

令和2年度 博士論文

サッカーの意思決定能力を支える
知覚認知技能と実現メカニズムの解明
：意思決定の二重プロセス理論の観点から

鹿屋体育大学大学院 体育学研究科

体育学専攻

村川大輔

サッカーの意思決定を支える
知覚認知技能と実現メカニズムの解明
：意思決定の二重プロセス理論の観点から

鹿屋体育大学大学院 体育学研究科
体育学専攻

学籍番号 187003

村川大輔

令和3年1月

目次

第1章	序論	1
第1節	研究背景および関連領域の概観	1
第1項	運動パフォーマンスの構成要素としての意思決定能力	1
1.1	スポーツにおける意思決定の重要性	1
1.2	意思決定モデルについて	2
第2項	優れた意思決定を媒介する心理的要因	6
2.1	意思決定の優劣を規定する知覚認知技能	6
2.2	意思決定を支えるパターン知覚	8
2.3	優れたパターン知覚のメカニズム	11
第3項	これまでの意思決定研究における問題点	14
3.1	優れた意思決定の実現における潜在プロセスの関与	14
3.2	熟練者間における意思決定の熟達差を規定するパターン知覚	15
3.3	潜在的パターン知覚のメカニズム	16
第2節	本研究の目的および意義	17
第1項	本研究の目的	17
第2項	本研究の意義と独自性	18
第3項	本論文の構成	18
第2章	本論	20
第1節	サッカー選手における潜在的パターン知覚の測定	20
第1項	目的	20
第2項	方法	21
2.1	実験参加者	21
2.2	実験課題	22
2.3	実験手続き	23
2.4	測定項目および統計処理	24
第3項	結果	24
第4項	考察	27
第2節	潜在的な知覚情報の意思決定への影響 (ボタン押し課題)	28
第1項	目的	28
第2項	方法	30
2.1	実験参加者	30
2.2	実験課題	30
2.3	実験手続き	31

2.4 測定項目および統計処理.....	31
第3項 結果.....	32
第4項 考察.....	33
第5項 第1節および第2節のまとめ.....	34
第3節 サッカー選手における意思決定能力テストの作成および評価.....	39
第1項 目的.....	39
第2項 方法.....	40
2.1 実験参加者.....	40
2.2 実験課題.....	41
2.3 実験手続き.....	42
2.4 測定項目および統計処理.....	42
第3項 結果.....	43
第4項 考察.....	44
第4節 潜在的パターン知覚の領域固有性に関する検討.....	46
第1項 目的.....	46
第2項 方法.....	48
2.1 実験参加者.....	48
2.2 実験課題.....	48
2.3 実験手続き.....	49
2.4 測定項目および統計処理.....	50
第3項 結果.....	50
第4項 考察.....	56
第5節 潜在的な知覚情報の意思決定への影響 (キック課題).....	57
第1項 目的.....	57
第2項 方法.....	58
2.1 実験参加者.....	58
2.2 実験課題.....	58
2.3 実験手続き.....	59
2.4 測定項目および統計処理.....	59
第3項 結果.....	60
第4項 考察.....	62
第5項 第4節および第5節のまとめ.....	63
第6節 潜在的パターン知覚のメカニズムの検討 (情動処理の観点から).....	64
第1項 目的.....	64
第2項 方法.....	68

2.1 実験参加者.....	68
2.2 実験課題.....	68
2.3 実験手続き.....	70
2.4 測定項目および統計処理.....	70
第3項 結果.....	71
第4項 考察.....	73
第7節 脳波測定を用いた情動的知覚処理の検討.....	78
第1項 目的.....	78
第2項 方法.....	79
2.1 実験参加者.....	79
2.2 実験課題.....	79
2.3 実験手続き.....	80
2.4 記録方法.....	81
2.5 測定項目および統計処理.....	81
第3項 結果.....	83
第4項 考察.....	87
第3章 統括論議	92
第1節 サッカー選手の意思決定における潜在的パターン知覚の貢献.....	92
第1項 実験結果のまとめ.....	92
第2項 熟練者の優れた知覚認知技能の特性やその実現メカニズムの拡張.....	95
第3項 サッカーの意思決定モデルの提案.....	98
第2節 認知トレーニングへの応用の可能性.....	101
第4章 結論	104
第1節 本論文の結論.....	104
第2節 今後の課題と展望.....	104
文献	107
博士課程在籍時の業績一覧	124
謝辞	125

第1章 序論

第1節 研究背景および関連領域の概観

第1項 運動パフォーマンスの構成要素としての意思決定能力

1.1 スポーツにおける意思決定の重要性

生物の行動における合目的的結果は、複数の選択肢から最良の行動を選択した結果として産まれる。ヒトの日常行動は選択の連続であるが、不確実な未来事象の推論に基づいて選択せざる負えない場合が多く、最良の選択は容易ではない。さらに、このような選択は、時間をかけて論理的に熟考した後に行うこともあれば、瞬時に直感的に行うこともあるが、必ずしも時間をかけた方が最良の選択とならないこともある。このような複数の選択肢の中から一つの選択肢を選ぶ心理プロセスは意思決定と呼ばれる (Mirabella, 2018)。意思決定は、スポーツにおいても頻繁に行われる。特に、周囲の環境が常に変化し、未来事象が不確実なオープンスキル競技では、比較的安定した環境で、事前に決定された運動を遂行するクローズドスキル競技よりも意思決定の重要度は高い。例えば、バスケットボールやサッカーのようなスポーツでは、ドリブルやパスなどの精緻な運動制御だけでなく、時々刻々と変化する周囲の状況 (ボールや相手/味方選手のダイナミクス) に応じて、パスかドリブルか、パスをするとすればどこの誰にパスをだすか、といったように選択可能な複数の選択肢から最適なプレーを選択することが求められる。また、ほとんどの場合、スポーツの意思決定では熟考する時間は無く、瞬時に行わなければならない。この点は他の多くの日常行動と一線を画す特徴である。そのため、瞬時かつ正確な意思決定はオープンスキル競技において高い成果を挙げるための重要な能力であると長年考えられている (Hughes, 1980; Kaya, 2014; Panchuk et al., 2018)。

スポーツにおける意思決定の良否を評価する手法として、意思決定場面の映像をモニターやスクリーンに呈示し、次に選択すべきプレーを回答させる手法が一般的に用いられる。この際、意思決定の良否は、その速さと適切さの関係によって評価される (木島, 2006)。例えば、Vaeyens et al. (2007a) は、サッカー選手の意思決定能力を調査するために、ピッチ後方の高い視点 (3m) から撮影された様々な攻撃場面の映像を大型スクリーンに呈示し、参加者に映像中の特定の選手を自分自身であると仮定して視聴させ、味方から自身へパスが到達した後のプレー選択を行わせている。このような手法を用いた意思決定能力の研究

は、ネットボール (Bruce et al., 2012), 野球 (Paull and Glencross, 1997), サッカー (Helsen and Pauwels, 1988, 1992, 1993; McMorris and Beazeley, 1997; Vaeyens et al., 2007a,b), バスケットボール (Ryu et al., 2013) など様々なスポーツで行われており、一貫して熟練選手は未熟練選手と比較して素早く正確な意思決定が可能であることが示されている。さらに、サッカー選手を対象とした研究では、映像視聴による意思決定トレーニングを行うことで、フィールドレベルのパフォーマンスが向上する可能性も示されている (Gabbett et al., 2008)。これらの実証研究は、意思決定能力がオープンスキル競技で高い成果を挙げるために不可欠であることを強く支持するものと思われる。

以上のように、スポーツにおける意思決定は、長年重要な能力として注目されているが、未だ熟練者が示す卓越した意思決定のメカニズムについての全貌は明らかになっていない。よって、熟練者の優れた意思決定を媒介する要因やその実現メカニズムの解明は重要なテーマに思われる。そこで、まず次セクションでは、そもそも意思決定がどのように行われると考えられているかについて、意思決定の二重プロセス理論を中心に先行研究を概観する。

1.2 意思決定モデルについて

スポーツの意思決定を理解するための代表的な理論には、環境との相互作用から生じるアフォーダンスに基づいて、記憶プロセスを介さずに自然創発的に意思決定が生じると考える生態学的/力学系アプローチ (Ecological dynamics approach: Araújo et al., 2006)、意思決定を意図的な逐次的情報処理の結果として捉える決定フィールドアプローチ (Decision field theory: Townsend and Busemeyer, 1993; Raab and Johnson, 2004)、記憶から検索された選択肢の中から最も有効な選択肢を最初に選択するというルール連続体に基づいて意思決定を行うと考える単純ヒューリスティックアプローチ (Simple heuristics approach: Raab, 2012) など様々なモデルが提案されている。これらの意思決定モデルの特徴を踏まえると、生態学的アプローチ理論と単純ヒューリスティックアプローチ理論は、現在の環境や過去の経験から直接的に意思決定を実現するため、意識的な認知処理をほとんど必要としない意思決定モデルであるのに対し、現在の状況を分析して意思決定を導く決定フィールドアプローチは、意識的な認知処理に強く依存した意思決定モデルであるといえる。

このように、上述の意思決定モデルは、意思決定の実現における顕在的な認知処理の依存度によって大別されるが、我々の意思決定が顕在的な処理プロセスと潜在的な処理プロ

セスの2つの異なる処理プロセスの相互作用により実現すると考える理論に「意思決定の二重プロセス理論」(dual process theory)がある(e.g., Evans, 2003, 2008; Evans and Stanovich, 2013; Osman, 2004). 表1は, 2つの処理プロセスの特性をまとめたものである. 顕在的な処理プロセスは, 継時的かつ低速で論理的な認知活動を伴う処理プロセスであり, 知的努力と認知資源の使用を必要とするため主観的経験と関連付けられるプロセスである. 対照的に, 潜在的な処理プロセスは, 自動的かつ高速で直観的/情動的な処理プロセスであり, ある事象とそこから生じた結果の因果関係を学習し, 経験を通じてその因果推論が洗練されるといった正のポジティブフィードバックループで構成される処理プロセスである(Epstein, 1994; Sloman, 2014). ここでの正のポジティブフィードバックとは, 得られた結果がその原因となる現象との結びつきを促進するように働くことを指す. これらは, システム1とシステム2(Stanovich, 1999, 2004; Kahneman and Frederick, 2005), 直感と熟考(Sloman, 2014), 連想とルールベース思考(Sloman, 1996), 速い思考と遅い思考(Kahneman, 2011)などの対となる用語などを用いることで区別されるが, 2つの処理プロセスの明確な相違点として, 顕在的な処理プロセスは潜在的な処理プロセスに比べ, 認知的デカップリング(文脈や経験的知識を遮断して形式的なルールだけに従うこと)や論理的な思考を伴うこと, また, そのために必要となるワーキングメモリへの負荷が大きいことが挙げられる(Evans and Stanovich, 2013).

