

連携技能に関わる練習道具のトレーニング効果を検証する

横山慶子¹⁾, 田淵規之²⁾, 山本裕二¹⁾

¹⁾名古屋大学総合保健体育科学センター

²⁾ミズノ株式会社

キーワード: 連携技能, 練習道具, 触覚情報, 視覚情報, フィードバック

【要旨】

サッカーなどの集団スポーツでは、他者と連携する技能の習得もパフォーマンスに寄与する重要な要因のひとつである。本研究では、連携技能に関わる練習道具のトレーニング効果を検証した。練習道具は、サッカーの3対1ボール保持課題で使用することを想定しており、三者を伸縮性のあるゴム紐で繋ぐことで、プレイヤー間のコート上の配置の距離間隔を、触覚および視覚情報でフィードバックすることを狙いとして作製されたものであった。道具は、1本のゴム紐で結合する道具(1本版)と、3本のゴム紐で結合する道具(3本版)の2種類であった。参加者は20名の大学生であり、4名を1グループとして合計5グループに分けた。そのうち、2グループは、1本版または3本版の練習道具を利用して3対1ボール保持課題を実施し、残りの1グループは、練習道具を利用せずに同課題を実施した。実験では、1日につき10回のトレーニング試行を合計で2日間に渡って実施し、各実施日のトレーニング試行の前後にテスト試行を実施した。トレーニング前後のテスト試行におけるパス頻度を比較した結果、どちらの道具に関しても、パスを繋げる回数が増える傾向が確かめられた。

スポーツパフォーマンス研究, 12, 193-208, 2020年, 受付日: 2019年9月26日, 受理日: 2020年4月18日

責任著者: 横山慶子 464-8601 名古屋市千種区不老町名古屋大学総合保健体育科学センター

yokoyama@htc.nagoya-u.ac.jp

Effects of training tools for improving cooperation skills in soccer

Keiko Yokoyama¹⁾, Noriyuki Tabuchi²⁾, Yuji Yamamoto¹⁾

¹⁾ Nagoya University

²⁾ Mizuno Corporation

Key words: cooperation skills, training tools, haptic information, visual information, feedback

【Abstract】

In team sports like soccer, techniques for cooperating with other team members are important factors for promoting successful performance. The present study examined effects of training tools for improving cooperation techniques. The training tools were used in 3 vs. 1 ball possession in soccer. There were two types of tools: one type connected players with one elastic band, and the other connected them with 3 elastic bands. When using the tools, three players were connected with one of the tools. These tools were developed to improve their perception about social distance against other players by giving them haptic and visual feedback. The participants, 20 university students, were divided into 5 groups of 4. Two groups used the one-elastic band type and the other two groups used the three-elastic bands respectively when practicing 3 vs. 1 ball possession. The remaining one group did the same practice without using the training tools. The training matches were conducted 10 times per day for 2 days. The results from test matches conducted before and after the training matches indicated that the frequency of passes increased in the groups that had used one of the tools, compared to the frequency of passes in the groups that had not used the tools.

I. 問題提起

サッカーやホッケー、バスケットボールなどの侵入型の集団スポーツは、敵や味方が入り乱れて攻防を繰り広げるスポーツである。こうした競技では、ボールを打つ、投げる、蹴るなどの対物的な技能だけではなく、味方や敵との連携や駆け引きなど、複数の他者との対人技能もチームパフォーマンスに大きく寄与する要因と考えられる。特に、競技を初めたばかりの初心者は、ボールをコントロールする対物的な技能が自動化されていないため、他者の動きにまで注意を向けることが難しい。本研究では、侵入型の集団スポーツのうちでも、サッカーに注目し、その初心者を「対物的な技能が自動化されておらず、他者の動きにまで注意を向けることが難しいプレイヤー」と定義する。

対物的な技能が十分ではない初心者であっても、対人技能を高めるための練習は必要となる。中山ら(2007)は、サッカーにおいて三人のプレイヤーが三角形に配置してパスを行う、いわゆる三角パス課題と、三者のプレイヤーが1名の敵のプレイヤーにボールを奪われないようにパス回しを行う、3対1ボール保持課題における三者のプレイヤーの動きを分析し、三角パス課題よりも3対1ボール保持課題の方が、初心者のパス動作の技能獲得に繋がることを示している。つまり、三角パス課題で動作を習熟した後に、3対1ボール保持課題の練習に発展させていくといったような、いわゆる「積み上げ式の練習過程」は、必ずしも効率的な練習方法とはいえないことが示唆されている。ただし、プレイヤーの発達段階に応じて、技能向上に効果的な3対1のプレイエリアの大きさが異なることが示されており(中山・浅井, 2009)、指導者は、プレイヤーの技能を引き出す練習環境を適切に考慮する必要がある(Chow et al., 2015)。

では、対物的な技能が自動化されていない段階の初心者のプレイヤーに対して、他者に注意を向けることのできる練習環境はどのようなものが考案できるのだろうか。よく用いられる方法は、コーチからの言語による指示が挙げられる。しかし、ヒトの注意の容量には限界があるため(Kahneman, 1973)、対物的な技能が十分ではない初心者は、例えばボールの動きに対して注意の容量の多くが向けられ、外部からの言語情報に対して十分に注意を払うことができない。つまり、初心者に対してコーチがトレーニング中に、あれこれと言語で指示を出したとしても、その情報が伝わらない可能性がある。このような問題を解決する方法を提案するために、本研究では、我々が過去の研究で作製した連携技能に関わる練習道具を用いて、そのトレーニング効果を検証する。具体的に練習道具とは、サッカーの3対1ボール保持課題で使用することを想定しており、他者との距離間隔に関する情報を、ゴム紐を介してフィードバックする道具である。

