ゲーム内のスコアの伸び率が高い。それに対し未経験者は練習前のドリブル技術が低いため、各テストにおいて 3 日間の練習だけでもかなりのスコアの伸びが見られたが、リズムゲームをプレイするのは難しく、ゲーム内のスコアはあまり伸びなかった。図 13 のグラフより、スコアの伸び率と各テストのスコアの伸び率には相関がみられない可能性が示唆されたが、経験者と未経験者でそれぞれのスコアの伸び方が異なるため、相関を評価するためには被験者の数を

増やして経験者のみ、および未経験者のみのデータを収集する必要がある。

6. 議論

本章では実験結果と考察および被験者からのアンケート結果を踏まえて実験方法や提案システムの改善点についての議論を行う。

6.1 実験方法の再考

今回の実験でドリブル技術の測定に使用したドリブルテストにおいて、テストのコースが短いことにより被験者によってドリブルタイムの差が出にくく、経験者はドリブルが得意な人と不得意な人の差別化ができなかった。そのためコースを長くする、およびドリブル技術が要求されるターンの数およびターンの角度の種類を増やす必要がある。

また、リズム感を測定するテストとしてステップテスト、ボール引きテスト、ボタン押しテストを行った。ステップテストは素早くステップを踏むというテストであったため、リズム感ではなく俊敏性を測定するのに適していると考えられる。それに対し、ボール引きテストはリズム感を測定することは出来ていたが、未経験者には難しく、ボールを扱うのに集中しすぎてリズムが乱れるシーンが多くみられた。McAuley [22] は拍に合わせて一定の間隔でボタンをタップするという実験において、音楽の経験がある被験者は、経験がない被験者に比べてテンポが変化した場合に拍の周期が異なることを知覚することができると述べている。そこで、ボタン押しテストの際に複数の bpm でメトロノームの音を流し、異なるテンポをリズムテストに構成することでより正確にリズム感を測定することができる。また、ボタンを手ではなく足で押すことや、ボタンではなくボールを用いたテストに改良をすれば、本実験で目的とするリズム感に近いテストが行えるのではないかと考える。これらのことから三つのテストすべてを改善する、もしくは新しいテストの開発が必要である。

今回は練習の前後で各テストを2回ずつ行い、テスト間には1分間の休憩をとったが、ステップテストとドリブルテストは全力で走るためテスト1回あたりの疲労が大きく、練習後の測定では疲労の影響でスコアの伸びが小さくなってしまった可能性がある。そのため、各日程につきテストを行う回数を1回にするもしくは休憩時間を2分間以上にする必要がある。

また、今回の実験で経験者においてリズムテストのスコアが向上しなかった原因として実験期間が短いことが挙げられる。Shady ら [23] はコーディネーション能力とサッカーの技術の関連性の調査をする実験において、リズム感のトレーニングを1日あたり40分で8週間行ったことにより、リズム感とサッカーの技術には相関があると結論づ

けている。そのため、本システムを用いた練習の効果が得られるためにはリズムゲームをプレイする時間および実験期間を増やす必要があると考えられる。

6.2 システムの改善点

リズムゲームの難易度を未経験者でもプレイできるように調整した結果、経験者にとっては難易度が低すぎたため3日目はスコアがほぼ満点になってしまい、これ以降スコアの伸びが見られなくなってしまった。そのため、画面の上方から下方に向かって流れてくる矢印の数を増やし、矢印と矢印の間隔を短くすることによって難易度を調整し、スコアの推移が適切に測定できるようにする必要があると考える。また、システムではボールの動作確認でウェブカメラを使用したため、被験者の感想から、実際にボールを動かしてからゲーム内のボールが動くまで少し時間のずれが生じてしまい、時間のずれを考慮してボールを動かすのが難しいことが挙げられた。そのためウェブカメラではなく加速度センサを用いた動作確認方法を作成することを検討する。また、未経験者の被験者からはリズムゲームをプレイすることによってボールを止める、蹴る動作の技術が向上し、ドリブルテストのコースにおいてドリブルをする際のボールタッチの強弱、コーンマーカを曲がる際のターンがしやすくなったことからスコアが伸びたという感想が挙げられたが、リズム感が高まっているように感じた被験者はいなかった。そこで、様々な bpm に対応し、リズム感を高めるために複数の曲を使用、およびパラメータの Sb や E の値を調節することによって、よりリズム感が求められる譜面作成の必要がある。