図1は, 2つの処理システムを衝突させる古典的な実験の一種である. この課題では「字の太さ」または「文字の位置(左または, 右)」を回答することが求められる. 例えば, 字の太さを回答する際, 左列(左・右)に対する回答は効率的に行われる一方で, 右列(太い・細い)では, 経験的知識に基づいてほぼ自動的に生じる文字の意味(太い・細い)を遮断してルールに従う(文字の太さを回答する)といった認知的努力が必要となるため回答が困難となる. つまり, 右列の課題を成功裏に遂行する際に活動しているのが認知的デカップリングを伴う顕在的な処理プロセスであり, 自動的な文字の処理は潜在的なプロセスである. このように, 顕在的なプロセスと潜在的なプロセスは併存するプロセスであり, 前者は意識的な認知活動を要し, 後者は無意識的/自動的に素早く処理される特徴がある.

2つの処理プロセスに関する区別は哲学的小および心理学的に古くから行われており(Evans and Stanovich, 2013), 特に, 判断や意思決定など人間の高次の認知プロセスを対象とした二重プロセス理論は, 1970年代(Wason and Evans, 1975)から現代(e.g., Kahneman, 2011)に至るまで長年にわたり関心を集めている. しかしながら, 共存する2つの処理プ

ロセスの相互作用については一致した見解は得られておらず、これまでにさまざまな仮定モデルが提案されている。具体的には、顕在的な処理プロセスと潜在的な処理プロセスが並列的に進行し、必要に応じてそれぞれの対立を解決する並列競合形式モデル (parallel-competitive form: Barbey and Sloman, 2007; Smith and DeCoster, 2000; Solman, 1996), 潜在的な高速処理プロセスが直感的なデフォルト応答を生成し、その後の顕在的な低速処理が連続的に介入する場合と介入しない場合があるデフォルト介入モデル (default-interventionist model: DeNeys and Glumicic, 2008; Evans and Stanovich, 2013), 2つの処理プロセスの潜在的な対立を検出するために浅い分析モニタリングプロセスが常にアクティブであり、実際に対立が検出された際により深い処理段階がアクティブになるハイブリッド2ステージモデル (hybrid two-stage model: De Neys and Glumicic, 2008; Thompson, 2013; Newell et al., 2015) の主に3つの仮定モデルが提案されている。これらのモデルでは、意思決定プロセスにおける2つの処理システム間の異なる相互作用を仮定しているが、意思決定プロセスに低速な顕在的な処理プロセスと高速な潜在的な処理プロセスが共存することを想定している点では共通している。

このように、我々の意思決定プロセスには、顕在的な処理プロセスと潜在的な処理プロセスの相互作用により実現されると考えられているが、スポーツの意思決定を理解する上で最も重要な点は、我々の意思決定が、遅い顕在的な処理プロセスよりも速い潜在的な処理プロセスによって強く主導され得るということである (Kahneman, 2011)。スポーツの意思決定場面では、常に状況が変化し時間的制約の中で瞬時の選択が求められる。従って、上述のように、周囲の環境情報のすべてに注意を向け顕在的に処理し続けることは困難であると考えられ、顕在的な情報処理と比較して処理速度が速く認知負荷の低い潜在的な情報処理が重要と考えられる (e.g., 樋口, 2006; Kibele, 2006)。また、スポーツ選手が短時間の間に、常に意識的に熟考しながら論理的に意思決定しているとは考えにくく、比較的無意識レベルで直感的に意思決定を下すように思われる。事実、ハンドボールの意思決定場面を対象とした先行研究 (Raab and Laborde, 2011) では、直観的な意思決定を好む熟練選手は熟慮的な意思決定を好む熟練選手と比較して迅速かつ正確な意思決定が可能であることや、熟練選手は準熟練・未熟練選手と比較してより直観的に意思決定を行うことが示されており、潜在的な情報処理プロセスがスポーツ場面の優れた意思決定の実現に重要な役割を果たしていることが実証されている。このように、我々の意思決定が顕在的な処理プロセスと潜在的な処理プロセスの相互作用により成り立ち、さらに、素早い潜在的な処理

プロセスが意思決定を強く主導することを考えると、厳しい時間的制約の中で行われるスポーツの意思決定を支える要因の解明やそのメカニズムには、顕在的な情報処理プロセスだけではなく、潜在的な情報処理プロセスに着目して検討する必要があると思われる。

表1 デュアルシステム理論に関連付けられる属性
(Evans and Stanovich, 2013 より引用)

Type 1 process (intuitive)	Type 2 process (reflective)
Defining features	
<i>Does not require working memory</i> <i>Autonomous</i>	<i>Require working memory</i> <i>Cognitive decoupling; mental simulation</i>
Typical correlates	
Fast High capacity Parallel Nonconscious Biased responses Contextualized Automatic Associative Experience-based decision making Independent of cognitive ability	Slow Capacity limited Serial Conscious Normative responses Abstract Controlled Rule-based Consequential decision making Correlated with cognitive ability
System 1 (old mind)	System 2 (new mind)
Evolved early Similar to animal mind Implicit knowledge Basic emotions	Evolved late Distinctively human Explicit knowledge Complex emotions

課題
並べられた単語を左欄→右欄の順で上からたどりながら、それぞれの単語が太字か細字かを回答する。

左	太い
左	細い
右	細い
右	太い
右	太い
左	細い
左	細い
右	太い

図1 2つのシステムの衝突

第2項 優れた意思決定を媒介する心理的要因

2.1 意思決定の優劣を規定する知覚認知技能

前項では、スポーツにおける意思決定研究と意思決定がどのように行われるかのモデルについて概観し、熟練選手は未熟練選手と比較して、状況に応じて瞬時かつ適切にプレーを選択する意思決定に優れることについて述べた。また、意思決定には顕在的なプロセスと潜在的なプロセスの2つのプロセスが協働することで実現されていることについて述べ、両プロセスを考慮して意思決定の優劣を決定する要因やその実現メカニズムを検証する必要性を述べた。次に本項では、現段階で明らかになっているスポーツの意思決定を媒介する要因やその実現メカニズムについての研究を概観する。

我々の運動発現プロセスを説明するものとして、脳内で行われる処理（運動制御や意思決定などの高次な認知機能）をコンピューターの働きになぞらえる認知心理学に基づいた情報処理モデルがある（Abernethy, 1986; シュミット, 1994）。このモデルでは、視覚などの感覚受容器官を通じて外部から得られる情報や刺激を「入力」と捉え、脳内での複数の処理過程を経て、運動として「出力」されると考える。このような考えに基づき、スポーツでは、古くは Abernethy (1986, 1996) が、視覚情報処理モデルを提案している（図2）。この視覚情報処理モデルでは、網膜などの感覚器を通じて入力される外的環境の膨大な情報から将来の行動に重要な情報だけを検出し理解する知覚過程（perceptual mechanism）、情報に応じて適切な反応を選択する決定過程（decision mechanism）、選択した反応に対して運動を計画・調整し、筋を活動させるエフェクター過程（effector mechanism）の3つの処理段階が仮定されている。

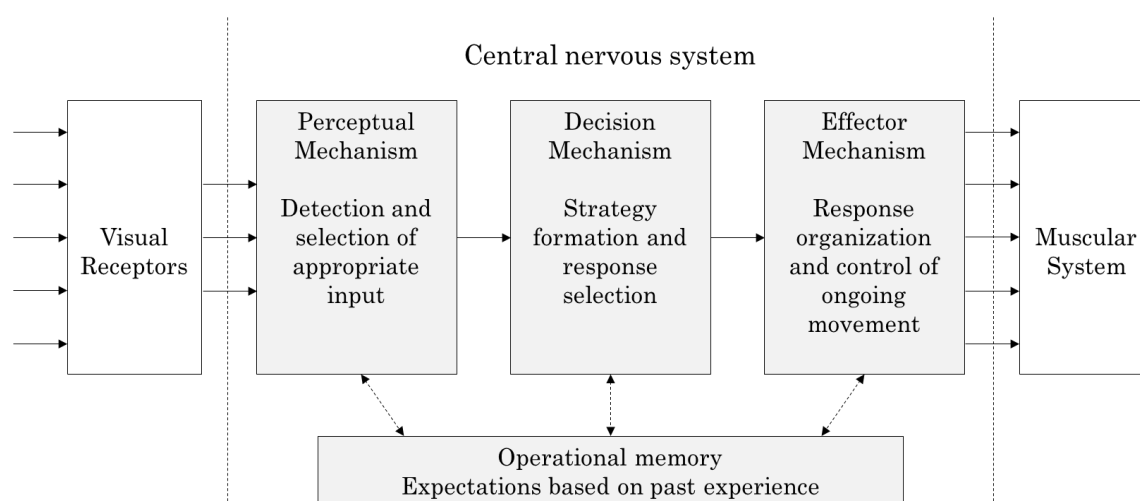


図2 スポーツにおける視覚情報処理モデル（Abernethy, 1986）

このような処理段階を仮定することは、情報の入力から運動として出力されるまでに、さまざまな情報をどのように処理し運動を制御しているかといった人間の内的な処理プロセスを理解するうえで有効である。意思決定はこのモデルにおいて決定過程に該当するが、意思決定には知覚過程が影響することがわかる。これに従い、意思決定の良否を規定する要因を明らかにすることを目的とした先行研究では、主に、決定プロセスに先立つ知覚プロセスに焦点が当てられてきた。具体的な例として、Williams and Ward (2007) は、意思決定に影響を与える知覚的要因として、視力などの一般的な視覚機能（ハードウェア）と競技種目に特化して獲得された知覚認知技能（ソフトウェア）を提案している（図 3）。

