

競馬観戦時における忘却を考慮した パズル型勝負服記憶支援手法のレース映像を用いた検証

宮崎 勇輝^{1,a)} 中村 聡史¹

概要：競馬観戦において騎手が着用する勝負服で競走馬を識別するニーズがある。しかし勝負服には似ている服が多く存在するうえ、毎レース識別したい勝負服が異なるため、似た勝負服を識別可能な程度に記憶にしようとしてレース後すぐ忘却する必要がある。我々はこれまで、勝負服を分割し元に戻すことで勝負服を記憶する、忘却を考慮したパズル型記憶促進手法を提案し検証を行ってきたが、単なる勝負服画像による検証であり実際の競馬観戦とは状況が大きく異なっていた。そこで本稿では、提案手法の有効性をさらに検証するため、競馬のレース動画から切り抜いた短時間のループ映像と静止した勝負服画像群から記憶した勝負服を選択する再認実験を塗り絵手法と比較して行った。結果より提案手法は塗り絵手法より高い正答率であった。また主観評価により、塗り絵手法の方が前回の勝負服を忘れることができないと評価され、勝負服を正面から見る場合において塗り絵手法は正答率を落とすことが明らかになった。

1. はじめに

競馬において観客は、レース中に多数の出走馬の中から自身が応援する馬を瞬時に見つける必要がある。観戦中に競走馬を識別するため、馬番、馬体の毛色、騎手の帽子、そして騎手の着用する勝負服などから判断することが多い。このうち、馬番は馬券購入に使用し記憶していることが多いためよく識別に使用されるが、馬体の中心に存在するため、レース中は隠れて見えない状況も多い(図1)。

競馬主催者はこの問題に対処するために、観客が初心者であっても応援する馬を識別できるように、スクリーン上に競争位置と馬番を提示するGPSによるトラッキングシステムを導入してきた[1,2]。しかし、このトラッキングシステムのみで競走馬の識別を頼っているのは現地競馬観戦の最も魅力的な点である「目の前を駆け抜ける競走馬を直接見る体験」[3,4]を損なってしまう。識別の手がかりとして騎手が着用する勝負服があるが、勝負服は多様で基本的に固有のデザインをもち、馬体や騎手によって隠されにくいいため、レース中の観客にとって有効な視覚の手がかりとなり得る[5]。しかし、日本の競馬では使用できる色や模様の規定があるため(図2)、勝負服の模様は似てしまう。

勝負服の多様性と類似性を確認するため、2020年から2024年までの計5年間の日本中央競馬会(JRA)のレースを調査した(表1)。その結果、この期間に2,066名の馬主

が出馬登録しており、それぞれが外見的に酷似しているものの固有の勝負服を持っていた(図3)。また、日本国外でも勝負服が外見的に似通うことが多い[6]。

ここで、競馬場では1日に複数のレースが開催されるため、レースごとに応援する勝負服を覚える必要がある。騎手は同じ日に複数のレースに出走することが多いが、騎手が着用する勝負服は馬主によって割り当てられるためレースごとに変化してしまう。その結果、観客は現在のレースにおける勝負服を一時的に記憶し、次のレースで混乱を避けるためにすぐに忘れる必要があり[7,8]、長期的な記憶保持を促進する従来の記憶支援手法は競馬観戦のための勝負服記憶では適切でない。

我々はこれまでの研究[9]において、競馬場での現地観戦時に、観客がレース前に類似した勝負服を識別し、レー



図1: JRAによるトラッキングを付与したレース映像
馬番が見えない競走馬がいる

¹ 明治大学
Meiji University
^{a)} miyazaki@nkmr-lab.org

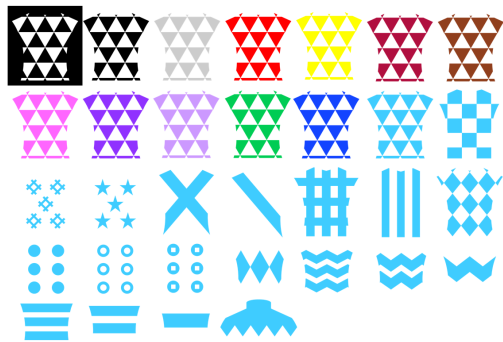


図 2: JRA における勝負服の胴体に使用できる 13 色と 20 種類の模様



図 3: JRA における外見が非常に似ている勝負服の例

表 1: 2020 年 1 月 1 日から 2024 年 12 月 31 日までの JRA におけるレース統計

総レース数	総出走回数	登録馬	登録騎手	登録馬主
17,278	237,328	30,902	299	2,066

ス後に速やかに忘却できるようにするパズル型勝負服記憶支援手法を提案してきた。また提案手法の有効性を実験により検証してきたが、勝負服の静止画像のみを対象としており、実際の競馬観戦とは大きく状況が異なっていた。

そこで本研究では、競馬のレース動画から切り抜いた短時間のループ映像と静止した勝負服画像群を提示し、記憶した勝負服を選択させる再認実験を行う。これにより、見え方が異なる場合や騎手・競走馬の重なりによって勝負服全体が視認できない場合でも、記憶した勝負服と類似勝負服とを十分に識別可能であることを、現地での競馬観戦に近い状況において検証する。