7. まとめ

本論文では、リズム感とドリブル技術の関係性に注目し、ドリブル動作を用いたリズムゲームの作成とその評価を行った。今回の実験ではドリブル技術を測定するドリブルテスト、リズム感を測定するステップテスト、ボール引きテスト、ボタン押しテストを使用し、リズムゲームをプレイする前後で各テストのスコアの向上が見られるかを調査した。その結果、ドリブルテストにおいては経験者、未経験者共に提案システムを用いた練習を行ったことによりスコアの上昇がみられた。しかし、リズムテストではリズムゲームをプレイしたことによる有意差はみられなかった。以上のことから提案システムを用いた練習方法では、リズム感が高まっているとは言えないが、リズムを意識してドリブルをすることでドリブル技術が向上している可能性が考えられた。また、未経験者においては全てのテストで提案システムを用いた練習を行ったことにより大幅なスコアの上昇がみられたことから、本システムは経験者よりも未経験者のほうが有効である可能性が示唆された。

今後の課題としては、ドリブル能力が明確に数値に表れ

るドリブルテストの考案, 疲労や瞬発力, 日程などの他の能力や要素に影響を受けないリズムテストへの改良, もしくは新しいリズムテストの開発が必要である. また, リズム感の習得が実感できなかった原因として実験日数が短かった可能性が考えられることから, 長期にわたる実験を行うことや, 被験者数を増やしてゲーム内のスコアの伸び率と各テストの伸び率との相関の調査を行い, 分散分析を行うことで提案システムの有効性を評価し, 音楽的なリズム感に注目したサッカードリブル練習方法の確立を目指す.

謝辞

本研究の一部は, JST CREST(JPMJCR16E1, JPMJCR18A3)の支援によるものである. ここに記して謝意を表す.