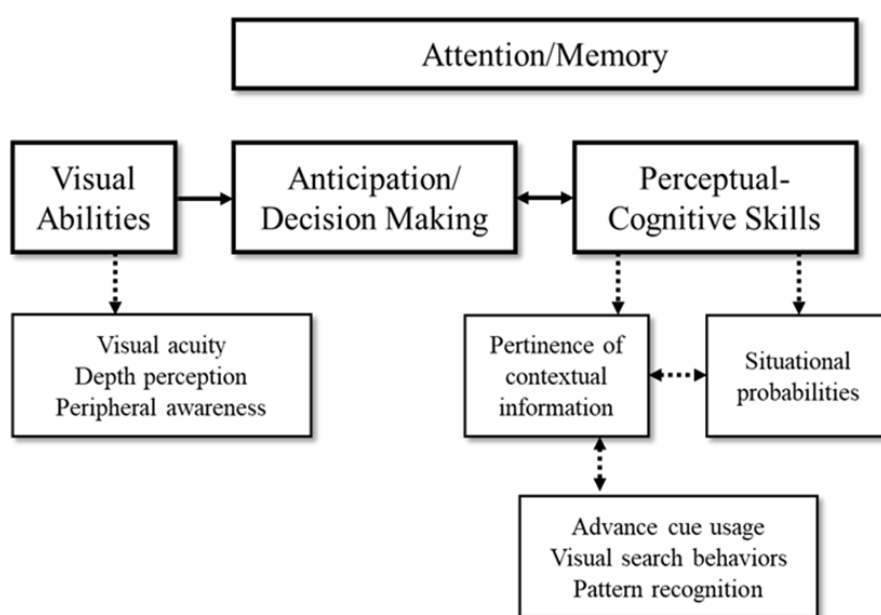


図 3 スポーツの予測や意思決定における情報処理モデル (Williams and Ward, 2007)

知覚過程に焦点を当てた初期の研究では、熟練選手は未熟練選手と比較して、視力などの生得的に限定された視覚受容体のレベル（視覚機能）に優れると考えられていたが (Banister and Blackburn, 1931), 一部の先行研究を除き (e.g., Devaue et al., 2014), 熟練選手と未熟練選手の間において視覚機能の熟達差を示す証拠は得られていない (Helsen and Starkes, 1999; Mann et al., 2003; Ward and Williams, 2003). 例えば, Ward and Williams (2003) は, 9歳から17歳のサッカー選手の視覚機能を評価したところ, どの年代においても視覚機能の熟達差が確認されないことを示している. 一方で, 視覚情報の収集や解釈に関わる知覚認知技能 (e.g., 視覚探索方略やパターン知覚: 図 3 参照) に関しては熟達差が確認されており (Mann et al., 2003; Ward and Williams, 2003), サッカー選手を対象にした研究で

は、視覚機能ではなく知覚認知技能の優劣がサッカーの熟練度を強く規定することが示されている (Helsen and Starkes, 1999). 従って, Williams and Ward (2007) が提案したモデルに従うと, スポーツで観察される意思決定の個人差は, 視力などの生得的な視覚機能の差に由来するのではなく, 選手が長年の経験を通じて発達させた知覚認知技能の個人差に由来するものと考えられる (Panchuk et al., 2018; Raab and Helsen, 2015).

図 3 に示されているように, 熟練者が発達させている知覚認知技能は様々な技能があり, 重要な情報を効率よく取得するために戦略的に視線を配置する視覚探索方略 (Sarpeshkar et al., 2017; Klostermann et al., 2013, 2018), より早期に将来事象を予測するための事前手がかりの利用 (Abernethy and Russell, 1987; Muller and Abernethy, 2012; Muller et al., 2006) や状況的確率の利用 (Abernethy et al., 2001; Mann et al., 2014), 戦術的に意味のあるパターン (味方や相手選手の位置関係など) を瞬時に認識するパターン知覚 (e.g., Gorman et al., 2011, 2013; Williams et al., 2006, 2012) などがある. これらの知見は, スポーツにおける優れた意思決定は, 意思決定に必要な情報を効率的に収集・抽出することで周囲の状況を正確に把握する知覚過程の役割が大きいことを示唆している.

以上のように, 熟練選手の優れた意思決定を支える要因は, 決定過程に先行する知覚過程にあると考えられ, 特に, 視力などの視覚機能 (ハードウェア) ではなく, 競技経験を通じて獲得される知覚認知技能 (ソフトウェア) の優劣にあると思われる. そこで次セクションでは, 意思決定の優劣を規定する知覚認知技能の中でも最も重要度が高いと思われるパターン知覚に焦点を絞り先行研究を概観する.

2.2 意思決定を支えるパターン知覚

これまでに述べたように, 優れた意思決定を媒介する知覚認知技能として, 先行研究では, 意思決定能力の高い熟練選手は未熟練選手と比較して, 重要な情報を効率よく収集できる視覚探索方略を発達させていること (e.g., 夏原ほか, 2015; Vaeyens et al., 2007a; Williams et al., 1994; Williams and Davids, 1998), 戦術的に意味のあるパターン (味方や相手選手の位置関係など) を記銘・想起するパターン知覚 (pattern perception) に優れること (e.g., Williams et al., 1993, 2006), 予測の手がかりとなる情報を活用し, 早期かつ正確に将来の状況を予測できること (e.g., Williams and Burwitz, 1993) などに優れることが報告されている.

その中でも, パターン知覚は意思決定を支える要因として近年再注目されている重要な

知覚認知技能である (Didierjean and Marmèche, 2005; Gorman et al., 2013; Ward and Williams, 2003; van Maarseveen, et al., 2015). パターン知覚とは、視野内の個々の情報を意味のあるパターンとして記銘・想起する知覚方略を指す (North and Williams, 2019). 例えば、サッカーでは、選手の位置を逐次的に個々に知覚するのではなく、戦術的に意味のあるまとまり (パターン) として知覚するような方略である (図 4). これは、現在の眼前に広がる複数の情報 (例えば、選手個々の配置) と過去の戦術的なパターンに関する膨大な長期記憶 (例えば、各選手の配置関係からなる戦術的配置パターン) とを照合することで実現される. このような知覚処理が意思決定に与える利点として、Wickens (1992) は、一見ばらばらで複雑に存在する個々の情報を意味のあるまとまりとして知覚することで (知覚的チャンキング), 重要度の高い情報を優先的に抽出できること, 膨大な可能性のある選択肢の中から、現在の状況で生じ得る確率やリスクを考慮して意思決定を適切に調整できること, 知覚したパターン (手がかり情報) と応答 (意思決定) の互換性が高まっていくことなどを挙げている. つまりこれらの利点から考えると、意思決定に優れる選手は、特定のパターン (状況) とそのパターンに最も効果的となる行動の関係に関する結合度の高いルール (もし〇〇ならば、△△を行う) を有しているため、パターン知覚によって迅速かつ正確な意思決定が可能になると考えられる (ACT theory: Anderson, 1983). また、環境情報の符号化、検索構造および手がかり情報の 3 者間における関連はトレーニングを通じて強化が可能であり、その結果、より迅速かつ正確な意思決定が実現されると考えられている (Chase and Ericsson, 1981). 従って、競技経験が豊富であり戦術的なパターン情報を符号化し抽出するパターン知覚に優れる熟練選手は、迅速かつ正確な意思決定を導くことができると考えられている.

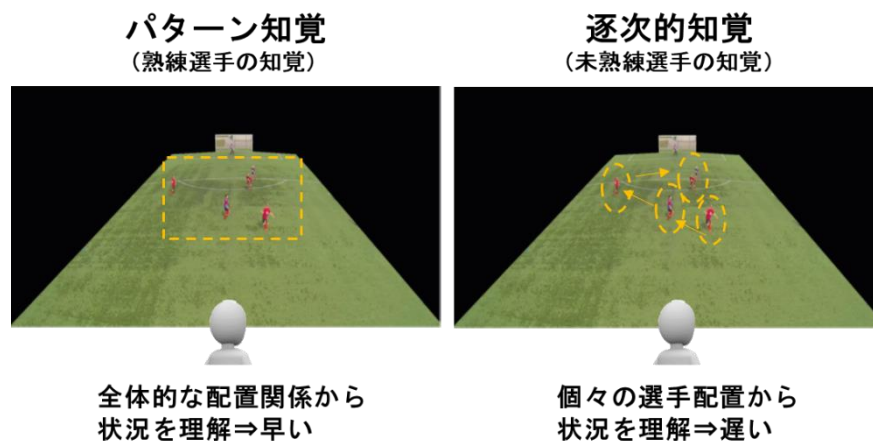


図 4 熟練選手と未熟練選手の情報収集方略の違い

このようなパターン知覚は、瞬時の状況把握に加え、状況の予測を可能にし、状況に応じた最善の決定に貢献すると考えられている (Farrow et al., 2010; Williams and Davids, 1995). パターン知覚が予測的な機能を有することを示したものとして、Gorman et al. (2012) は、バスケットボールの熟練選手と未熟練選手を対象に選手の配置関係を再現するパターン想起課題を行い、参加者が再現した選手の位置座標について、呈示された最終フレームの位置座標と、最終フレームから 40 ms 刻みで連続呈示された将来の選手の位置座標との比較を行った。結果として、熟練選手は未熟練選手と比較して高い再現精度を示したが、興味深いことに、参加者の再現精度は、最終フレームの選手配置というよりも、将来の選手配置に対して優れており、熟練選手は未熟練選手と比較してより将来の選手配置を再現していることが明らかとなった。この結果から、Gorman et al. (2012) は、熟練選手は選手の配置パターンを予測的な符号化プロセスを使用して理解していると結論づけている (同様に、Didierjean and Marmèche, 2005; Gorman et al., 2013). つまり、パターン知覚に優れる熟練選手は、視野内の情報に関して予測的な符号化を通じて次に起こり得る状況のパターンを瞬時かつ正確に把握することで、優れた意思決定を実現していると考えられる。また、パターン知覚の意思決定への貢献を示唆する知見として、パターン知覚時と意思決定時に類似した視線行動が観測されることや (North et al., 2009)、パターン知覚の優劣により意思決定の優劣の約 30%を説明できること (Gorman et al., 2013) などが報告されている。以上のことから、パターン知覚の観点から優れた意思決定のメカニズムについて検討を行うことは、スポーツにおける意思決定の理解や促進方法の提案に結び付く重要な知見になり得ると考えられる。

優れた意思決定の実現に貢献するパターン知覚に関する先行研究では、概して、熟練選手は未熟練選手と比較して優れたパターン知覚能力を有することが報告されているが (e.g., Chase and Simon, 1973; Gorman et al., 2011, 2013; North et al., 2017; Williams and Davids, 1995; Williams et al., 2006, 2012), このような熟練度によるパターン知覚の優劣を示した先行研究では、主に選手配置などのスポーツ固有のパターン構造を想起 (recall) する課題を利用したものと再認 (recognition) する課題を利用したものの 2 つに大別される (e.g., Gorman et al., 2013; Williams et al., 2006).