この練習道具は、2つの研究を理論的な根拠として作製されている。第一の研究は、連携技能の熟達差を検証した研究である(Yokoyama & Yamamoto, 2011)。ここでは、大学生の熟練したサッカー選手と、未熟練のサッカー選手を対象に検証し、熟練者と未熟練者の違いが、三者の位置取りを結んだ三角形の内角の時系列に、リズム同期のパターンの違いが確認された。これを受けて、第二の研究では、社会的な力(social force)を仮定した数理モデル(Helbing & Molnár, 1995)を用いて、未熟練者と熟練者の連携技能の違いを特定し、本研究で扱う練習道具のプロトタイプを提案した(Yokoyama et al., 2018)。まず、数理モデルを用いた検証では、個人のプレイヤーが、「空間に留まる力」「敵を回避する力」「仲間との協調力」といった3つの社会的な力によって駆動されていると仮定し、3対1ボール保持課題におけるプレイヤーの動きをシミュレーションした。その結果、第一の研究において熟練者で観察された同期パターンの特徴が再現され、3つの力のうちでも特に、「仲間との協調力」が、未熟練者と熟練者の違いを決定づ

ける要因であることが明らかになった。ここでの「仲間との協調力」とは、仲間のプレイヤーとの距離が遠い場合は両者が接近する力が働き、近い場合は反発する力が働くといった力である。本研究で扱う練習道具は、この「仲間との協調力」を体感できるようにすることを狙いとされた道具である。具体的には、プレイヤーを伸縮性のあるゴム紐によって繋ぐもので、二者の位置関係が遠い場合には、ゴム紐の張力がプレイヤーの身体に触覚情報としてフィードバックされ、二者の位置関係が近い場合には、ゴム紐のたるみが視覚情報としてフィードバックされる機能が含まれている。実際に、小学生を対象として、練習道具を装着した場合の動きを検証したところ、プレイヤーのコート上の位置取りの補正に対して、一定の効果が確認されている(Yokoyama et al., 2020)。しかしながら、この研究では、練習道具を装着したことによる即時的な効果のみを検討しており、練習道具を利用して複数回のトレーニングを実施することによる効果は検証していなかった。

以上のような背景のもと本研究では、練習道具を利用して連携技能を練習することによるトレーニング効果を明らかにすることを目的とした。そのために本研究では、初心者の大学生を対象とした。初心者を対象とした理由は、対物的な技能が自動化されておらず、他者の動きにまで注意を向けることが難しい初心者のプレイヤーが、練習道具を用いてトレーニングを行うことで、どのような効果が期待できるのかを検証するためである。また、大学生を対象とした理由は、練習道具を利用した際の感想を調査する際に、論理的な内省・回答が期待できるためである。なお、本研究で用いる練習道具は、先行研究(Yokoyama et al., 2018)で用いた三本の物理的なゴム紐によって三者を繋ぐ練習道具(以下、3本版と呼ぶ)に加えて、一本のゴム紐で三者を繋ぐ練習道具(以下、1本版と呼ぶ)を用いた。練習道具に2種類の機能を含ませた理由は、多様な技能レベルに対応できる機能を含ませることにより、汎用性の高い道具とするためである。

II. 方法

1. 練習道具

まず、本研究で用いた練習道具の構造について述べる。この道具は、ベルトとゴム紐で構成されており、ゴム紐の接続方法を変更することにより、1本版と3本版に簡単に変更できる設計であった(横山ら, 2017)。ベルトには、プレイヤーの背中側に約 30cm の筒状のカバーが取り付けられ、両腰にプラスチック製のリングが固定されている。また、ゴム紐の太さは 6mm であり、両端にベルトまたは他のゴム紐と接続するためのフックを固定した。1本版の道具(図 1 左)では、各プレイヤーのベルトの背中側のカバーには、それぞれ1本のゴム紐を挿入した状態で、4m の長さのゴム紐3本と、1m の長さのゴム紐1本を連結した。なお、1m のゴム紐と4m のゴム紐は、フックで結合した。3本版の道具(図 1 右)では、4m の長さのゴム紐3本を利用し、各プレイヤーのベルトの両腰に接続されているリングにゴム紐をフックで固定した。1本版においてのみ、1m のゴム紐が利用されている理由は、各プレイヤーの腰側に配置されるゴム紐の長さは、カバーの長さの約 30cm であり、その3名分の約 90cm を1m で補正するためである。これにより、1本版と3本版ともに、プレイヤー間の距離の総和が約 12m となるように設定した。なお、道具の長さは、我々の先行研究(Yokoyama et al., 2020)で用いた道具と同等の長さとした。

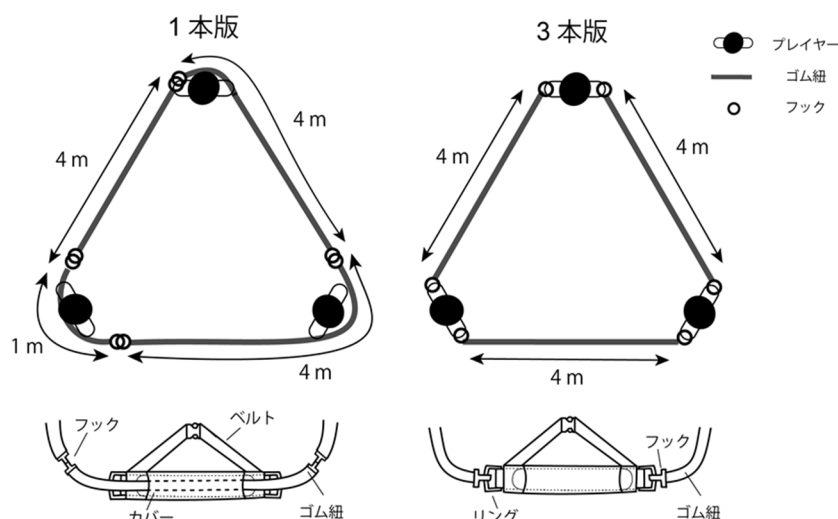


図1: 1 本版と3 本版の練習道具の概要図(1 本版は、ベルトとゴム紐が固定されていないが、3 本版はゴム紐がベルトに固定されている). 上:ゴム紐が自然長の状態でプレイヤーが配置した場合の位置関係. 下:ベルトとゴム紐の関係.

