

バーチャル環境における身体動作を伴う スポーツビジョントレーニング教材の開発

長崎大学大学院 総合生産科学研究科
情報データ科学分野 弥富凌河

第3期スポーツ基本計画(スポーツ庁, 2022)

スポーツはアスリートのパフォーマンス向上という観点から
デジタル・テクノロジーとの親和性が高い分野である



AIやVR等の先端技術を活用した支援手法を含む
スポーツ医・科学等の研究の推進を掲げた

本研究では、スポーツ科学における**スポーツと視覚**の関係性に着目した

スポーツビジョンとは(石垣, 2014)

スポーツビジョン…スポーツにおける視覚情報処理能力に関する総称

1. 動くものを見る能力
(例: 動体視力, 眼球運動)
2. 広い範囲を見る能力
(例: 周辺視, 眼球運動)
3. 瞬間的に見る能力
(例: 瞬間視)

サッカー選手の情報処理に関する研究
(張ら, 2008)

熟練者は非熟練者より
短時間で多くの視覚情報を処理している



複雑な条件下であるほど、
高い予測能力を発揮する

サッカーにおける視覚能力
(Robertsら, 2017)

プロサッカー選手と非アスリート
の視覚能力を比較



静止視力, 動体視力, 調節輻輳機能などが
有意に優れていた

サッカー選手に必要な視覚能力 (Millardら, 2022)

サッカー選手に**必須**な視覚能力として
周辺視野, 深視力, 動体視力が挙げられる



サッカーにおける周辺視野の重要性

サッカーにおいて周辺視野は**効果的なプレイに不可欠**である



選手が直接チームメイトを見ずに**周辺視野**で**情報を収集**することで
相手選手に**意図を悟られずにパスを成功させられる**

1-2. 背景 – サッカーと首振り –

4/20

EURO 2016における選手の首振りと
パフォーマンスの関係 (Phatakら, 2019)

EURO 2016のベスト16に進出した
ミッドフィルダー35名の首振り行動を分析



首振り行動の頻度とパス成功率に

正の相関があった



首振り行動を高める**トレーニング介入**が
エリートレベルの選手にも必要である

プレミアリーグ選手の首振りと
パフォーマンスの関係 (Jordetら, 2020)

プレミアリーグ選手27名の首振り行動
を21試合にわたり分析



首振り行動の頻度とパス成功率に

正の相関があった



スポーツビジョントレーニングの動向

初期の研究 (Stine, C.D.ら, 1982)

- トレーニングによって**視覚能力の向上**が確認された
- スポーツ**パフォーマンスへの転移**については**不明**



近年の研究 (Guoら, 2025)

- 視覚トレーニングが**競技成績**の向上に**有効**である
- 特に**チームスポーツ**において**効果的**であることが明らかになった

従来のスポーツビジョントレーニングシステムの課題 (瀬島ら, 2017)

従来: **PC画面**上の課題に**キーボード・マウス**で回答してトレーニングを行う

1. **奥行知覚**
2. **競技場面と同様の脳内情報処理**
3. **身体動作の統合**
4. **視野角の狭さ**

研究の目的

- HMDとモーションキャプチャを用いた身体動作を伴う**VRサッカー教材の試作**
- インタフェース評価を行うことによる教材開発に向けた**基礎データの取得**

明らかになったこと

インタフェース評価の結果...

スポーツビジョントレーニングに**活用し得る**ことが示唆された

課題

- 選手アバタの**再現度**向上
- **選手配置パターン**の多様化
- ボールと足の**衝突判定**の精度向上
- **定量的**な評価



サッカーにおける認知的負荷

選手が視覚的に処理すべき**情報量**は
ピッチ上の選手数に依存する

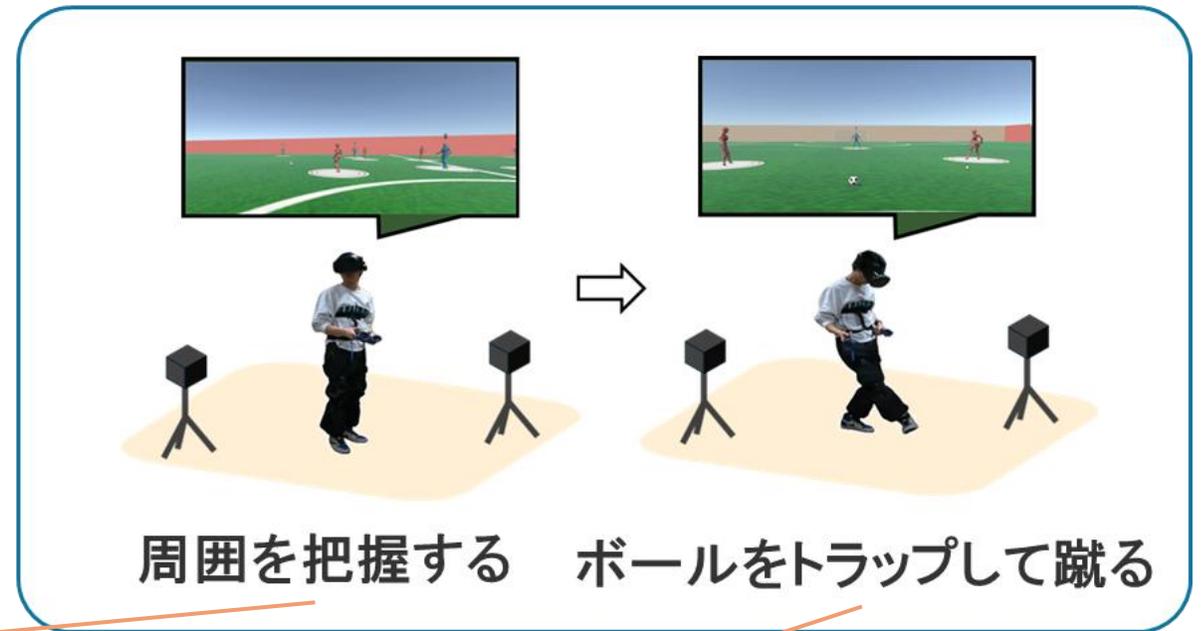
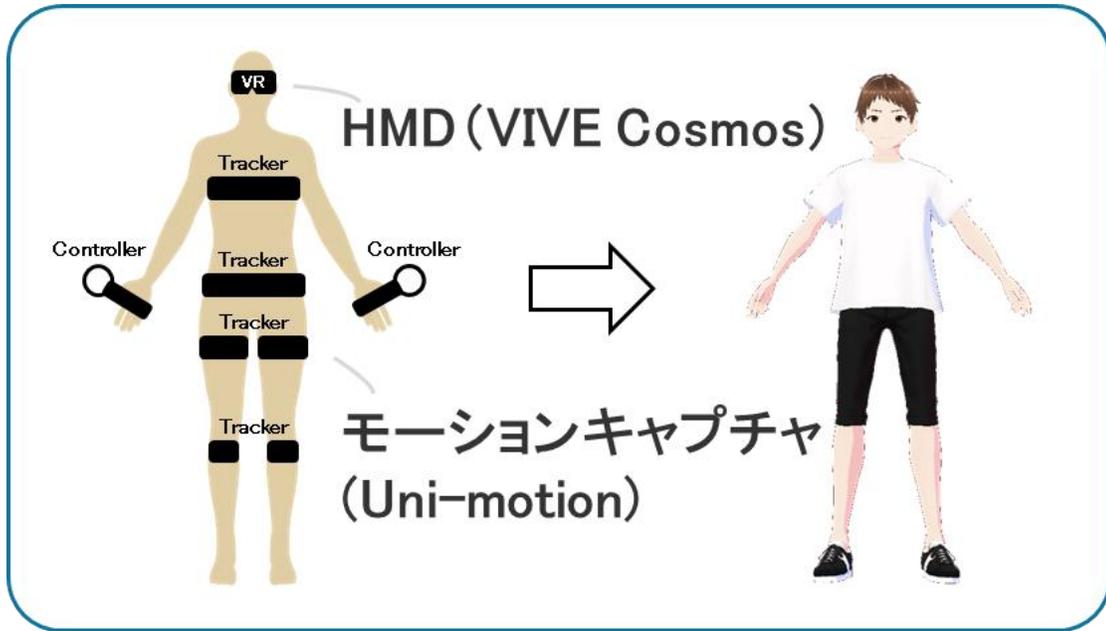
過度な認知的負担がパフォーマンスを
低下させる (Fuster, 2021)