2. 関連研究

2.1 競馬やスポーツの観戦に関する研究

スポーツやゲーム観戦において、観客の競技理解を高め、混乱を減らすことが、全体的な観戦満足度の向上につながることを示されている [10, 11]。他のスポーツと同様に [12, 13]、競馬における観客支援研究の多くは画像認識を用いている。平野ら [14] は、競馬中継や競馬動画中の特定騎手を追跡するために、帽色と勝負服の色の組み合わせが特徴的であることに着目した画像認識手法を提案した。この手法では、実使用上十分な速度での追跡処理を可能にしたが、対象が画面外に移動したのち再び画面内に移動した

場合の追跡処理などに課題があった。Ng ら [15] は、競馬映像での視覚的遮蔽や頻繁なカメラ切り替え時に競走馬の追跡が難しいという課題に対処するため、馬の姿勢や走行軌跡の合成画像によって学習データを拡張することで、追跡精度を向上させた。しかし、カメラ切り替え時には依然として追跡性能が低下していた。

以上のように、現地観戦ではリアルタイム処理の要求やハードウェア資源の制約が厳しく、画像処理に依拠したアプローチだけでは観戦支援として十分でない。また今後、リアルタイム処理やハードウェアの制約が解消されたとしても、機器越しの観戦による直接体験の価値が損なわれる懸念は残る。実際、美術鑑賞の研究において、展示をカメラ越しに見ると体験の楽しさが低下することが示されている [16]。したがって、物理的機器や追跡技術のみに依存するのではなく、観客自身が勝負服を識別できる能力を高めることが重要である。

2.2 ジグソーパズルや塗り絵に関する研究

Santhosh ら [17] は、歯磨き手順が描かれたパズルピースを参加者が正しく組み立てることで適切な歯磨き方法を学ぶ手法を提案し、従来の歯科保健教育やビデオ指導法よりも思春期の子ども達の歯磨き知識、歯垢、歯肉の状態において大幅な改善が認められたことを明らかにした。また、Fissler ら [18] は、ジグソーパズルが複数の認知能力を強く刺激し、長期的なパズル経験が認知機能の低下を予防する可能性を示した。上記のようなジグソーパズルと認知に関する研究は行われているが、ジグソーパズルが似た模様や配色の記憶支援や識別支援となるといった研究は十分に行われていない。

一方、塗り絵は模様そのものの記憶を支援する方法として広く用いられてきた [19]。先行研究では、対象を注意深く観察し形状や色をなぞって再構成する過程が、算数の文章題の問題解決能力や独創的な発想に関する認知能力の向上などの記憶の保持に寄与することが明らかになっている [20–22]。つまり塗り絵手法は、模様の細部や配色を丁寧に把握できるという利点を持つ一方で、塗り絵を行う際には、対象の模様と色を注視しながら模写を続ける必要があるため、強い記憶として残ってしまいすぐに忘れることが難しくなってしまう可能性が高い。

これに対しパズル手法では、模様を分割して再構成する作業を通じて特徴に注目させることができ、パズル完成には模様全体の完全な心的イメージを保持する必要がないため、比較的低い記憶負荷で遂行できることが示されている [23, 24]。このパズルを完成させる過程で、配色や形の差に自然と意識が向き、模様全体の記憶は弱い記憶として残るため、すぐに忘れることができると期待される。