次に、以上の構造を持つ練習道具の機能について述べる。まず、プレイヤー間の距離間隔が長くなった場合、1 本版に関しては、ゴム紐はベルトの背中側のカバーに配置されているため、ゴム紐からの張力が、背中から腹部の方向へ働く。一方で、3 本版に関しては、各プレイヤーの両腰にゴム紐が接続されているため、張力は左右の腰に働く。また、これらの張力は、プレイヤー間の距離が長くなればなるほど、強くなる。つまり、自己と他者の相対的な距離間隔の情報が、プレイヤーの身体に触覚情報としてフィードバックされる機能を持つ。一方で、プレイヤー間の距離が短くなった場合には、ゴム紐が弛む状況となり、その緩みの程度が、視覚情報としてフィードバックされる機能を持つ。なお、3 本版については、3 本の独立したゴム紐によってプレイヤーが接続されているため、フィードバックされる触覚および視覚情報は、3 本のゴム紐ごとに異なる。そのため、例えばプレイヤーの右腰と左腰でフィードバックされる触覚情報の大きさが異なる場合がある。一方で、1 本版は、1 本の共通のゴム紐によってプレイヤーが接続されているため、基本的には三者にフィードバックされる触覚および視覚情報は等しい。また、ゴム紐は、ベルトのカバー内を移動する構造となっているため、三者間のゴム紐の自然長は可変である。そのため、二者間を各ゴム紐によって連結されている3 本版よりも1 本版は、動きの自由度が高いといえる。

2. 実験参加者

本研究の実験参加者は、N 大学に所属する大学1年生20名(男性6名、女性14名)を対象とした。20名は、4名を1グループとし、合計で5グループに分けた(表1)。5グループのうち2グループは、1本版の練習道具を利用した条件、2グループは、3本版の練習道具を利用した条件、残りの1グループは、練習道具がない条件(以下、コントロール条件と呼ぶ)で3対1ボール保持課題を実施した。

表 1: 実験参加者の詳細(サッカー部もしくは運動部経験の欄には, 中学と高校の両方において, サッカー部もしくは運動部に所属していた経験があった場合に○を記載).

実験条件	1 本版条件						3 本版条件						コントロール条件					
	A			B			C			D			E					
役割	攻			守			攻			守			攻			守		
性別	男	男	男	男	男	女	女	女	女	男	女	女	女	女	女	女	女	女
サッカー部経験				○						○								
運動部経験						○	○						○			○	○	

各グループ内の 4 名の役割は, パスを回す役割の攻撃者 3 名と, パスを奪う役割の守備者 1 名とし, それらの役割は実験前に決定して, 攻撃者と守備者の役割は実験を通じて変更しないこととした. なお, 守備者の役割は, 攻撃者と比較し, 課題中における高い運動量が予想されるため, 表 1 に示すように, 男性の場合には, 中学校と高等学校の両方においてサッカー部に所属した経験のある者とし, 女性の場合には, 中学校と高等学校の両方において運動部に所属した経験がある者とした. また, 各グループ内において, 攻撃者らの運動能力に出来る限り差がないように, 5 つのグループのうち 4 グループは性別が同一のグループとした. ただし, 人数比の関係で 1 つのグループについては, 男女 2 名ずつの男女混合グループとなったため, このグループについては, 女性の参加者のうちでも, 運動経験が長い(中学校と高等学校の両方において運動部に所属した経験)女性 2 名を配置した. なお, 本研究は, 名古屋大学総合保健体育科学センターにおける健康・スポーツ系研究倫理委員会で承認を得て実施された.

3. 実験課題

実験課題は, サッカーの 3 対 1 ボール保持課題とした. この課題を実施する際に攻撃者には, 守備者にボールを奪われないように, 足でボールをキックして他者とボールを繋ぐパスを出来る限り多く行うようにと教示し, 守備者には, 攻撃者が交わすパスのボールを奪うようにと教示した. なお, ボールをタッチする回数については, 特に制限は設けなかった. 課題では, 原則として四隅にマーカーで配置された 8m 四方の領域内からボールが出ないようにパス回しを行うようにと教示した. なお, ボールが領域の外に出た場合には, ただちに, ボールを攻撃者のうちの 1 名のプレイヤーに配球することとした. 練習道具に関しては, 他者のプレイヤーとの距離が長くなり, ゴム紐が自然長より伸びた場合には, 張力が腰あるいは背中に働くので張力が働きすぎないように動くように, また, 他者のプレイヤーとの距離が短くなった場合には, ゴム紐が弛むので弛まないように動くようにと教示した. 実験の様子は, 2 台のハイビジョンビデオカメラ(HDR-PJ540, HC-V550M)にて撮影した.

実験手順は, 90 秒間の課題を 1 試行とし, 1 日につき 12 試行を 2 日間実施した. 実施日の間隔は 1 週間であった. 12 試行のうち 10 試行はトレーニング試行とし, トレーニング試行の前後に各 1 回, テスト試行を実施した. トレーニング試行では, 1 本版および 3 本版の条件に関しては, それぞれの練習道具を装着して課題を実施し, コントロール条件に関しては, 練習道具を用いずに, 通常の 3 対 1 ボール保持課題を実施した. また, テスト試行では, 全ての条件群において, 練習道具を用いない通常の 3 対 1 ボール保持課題を実施した. なお, 練習道具を装着して課題を実施する様子は, [動画 1](#) (グループ B・1 本版) および [動画 2](#) (グループ C・3 本版) を用いて示している(個人が特定できないように, 動画にはぼかしを加えている).