試合人数と認知的複雑性の関係
(Silvaら, 2014)

3vs3と6vs6の少人数ゲームに
おける戦術的行動を比較

3vs3では他選手との相互作用が少ない
ため、6vs6よりも**低い複雑性**を示した

視覚情報の複雑性を段階的に設計した、身体動作を伴うVRサッカートレーニング教材
を開発し、**首振り行動**および**状況認識能力**への効果を評価する



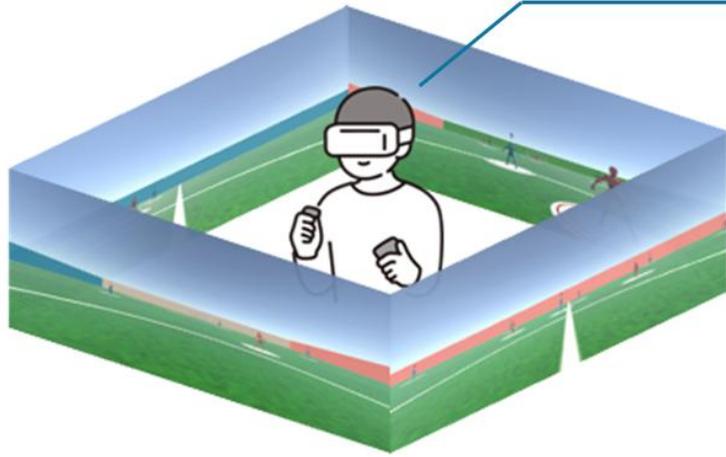
プレイ場面のイメージ

ボールは最終ラインの選手を経由し
中盤にいる参加者へパスされる
(ステージ開始から10秒～15秒)