以上を踏まえ、本研究では塗り絵手法とパズル手法を比較し、勝負服の模様や配色の違いに基づく識別の正確さに

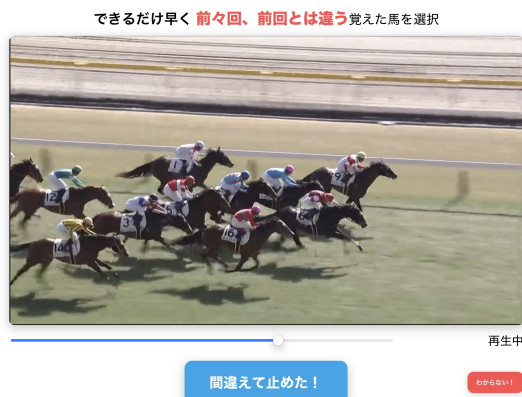


図 4: 映像再認テストのシステム画面

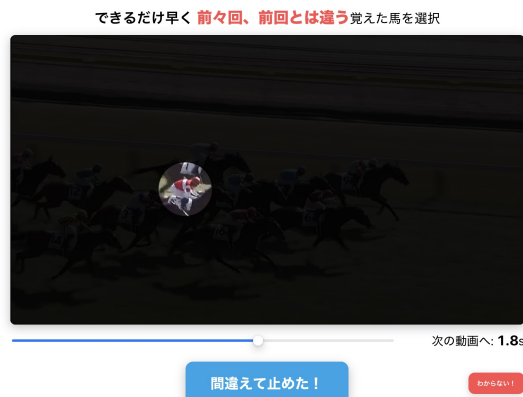


図 5: 映像再認テストにおける暗転時のシステム画面

加え、観戦後に速やかに忘却できるかを検証する。

3. パズル型勝負服記憶・忘却支援手法

我々はこれまで、現地競馬観戦において似た勝負服を識別可能にするだけでなく、レース後すぐにその記憶を忘却可能とする、忘却を考慮したパズル型勝負服記憶支援手法を提案してきた [9]。このパズル手法では、特定レースにおいて識別対象とする勝負服に加えて、同レースに出走する類似した勝負服も用いる。それぞれの勝負服をセルに分割し、各勝負服内でセルを入れ替えるだけでなく、異なる勝負服間でもセルを入れ替えユーザに提示し、ユーザは提示された勝負服間のセルについて、特に識別対象とする勝負服を完成させることを目的として並び替えや入れ替えを行ってもらい、その過程で識別のための記憶を残そうとするものである。

パズルを生成する手順は以下の通りである。なお、識別する対象を正解識別服、類似勝負服として提示する対象を不正解識別服と呼称する。

- (1) 各勝負服をセルに分割
 - (2) 幾つかの同座標セルを正解識別服と不正解識別服との間で交換
 - (3) 正解識別服内でセルをシャッフル
 - (4) 正解識別服と同等のシャッフルを不正解識別服で実行
- ユーザはパズルを完成させるために2つの操作を行う。1つ目は正解識別服内でのセル交換である。この操作は不正解識別服にも同期して反映されるため、正解識別服のみを操作することで不正解識別服のパズルも完成する。2つ目は、正解識別服と不正解識別服の同一座標間のセル交換である。1つ目の操作は正解識別服の模様や色を記憶するために、2つ目の操作は類似勝負服間の模様や色の差異を記憶するために用いられる。

4. 勝負服に関する映像再認テスト

4.1 必要要件

映像再認テストでは、実験参加者は映像内から記憶した

勝負服を選択する。ここで映像内の対象は時間とともに位置が変化するため、選択位置を明確化する目的で選択直後に映像を一時停止することになるが、停止を許可すると、停止中に探索を継続できてしまうという問題がある。そのため、選択直後に選択箇所以外の画面を即時に遮蔽し、他勝負服の視認や直後の比較による推測を防ぐ必要がある。また、レース全体の流れや隊列の推移による位置の推定ができてしまうと、勝負服の映像再認テストにはならない。そのため、数秒程度の短い映像の中で記憶した勝負服をすぐに識別できるかに焦点を当てる再認タスクとする。ここで、各手法で記憶してもらう勝負服の数だけ映像を用意するが、いずれかの映像にしか登場しないといったことがある場合に、実際には記憶していても勝負服を選択できなくなる可能性がある。そのため、実験参加者が任意の順序でいずれも選択できるよう、記憶対象となる勝負服がすべて出現する映像を用いる。さらに、数秒程度の短い映像の再生では勝負服の見落としが生じやすいことから、映像をループ再生し、複数回の視認機会を与える。

4.2 実装

本実験で用いる映像再認テストでは、実験参加者は記憶した勝負服を5秒ループの競馬映像からタップにより選択するタスクとした(図4)。映像内をタップすると、タップ位置周辺を除く画面を暗転しつつ再生を一時停止する(図5)。暗転状態を3秒維持すると当該勝負服の選択が確定し、次の映像へ遷移する。誤って停止した場合は、画面下部の「間違えて止めた」ボタンで暗転を解除して再生を再開できる。

前回の実験同様、今回も記憶対象とする勝負服は3着とするため、提示する映像としては同一レースの異なる映像を3本とし、各映像には事前に記憶した勝負服が3着必ず含まれる映像を選定する。また、映像の提示順番は全てのレース・実験参加者で固定とし、レース中盤・レース序盤・レース終盤の順番で提示する。これは記憶した競走馬が徐々に馬群後方から前方へ移動している等のレースの流

表 2: 実験で使用した JRA のレース一覧。括弧内は左から正解識別服とした馬番とその提示順番を示している。

	A セット	B セット
1R 目	2024/09/16 中京 8R (12,1,4)	2024/09/01 札幌 4R (13,14,5)
2R 目	2025/02/15 東京 5R (5,14,1)	2025/02/23 東京 4R (14,11,4)
3R 目	2025/02/08 小倉 10R (8,4,7)	2024/11/16 東京 12R (16,1,11)
4R 目	2025/01/11 中京 4R (13,11,10)	2024/08/17 中京 12R (13,16,5)
5R 目	2024/11/17 福島 12R (11,4,10)	2025/02/16 東京 9R (9,15,3)
6R 目	2024/11/24 京都 7R (17,12,16)	2024/11/24 東京 10R (14,2,6)

れが次の選択に影響を与えないようにするためである。さらに、競馬映像にはカメラの画角によって勝負服を正面から捉える映像や横から捉える映像が存在する。勝負服の見え方も映像選択の難易度や手法間の差に影響を及ぼすと考えられるため、3つのレース映像の中で必ず1つは勝負服を正面から見る構図の映像を用意する。