4. パス頻度

本研究で連携技能のパフォーマンスを評価する指標は、3名の攻撃者らが繋いだパスの頻度とした。具体的には、あるプレイヤーから別のプレイヤーへパスが出されて、受け手側がボールに触れた場合を1回のパスとし、触れなかった場合には、パス回数に含めないこととした。90秒間の試行内におけるパスの総回数から、1分あたりのパス回数を求め、それをパス頻度とした。

さらに、2日間のトレーニング効果を評価するために、トレーニングによるパス頻度の変化率を算出した。これは、初回のテスト試行のパス頻度を100%とした場合におけるトレーニング前後のパス頻度の差分(1回目と4回目のテスト試行のパス頻度の差分)の割合とした。

5. 質問紙

全ての課題が終了した後に、練習道具を用いてトレーニングを実施した4グループのうち、攻撃者のプレイヤーであった12名の参加者に対して、練習道具に関する質問紙調査を実施した。質問項目は、合計で11項目とした。そのうちの7項目は、道具を利用した際の状態について、「1. あてはまる」「2. ややあてはまる」「3. あまりあてはまらない」「4. あてはまらない」までの4件法で回答を求めた。また、2項目はゴム紐の長さや強度について、「1. ちょうどよい」「2. 強い／長い」「3. 弱い／短い」「4. 分からない」の4件法で回答を求めた。さらに、残りの2項目は「練習道具の良いと感じた点があれば記述してください」「練習道具の悪いと感じた点があれば記述してください」という問いについて、自由記述で回答を求めた。

II. 結果

1. パス頻度

図2は、2日間のトレーニング試行とテスト試行に関するパス頻度の推移を全てのグループについて示したものである。なお、グループAについては、全て男性からなるグループであり、全ての試行を通じてその他のグループよりも高いパス頻度を示していたため、図2Aのみ縦軸の最小値は、その他のグループよりも高い値で図示している。

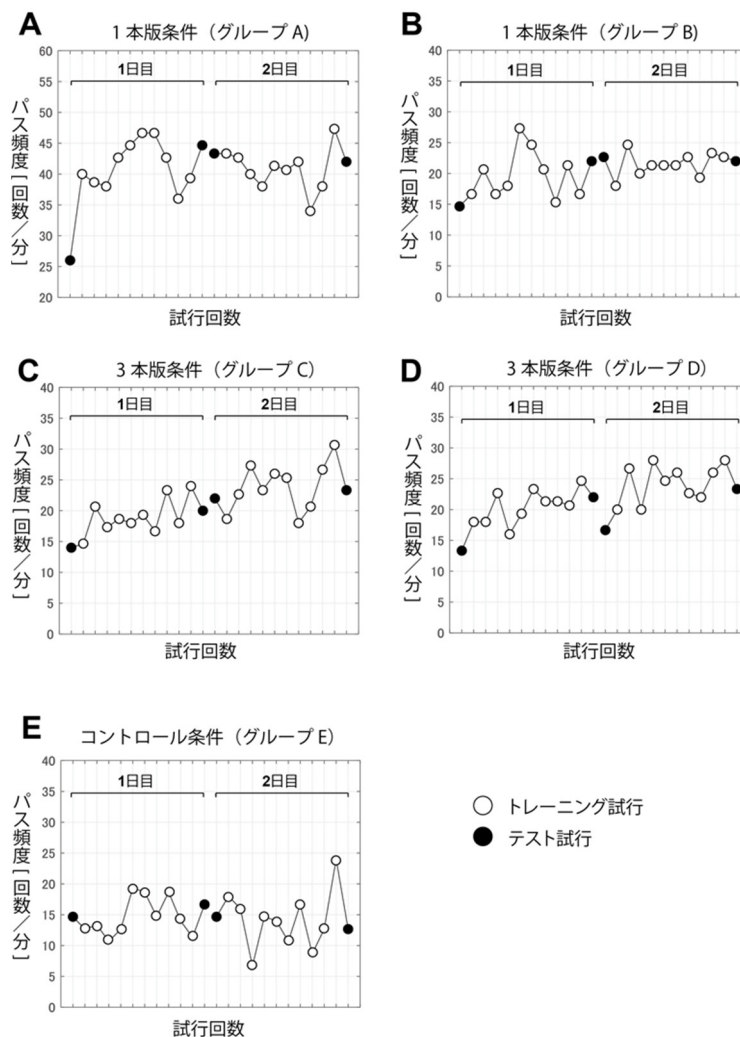


図 2:各グループにおける全試行のパス頻度の推移. A-B:1 本版の練習道具でトレーニングをしたグループ, C-D:3 本版の練習道具でトレーニングをしたグループ, E:練習道具を利用せずにトレーニングをしたグループ. なお, テスト試行では, いずれの条件群においても, 練習道具を装着していない通常の 3 対 1 ボール保持課題を実施している.

図 3A は, 図 2 で示したパス頻度のうち, 4 回のテスト試行のみを取り出して図示した. これらの結果のうち, テスト試行の 1 回目, すなわち, トレーニングを行う前に行った通常の 3 対 1 ボール保持課題に注目すると, グループ A では, 1 分間で 25 回のパスを繋げていた. これは, 単純に計算すると 2.4 秒間隔でパスが繋がっていたといえる. 一方で, 同じくテスト試行の 1 回目に関して, 残りのグループ B~D をみると, いずれのグループも等しく, 1 分間でおよそ 15 回程度のパス(4 秒間隔のパス)であったといえる. この結果は, グループ A は, グループ B~D よりも技能レベルが高いこと, グループ B~D は, 技能レベルがほとんど同等といえる. 具体的には, グループ B~D の多くの参加者は, ボールを思い通りに蹴り, パスを正確に繋ぐことが難しい傾向にあり, 能動的にプレイエリアを動き回る様子はあまり見られなかった. そのため, 練習道具を用いない試行では, パスの方向が逸れたとしても, ボールに関与しない場合には, ある場所に留まる傾向である. しかしながら, 練習道具によってゴム紐で繋がれた場合には, あるプレイヤーがパスの乱れに応じてボールを追いかけると, その動きによってゴム紐の張力が発生し, 別のプレイヤーが移動するなどの動きが確かめられた.