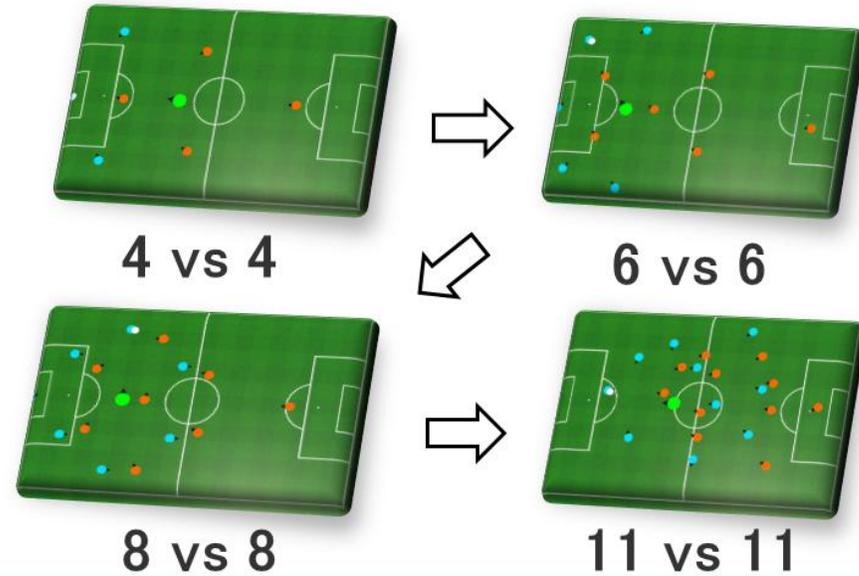
ボールのキックについて

2タッチプレイに限定

- ①インサイドでトラップ
- ②味方へパス



試合の人数は**段階的**に変化していく



テスト①

11vs11の試合状況を
3パターン再生する

練習

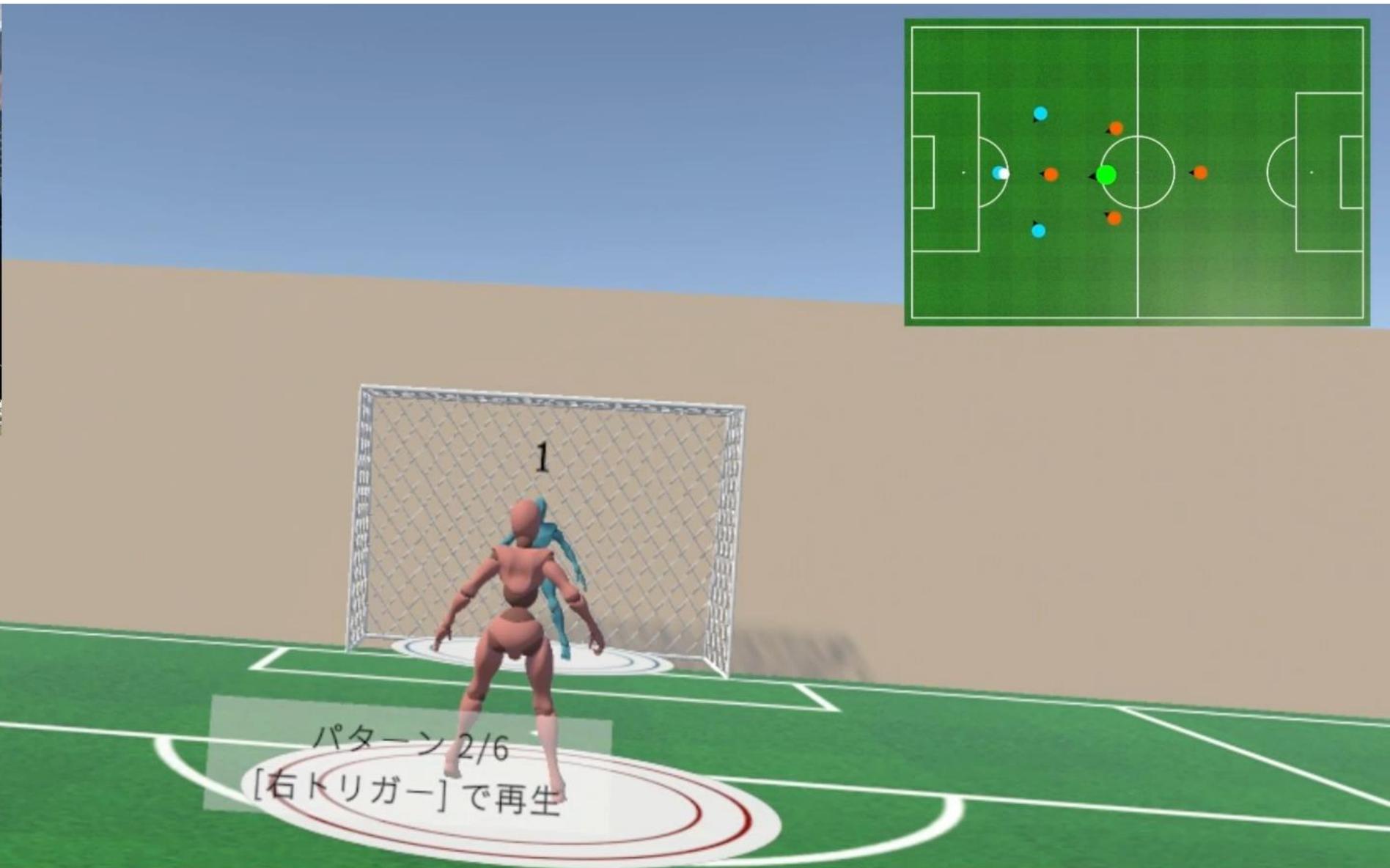
4vs4, 6vs6, 8vs8の試合状況を
各2パターンずつ再生する

テスト②

11vs11の試合状況を
3パターン再生する

2. 開発 -プレイの様子-

10/20



Kick Wait Time: 1s

=== VR Game Scene Controller ===

2. 開発 —使用したもの—

11/20

トレーニングシステムの開発

ゲーム開発プラットフォーム (Unity)



実行デバイス

HMD (VIVE Cosmos Elite)



視野角: 110度

身体動作トラッキングデバイス

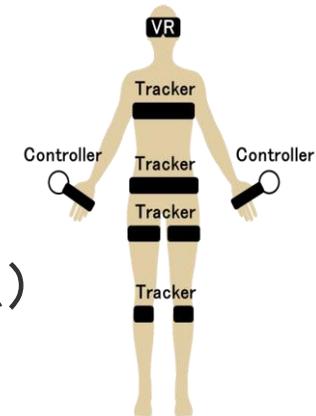
モーションキャプチャ (Uni-motion)



デバイス装着イメージ

9点トラッキング

(HMD3点と
モーションキャプチャ6点)



3. コンテンツ評価 — 評価方法 —

12/20

対象: サッカー経験のある大学生・大学院生20名

評価の流れ

テスト1回目 (11vs11, 5分間)



パノラマ画像による振り返り



アンケート① (10件法のみ)



練習 (4vs4→6vs6→8vs8, 5分間)



テスト2回目 (11vs11, 5分間)



パノラマ画像による振り返り



アンケート② (10件法・自由記述)

アンケート評価

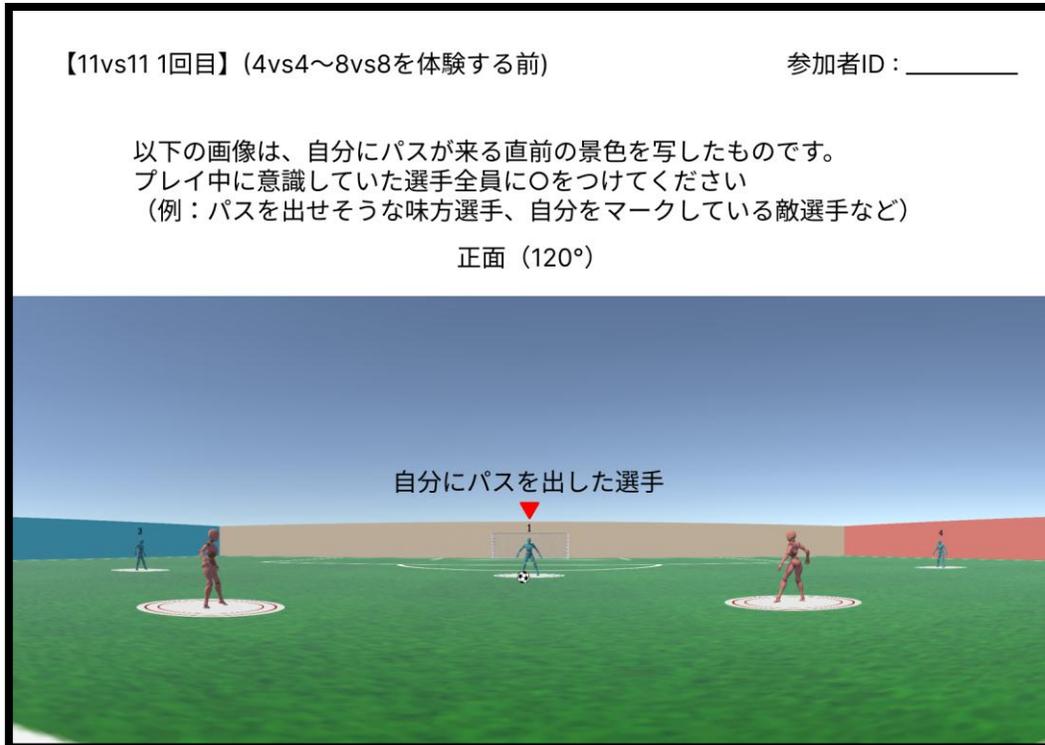
- 10件法による主観評価 (23項目)
→コンテンツ全体に関する14項目は **記述統計**
→トレーニング前後で行った9項目は **対応のあるt検定による参加者内比較**
- 自由記述による主観評価 (4項目)
→ **カテゴリ分類し、集計**