実験参加者には各映像で異なる勝負服を1着ずつ選ぶよう指示する。各映像には事前に記憶した勝負服が3着必ず含まれるため、3本で重複なく選択できる。なお、対象を見つけないことができない場合は、画面右下の「わからない」ボタンで次の映像へ進むことを許可する。

5. 実験

5.1 実験概要

本研究では、これまでの勝負服のみを用いた再認実験ではなく、競馬のレース動画から切り抜いた短時間のループ映像と静止勝負服画像群から記憶した勝負服を選択する再認実験を行う。なお、これまでの研究同様パズル手法との比較手法として、一部の競馬実況者がレース前に各競走馬の勝負服を塗り絵で暗記していること [25, 26] をもとに、塗り絵手法を比較手法として用いる。

本実験では以下の仮説を検証する。

- 短時間競馬映像の勝負服識別において、パズル手法は塗り絵手法より早く識別でき、正答率も高い。
- 短時間競馬映像の勝負服識別において、パズル手法は塗り絵手法より勝負服記憶の忘却性が高い。

5.2 実験設計

両手法とも、実験で使用するレース映像から類似する勝負服3着で構成されたセットを3種類用意し、セットごとに1着を正解識別服、残り2着を不正解識別服として提示して正解識別服の記憶を求める。3セットすべての記憶課題を終えた後、映像再認テストを実施し、続いて画像再認テストを行うことで、各手法の記憶効果を検証する。また、レースに起因する難易度差や手法間の成績差の交絡を抑えるため、使用レースを表2のAセット・Bセットの2種類とし、各条件の人数に対して均等に割り当てる。

なお、記憶課題の直後に再認テストを実施すると、勝負服の記憶が過度に保持され成績が高止まりすることがこれまでの研究 [9] で明らかになっているため、再認テストの

前に2分間のインターバルを設け、実験参加者にはJRAが公開する競馬に関する文章*1を提示しそれを読む時間とする。

勝負服の視覚呈示時間およびタスク時間を統制するため、パズル手法・塗り絵手法のいずれも1分間の制限時間を設定し、制限時間の経過までは次タスクへの遷移ができないようにする。画面右上にカウントダウンタイマーを常時表示し、参加者が任意時点で残時間を確認可能とし、残り10秒以下になるとタイマーを強調表示する仕様とする。

5.3 比較手法

- **パズル手法:** 本実験においては、3つの類似服をそれぞれ5×5の正方グリッドに分割した。同座標のセル交換では、セルにおいて勝負服の模様の特徴が現れる部分を13個選定し、その13個からランダムに6つ選び、正解識別服と2つの不正解識別服との間で3個ずつ交換した。また、同一勝負服内でのシャッフルは各セルに対して40%の確率で行った。このパラメータは1回の手法実行が長くても1分以内で実行できるように調整した値である。
- **塗り絵手法:** 図7のように塗り絵手法ではパズル手法と同じように上段に正解識別服を赤枠で囲い強調表示して配置し、中段に不正解識別服を並べて配置した。画面下部の黒枠で囲われた描画領域があり、その描画領域の左側にはペン色を変更できるボタンとペンの太さを変更できるボタンを配置した。また、塗り絵色は勝負服に使用される13種類の色と同じ色を配置し、ペンの太さ「小」は10px、「大」は20pxとした。

システムはReact.jsを用いて実装し、実験では使用デバイスとしてiPad Pro (12.9インチ)とApple Pencilを使用する。実験にて用いる勝負服の画像は「オリジナル勝負服シミュレーター」[27]によって生成された画像を使用する。

5.4 実験手順

実験参加者には始めに実施する手法と再認テストの説明を行った。その説明中に、手法実行中は後の再認テストに向けて勝負服の違いに意識を向ける必要があることを示した。全ての説明終了後、実験参加者に練習タスクとして本番と同等のタスクに取り組んでもらった。また、練習と本番の間、画像再認テストが終了してから次のタスクを開始するまでの間には1分間の休憩を取った。

実験参加者は、該当手法により正解識別服をセットごとに記憶し、続けて映像再認・画像再認で選択するという一連のタスクを6回行ったのちに主観評価を得るためのアンケートに回答してもらった。