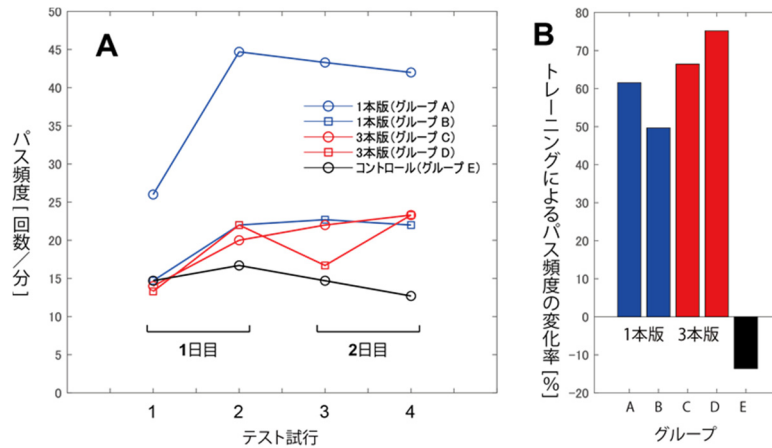


図 3: テスト試行におけるパス頻度. A: 各グループの 4 回のテスト試行におけるパス頻度の変化. B: トレーニングによるパス頻度の変化率.

図 3B は、1 回目と 4 回目のテスト試行のパス頻度から算出した、トレーニングによるパス頻度の変化率を示している。この結果は、コントロール条件のグループ E 以外は 50% 以上の変化率であるが、グループ E のみが負の変化率であったことを示している。このことは、1 本版と 3 本版を利用したグループでは、パス頻度の増加がみられたことを示す。

2. 質問紙

図 4 は、練習道具に関する 9 つの質問項目に対する参加者の回答の結果を示している。「ゴム紐の方向を手掛かりにすると、パスが出し易いと感じることはありましたか? (図 4A)」という質問に関しては、グループ B~D については、「あてはまる」または「ややあてはまる」と回答した参加者が過半数を占めていた。このことは、「仲間との距離間がつかめ易かった。出所も見やすい(1 本版・グループ B)」「自分のいなければならない位置が分かり、パスを受け取り易いし、出しやすかった(3 本版・グループ C)」など、道具の良いと感じた点に関する回答(表 2)とも関連する。一方で、グループ B~D よりも、技能レベルが高いと考えられるグループ A については、過半数が「あまりあてはまらない」または「あてはまらない」と回答していた。