360度パノラマ画像を用いた振り返り活動

状況認識能力の変容を測るため、各テスト終了時

①最終ステージのトラップ直後の場面を映した360度パノラマ画像を提示

②プレイ中意識していた選手に印をつける



首振り行動と認識選手数の測定

目的: 体験による首振り行動への意識および状況認識能力の変容を測る

首振り回数の測定

各テスト実施中の**首振り回数**をカウント

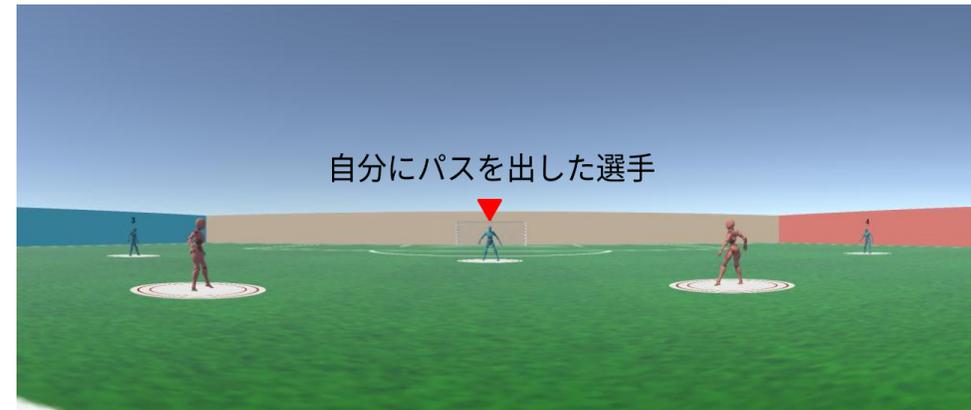
対応のあるt検定による参加者内比較



認識選手数の測定(360度パノラマ画像)

参加者がつけた**印の数**をカウント

対応のあるt検定による参加者内比較



4. 結果・考察－教材としての有用性－

15/20

質問項目	平均	標準偏差	中央値
コンテンツの活用可能性			
味方選手の位置関係を把握する練習として有効だ	9.10	1.07	10.0
適切なパスを判断する練習として有効だ	8.60	1.31	8.0
空間認識の練習として有効だ	8.80	1.44	9.5
実際のサッカーの練習として有効だ	7.70	2.47	8.0

良かった点に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
状況把握力・空間認識能力の育成	7	<ul style="list-style-type: none">・視野を広くする意識を促し、状況を認識するトレーニングとして非常に有効だと感じた。・敵と味方の位置関係を把握する点において練習としても有効だと思った。

コンテンツの活用場面に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
首振り行動への意識向上	6	<ul style="list-style-type: none">・空間認識の練習をすることで首振りの習慣をつけることができ役立つと思います。・周りを見る練習に活かせそうだと思った。
判断力の向上	6	<ul style="list-style-type: none">・味方がボールを出しやすい位置を見つけて、そこに移動する。・敵と味方の位置を把握して最適な味方へパスを出す。