*1 <https://www.jra.go.jp/gallery/column/memoires2024/>

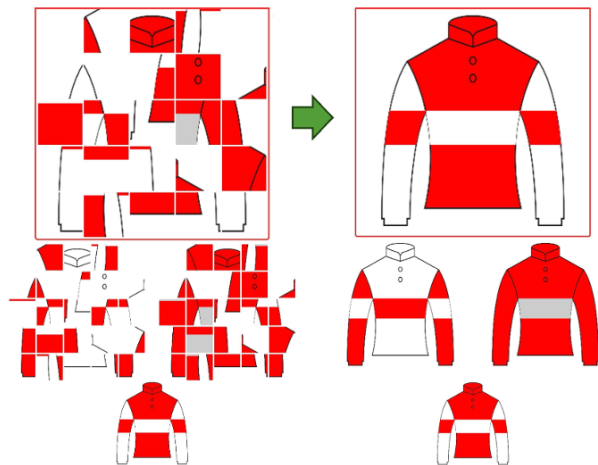


図 6: パズル手法

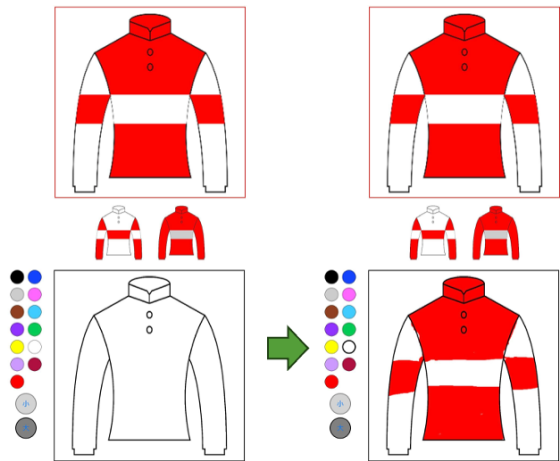


図 7: 塗り絵手法

表 3: 映像再認テストにおける正解・不正解・非選択の件数とその割合

	総選択	正解	不正解	非選択
パズル手法	234	180 (76.9%)	36 (15.4%)	18 (7.7%)
塗り絵手法	234	169 (72.2%)	57 (24.4%)	8 (3.4%)

6. 結果

6.1 実験参加者と除外処理

実験参加者は大学生・大学院生 28 名であった。実験参加者間比較により、パズル手法と塗り絵手法の 2 条件に各 14 名を割り当てて実験を実施した。映像再認テストでは取得データの欠損により、各手法で 1 名のデータを除外した。そのため分析対象は各手法 13 名となった。また、画像再認テストでも欠損が認められたため、本稿では当該結果の分析を原則として対象外とした。

6.2 正答率と選択時間

映像再認テストにおける正解・不正解・非選択の件数および割合を表 3 に示す。なお、「わからない」を選択した回答は非選択として分類した。この結果から仮説通り短時間競馬映像においてパズル手法の方が塗り絵手法より正答率が高い傾向にあることが確認された。

図 8 は、映像再認テストにおける選択時間（動画の再生開始から画面タップによる一時停止までの経過時間）を示す。なお、「わからない」を選択した試行は分析から除外した。全体・正解・不正解のいずれにおいても、パズル手法と塗り絵手法の選択時間に顕著な差は観察されなかった。そのため、「短時間競馬映像の勝負服識別においてパズル手法は塗り絵手法より早く識別できる」とする仮説は支持されなかった。

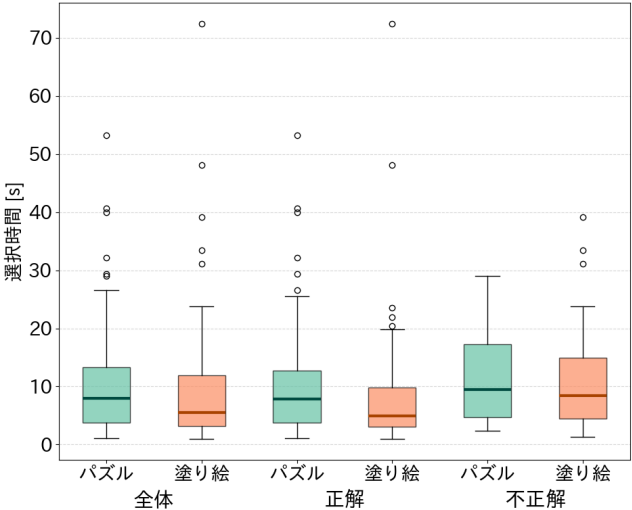


図 8: 映像再認テストにおける再生から停止までの時間

6.3 忘却性

表 4 は、映像再認テストにおける誤選択の原因別内訳を示している。分類基準は以下のとおりである。

- 同勝負服選択：各映像で異なる勝負服を選ぶという指示に反し、同一の勝負服を複数回選択した誤り
- 類似ミス：本来選択すべき正解識別服に類似する勝負服を選択した誤り
- 忘却ミス：類似ミスに該当しない、前回の試行で記憶した勝負服に類似する勝負服を選択した誤り
- 記憶ミス：上記の分類に該当しない誤り

表 4 より、類似ミスはパズル手法の方が多い傾向があった。また、忘却ミスに関しては間違いとしての数自体少なく、手法間に大きな差は見られなかった。

6.4 主観評価アンケート

アンケート結果を手法ごとに平均化したものを表 5 に示す。この結果からパズル手法は手法を行う難易度が塗り絵手法に比べて高いものの、手法中に類似服との違いを意識



図 9: 勝負服を横からみる構図のレース映像



図 10: 勝負服を正面からみる構図のレース映像

表 4: 映像再認テストにおける不正解を間違い内容ごとに分類した表

	総不正解	類似ミス	忘却ミス	記憶ミス	同勝負服選択
パズル手法	36	27 (75.0%)	5 (13.9%)	3 (8.3%)	1 (2.8%)
塗り絵手法	57	40 (70.2%)	8 (14.0%)	5 (8.8%)	4 (7.0%)