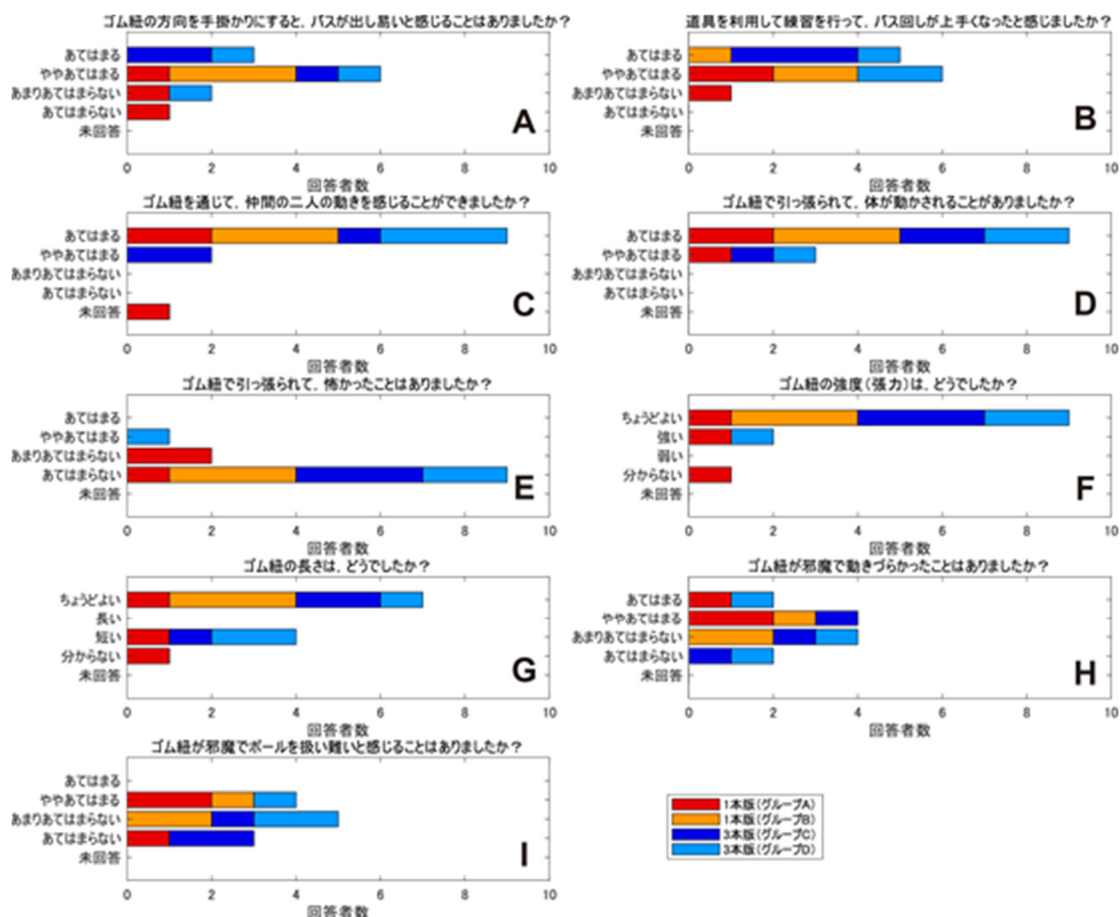


図 4: 練習道具に関する 9 つの質問項目に対する参加者の回答。

表 2: 「道具の良いと感じた点があれば、記述してください」という質問に対する参加者の回答。

	グループ	参加者の回答
1 本版の利用者	A	<ul style="list-style-type: none"> 常に自分のいるポジションに気をつけようと意識できる点 初めてでも安心・安全 相手とのパス距離が目に見えて分かり易い(近すぎたり, 遠すぎたり)
	B	<ul style="list-style-type: none"> 常に正面を向くことができ, 二人を視野に入れながら動ける 両足を使う状況になる ウエストの調整がしやすい 仲間との距離間がつかめ易かった. 出所も見やすい ゴムに引っ張られるので三角形の形が整い易く, パスコースを作りやすいと感じた
3 本版の利用者	C	<ul style="list-style-type: none"> ゴムがあることで少し動きにくいことがあったが, 慣れてくると, ゴムを少しひっぱるように意識しながらできて, パスが繋がりがやすくなったと思う ゴムによって, 自分がどこにいたらよいか少し分かった 自分のいなければいけない位置が分かり, パスを受け取り易いし, 出しやすかった
	D	<ul style="list-style-type: none"> 相手の居場所が分かる 三角が大きくなりすぎない ボールを出す方向が分かり易い 相手との距離感が掴み易かった 位置取る場所の手掛かりをつかめた

「練習道具を利用して練習を行って、パス回しが上手くなったと感じましたか？(図 4B)」という質問については、グループ B～D については、「あてはまる」または「ややあてはまる」と回答しており、道具を利用することによる練習の効果についても、一定の満足感が得られたと考えられる。一方で、グループ A については、2名のプレイヤーは「ややあてはまる」と回答しているものの、残りの1名は「あまりあてはまらない」と回答していた。

「ゴム紐を通じて、仲間の二人の動きを感じることはできましたか？(図 4C)」や「ゴム紐で引っ張られて、体が動かされることがありましたか？(図 4D)」といった質問に対しては、未回答を除く全ての参加者が「あてはまる」または「ややあてはまる」と回答した。さらに、道具の良い点に関する質問に対する回答(表 2)においては、「ゴムに引っ張られるので三角形の形が整い易く、パスコースを作りやすいと感じた(1 本版・グループ B)」「ゴムによって自分がどこにいたらよいか少し分かった(3 本版・グループ C)」という回答があった。ただし、道具の改善すべき点に関する質問に対する回答(表 3)においては、「ボールが後ろにそれたり、横に少し移動すればボールがとれるのにゴム紐にひっぱられて自由に動けなかった(1 本版・グループ B)」といったように、ゴム紐で引っ張られることによるネガティブな効果も確認された。

表 3: 「道具の改善すべき点があれば、記述してください」という質問に対する参加者の回答。

	グループ	参加者の回答
1 本版の利用者	A	<ul style="list-style-type: none"> ・ つなぎ目が邪魔に感じたときがあった ・ つなぎ目が体に固定する部分にひっかかって動きにくい時があった
	B	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長さを変えられますか？(選手のレベルに応じて) ・ つなぎを変えて、4人用、5人用など出来るようになると練習メニューが増やせるのではないか ・ ボールが後ろにそれたり、横に少し移動すれば、ボールがとれるのにゴム紐でひっぱられて自由に動けなかった ・ 体が不自由になるのでボールがズレたときに融通がきかないこと
3 本版の利用者	C	<ul style="list-style-type: none"> ・ 腰のあたりで回ってしまう ・ やっている最中、腰に巻いているのが気になった
	D	<ul style="list-style-type: none"> ・ 腰に巻いている止め具自体が回ってしまう ・ 足が引っかかる ・ 少し動きづらかった ・ 実際に使うとき怪我しそう ・ 距離が近くてDFが付き易かったと思う ・ 動きにくくはなかったが、もう少しゆるくしても余裕があつていいと思った

「ゴム紐で引っ張られて、怖かったことがありましたか？(図 4E)」という質問に対しては、3 本版のグループ D の 1名の参加者についてのみ、「ややあてはまる」と回答していたものの、その他の参加者は「あてはまらない」または「あまりあてはまらない」という回答であった。これは、道具の改善すべき点に関する質問項目で得られた自由記述の回答(表 3)で、「実際に使うときに怪我しそう(3 本版・グループ D)」という回答とも関連が深い。

「ゴム紐の強度(張力)は、どうでしたか？(図 4F)」という質問では、グループ B および C については、全ての参加者が「ちょうどよい」と答えていたものの、グループ A および D では、「強い」または「分からない」と回答した参加者も確認された。

「ゴム紐の長さはどうでしたか？(図 4G)」という質問に対しては、グループ D の参加者の過半数が「短い」と回答している。これは、「動きにくくはなかったが、もう少しゆるくしても余裕があつていいと思った(3 本版・グループ D)」という回答とも関連している。

「ゴム紐が邪魔で動きづらかったことはありましたか？(図 4H)」という質問については、1 本版を利用するグループ A の全ての参加者が「あてはまる」または「ややあてはまる」と回答していた。これは、道具の改善すべき点に関する回答(表 3)において、「つなぎ目が邪魔に感じたときがあつた(1 本版・グループ A)」「つなぎ目が体に固定する部分に引っかかって動きにくい時があつた(1 本版・グループ A)」という回答と関連している。ただし、同じ 1 本版を利用したグループ B では、同じ質問に対して、過半数が「あまりあてはまらない」と答えており、グループ A ほど違和感はなかったことを示している。

「ゴム紐が邪魔でボールを扱い難いと感じることはありましたか？(図 4I)」という質問については、全てのグループを通じて「あてはまる」と回答した参加者はいなかったものの、グループ A については、過半数が「ややあてはまる」と回答していた。

III. 考察

本研究の目的は、3 対 1 ボール保持課題での連携技能に関わる練習道具(1 本版, 3 本版)のトレーニング効果を検証することであった。本研究で扱った練習道具は、小学生を対象とした過去の研究において、練習道具を装着することによって、三者の位置関係の調整を促進する即時的な効果(Yokoyama et al., 2020)は確認されていた。しかしながら、そのトレーニング効果については明らかにされていなかったため、20 名の大学生を対象として、道具を装着することによるパフォーマンスを評価するとともに、質問紙を用いて内省を調査した。実験では、1 日につき 10 試行のトレーニングを、合計で 2 日間に渡って実施し、各実施日のトレーニング試行の前後にテスト試行(練習道具を装着しない通常の 3 対 1 ボール保持課題)を実施した。その結果、1 本版と 3 本版の練習道具を装着してトレーニングを実施した各 2 グループについては、パス頻度が増加する傾向が確かめられた。一方で、練習道具を装着せずにトレーニングを実施した 1 グループについては、パス頻度の増加は認められなかった。いずれのグループも検証数が少ないため、一概に結論づけることができないが、これらの結果は、練習道具の利用によって、パスを繋げるパフォーマンスの向上に、一定のトレーニング効果があつた可能性がある。