パターン想起 (recall) 課題では、主にパターン認識の精度に焦点を当てている。具体的には、試合場面の映像または画像を数秒間呈示した後に、映像 (画像) 中の選手を消失させ、消失する直前の選手配置を再現させる方法である。Gorman et al. (2013) は、バスケット

トボール熟練選手と未熟練選手を対象に、バスケットボールの試合場面 (5 vs. 5) の映像を7秒間視聴させた後、消失した選手の配置をコンピューターマウスを使って X (防御者の位置を示すアイコン) や O (攻撃者の位置を示すアイコン) を画像上にドラッグすることで、映像終了時のプレイヤーの最終的な位置を再現 (想起) させた。その結果、熟練選手は未熟練選手と比較して、正しく選手の位置関係を再現できたと報告している (同様に、Allard et al., 1980; Gorman et al., 2011, 2013; van Maarseveen et al., 2015; Williams et al., 1993)。このように、パターン想起課題では、消失する直前の選手配置をコンピューターマウスを使用して再現させる方法やボード上にマグネットを配置するなどの方法で再現させることにより、戦術的パターンを示す選手配置を記憶からどの程度正しく検索できているかを評価している。

パターン再認 (recognition) 課題は、事前に視聴したパターン情報を含む映像と現在視聴している映像が同じかどうかを判断させる方法である。この課題では、主にパターン情報の同異判断に要する時間に焦点を当てている。例えば、Williams et al. (2006) は、上空からピッチ全体を撮影したサッカーの試合映像 (11 vs. 11) を 6-12 秒間呈示し、その後に呈示された映像が事前に視聴したものと同じかどうかを判断させている。その結果、熟練サッカー選手は未熟練サッカー選手と比較して、映像の同異判断が素早くかつ正確であることを示している (同様に、Williams et al., 2012; North et al., 2017)。このように、パターン再認課題では、現在の知覚情報を手がかりとして、過去の記憶からどの程度迅速かつ正確に情報を検索できるかを評価している。

以上のパターン知覚を評価する想起課題と再認課題では、共通して戦術的なパターン情報を符号化し抽出する能力を測定しており、熟練選手が素早く正確なパターン知覚が可能であることを示している。

2.3 優れたパターン知覚のメカニズム

ここまで、優れた意思決定を支える要因として、知覚認知技能の中でもパターン知覚が重要である可能性について述べてきた。よって、本セクションでは、パターン知覚を実現するメカニズムに関する先行研究を概観する。これらは、パターン知覚を実現する背景メカニズムとして、主に知識基盤や情報の符号化の観点から検証がなされている。

スポーツを対象としたパターン知覚の研究は、チェスの研究に端を発する (Chase and Simon, 1973; de Groot, 1946/1966, 1978; Goldin, 1978, 1979)。Chase and Simon (1973) は、チ

ェスの熟練選手と未熟練選手を対象に、実際のゲーム状況を想定した多数の駒配置（構造化場面）を数秒間（2-15 秒）呈示した後に、駒の配置を再現することを求めたところ、チェス熟練選手は、多数の駒の位置をほぼ完全に再現でき、その正確性は未熟練選手よりも優れることを報告した。さらに興味深いことに、駒をランダムに配置した状況（非構造化場面）では、チェス熟練選手の駒配置の再現精度が未熟練選手と同程度まで低下することが確認された。仮に熟練者が優れた記憶力を有しているだけであれば、ランダムな駒配置でも熟練者は優れた駒配置の再現精度を示すはずである。この結果から、Chase and Simon (1973) は、チェス熟練選手の優れた駒配置の再現精度は、その領域における長年の経験を通じて発達させた領域固有の駒配置のパターンに関する知識基盤に基づいて、迅速かつ効率的に情報を符号化・検索することによって導かれることを提案している。

このような構造化された場面でのみ熟練選手の優れたパターン知覚が観測されることは、さまざまなスポーツを対象とした研究においても同様の結果が示されている (Abernethy et al., 1984; McMorris and Beazeley, 1997; North et al., 2017; Starkes, 1987; Williams and Davids, 1995; Williams et al., 1993, 2006)。例えば、スポーツにおける最初のパターン知覚研究 (Allard et al., 1980) では、バスケットボール選手と非バスケットボール選手を対象に、試合の攻撃場面（構造化場面）とタイムアウト時の場面（非構造化場面）の静止画像を 4 秒間呈示し、選手の配置パターンを再現させたところ、バスケットボール選手の優れたパターン知覚は、上述のチェス研究と同様に、構造化された場面でのみ観測されることが確認されている。従って、これらの知見は、パターン知覚の精度の差が記憶機能における一般的または生得的な優位性によって生じるものではなく、長年の経験を通じて獲得した戦術パターンに関する知識基盤に基づいて、選手配置パターンを迅速かつ効率的に符号化・検索するといった高次の知覚処理の優劣によって規定されることを示唆している (Abernethy, 1986; Williams, 2000; Williams et al., 2006)。

長年の経験の中で獲得した知識基盤に基づいた熟練選手の優れたパターン知覚を説明する理論として、複数の駒をある一定の意味を持つまとまりとして瞬時かつ正確に符号化するチャンク化理論 (Chase and Simon, 1973)、チャンク化理論をベースにより大量情報を扱うことができるとするテンプレート理論 (Gobet and Simon, 1996) や長期ワーキングメモリ理論 (Ericsson and Kintsch, 1995) が用いられる (Gorman et al., 2013)。テンプレート理論では、熟練選手が長年の経験を通じて獲得した長期記憶の精巧な構造（テンプレート）に基づいてパターン要素を呼び出す能力を発達させていることが提案されている (Gobet,

1998; Gobet and Simon, 1996). テンプレートにはチャンクとチャンクを結合した典型的なパターン構造の広範な配列構成に関する情報が含まれており (Gobet, 1998; Gobet and Simon, 1996; Weber and Brewer, 2003), テンプレートを過去の記憶と照合することで処理負担を減らし大量情報を扱うことが可能になると考えられている. また, 長期ワーキングメモリ理論では, 熟練選手がパターン情報を長期記憶に格納し, 知覚した情報をもとに構造化されたパターン情報の検索にかかるワーキングメモリの容量制限を回避することが提案されている (Ericsson and Kintsch, 1995; Gobet, 1998; Weber and Brewer, 2003). 当初, テンプレート理論はチェス熟練選手の優れたパフォーマンスを対象とし, 長期ワーキングメモリ理論は暗算や医学的診断などのエキスパートの記憶が関与する幅広い状況を対象としていたが (Ericsson and Kintsch, 1995, 2000; Gobet, 2000), これら2つの理論では, 膨大な量の領域固有情報を迅速に符号化して検索できる精巧な知識構造に依存している点で多くの共通点を共有していると考えられている (Gobet, 1998).

事実, 熟練度の異なる選手を対象に, 保有する知識構造について検討を行った先行研究では, 熟練選手は未熟練選手と比較して戦術的模式に関する豊富で精巧な構造化された知識基盤を有していることが示されている (French and Thomas, 1987; McPherson, 1987, 1993, 1999; McPherson and Thomas, 1989; 夏原ほか, 2012). つまり, チェスやスポーツの熟練選手は, 個々の駒や選手の配置を素早く認識する能力, あるいは大量情報を記憶する能力に優れているのではなく, 長年の経験の中で獲得した駒配置の戦術的模式に関する構造化された広範な知識基盤 (長期記憶) に基づいて, 情報の符号化・検索を効率的に行い, 複数の駒をある一定の意味を持つまとまりとして瞬時かつ正確に理解することで, 優れたパターン知覚を実現しているということである.

このような知識基盤や情報の符号化の観点からの検討に加え, 優れたパターン知覚を実現するために, 熟練者がどのような情報に基づいているのかについて検討した先行研究もある. Williams et al. (2006) は, 上空から撮影したサッカー11対11場面の通常映像と, それらの選手情報を単純な光点情報のみで示したポイントライト映像の2つの映像を用いて, 熟練選手がどのような情報に基づいて優れたパターン知覚を実現しているのかについて検討を行った. その結果, 熟練サッカー選手は, 通常映像とポイントライト映像の両方の条件において未熟練選手よりも優れたパターン知覚を示した. また, ポイントライト条件において, 熟練選手ではパフォーマンス低下の程度が小さかったのに対して, 未熟練選手では大幅な低下が確認された. この結果から, 熟練選手は選手間の位置や動きなどの構造的な

関係を符号化して戦術的な意味合いなどを理解しているのに対し、未熟練選手はユニフォームの色などの表面上の特徴に依存した符号化を行うと考えられている (Williams et al., 2006). つまり熟練選手は、選手相互の空間的な位置関係情報に関する知識基盤を発達させることで優れたパターン知覚を実現していると考えられる.

また、同様の研究において、どのような位置関係情報がパターン知覚の実現に貢献しているのかについて検討が行われている. Williams et al. (2006) は、前述の光点情報のみで示したポイントライト映像と、その映像からゴール前の攻撃選手を消失させた映像を用いて、パターン知覚の実現にゴール前の攻撃的選手の情報が重要であるのかについて検討を行った. その結果、攻撃選手を消失させた映像を用いた条件で、パフォーマンスが低下することが示された. この結果は、パターン知覚の実現においては、ゴール前の選手との位置関係情報が優先的に処理されていることを示唆している (同様に、North et al., 2017). さらに、選手の相対的な関係情報を残すために反転させた映像を呈示した場合でもパターン知覚のパフォーマンスが低下しないことが報告されている (Williams et al., 2012). 以上のことから、優れたパターン知覚の実現には、ゴール前の攻撃的選手や選手間の位置や動きなどの構造的・相対的な関係情報が重要な手がかりとなることが示唆されている.