表 5: アンケート結果

No.	質問事項 (リッカート尺度)	パズル手法	塗り絵手法
Q1	手法の難易度はどうでしたか？ (1: 難しい～5: 簡単)	2.77	4.23
Q2	手法実行中に類似服との違いを意識できましたか？ (1: できなかった～5: できた)	3.46	2.69
Q3	映像テストは難しかったですか？ (1: 難しい～5: 簡単)	2.08	1.85
Q4	勝負服の色や模様の違いによって 映像選択の難易度の差はありましたか？ (1: なかった～5: あった)	3.85	4.39
Q5	前回記憶した服をテスト中に思い出し 迷ってしまうことはありましたか？ (1: 迷わなかった～5: 迷った)	2.38	2.92
Q6	映像選択において正しい勝負服を選択できた という自信はどの程度ありますか？ (1: 自信がない～5: 自信がある)	3.23	3.00
Q7	今後競馬観戦をする際に 行った手法を使用して勝負服を記憶するとしたら 大変さや面倒さを感じますか？ (1: 感じない～5: 感じる)	1.85	3.38

表 6: 勝負服の見え方による映像再認テストの正答率

	横 (直線など)	正面 (コーナーなど)
映像数	22	14
パズル手法	75.4%	79.4%
塗り絵手法	76.8%	65.2%

することができ、継続して使用することへの不満感が少ないということが明らかになった。また、映像テストにおいてパズル手法の方が映像選択タスクが簡単で、色や模様の違いによって映像選択の難易度の差がなかった。また、前回記憶した勝負服を思い出して迷うことも少なく、自信をもって選択している実験参加者が多い傾向にあった。

7. 考察

7.1 手法の違いによる正答率・選択速度

表 3 より、パズル手法は塗り絵手法より正解率が高いこと、また不正解率が低く、非選択数が塗り絵手法より 2 倍

程度多いことがわかる。この正答率と非選択数の多さから、パズル手法において勝負服を覚えていない時に適切に覚えていないと選択することができた実験参加者が多く、塗り絵手法では勝負服を覚えていない場合でも他の勝負服を選択してしまい不正解となってしまった実験参加者が多いことが示唆される。

映像再認テストにおいては、パズル手法の方が塗り絵手法に比べて勝負服選択までの時間が若干であるが長い傾向にある (図 8)。これは、塗り絵手法は 1 つの勝負服のみで正誤を判定するが、パズル手法では似ている勝負服との比較を映像中でも行うため、パズル手法が若干選択時間が長い傾向にあったと考えられる。

7.2 勝負服の見え方の違いによる正答率

勝負服の見え方の違いによって正答率や手法間に差が生じるのかを確かめるために、使用した映像を横から見る構図のレース映像 (図 9) と正面から見る構図のレース映像 (図 10) に分けてそれぞれの正答率を求めたのが表 6 である。パズル手法では横からより正面から勝負服を見た方が約 4.0% と正答率が高いのに対して、塗り絵手法では正面の方が約 11.6% と正答率が低いという結果が得られた。この正面から勝負服を見るレース映像で手法間の正答率に大きな差が生じることが、全体の正答率に差が生じた原因の一つであると考えられる。

正面から見た勝負服において差が生じた理由として、まず騎手は屈んでおり、正面からでは勝負服の一部分しか視認することができない。ここで塗り絵では特徴的な部分を記憶していたため、一部分を見ただけでもそれを正解勝負服であると誤認してしまった可能性がある。一方、パズル手法では類似勝負服との差分も意識して記憶することができ、勝負服の一部分だけを頼りに判断することが少なく、勝負服の一部分しか視認することができない映像でも正答率が下がることがなかったと考えられる。

7.3 映像再認テストにおける忘却性

今回の再認テストでは両手法ともに忘却ミスと分類された不正解が少なかった (表 4)。これは、前回記憶した勝負



図 11: 実験で使った複雑な模様の勝負服の例

服と今回記憶した勝負服が似ている場合に、映像再認テストにおいて類似勝負服を選択してしまっている、分類を全て「類似ミス」としたためである。つまり、前回の記憶を忘れることができないため記憶があやふやなものになって間違えてしまった、という可能性もある。実際、主観評価アンケート（表 5）の Q5「忘却に関する問い」でも、リッカート尺度でパズル手法が 2.38、塗り絵手法が 2.92 と、勝負服選択において前回の記憶が今回の映像再認テストにおいて影響があった。そのため、不正解選択の中でも忘却ミスによる間違いが、今回の結果よりさらに多い可能性が考えられる。

7.4 記述式アンケート

7.4.1 手法の継続使用について

記述式アンケートでは、塗り絵手法に対して「塗り絵をして勝負服を覚えるという作業は楽しく感じましたが、毎回これをやるのは少し大変だとも感じました。」「塗り絵面倒だし大変」といった意見が得られた。また、主観評価アンケート（表 5）の Q7 でも、パズル手法の方が継続性を使用する時に面倒さを感じないと回答されているため、競馬観戦時のような何度も手法を行い記憶するという状況においてはパズル手法が塗り絵手法より適していると考えられる。