1. なぜトレーニング効果が得られたのか

本研究で扱った練習道具に、一定のトレーニング効果が得られた理由について考察する。一般的に、運動技能を学習していく過程とは、「目標とする運動」と「実際に行つた運動」の誤差を最小化する過程とされている。学習者は、誤差を最小化するために、運動を修正していく必要があるが、その修正に必要な付加的な情報を視覚や聴覚、触覚などで得ることは、フィードバックと呼ばれている(e. g., Sigrist et al., 2013)。例えば、スポーツの指導現場でよく用いられるものに、コーチからの声掛けなどの言語による聴覚フィードバックや、運動遂行を撮影したビデオ映像を確認するなどの視覚フィードバックなどがある。本研

究で用いた練習道具は、先行研究において触覚情報や視覚情報が利用者にフィードバックされる効果があることが考えられていた(Yokoyama et al., 2020). ここでは、トレーニング効果が得られた理由について、こうした触覚情報や視覚情報の側面から、トレーニング後に実施した質問紙に基づいて整理する。

まず、触覚情報に関連する項目に関しては、いずれのグループについても参加者の過半数から、練習道具のゴム紐の張力によって、仲間の動きを感じとることができ、身体が動かされることがあったという回答が得られていた。このことから、ゴム紐を通じて身体に張力が与えられることで、他者の動きの微細な変化がフィードバックされ、身体が動かされる場合があったことが伺える。初心者には、他者の動きやコーチの声掛けに注意を向けることが難しいと考えられるため、身体に直接的に働きかけられる触覚情報のフィードバックは、初心者にとって有益な効果があったのではないかと考えられる。例えば Wulf et al. (1998) は、スキーシミュレータを用いたスラロームタイプの運動(左右のターンの動き)を学習する装置を用いた実験において、ポールを両手で持ってトレーニングをする群の方が、ポールを持たずにトレーニングをした群よりも、運動パターンの学習に効果がみられたことを報告している。彼らは、ポールが利用者の学習において物理的なガイダンス(physical-guidance)の役割を担っていたと述べており、道具を介した触覚情報によるフィードバックが、利用者のトレーニングにおけるガイドとなり、正の効果をもたらした例といえる。本研究で用いた道具についても、ゴム紐による触覚情報のガイドが効果的に働いた可能性が推測される。

また、視覚情報に関連する項目に関しては、ゴム紐の方向を手掛かりにすることによってパスを出し易いと感じる傾向が、技能レベルの低いグループ B~D の多くの参加者で確認された。対物的な技能が自動化されていない初心者は、遠く離れた他者の位置まで注意を向けることが困難な場合が多いが、練習道具のゴム紐は、自己と他者を繋いでおり、ゴム紐の方向をもとに他者が位置する方向を把握できる。つまり、遠く離れた他者へ注意を向けることができない初心者は、他者の存在する方向に関する情報を、利用者に取り付けられたゴム紐の方向から得ることができたのではないかと推測する。ただし、実験に参加したプレイヤーのうち、比較的、技能レベルの高いグループ A については、その傾向がみられなかった。このことは、初心者のなかでも、注意の容量に余裕があり、他者の位置への気づきの範囲が比較的広いプレイヤーにとっては、ゴム紐の方向を手掛かりにする必要はなかった可能性が推測される。実際に、スキルレベルに応じて、効果的なフィードバック情報の量や質が異なることが報告されている(Marchal-Crespo et al., 2013)。本研究における練習道具においても、視覚情報によるフィードバックについては、実験参加者の技能レベルに応じて効果があった参加者とそうではなかった参加者がいた可能性が推測される。

2. 練習道具を利用する際の留意点や工夫すべき点

上述したように、本研究で扱った練習道具には、触覚情報や視覚情報をフィードバックする効果が期待されたが、実際にこうしたフィードバック効果が含まれる練習道具をスポーツ場面で用いる際には、留意しなければならない側面がある。それは、Salmoni et al. (1984) が提案したガイダンス仮説というものである。彼らは、フィードバックで運動の誤差を修正することは、学習の正の効果を及ぼすものの、学習者がそのフィードバックに依存すると、フィードバックがない本番では、逆にパフォーマンスが低下するという負の効果があると指摘している。このことから、本研究で用いた練習道具を初心者に適用する際には、初心者が道具に依存しすぎることがないように注意する必要がある。具体的には、どの程度この練習道具を用い

るのか、また逆にいうと、どの程度でこの練習道具の使用をやめるのか、といった道具使用の頻度やタイミングを考慮しなければならない。今回のような、二者間距離の情報を即座に、そして連続してフィードバックされる道具に関しては、高頻度で用いるよりは、徐々に使用頻度を減らしていく漸減フィードバックが有効であるとされている(Winstein et al., 1994)。したがって、今回の練習道具においても、練習回数に応じて徐々に使用を減らしていく練習スケジュールが望ましいと考えられる。