第3項 これまでの意思決定研究における問題点

3.1 優れた意思決定の実現における潜在プロセスの関与

前項では、優れた意思決定を媒介する知覚認知技能としてパターン知覚の重要性について述べてきた. また、そのメカニズムとして、長年の経験の中で獲得した戦術的なパターンに関する構造化された知識基盤 (長期記憶) をもとに、現在の状況における戦術的なパターンを瞬時かつ正確に抽出し、将来起こり得る結果を早期に予測することで、迅速かつ正確な意思決定を実現していることを示した.

一方で、これまで行われてきたパターン知覚に関する研究は、顕在的なパターン知覚を対象としたものである. 2.2 項で示した通り、パターン知覚の優劣を検討した先行研究では、プレー場面の静止画像や映像を数秒間視聴した後に、その状況を再現する想起課題や、視聴した状況とその直後に呈示される状況が同じであったかどうかを判断する再認課題が用いられている. これらの手法では、顕在的に想起・再認した選手の配置を報告することが求められるため、参加者が顕在的に知覚し表現できる情報に限定したパターン知覚を測定していることになる. しかしながら、1.2 項で述べた通り、我々の意思決定プロセスに

は、低速、継時的で、論理的な顕在的処理と、高速、並列的で、自動的な潜在的処理の 2 つの異なる処理プロセスが存在すると考えられており (e.g., Evans, 2003, 2008; Evans and Stanovich, 2013; Osman, 2004), 素早い潜在的な処理プロセスが顕在的な処理プロセスよりも強く意思決定に影響する可能性や時間的制約の強いスポーツに殊更重要である可能性がある。よって、スポーツにおける意思決定の優劣を規定するパターン知覚を理解する上で、顕在的なパターン知覚に加え、潜在的なパターン知覚の観点から検討することも必要と思われるが、スポーツに関わる意思決定の優劣と潜在的なパターン知覚との関係はこれまで検討されていない。

3.2 熟練者間における意思決定の熟達差を規定するパターン知覚

パターン知覚に関するこれまでの研究では、熟練選手が優れたパターン知覚能力を有することが一貫して示されてきた。しかしながら、これまでのパターン知覚研究では、熟練選手と未熟練選手といった比較的大きな熟達度の差については検証が行われているものの、より均質的なレベルのグループ内 (例えば、熟練者間) での意思決定の個人差との関連は検証されていない。パターン知覚の実現に必要とされる知識基盤に関する研究によれば、ある一定の熟達度に達すると知識基盤の熟達差は確認されないことが報告されている (e.g., García López et al., 2010)。すなわち、これまで対象とされてきた知識基盤に基づく顕在的なパターン知覚は、均質的なグループ内の個人差を区別できないと考えられる。プロサッカー選手間でも意思決定の優劣が認められることを考えれば、卓越した意思決定の全貌を解明するためには、より均質的なグループ内での意思決定の個人差を説明できる要因やそのメカニズムを明らかにする必要がある。従って、本研究で対象とする潜在的なパターン知覚では、均質的なグループ内 (大学サッカー選手) の熟達差を説明できるかについて検討を行う必要がある。

さらに、意思決定と知覚認知技能の関係について調査した研究では、参加者を競技レベルに基づいて熟練選手と未熟練選手に分類し、知覚認知技能との関連を検討しているものがほとんどである。つまり、全ての熟練者は未熟練者に比べ意思決定に優れているという暗黙の前提にたっている。しかしながら、スポーツパフォーマンスの規定因は、主に末梢機能の影響を受ける運動体力と主に中枢機能の影響を受ける運動技能に分類される (杉原, 2003)。つまり、熟練者の中には、前者が優れることで他者よりも優れたパフォーマンスを示す者と意思決定過程を含む後者が優れることで高いパフォーマンスを示す者が混在して

いることになる。従って、単に熟練選手が潜在的なパターン知覚に優れることを示すだけでは、潜在的パターン知覚が意思決定に寄与しているのかが不明瞭であり、また熟練選手が優れた潜在的パターン知覚を有していたとしても、優れた意思決定の実現に関与しているという証拠にはなり得ないと思われる。よって、より直接的な証拠を示すためには、参加者の意思決定能力を定量的に評価し、潜在的なパターン知覚との関係性を検討することが必要であると考えられる。

3.3 潜在的パターン知覚のメカニズム

優れた顕在的パターン知覚を実現するメカニズムとして、構造化された知識基盤とその利用方法から説明されていること、また、サッカー熟練選手の優れたパターン知覚の実現には、ゴール前の攻撃的選手の存在 (Williams et al, 2006) や、選手間の相対的な動き情報 (Williams et al., 2012) が重要であることを2.3項で述べた。このように心理メカニズムを特定することによって、パターン知覚トレーニングへの応用 (North et al., 2017) など、実際のパフォーマンスを向上させる重要な知見が提供されてきた。よって、本研究においても潜在的パターン知覚の実現に関わるメカニズムを明らかにすることは有益と思われる。

この点に関して、脳波などの生理指標を用いた手法は、ある現象に対する心理活動を時間経過に沿って分析でき、さらに心理事象を脳機能と関連づけることができることから、優れたパターン知覚の実現に関するより詳細なメカニズムを検討するために有効な手法と考えられる。例えば、将棋の意思決定を対象とした研究では、プロ棋士は駒の配置から盤面全体が示す意味 (パターン情報) を直観的に理解することが脳波を用いた研究で報告されている (Nakatani and Yamaguchi, 2014)。直観とは、長年の経験に基づいて顕在的な処理を介さず概念情報を理解し (Nakatani and Yamaguchi, 2014)、意思決定に関わる複数の情報を素早く統合する潜在的な方略を指す (Betsch and Glöckner, 2010; Isenman, 1997)。Nakatani and Yamaguchi (2014) は、将棋のプロ棋士とアマチュア棋士を対象に盤面呈示時の脳波活動を測定したところ、プロ棋士では、盤面呈示からわずか0.2秒後に構造的・非構造的な駒配置に共通して観察される側頭部の脳波に加え、構造的な駒配置に対してのみ観察される前頭部の特異的な脳波が観察される (アマチュア棋士ではより遅い時間帯に出現する) ことを示し、プロ棋士は前頭部において局面全体が示す意味 (パターン情報) を直観的に解釈していることを提案している。さらに、Wan et al. (2011) は、プロ棋士において、構造化された将棋の盤面知覚課題時には頭頂葉の楔前部で、盤面知覚後の一手を直観的に選択さ

せる課題（直観的思考課題）では大脳基底核の尾状核において特異的な脳活動が生じることを確認し、楔前部から尾状核へ直接つながる神経回路がプロ棋士の直観的な意思決定プロセスを支えていることを示唆している。このように、脳波を用いることで、チェスや将棋の熟練選手の優れたパターン知覚や意思決定への潜在的な処理プロセスの関与に関する詳細な心理プロセスが検討されている。従って、本研究においても、潜在的パターン知覚が生じるメカニズムを行動指標から推定するだけでなく、脳波などの生理指標を用いてより詳細に検討する。

第2節 本研究の目的および意義

第1項 本研究の目的

第1節の研究概観に基づき、本研究は、厳しい時間的制約下で適切な意思決定が求められるサッカー選手を対象に、スポーツにおける瞬時かつ正確な意思決定の媒介要因およびそのメカニズムについて、潜在的パターン知覚の観点から検証することを目的とする。

この目的を達成するために、優れたアスリートのパフォーマンスを支える背景能力を系統的に明らかにするための研究枠組みであるエキスパートパフォーマンスアプローチ (Williams and Ericsson, 2017) に基づいた研究を行う。エキスパートパフォーマンスアプローチには3つのステップが含まれる (図5)。最初のステップでは、熟達化の本質を捉えるために各領域で観察可能なエキスパートパフォーマンスを調査し、そして、現実場面で観測されるエキスパートパフォーマンスを実験室内で再現できる表象的課題 (representative task) をデザインする。第2ステップでは表象的課題下で示されたエキスパートパフォーマンスを媒介する認知的メカニズムを実験心理学的手法を用いて明らかにする。そして、これらの媒介メカニズムが同定された場合、第3ステップとして、どのような活動やトレーニングによって媒介要因が獲得されたのかを同定する。このようなエキスパートパフォーマンスアプローチは、スポーツにおける熟達化研究でも広く適用されており、エキスパートパフォーマンスを媒介する認知的メカニズムとして、予測、注意様式、視覚探索方略などの知覚認知技能を明らかにしてきた (for review, Abernethy, 1996; Starkes and Ericsson, 2003; Williams and Grant, 1999; Williams et al., 1999)。そこで、本研究では優れた意思決定を実現するための知覚認知技能として潜在的パターン知覚に焦点を当て、サッカーにおける優れた意思決定を媒介する要因としての潜在的パターン知覚の可能性と実現メカニズムに

ついて明らかにし、トレーニングへの応用可能性について考究する。

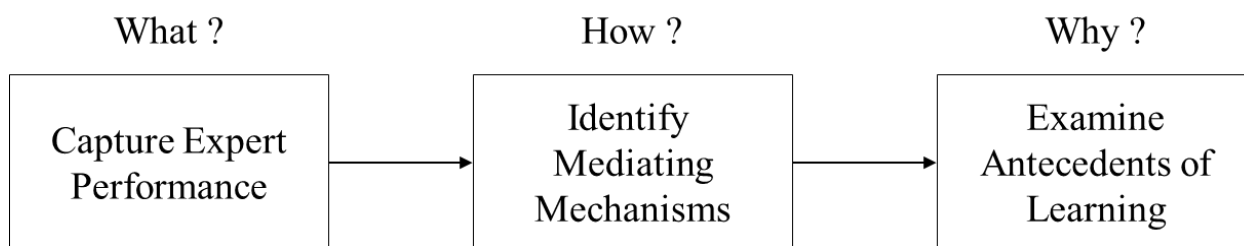


図5 エキスパートパフォーマンスアプローチ (Williams et al., 2017)