7.4.2 勝負服の違いによる手法難易度について

勝負服の模様や色の違いによって手法完成に難易度の差があったかどうかの回答を求めた質問において、パズル手法では「全ての服が同じ 2 色で構成されるパズルは難しかった」「星や丸などの記号が入っている服は簡単でした。ボーダーや、一色で塗りつぶされている箇所は形で判断する必要があったので難しかったです。」など、少ない色で構成された勝負服や単純な模様の勝負服はパズル完成に難しさを感じた実験参加者が多かった。勝負服の外形に関しても、「勝負服に白い部分が多いと特に難しく感じた、どこかのパーツだかわかりにくかった。」とパズル手法の背景と白い勝負服の色が同じであることでパズルが難しくなっていたことが示唆されたため、特に勝負服の外形をパズル手

法でどのように提示するかにおいて改善が必要である。一方、塗り絵手法では「星は時間がかかった。色が複数使われている服も塗るのに時間がかかった」「ひし形や星が入ると一気に難しくなりました。逆に、一色が多く使われる服は描きやすかったです」と、ダイヤモンド（ひし形）や星散し（星形）のように複雑な模様（図 11）や色が複数使われている勝負服があると塗り絵完成に難しさを感じた実験参加者が多かった。以上のように、パズル手法と塗り絵手法では勝負服の模様や色の違いによって難易度の差が異なるということが明らかになった。

7.4.3 映像の違いによる選択難易度について

映像の違いによって勝負服選択の難易度の差があったかどうかの回答を求めた質問において、パズル手法では「重なりがない映像の方が簡単で、馬が横並びの映像だと見やすかった気がする」「直線を走っている映像は簡単だった」「縦並びで重なっているように見える時は難しいと感じた」「カーブを走っている映像は難しかった」など、直線を走って勝負服を横からみる映像が簡単で、コーナーを走って勝負服を正面からみる映像が難しいと回答された。一方、塗り絵手法では「正面から撮影されてる映像は全騎手の服が見えるから選びやすかった」「前からの映像だと塗り絵と近い感じで見ることで簡単だった。」「横向きの動画が難しい」「横からの映像だとお腹の部分に特徴がある勝負服の選択が難しかった。」と、パズル手法とは逆でコーナーを走って勝負服を正面からみる映像が簡単で、直線を走って勝負服を横からみる映像が難しいと回答された。

この主観評価と表 6 の正答率の結果を踏まえると、塗り絵手法では、実際には間違えている可能性があるものの勝負服の中で記憶した特徴的な模様を見つけることができたならそれを選択し、「簡単に選ぶことができた」と感じる実験参加者が多い一方で、パズル手法ではたとえ特徴的な模様を見つけたとしても、それだけでは類似との識別に繋がらないと認識し、「選ぶのが難しかった」と感じる実験参加者が多かったのではないかと考えられる。

8. まとめ

本研究では我々がこれまで実現してきた、勝負服記憶手法であるパズル手法の有効性をさらに検証するため、「短時間競馬映像の勝負服識別において、パズル手法は塗り絵手法より早く識別でき、正答率も高く、忘却性が高い。」という仮説の下、競馬のレース映像から切り抜いた短時間のループ映像を利用した勝負服の再認実験を行った。本実験の仮説は以下のとおりである。実験結果から、パズル手法は塗り絵手法より高い正答率であり仮説が支持された一方、勝負服選択までの時間においては両手法に大きな差は現れず仮説が支持されなかった。忘却性に関しても大きな差は現れなかったが、主観評価において塗り絵手法の方が忘れることができないと評価された。また、勝負服の見え

方によっては塗り絵手法は正答率を大きく落とすということが明らかになった。一方、パズル手法は勝負服を横からみている映像の場合でも十分に識別ができるということが明らかになった。

競馬場での競馬観戦では、競走馬が遠くを走っている時は大型表示スクリーンを見て応援し、近くを走っている時はその競走馬を直接見て応援するなど、観戦方法が競馬映像で観戦する時とは異なる。また、観戦間隔やそのレースに対する興味度、レース結果によって忘却の程度や忘却の必要性は変化すると考えられる。そのため、今後は競馬場での実地実験により、パズル手法の有効性を検証する。