練習スケジュールに加えて、課題の空間サイズに関しても工夫が求められる。本研究と同様のボール保持課題を扱った研究では、プレイヤーの発達段階に応じて、効果的なプレイエリア、すなわち空間サイズの大きさを変更する必要があることが示唆されており(中山・浅井, 2009)、指導者は、プレイヤーの技能を向上させるために、3対1ボール保持課題を行うプレイエリアをどのような大きさにすべきかを慎重に検討する必要がある。このことは、練習道具のゴム紐の長さとも関連するであろう。また一方で、個人差についても、練習で工夫できる点と考えられる。例えば Mascolo & Fisher (2015)は、子どもの行為の発達に関して、足場(scaffolding)という概念を提唱している。これは、一人ではできない課題でも、周囲の適切な支援があれば課題を成功させることができるというもので、発達を促すためには、足場となる適切な支援が必要という。このことは、ヴィゴツキーの「発達の最近接領域」の理論(ヴィゴツキー, 2003)やレイブとウェンガーの正統的周辺参加による学習(レイブ・ウェンガー, 1993)とも通じるが、子どもに限らず、新しい技能の習得を目的とした大人の場合においても当てはまる概念と考えられる。例えば、技能レベルの異なるプレイヤー同士を組み合わせる練習道具を用いると、技能レベルの低いプレイヤーが、技能レベルの高いプレイヤーの動きを、ゴム紐を通じて体感できる練習環境となるだろう。実際に、本研究では、グループ内の技能レベルを出来る限り最小に留めるように設定したものの、グループBでは、女性と男性の組み合わせであった。これは、技能レベルの異なる者同士の組み合わせであった可能性があるが、こうした練習環境も、技能レベルの低い者(女性)にとっては、より技能レベルの高い者(男性)の動きが足場となり、効果的に働いた可能性も推測できる。

3. 練習道具の構造上の改善点

サッカーを対象とした練習道具は、キックやリフティングなどの対物的な技能を高めるための道具は多く考案されてきた(遠藤, 1996; 久保田, 2007; 西山, 1996)。しかしながら、ヒトとヒトの連携技能の習得を目的とした道具はこれまでほとんどなく、連携技能に関わる練習道具(横山ら, 2017)の学習効果を検証した本研究の結果は、スポーツのトレーニング方法の新たな知見に繋がると考えられる。ただし、本研究の質問紙の結果から、技能レベルの低いグループの参加者の中には、怪我の可能性に関する指摘や、ゴム紐の強度が強いという回答が得られた。実用化するためには、利用者らが、最適な強度や長さを個別に調整できるような構造を検討すべきと考えられる。また、1本版に関しては、「つなぎ目が体に固定する部分に引っかかって動きにくい」という指摘が多くみられた。これは、2本のゴム紐をフックで結合している箇所が、ベルトのカバーをスムーズに通過しないことによって生じる問題と考えられ、フックやカバーの構造を変更する必要がある。また、3本版に関しては、「腰に巻いている止め具自体が回る」という指摘があった。これは、3本版の場合には両腰のゴム紐によって、ベルトが左右それぞれに関して、異なる強さで引っ張られること、また、ベルトが滑り易い素材であることが原因であると考えられる。このことに関しては、ベルトの素材を変更するなどの再検討が可能と考えられる。

(文献リスト)

- ・ Chow J. Y. & Davids K., Button C., & Renshaw I. (2015) *Nonlinear pedagogy in skill acquisition an introduction*, Routledge: New York.
- ・ 遠藤 修 (1996). サッカー練習具. 特開平 8-782.
- ・ Helbing D. & Molnár P. (1995) Social force model for pedestrian dynamics. *Physical Review E*. 51: 4282-4286.
- ・ Kahneman D. (1973) *Attention and effort*, Englewood Cliffs: New Jersey.
- ・ 久保田 武弘(2007). サッカー練習器具. 特開 2007-82579.
- ・ レイブ・ウェンガー:佐伯胖訳・福島真人解説 (1993) 状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加 産業図書.
- ・ Marchal-Crespo L. McHughen S. Cramer S. C., & Reinkensmeyer D. J. (2010) The effect of haptic guidance, aging, and initial skill level on motor learning of a steering task. *Experimental Brain Research*. 201: 209-220.
- ・ Mascolo & Fischer (2015) Dynamic development of thinking, feeling, and acting. *Handbook of child psychology and developmental science (4 Volume Set)*, 7th Ed., Lerner R. M. (editor in chief), John Wiley & Sons. pp. 113-161.
- ・ 中山 雅雄, 浅井 武, 田嶋 幸三 (2007) サッカーのパス技能と練習課題の制約との関連. *体育学研究*. 52: 419-430.
- ・ 中山 雅雄, 浅井 武 (2009) サッカープレーヤーの発達段階および課題の制約としてのプレーエリアの大きさがパス技能に与える影響体育学研究. 54: 343-353.
- ・ 西山 昭吾(1996). サッカー基本動作練習機. 特開平 8-173582.
- ・ Salmoni A. W., Schmidt R. A., & Charles B. W. (1984) Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*. 95: 355-386.
- ・ Sigrist R., Rauter G., Riener R., & Wolf P. (2013) Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychonomic Bulletin Review*. 20: 21-53.
- ・ ヴィゴツキー:土井捷三・神谷栄司訳 (2003) 「発達の最近接領域」の理論:教授・学習過程における子どもの発達. 三学出版.
- ・ Winstein C. J., Pohl P. S. & Lewthwaite R. (1994) Effects of physical guidance and knowledge of results on motor learning: support for the guidance hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65: 316-323.
- ・ Wulf G., Shea H. G. & Whitacre A. C. (1998) Physical-guidance benefits in learning a complex motor skill. *Journal of Motor Behavior*, 30: 367-380.
- ・ Yokoyama K., Shima H., Fujii K., Tabuchi N., & Yamamoto Y. (2018) Social forces for team coordination in ball possession game. *Physical Review E*. 97: 022410.

- ・ Yokoyama K., Tabuchi N., Araújo D., & Yamamoto Y. (2020) How training tools physically linking soccer players improve interpersonal coordination. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19: 245-255.
- ・ Yokoyama K. & Yamamoto Y. (2011) Three people can synchronize as coupled oscillators during sports activities. *PLoS Computational Biology*. 7 (10): e1002181.
- ・ 横山 慶子, 山本 裕二, 田淵 規之, 上向井 千佳子, 鈴木 大介(2017). トレーニング用具. 特開 2017-18447.