第2項 本研究の意義と独自性

本研究の意義と独自性についてまとめると、次のようになる。まず第1に、スポーツ場面の優れた意思決定を支える知覚認知技能について、潜在的な情報処理プロセスの観点から明らかにしようとする点が挙げられる。これまでのスポーツの意思決定に関わる研究では、顕在的な情報処理プロセスを対象に検討が進められてきた。従って、優れた意思決定を支える認知メカニズムについて、顕在的な情報処理プロセスだけではなく、素早い潜在的な情報処理プロセスの観点から検討を行うことによって、時間的制約下での優れた意思決定を支える認知メカニズムを詳細かつ統合的に理解することが可能になると考えられる。また、意思決定の良否と潜在的な情報処理プロセスの関連を示すことは、厳しい時間的制約下で全ての情報を顕在的に処理することが困難であるスポーツ場面の意思決定を本質的に理解するうえで、有用かつ有効な視点や根拠を提供することになると考えられる。

第2に、熟達の観点から、潜在的なパターン知覚の実現メカニズムについて明らかにしようとする点が挙げられる。スポーツの意思決定における潜在的パターン知覚の関与を示した上で、潜在的パターン知覚がどのように実現するのかといったメカニズムについて明らかにすることは、潜在的な情報処理能力の改善を通じた意思決定能力の向上やそのトレーニング方法を考案するうえで有用な知見を得ることができると考える。

第3項 本論文の構成

本論文は、第1章から第4章によって構成される。第1章の序論では、スポーツ競技における意思決定の重要性、およびパターン知覚に関する先行研究をもとに、優れた意思決定が実現されるメカニズムについて述べた。また、意思決定の二重プロセス理論に基づいて、優れた意思決定を媒介し得る新たな知覚認知技能として、潜在的パターン知覚の可能

性を示した。第2章の本論では、第1章で挙げられた従来の意思決定研究が示してきた知見と問題点を明らかにするために行った7つの研究に関して、それぞれの目的、実験内容、結果、および考察をまとめた。そして、第3章では、7つの研究の知見を集約し、優れた意思決定に対する潜在的パターン知覚の関与とその実現メカニズムについての統括論議を行い、サッカーにおける意思決定モデルを呈示した。最後の第4章では、本研究の結論および検討課題について述べた。

第2章 本論

第1節 サッカー選手における潜在的パターン知覚の測定

エキスパートパフォーマンスアプローチに基づいて研究を行う上では、その第一段階として、潜在的パターン知覚を評価できる課題を作成し、意思決定能力との関係を検証する必要がある。そこで第1節では、潜在的なパターン知覚の測定方法として、逆向マスクング課題を用いてサッカー選手の潜在的パターン知覚を評価し、意思決定能力との関係を検討した。

第1項 目的

本研究では、サッカーの意思決定能力の優劣に潜在的なパターン知覚が関与するののかについて、逆向マスクング課題を用いて明らかにすることを目的とした。

この目的を達成するために、本研究では、まず指導者資格を有する3名のサッカー指導者に、30名の大学サッカー選手の実際場面での意思決定能力を評価してもらい、意思決定能力の異なる3群（高群・中群・低群）に分類した。次に、参加者の潜在的なパターン知覚の精度を評価するために、サッカーの意思決定場面の静止画像を逆向マスクング法（e.g., Öhman and Soares, 1993）で呈示する課題を作成した（詳細は後述）。

逆向マスクング課題とは、単独で呈示すると顕在的に知覚できる標的刺激の直後にマスク刺激を呈示することで、標的刺激の顕在的な知覚が抑制されるものである（Ansorge et al., 2007）。例えば、単独で瞬間呈示した場合には認識できる刺激の直後に、マスク刺激を呈示することで、参加者は何が呈示されたか意識的には回答できない。しかしながら、参加者に選択肢を与え強制回答させた場合には正しく回答することができる。このことから、逆向マスクング課題は潜在的な知覚を測定する手法として古くから用いられている（図6）。

本研究では、逆向マスクング課題として、選手の位置関係から構成されるゴール前のパターン情報として、いずれかの選手がフリー、もしくは全ての選手がマークされている3対3場面を標的刺激として呈示し（図7）、マスク刺激呈示後、参加者にフリーな選手の位置を回答させた。また、呈示された刺激をどの程度顕在的に知覚していたかを評価するために、回答に対する確信度を報告させた（Jackson and Mogan, 2007; Masters et al., 2007）。仮に、意思決定能力と潜在的なパターン知覚に関連があるのであれば、低い確信度を報告し

た刺激呈示条件（顕在的に刺激を知覚できなかった条件）において、意思決定能力の高い選手ほど高い正答率を示すと考えられる。

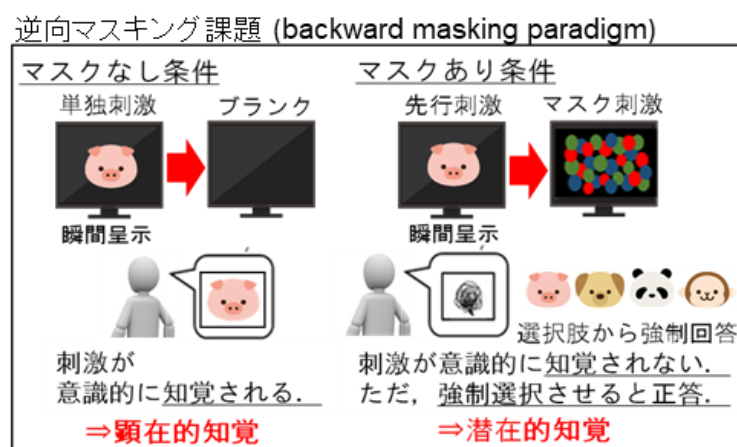


図 6 潜在的知覚の測定に用いられる逆向マスクング課題

第 2 項 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は、視覚に疾患のない大学サッカー部所属の 30 名の選手（年齢：19.9±1.06 歳，競技歴：13.4±2.31 年）であった。参加者の競技レベルは、高校時代に全国大会に出場した者，あるいは，大学でレギュラーとして全国大会への出場経験や地域大学選抜への選出歴を有する全国レベルから，過去に全国大会の出場経験や選抜選出歴などがなく，現在は主に地域リーグや県内リーグでプレーする地域レベルまで様々であった。本実験では，対象としたサッカー部員を普段から指導しているサッカー指導者に意思決定能力を評価してもらい，上位 10 名を意思決定能力高群（年齢：19.6±0.72 歳，競技歴：13.9±2.31 年），中位 10 名を意思決定能力中群（年齢：20.2±1.39 歳，競技歴：13.7±1.73 年），下位 10 名を意思決定能力低群（年齢：19.8±0.97 歳，競技歴：12.6±1.6 年）の 3 群に分類した。具体的な意思決定能力の評価方法として，まず指導者の中から，サッカー指導者ライセンスを有しコーチングを専門としている者 3 名を選定した（A 級ジェネラルライセンス有資格者で指導歴 26 年，B 級ライセンス有資格者で指導歴 19 年，C 級ライセンス有資格者で指導歴 3 年）。次に，本研究が対象とする意思決定について指導者に説明した後，3 名の指導者別々に，実験対象者 30 名の普段の練習や試合でのプレーに基づいて，最も意思決定能力が高い者から最も低い者まで順位付けを行ってもらった。この際，身体的要素や競技レベルは考慮せず，意思決定能力のみに焦点を当てて評価することを強調した。その後，指導者 3 名

による評価順位の合計得点によって、参加者の意思決定能力の総合的な順位付けを行った(合計得点が小さい者ほど意思決定能力が高い)。実験参加者には、実験の実施前に実験手順及び個人情報の保護について説明し、理解を得た上で参加の同意を得た。なお、本実験のプロトコルは所属大学の倫理委員会の承認(第15-1号)を得たものである。

2.2 実験課題

実験課題は、ゴール前における3対3場面の静止画像(図8)の中から、フリーな選手の位置(左・中・右・フリー無し)を回答する課題であった。本研究において、ゴール前のフリーな選手の位置判断を行わせた理由は、ゴール数を競い合うサッカーの競技の特性上、ゴール前の意思決定場面においてフリーな選手の位置の情報を含むパターンを瞬時に知覚することは、パスやその方向、またはドリブルの向きやシュートといった最終的な意思決定を行うために重要な情報となるためである。また、本研究の主目的は、参加者の潜在的なパターン知覚の精度を評価することであるため、上記の静止画像の呈示方法として、逆向マスクング法を用いた。逆向マスクング法は、潜在知覚の研究で用いられる手法であり、単独で呈示すると顕在的に知覚できる標的刺激の直後にマスク刺激を呈示することで、標的刺激の顕在的な知覚が抑制されるものである(Ansorge et al., 2007)。本研究ではÖhman and Soares (1993)が用いた逆向マスクング法を参考にし、3対3場面の静止画像(標的刺激)を瞬間呈示した直後にマスク刺激を呈示した(図7)。マスク刺激は、標的刺激に含まれる色(ユニフォームの色やグラウンドの色)を用いたランダムドットとした。標的刺激の呈示時間は5条件(17ms, 34ms, 51ms, 68ms, 85ms)とした。呈示時間の条件を5条件設定した理由として、逆向マスクング法を用いた先行研究では30ms程度で刺激が呈示されているが(e.g., James, 2004; Klotz and Neumann, 1999)、本研究の刺激でも同様の時間でマスクングの効果が得られるかは不明であったためである。実験課題の刺激系列は、2000msの予告刺激、各呈示時間条件で標的刺激、5000msのマスク刺激であった。これらの実験課題の作成および刺激呈示は、心理学実験設計ソフト(IBM社製、E-prime2.0)を用いた。実験参加者への刺激呈示には、25.5インチのモニター(Samsung社製、T260)を使用し、リフレッシュレートは60Hzであった。また、モニターと参加者の距離は60cmであった。