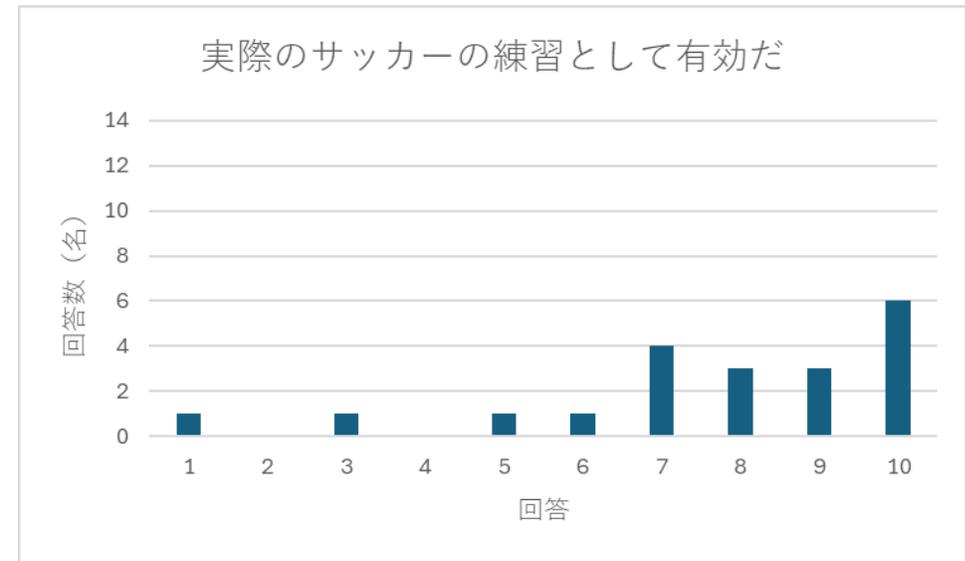
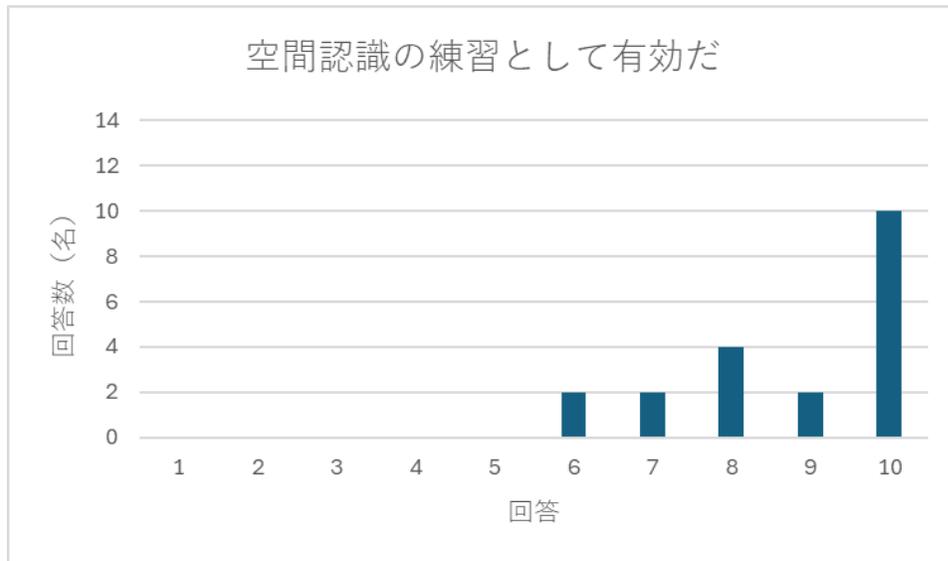
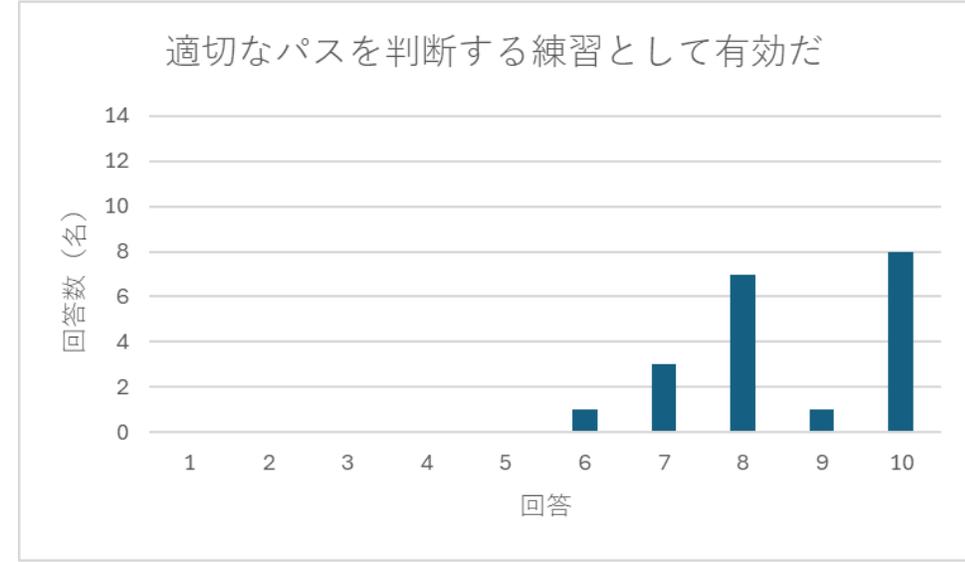
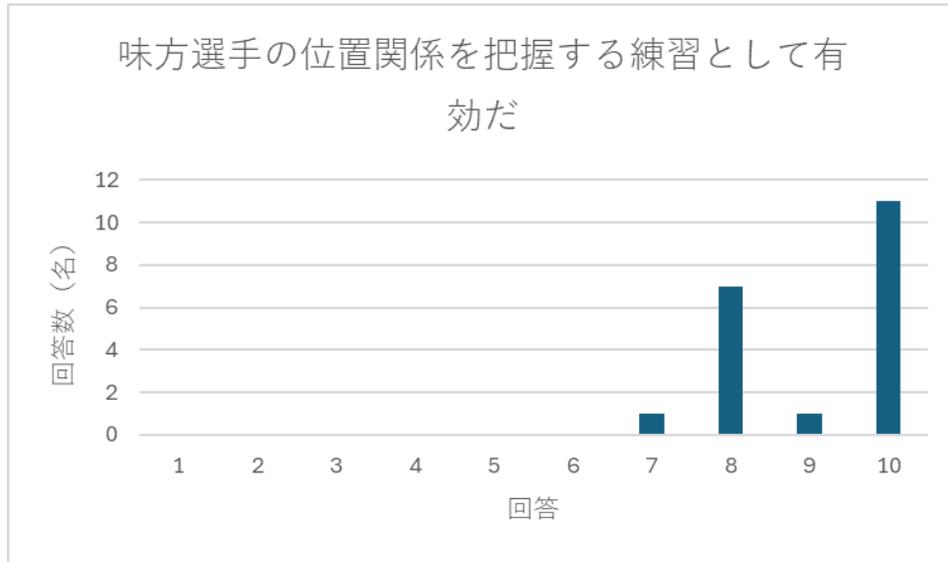
本コンテンツが**状況認識**や**判断力**のトレーニング教材として

活用できる可能性が示唆された。

5. アンケート結果についての補足(コンテンツ全体に関するアンケート結果)

質問項目	平均	標準 偏差	最小値	第1 四分位数	中央値	第3 四分位数	最大値
コンテンツの活用可能性							
味方選手の位置関係を把握する練習として有効だ	9.10	1.07	7	8.0	10.0	10.0	10
適切なパスを判断する練習として有効だ	8.60	1.31	6	8.0	8.0	10.0	10
空間認識の練習として有効だ	8.80	1.44	6	8.0	9.5	10.0	10
実際のサッカーの練習として有効だ	7.70	2.47	1	7.0	8.0	10.0	10

5. アンケート結果についての補足(コンテンツ全体に関するアンケート結果)