参考文献

- [1] A. P. Cabo, E. Rey, A. Kalen, and P. B. Costa: Effects of Training with an Agility Ladder on Sprint, Agility, and Dribbling Performance in Youth Soccer Players, *Journal of Human Kinetics*, Vol. 73, Issue. 1, pp. 219–228 (2020).
- [2] L. Rönnqvist, R. McDonald, and M. Sommer: Influences of Synchronized Metronome Training on Soccer Players' Timing Ability, Performance Accuracy, and Lower-Limb Kinematics, *Journal of Frontiers in Psychology*, Vol. 9, Article. 2469, pp. 1–15 (2018).
- [3] 鈴木康浩: リズム動作を取り入れることでサッカーがうまくなる! ? 新たなトレーニング法 “アジリズム” を動画で学ぶ, <https://jr-soccer.jp/2016/10/26/post54686/> (Accessed on 1/22/2021).
- [4] V. Bégel, A. Seilles, and S. D. Bella: Rhythm Workers: A Music-Based Serious Game for Training Rhythm Skills, *Journal of Music and Science*, Vol. 1, pp. 1–16 (2018).
- [5] G. Wulf, N. McConnel, M. Gärtner, and A. Schwarz: Enhancing the Learning of Sport Skills Through External-Focus Feedback, *Journal of Behavior*, Vol. 34, No. 2, pp. 171–182 (2002).
- [6] G. Wulf, C. Shea, and R. Lewthwaite: Motor Skill Learning and Performance: A Review of Influential Factors, *Journal of Medical Education*, Vol. 44, No. 1, pp. 75–84 (2009).
- [7] P. Laukka, and L. Quick: Emotional and Motivational Uses of Music in Sports and Exercise: A Questionnaire Study among Athletes, *Journal of Psychology of Music*, Vol. 41, No. 2, pp. 198–215 (2011).
- [8] P. Elvers, and J. Steffens: The Sound of Success: Investigating Cognitive and Behavioral Effects of Motivational Music in Sports, *Journal of Frontiers in Psychology*, Vol. 8, Article2016 (2007).
- [9] C. Karageorghis, L. Jones, and D. Low: Relationship Between Exercise Heart Rate and Music Tempo Preference, *Journal of Exercise and Sport*, Vol. 77, No. 2, pp. 240–250 (2006).
- [10] R. J. Bood, M. Nijssen, J. v. d. Kamp, and M. Roerdink: The Power of Auditory-Motor Synchronization in Sports: Enhancing Running Performance by Coupling Cadence with the Right Beats, *PLOS ONE*, Vol. 8, Issue. 8 (2013).
- [11] Mirkov, Dragan, Nedeljkovic, Aleksandar, Kukolj, Milos, Ugarkovic, Dusan, Jaric, Slobodan: Evaluation of the Reliability of Soccer-Specific Field Tests, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 22, Issue. 4, pp. 1046–1050 (2008).
- [12] W. Dardouri, M. A. Selmi, R. H. Sassi, Z. Gharbi, A. Rebhi, and W. Moalla: Reliability and Discriminative Power of Soccer-Specific Field Tests and Skill Index in Young Soccer Players, *Journal of Science and Sports*, Vol. 29, Issue. 2, pp. 88–94 (2014).
- [13] A. Trecroci, L. Cavaggioni, R. Caccia, and H. A. Rahman: Jump Rope Training: Balance and Motor Coordination in Preadolescent Soccer Players, *Journal of J Sports Sci Med*, Vol. 14, No. 4, pp. 792–798 (2015).
- [14] A. Tesseitore, F. Perroni, C. Cortis, R. Meeusen, C. Lupo, and L. Capranica: Coordination of Soccer Players During Preseason Training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 25, No. 11, pp. 3059–3069 (2011).
- [15] G. G. Polevoy: Training of Motor Rhythm in Students, Practicing Football, *Journal of Physical Education of Students*, Vol. 21, No. 4, pp. 189–192 (2017).
- [16] 細野裕希: サッカーにおけるドリブルスキルの獲得に関するコーディネーション能力について—, *コーチング学研究*, Vol. 30, No. 2, pp. 205–212 (2017).
- [17] A. M. Thakur, and S. S. Yardi: Effect of Different Types of Music on Exercise Performance in Normal Individuals, *Journal of Indian J Physiol Pharmacol*, Vol. 57, No. 4, pp. 448–451 (2013).
- [18] G. Lie, W. F. Thompson, and E. G. Schellenberg: Effects of Musical Tempo and Mode on Arousal, Mood, and Spatial Abilities, *Journal of Music Perception*, Vol. 20, No. 2, pp. 151–171 (2002).
- [19] 森田交一: 【魔王魂公式】シャイニングスター, <https://www.youtube.com/watch?v=Qd01-6xVSHk> (Accessed on 1/22/2021).
- [20] D. Armando, and H. A. Rahman: The Effect of Training Methods and Eye-Foot Coordination on Dribbling Abilities in Students Aged, *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, Vol. 60, No. 1, pp. 117–133 (2020).
- [21] Unity, <http://japan.unity3d.com/> (Accessed on 1/22/2021).
- [22] J. D. McAuley: The Effect of Tempo and Musical Experience on Perceived Beat, *Australian Journal of Psychology*, Vol. 51, No. 3, pp. 176–187 (1999).
- [23] A. A. Shady, and M. A. Mahmoud: Effect of Spatial Orientation and Motor Rhythm Trainings on Motor Speed and Skill Performance Level of Soccer Juniors, *Journal of Theories and Applications*, Vol. 4, No. 1, pp. 21–31 (2014).