参考文献

- [1] Daily Sports: How a new race tracking system will change the viewer's experience., https://en.netkeiba.com/news/news_detail.html?id=48.
- [2] McLloyd: The Hong Kong Jockey Club selects McLloyd's technology for tracking races, <https://mclloyd.com/en/2022/12/20/the-hong-kong-jockey-club-selects-mclloyds-technology-for-tracking-races>.
- [3] Patterson, H. and Hodge, V.: A Survey of Horse Racing Opinions and Perceptions, *SportRxiv*, (online), DOI: 10.51224/SRXIV.98 (2022).
- [4] 日野原未葉: 競馬場への来場者が感じる競馬の魅力, Bachelor's thesis, Waseda University (2013).
- [5] New York Racing Association: Belmont Stakes History, <https://www.nyra.com/belmont-stakes/history>.
- [6] Hambly, B.: Jan 19 Jockey Silks, <https://www.colourstudies.com/blog/2019/1/22/jockeysilks>.
- [7] Eng, R.: Collmus' ascension to voice of horse racing continues, <https://www.reviewjournal.com/sports/sports-columns/richard-eng/collmus-ascension-to-voice-of-horse-racing-continues>.
- [8] Whalebone: A Glass of Bourbon With Larry Collmus, <https://whalebonemag.com/larry-collmus-x-rabbit-hole>.
- [9] 宮崎勇輝, 中村聡史: 競馬観戦時における着目馬識別を可能にする忘却を考慮したパズル型勝負服記憶支援手法の提案, 技術報告 (2025).
- [10] Mamada, K., Miyamoto, T. and Katagami, D.: Proposal and Evaluation of a Robot to Improve the Cognitive Abilities of Novice Baseball Spectators Using a Method for Selecting Utterances Based on the Game Situation, *Applied Sciences*, Vol. 13, No. 23, p. 12723 (2023).
- [11] Nishihara, Y., Takayama, R., Hishida, K. and Yamanishi, R.: Enjoy Watching Japanese Chess Games like Football: an Evaluation Method of Game Positions for Beginners, *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, pp. 569–575 (2018).
- [12] Zollmann, S., Langlotz, T., Loos, M., Lo, W. H. and Baker, L.: Arspectator: Exploring augmented reality for sport events, *SIGGRAPH Asia 2019 Technical Briefs*, pp. 75–78 (2019).
- [13] Lo, W. H., Zollmann, S. and Regenbrecht, H.: Who kicked the ball? situated visualization in on-site sports spectating, *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, IEEE, pp. 496–497 (2021).
- [14] 平野廣美, 尾内理紀夫ほか: 少数のパーティクルを用いた競馬動画における特定騎手の追跡, 研究報告グラフィクスと CAD (CG), Vol. 2012, No. 19, pp. 1–6 (2012).
- [15] Ng, W. W., Liu, X., Yan, X., Tian, X., Zhong, C. and Kwong, S.: Multi-object tracking for horse racing, *Information Sciences*, Vol. 638, p. 118967 (2023).
- [16] Nardini, G., Lutz, R. J. and LeBoeuf, R. A.: How and when taking pictures undermines the enjoyment of experiences, *Psychology & Marketing*, Vol. 36, No. 5, pp. 520–529 (2019).
- [17] Santhosh, V. N., Shankkari, S., Coutinho, D., Ankola, A. V., Sankeshwari, R. M., Hampiholi, V., Varghese, A. S. and Parimala, Y. K.: Effectiveness of a toothbrushing intervention utilizing puzzle-solving game assisted with visual aids among adolescents: A single-blind randomized controlled trial, *Przeglad Epidemiologiczny - Epidemiological Review* (2024).
- [18] Fissler, P., Küster, O. C., Laptinskaya, D., Loy, L. S., Von Arnim, C. A. and Kolassa, I.-T.: Jigsaw puzzling taps multiple cognitive abilities and is a potential protective factor for cognitive aging, *Frontiers in Aging Neuroscience*, Vol. 10 (2018).
- [19] Nakagawa, Y. and Nakamura, S.: Drawing-type Search Method Focusing on Penguin's Abdominal Patterns for Enriching Observation Experiences in an Aquarium, *Proceedings of the 2024 International Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 1–3 (2024).
- [20] Essen, G. v. and Hamaker, C.: Using self-generated drawings to solve arithmetic word problems, *The journal of educational research*, Vol. 83, No. 6, pp. 301–312 (1990).
- [21] Holt, N. J., Furbert, L. and Sweetingham, E.: Cognitive and affective benefits of coloring: two randomized controlled crossover studies, *Art Therapy*, Vol. 36, No. 4, pp. 200–208 (2019).
- [22] Wu, S. P. and Rau, M. A.: How students learn content in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) through drawing activities, *Educational Psychology Review*, Vol. 31, pp. 87–120 (2019).
- [23] Doherty, M. J., Wimmer, M. C., Gollek, C., Stone, C. and Robinson, E. J.: Piecing together the puzzle of pictorial representation: How jigsaw puzzles index metacognitive development, *Child Development*, Vol. 92, No. 1, pp. 205–221 (2021).
- [24] Richardson, J. T. and Vecchi, T.: A jigsaw-puzzle imagery task for assessing active visuospatial processes in old and young people, *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, Vol. 34, No. 1, pp. 69–82 (2002).
- [25] Shuheji Uwabo: Making Memories For Fans: Racecaller Nao Yamamoto's Passion, <https://idolhorse.com/horse-racing-news/japan/passion-for-memorable-race-calls-radio-nikkei-caller-nao-yamamoto/>.
- [26] Aaron Hancock: Announcer Travis Stone bringing Grade A calls to the Pea Patch, <https://www.14news.com/2023/06/27/announcer-travis-stone-bringing-grade-calls-pea-patch/>.
- [27] Mame: Original Racing Silk Simulator, <https://mame.ma.ldblog.jp/shobufukusim/index.html>.