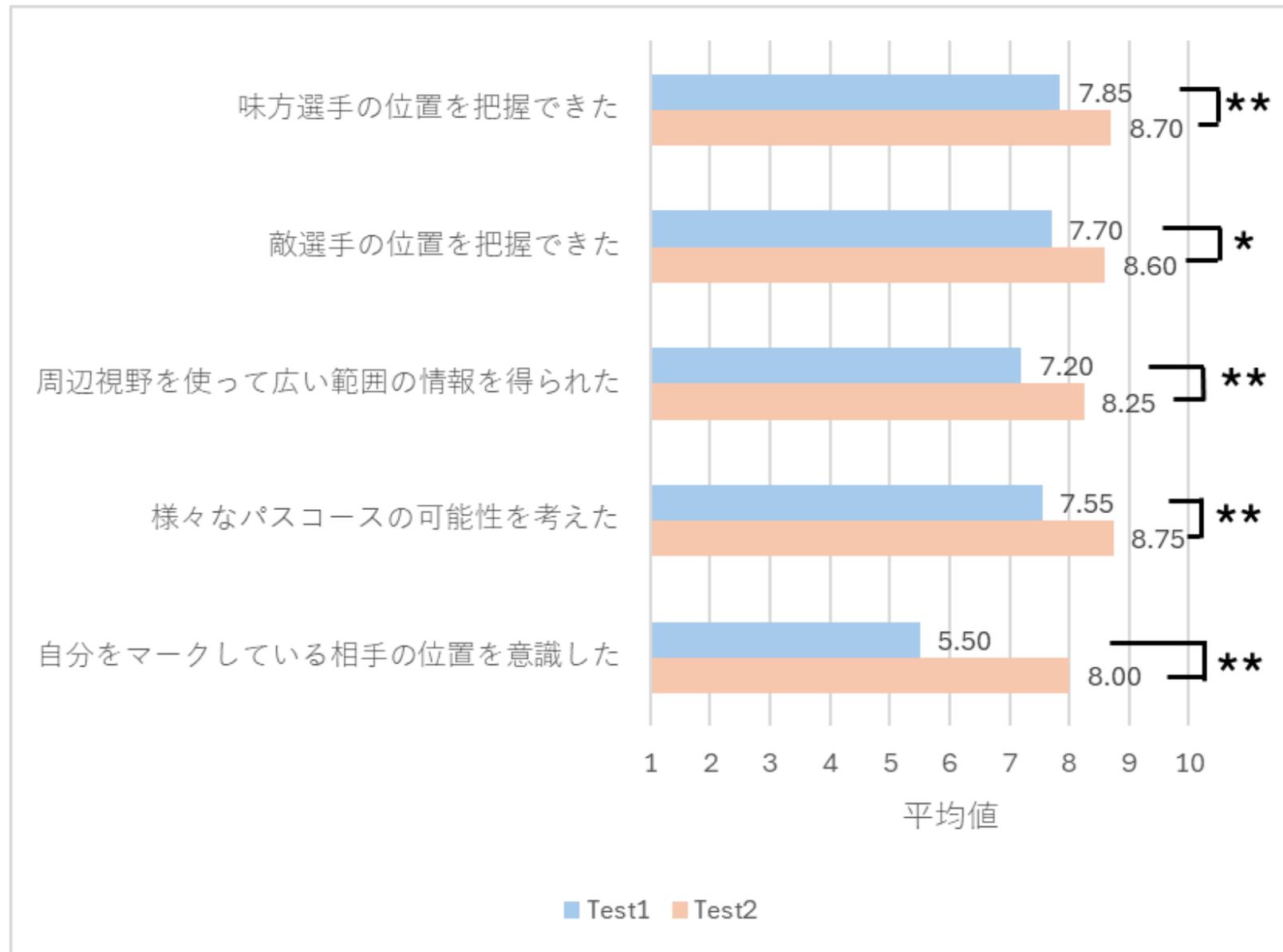


4. 結果・考察—トレーニング前後の比較—

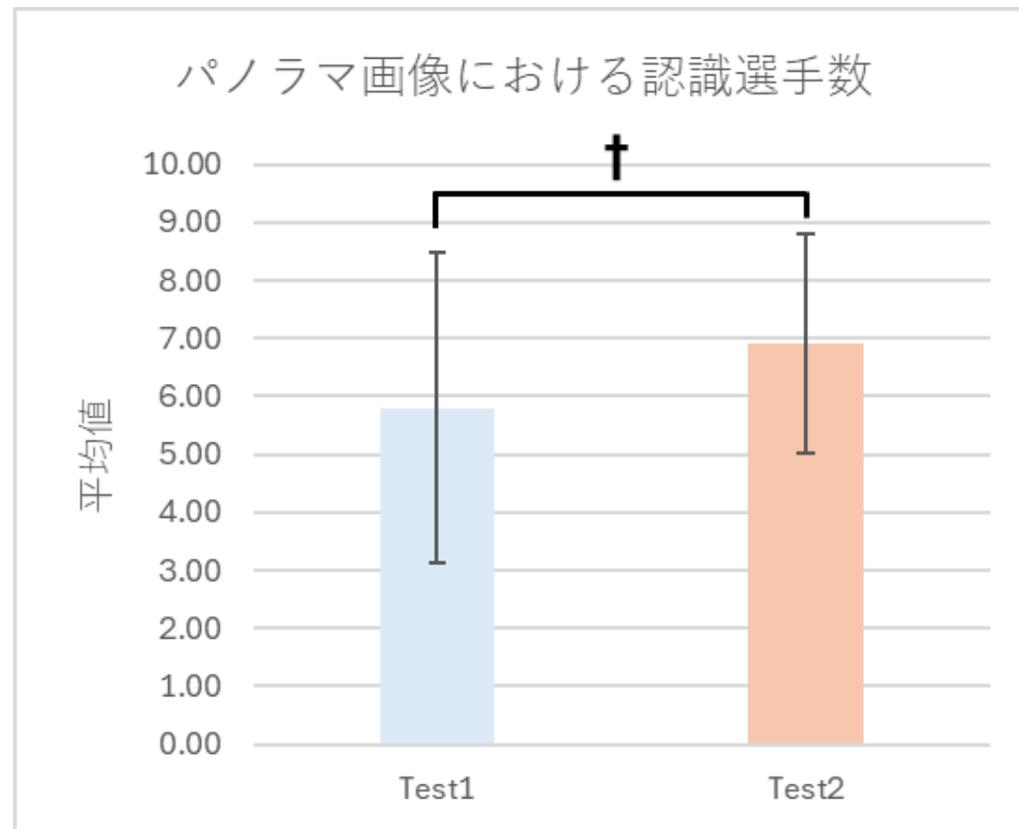
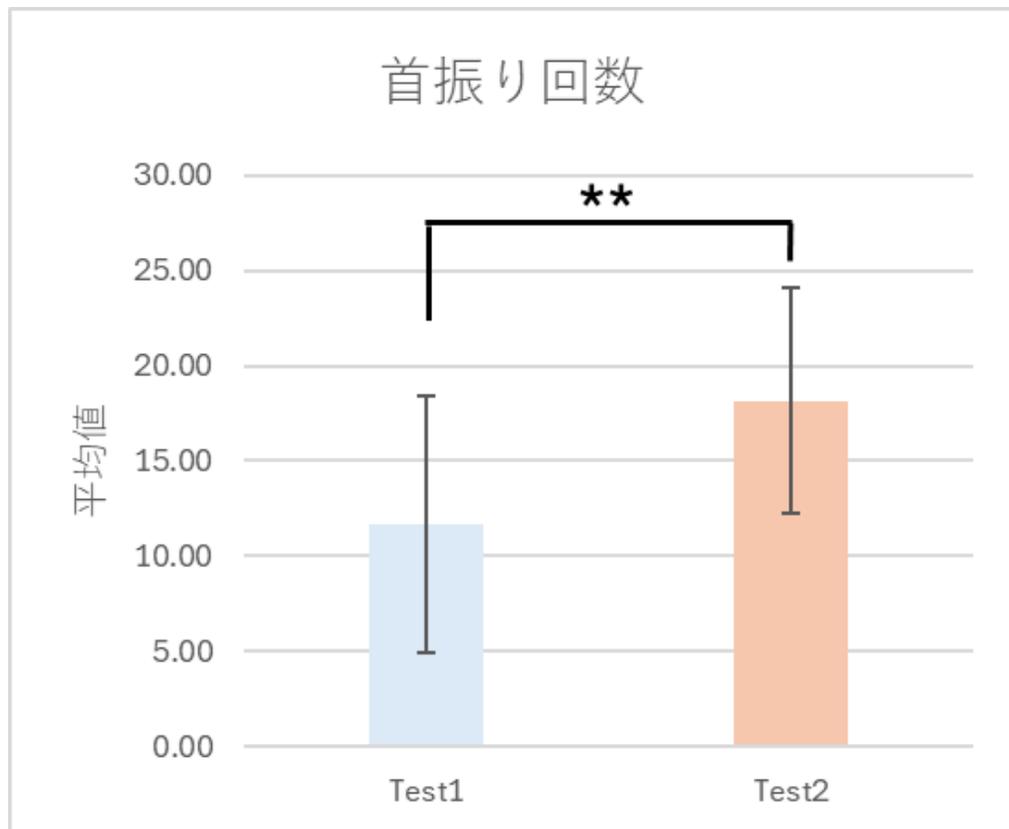
質問項目	Test1		Test2		t値	結果
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
味方選手の位置を把握できた	7.85	1.71	8.70	1.19	3.50**	状況認識に対する意識が高まった
敵選手の位置を把握できた	7.70	1.95	8.60	1.43	2.31*	
周辺視野を使って広い範囲の情報を得られた	7.20	2.01	8.25	1.44	3.58**	
様々なパスコースの可能性を考えた	7.55	2.29	8.75	1.30	3.15**	
自分をマークしている相手の位置を意識した	5.50	2.84	8.00	1.61	3.77**	
首振り行動と認識選手数の測定結果						
首振り回数	11.65	6.76	18.15	5.93	7.15**	<ul style="list-style-type: none"> 首振り回数 → 有意に増加 認識選手数 → 増加傾向
360度パノラマ画像における認識選手数	5.80	2.68	6.90	1.89	2.01†	