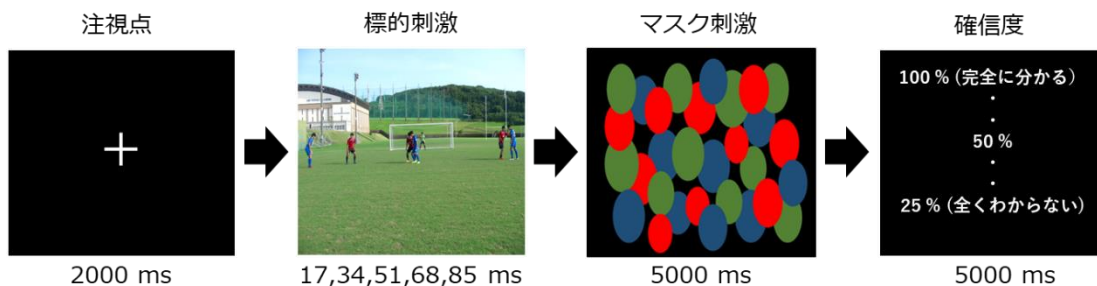


図7 本研究で用いた逆向マスクング課題



図8 本研究で用いたサッカー3対3の静止画像

2.3 実験手続き

実験開始に先立ち、課題内容を十分に理解させるための説明を行った。その後、2000msの標的刺激を用いた練習試行を5試行行わせた。この練習試行の意図は、マスク刺激の前に3対3場面が呈示されていることを参加者に明確に示し、参加者が回答する内容を確認するためであった。なお、練習試行に用いたサッカー3対3場面の画像は本番試行で用いないものであった。練習試行によって実験の流れを理解させた後、本番試行を行わせた。実験課題では、前述の通り、参加者にマスク刺激呈示後にフリーの選手の位置を口頭で回答させたが、潜在知覚を評価した先行研究と同様に (Masters et al.,2007)、画像を主観的に知覚できなかった場合でも左・中・右・フリー無しの中から強制的に回答するよう教示した。また、参加者の標的刺激の知覚が顕在的であったか、潜在的であったかを評価するために、フリーな選手の位置の回答後、回答に対する確信度を25% (全くわからない) から100% (完全にわかる) の範囲にて回答するよう求めた (図7)。このような確信度の報告

によって参加者の視覚情報に対する意識の程度を測定する方法は様々な研究で利用されている (Jackson and Mogan, 2007; Masters et al., 2007). 本番試行は各呈示時間条件での 15 試行を 1 セットとし、5 セット (17, 34, 51, 68, 85ms 条件) 行った (合計 75 試行). セット間には 1 分間ほどの休憩を設けた. 15 試行には、フリーな選手の位置条件として、左、中、右、フリー無しの状況が含まれ、左、中、右条件がそれぞれ 4 試行ずつ、フリー無し条件が 3 試行含まれていた. フリーな選手の位置条件はセット間で同一の順序とならないようにランダムに呈示し、各呈示時間条件の実施順序は、実験参加者間でカウンターバランスした. なお、練習試行および本番試行において、正解に関するフィードバックは与えなかった.

2.4 測定項目および統計処理

まず、標的刺激をどの程度顕在的に知覚していたかを評価するために、回答に対する確信度に関して、呈示時間条件ごとに平均値を求めた. また、潜在的な知覚が生じていたかをより詳細に検討するために、各呈示時間で報告された確信度を回答の種類 (正解・不正解) によって分類した. これらの値に関して、群 (3) × 呈示時間 (5) × 回答 (2) の 3 要因分散分析を行った. 次に、逆向マスクング法で呈示される 3 対 3 場面のフリーな選手の位置をどの程度正確に知覚していたかを評価するために、呈示時間条件における正解試行数に基づいて正答率を算出した. この値に関して、群 (3) × 呈示時間 (5) の 2 要因分散分析を行った. また、各条件での正答率をチャンスレベルと比較するために、条件毎に 1 サンプルの t 検定を行った. このとき、正答のチャンスレベルは 25%であった. 主効果の検定には Bonferroni 法を用い、交互作用が有意であった場合には単純主効果の検定を行った. なお、統計解析には統計解析ソフト (SPSS 社製, SPSS for Windows ver.22) を用い、有意水準を 5%未満とした. なお、自由度の調整には Greenhouse-Geisser の値を用いた.

第 3 項 結果

図 9 は、各呈示時間条件における群ごとの確信度を示したものである. Jackson and Mogan (2007) に従えば、参加者が呈示刺激を顕在的に知覚したのであれば、高い確信度を報告するとともに、正解時と不正解時を比べると不正解時に低い確信度を報告すると考えられる. 一方、参加者が呈示刺激を顕在的に知覚できなかったのであれば、低い確信度を報告するとともに、正解・不正解の間に確信度の差は認められないと考えられる. 分析の結果、呈

示時間 ($F [2.6, 42.2] = 102.1, p < .01, \eta_p^2 = .87$) および、回答の種類 ($F [1, 16] = 85.8, p < .01, \eta_p^2 = .84$) における有意な主効果が示され、呈示時間と回答の種類の交互作用も有意であった ($F [1.5, 24.7] = 10.7, p < .01, \eta_p^2 = .40$)。そこで、単純主効果検定を行ったところ、正解時は、呈示時間 51ms, 68ms, 及び 85ms 条件の 3 条件の確信度と比較して、呈示時間 17ms 条件及び 34ms 条件の確信度が有意に低く ($p < .01$)、51ms 条件以降の 3 条件においては、呈示時間の増加に伴って確信度が有意に増加していた ($p < .01$)。一方、不正解時は、呈示時間 17ms, 34ms, 及び 51ms 条件の確信度と比較して、呈示時間 68ms 条件及び 85ms 条件の確信度が有意に増加し ($p < .01$)、85ms 条件の確信度は 68ms 条件の確信度と比較して有意に増加していた ($p < .01$)。また、呈示時間 51ms, 68ms, 85ms 条件の 3 条件では、正解時の確信度が不正解時よりも有意に高い ($p < .01$) ことが示された一方で、呈示時間 17ms, 34ms 条件では、正解時と不正解時の確信度に有意な差は認められなかった。

図 10 は、各呈示時間条件における群ごとの正答率を示したものである。2 要因分散分析の結果、呈示時間の主効果のみが有意であった ($F [4, 108] = 127.06, p < .01, \eta_p^2 = .83$)。そこで多重比較を行ったところ、呈示時間 17ms 条件と比較して呈示時間 34ms, 51ms, 68ms 及び 85ms 条件の正答率が有意に高くなるといったように、全ての呈示時間の組み合わせにおいて、呈示時間が長いほど有意に正答率が高いことが明らかとなった ($p < .01$)。一方で、群に関わる主効果および交互作用は認められなかった。次に、正答率に関してチャンスレベルである 25%との有意差検定を行ったところ (図 10)、17ms 条件では、意思決定能力の高低に関わらず全ての群において、チャンスレベルを有意に超える結果は得られなかった。一方で、34ms 条件では、高群 ($t [9] = 13.9, p < .01, d = 6.21$) 及び中群 ($t [9] = 3.14, p < .05, d = 1.41$) において、51ms 条件以降に関しては全ての群においてチャンスレベルを有意に超える結果となった [51ms 高群 ($t [9] = 9.07, p < .01, d = 4.07$), 中群 ($t [9] = 5.14, p < .01, d = 2.3$), 低群 ($t [9] = 3.81, p < .01, d = 1.71$), 68ms 高群 ($t [9] = 11.2, p < .01, d = 5.0$), 中群 ($t [9] = 10.6, p < .01, d = 4.74$), 低群 ($t [9] = 9.64, p < .01, d = 4.31$), 85ms 高群 ($t [9] = 17.2, p < .01, d = 7.69$), 中群 ($t [9] = 20.6, p < .01, d = 9.21$), 低群 ($t [9] = 17.9, p < .01, d = 8.0$)].

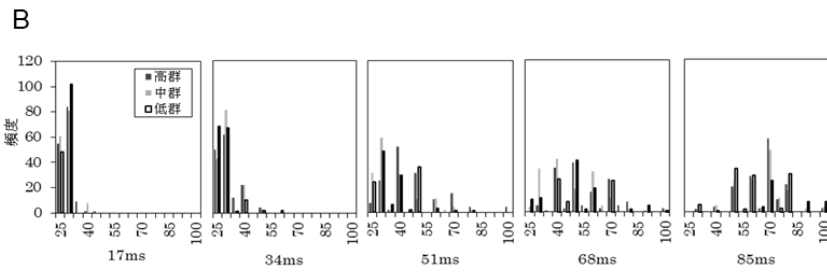
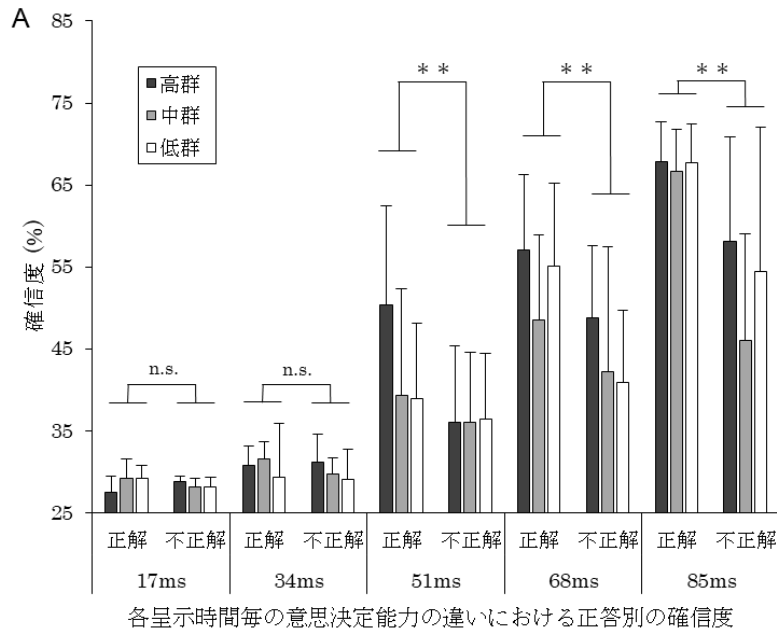