複雑な状況へと段階的にトレーニングを進めることで、状況認識に対する意識が高まり
 行動（首振り回数）や認知（認識選手数）にも変化が現れたことが示唆された

5. アンケート結果についての補足(トレーニング前後のアンケート結果)



5. アンケート結果についての補足(トレーニング前後の首振り回数と認識選手数の変容)



4. 結果・考察—トレーニング前後の比較—

質問項目	Test1		Test2		t値	結果
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
味方選手の位置を把握できた	7.85	1.71	8.70	1.19	3.50**	状況認識に対する意識が高まった
敵選手の位置を把握できた	7.70	1.95	8.60	1.43	2.31*	
周辺視野を使って広い範囲の情報を得られた	7.20	2.01	8.25	1.44	3.58**	
様々なパスコースの可能性を考えた	7.55	2.29	8.75	1.30	3.15**	
自分をマークしている相手の位置を意識した	5.50	2.84	8.00	1.61	3.77**	
首振り行動と認識選手数の測定結果						
首振り回数	11.65	6.76	18.15	5.93	7.15**	<ul style="list-style-type: none"> 首振り回数 → 有意に増加 認識選手数 → 増加傾向
360度パノラマ画像における認識選手数	5.80	2.68	6.90	1.89	2.01†	

複雑な状況へと段階的にトレーニングを進めることで、状況認識に対する意識が高まり
 行動（首振り回数）や認知（認識選手数）にも変化が現れたことが示唆された

4. 結果・考察ーメタ的な視点への気づきー

VR体験の感想に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
メタ的な視点への気づき	2	<ul style="list-style-type: none">・自分の視野の狭さがわかった・VR体験を通してプレー中に視野をもっと広くするべきだと確認することができた。

VR体験を通じてプレイを客観視し、自身の改善点を認識

良かった点に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
プレイの改善	5	<ul style="list-style-type: none">・自分の癖が可視化されて改善に繋がりそう・自分の見えてていなかった部分がよくわかった点
プレイの言語化	2	<ul style="list-style-type: none">・キックとトラップができてなくても、終わったあとの説明で言語化できるから練習になりそう

パノラマ画像を用いた活動も寄与した可能性

↓

プレイ中の自分の認知を振り返る様子が観察された

振り返りと言語化のプロセスが自己のプレイに対する気づきを促進し

参加者ら自身の改善点の明確化につながったと推察される

4. 結果・考察ーボール操作の精度に関する改善点ー

18/20

質問項目	平均	標準偏差	最小値	第1四分位数	中央値	第3四分位数	最大値
自分のアバタの動きに違和感はなかった	5.80	2.07	3	4.5	5.5	7.0	10
思っている通りにボールをトラップできた	4.65	2.30	1	3.0	4.0	6.0	10
思っている通りにボールを蹴れた	3.35	1.39	1	3.0	3.0	4.0	8

ばらつきがあり、
個人差があった

否定的な評価傾向

改善点に関する自由記述

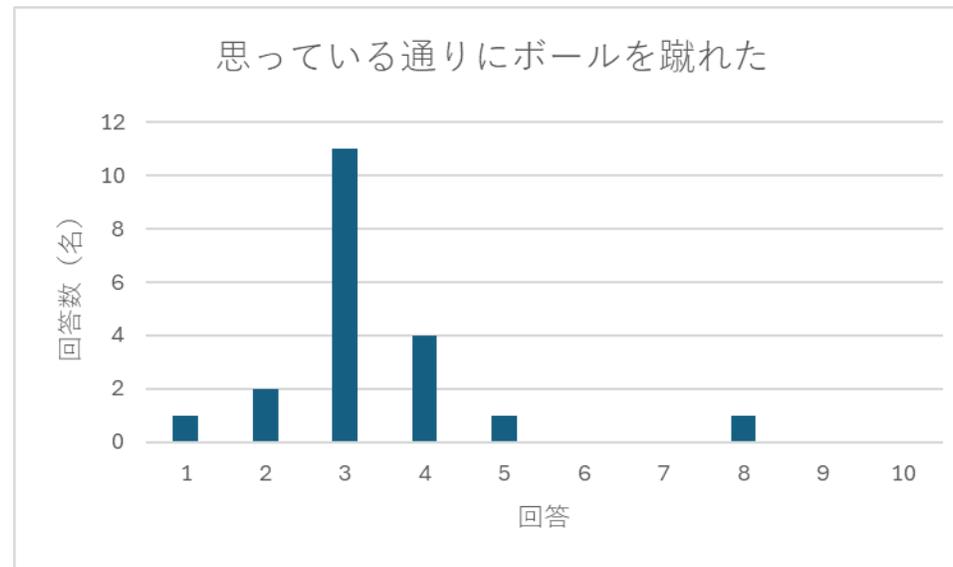
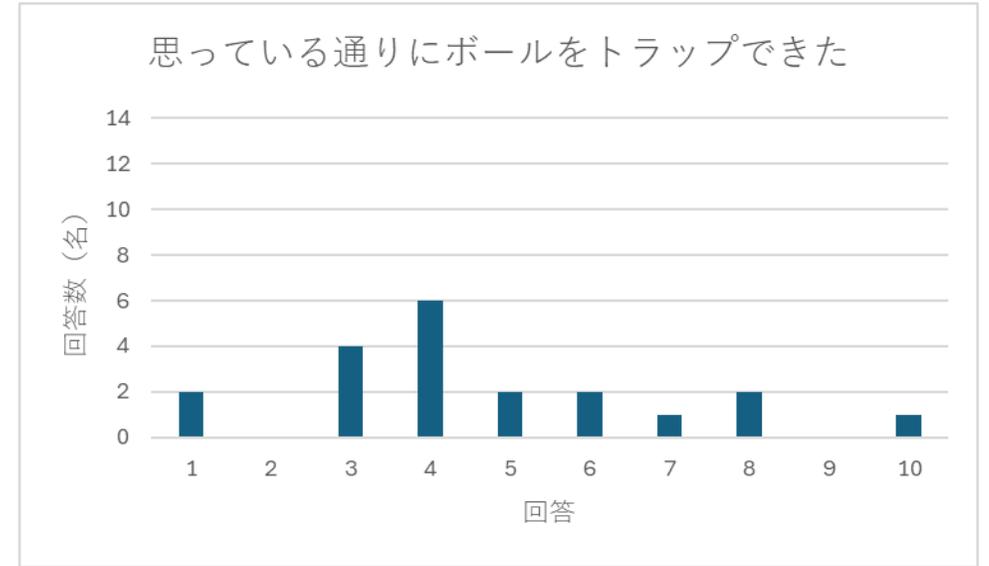
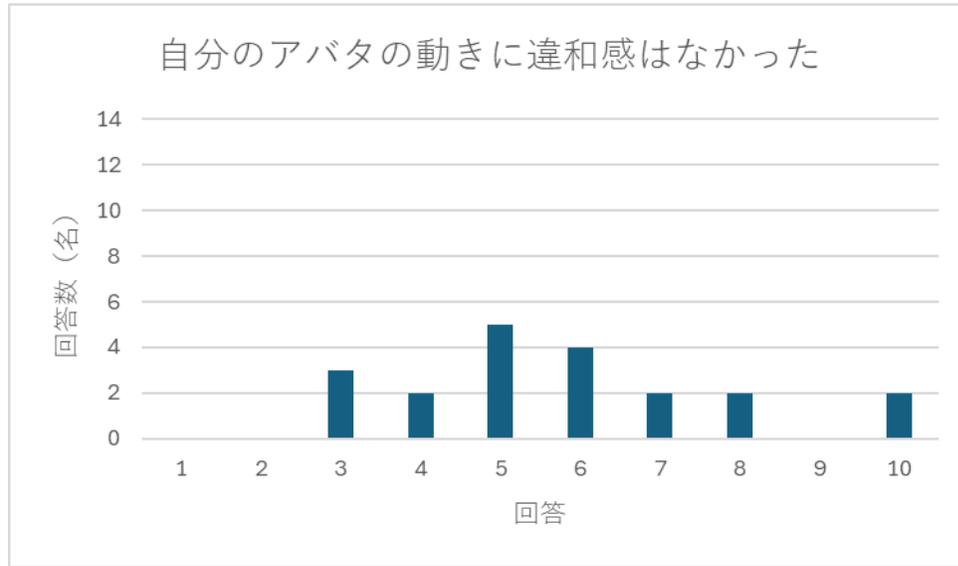
カテゴリ	件数	記述内容例
ボール操作の精度	9	<ul style="list-style-type: none"> ・個人的にトラップとキックが上手くいかなかった。 ・トラップとパスの精度を高めたらいいと思った。
個別最適化	1	<ul style="list-style-type: none"> ・トラップとキックの設定？みたいなのを体験する人事に設定できたら良いと思う。

ボール操作の精度
改善の必要性

操作感の個別
最適化の必要性

使用した**アバター**(173cm)と**実身長**の**不一致**が操作感に影響した可能性
が原因の一つとして考えられる

5. アンケート結果についての補足(コンテンツ全体に関するアンケート結果)



4. 結果・考察ーキックの多様化に関する改善点ー

19/20

改善点に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
プレイ選択の多様化	6	<ul style="list-style-type: none">・ プレーの幅を増やす（ワンタッチやスルーなど）。・ ダイレクトパスしたりやボールをもらうタイミングを自分で決めたらもっと面白いと思った

アンケートの結果…

体験によりパスコース・周辺視野への意識が有意に向上



トラップしてからパスをする**2タッチプレイ**に限定されているため
多様なプレイの選択肢を試すことができない

参加者が獲得した「**状況を見て判断する**」意識をより実践的な形で**体験・定着**させるために
多様なプレイの選択肢を実装することが有効であると考えられる

研究の目的

視覚情報の複雑性を段階的に設計した、身体動作を伴うVRサッカートレーニング教材を開発し、首振り行動および状況認識能力への効果を評価する

明らかになったこと

- 状況認識や判断力のトレーニング教材としての活用可能性
- 首振り行動への意識や状況認識力に変化が確認された
- ボール操作の精度やプレイ選択の多様化に関する課題が得られた

今後の展望

短時間かつ限られた回数でのトレーニング評価に留まったため、実フィールドでの練習と併用した長期評価により、効果を実証的に明らかにすることが求められる

5. 今後の展望についての補足

検証できていない点

身体動作と連動した
ビジョントレーニングの効果

本研究の結果に身体動作を伴うトレーニングが
どう寄与したか定かではない



独立した検証が必要

トレーニング効果か
単なる慣れか

短時間かつ限られた回数
のトレーニング評価に
留まったため、慣れだけの可能性も



長期的かつ継続的な検証が必要

実フィールドとの併用評価について

人流解析AIで試合映像から移動軌跡を取得し、VR空間で再現する技術
(瀬戸崎ら, 2025)



自チームの実際のプレイ場面を追体験しながら振り返ることが可能になり
より効果的なプレイ改善が期待できる。