図9 各呈示時間における回答時の参加者の意識の程度

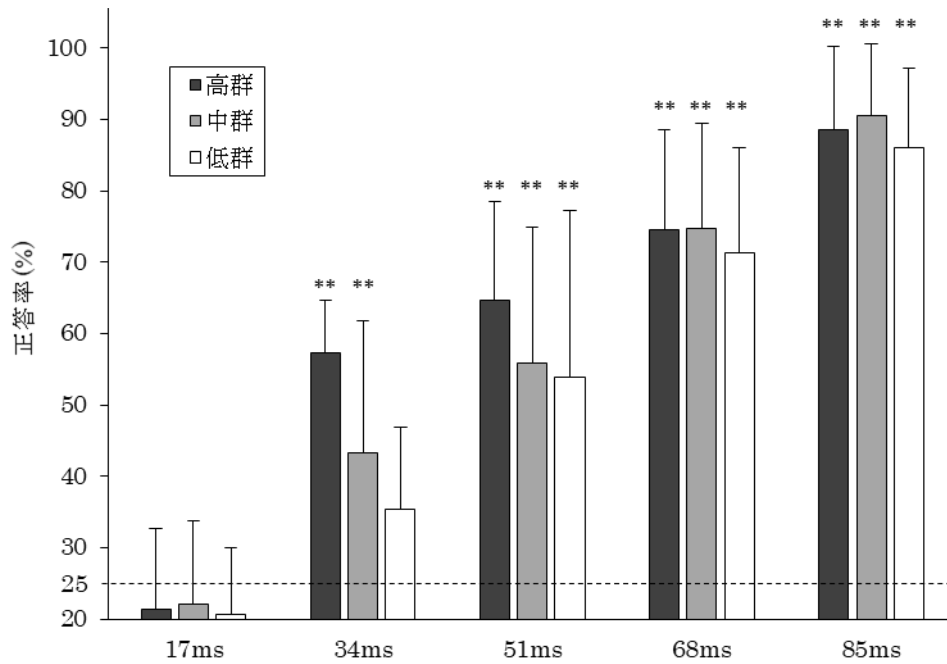


図10 各呈示時間における意思決定能力別の正答率

第4項 考察

第1節の研究目的は、サッカー選手における潜在的なパターン知覚の精度が意思決定能力の高低によって異なるのかについて明らかにすることであった。そのため、逆向マスクング法を用いてサッカーの意思決定場面における3対3場面を呈示し、サッカー選手における潜在的パターン知覚の精度が意思決定能力の高低によって異なるのかを検討した。

確信度に関する主な結果として、51 ms 条件以降では、17 ms, 34 ms 条件と比較して有意に高い確信度が報告され、正解時の確信度が不正解時よりも有意に高いことが示された一方で、17 ms, 34 ms 条件では正解時と不正解時の確信度に有意な差は認められなかった。確信度の解釈を示した Jackson and Mogan (2007) に従うと、本実験の結果は、意思決定能力の高低に関わらず、参加者は呈示時間 17ms, 34ms 条件で呈示されたサッカー3対3の攻撃場面の刺激を顕在的に知覚できなかったことを示していると考えられる。実際に、これらの呈示時間条件での確信度は、平均で30%程度であり、多くの回答が確信度25%の「全くわからない」であった。また、図9に示した各群の確信度の分布において、17msと34ms条件では30%付近に確信度が集中しており、群間で傾向は同じであった。このことから、群に関わらず、参加者は17msと34ms条件で呈示された刺激を顕在的に知覚できなかったと考えられる。

正答率に関する主な結果として、群に関わる主効果および交互作用が認められなかったものの、呈示時間34ms条件では、高群と中群においてのみチャンスレベルより有意に高い値となった。確信度の結果を考慮すると、呈示時間34msで刺激を呈示した場合、全群の参加者は標的刺激を顕在的に知覚できていなかったことから(図9)、高群と中群の参加者は、顕在的には刺激を知覚できなかったにもかかわらず、適切にフリーな選手の位置を回答することができたといえる。すなわち、意思決定能力に優れた選手ほど、潜在的なパターン知覚の精度に優れることが示唆された。一方で、呈示時間17ms条件で刺激が呈示された場合には、意思決定能力の違いに関わらずフリーな選手の位置は知覚できなかった。また、呈示時間51ms以上の場合は、確信度が高いため、顕在的にフリーな選手の位置の知覚が行われていたと考えられる。よって、少なくとも本研究のようなスポーツに関する刺激を用いた場合でも、先行研究と同様に(e.g., James, 2004; Klotz and Neumann, 1999)、およそ30ms呈示の短時間の刺激呈示とマスク刺激を使用することで、サッカー選手の潜在的なパターン知覚の精度を評価できると考えられる。

第2節 潜在的な知覚情報の意思決定への影響（ボタン押し課題）

第1節では、逆向マスクング課題を使って、意思決定能力の高いサッカー選手ほど潜在的パターン知覚に優れることを明らかにした。一方で、この結果は、あくまで意思決定能力の高いサッカー選手が潜在的に正しくパターン情報を知覚できる程度を示しているだけであり、潜在的に知覚されたパターン情報を意思決定に活用しているかは不明である。そこで第2節では、潜在的な知覚情報が後の意思決定に影響を与えるのかについて検討を行った。

第1項 目的

第1節では、サッカー選手における潜在的なパターン知覚の精度が意思決定能力の高低によって異なるのかについて検討を行った。結果として、意思決定能力に優れる選手ほど、潜在的なパターン知覚の精度が高いことが示された。一方で、これらの結果はあくまで潜在的に正しく知覚できる程度を示しているだけで、潜在的に知覚されたパターン情報を意思決定に活用しているかは不明である。サッカーの最終的な意思決定は、周囲の状況から知覚した事前情報に基づいて行われる。特に、味方や相手選手の位置関係が示す戦術的に意味のあるパターン情報は、収集した選手の位置情報に基づいて次に起こり得るプレーを読むことやプレーを決定することと関係すると考えられることから (Didierjean and Marmèche, 2005; van Maarseveen et al., 2015)、意思決定に先立って潜在的に知覚されたパターン情報は、最終的な意思決定に影響を及ぼすものと思われる。

意思決定の熟達と潜在的なパターン知覚の関係を直接示すものではないが、スポーツ場面における意思決定が潜在的な知覚を基に行われている可能性 (Masters et al., 2007) や、意識に上がらない情報を利用して対戦相手の行為を予測する可能性 (田中・関矢, 2010) が示されており、瞬間的な意思決定は、潜在的に知覚される情報に支えられていると考えられる (樋口, 2006)。また、適切な運動遂行に必要な視線行動が意識的に認識しているものと必ずしも一致していないことなど (Koedijker and Mann, 2015)、スポーツの優れたパフォーマンス発揮における潜在的な知覚情報の関与が示唆されている。事実、スポーツ場面において、「身体が勝手に動いた」のように選手自身がプレーの決定に至った経緯を説明できない事例が存在することは (日本経済新聞, 2016)、顕在的に知覚していない情報が知覚処理され、意思決定へ活用されることを示唆する現象であると考えられる。

そこで、第2節では、潜在的に知覚されたパターン情報が後の意思決定に影響を与えるのか、そうであれば意思決定能力の高低によってその影響は異なるのかについて検討することを目的とした。

この目的を達成するために、チェスを対象にした Kiesel et al. (2009) の閾下プライミング課題を参考に、短時間の先行刺激呈示によって与えられる潜在的な知覚情報が、後続する標的刺激に対する選択反応に影響を及ぼすかを検討した。Kiesel et al. (2009) は、閾下プライミング法を用いて、チェスの熟練選手と未熟練選手を対象に、顕在的には知覚できないレベルで呈示されたチェスのパターン情報が、後の顕在的なパターン情報の知覚に及ぼす影響を調査している。この研究では、標的刺激として呈示されたチェス場面がキングをチェックできる状況か否かを素早くボタン押しにて回答することを参加者に求めた。この際、標的刺激の前に、標的刺激とは異なるチェス場面（先行刺激）をチェック構成と非チェック構成の2条件で瞬間呈示し（20ms）、直後にマスク刺激を呈示した（閾下プライミング課題）。この操作によって、先行刺激に対する参加者の顕在的な知覚は抑制される（Ansorge et al., 2007）。結果として、顕在的に知覚できない先行刺激の状況（例えば、チェックできる状況）が標的刺激の状況と異なる場合（例えば、チェックできない状況）のみ、標的刺激への反応が遅延した。またこの遅延は、熟練チェス選手のみで示され、未熟練チェス選手では観測されなかった。さらに、構造化されていないチェスの場面を呈示した場合には、上述のような熟練チェス選手のプライミング効果は観測されなかった。これらの結果は、熟練チェス選手だけがチェス固有の構造化された構成に対して潜在的にパターン情報の知覚が可能であることを示している（同様に、Nakatani and Yamaguchi, 2014）。

これに基づき本研究では、先行刺激と標的刺激のフリーな選手の位置の情報を含むパターンが同じである一致条件と、フリーな選手の位置の情報を含むパターンが異なる不一致条件の2条件で刺激を呈示し、参加者に標的刺激のフリーな選手の位置に対応するボタンを押すことを求めた。Kiesel et al. (2009) の研究に従えば、この課題では、意識にのぼらない先行刺激が知覚処理された場合、後続刺激に対する反応は一致条件で促進し、不一致条件で遅延すると考えられる。そのため、潜在的に知覚した情報を後の意思決定に活用しているのであれば、一致条件と不一致条件の反応時間の差分値が増大すると考えられる。さらに、意思決定能力の優劣に潜在的なパターン知覚が関係しているのであれば、意思決定能力の高い選手ほど反応時間の差分値が増大すると予想される。

第2項 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は、第1節と同様の大学サッカー選手30名とした。参加者の群分けは、第1節と同様であった。

2.2 実験課題

第2節の目的は、潜在的な知覚情報が意思決定プロセスに影響を及ぼすのか、そうであれば意思決定能力の高低でその影響は異なるのかを明らかにすることである。そのため、実験課題として、閾下プライミング課題 (e.g., Dehaene et al., 1998; Kiesel et al., 2009) を用いた (図 11)。本研究の閾下プライミング課題では、参加者は、第1節で使用した静止画像 (標的刺激) のフリーな選手の位置に基づいて、選択ボタン押し反応で回答することが求められた。この場合、標的刺激はボタン押し反応が行われるまで呈示したため、参加者は顕在的な意思決定プロセスを経て反応を選択することになる。さらに、この長時間呈示される標的刺激の前に、先行刺激を短時間呈示した。先行刺激は、標的刺激と同じ位置の選手がフリーな一致条件、異なる位置の選手がフリーな不一致条件で呈示した。先行刺激の呈示時間は、第1節の結果に基づいて、顕在的なパターン知覚も潜在的なパターン知覚も行われていなかった 17ms、潜在的なパターン知覚が行われていた 34ms、全ての群で十分に顕在的なパターン知覚が行われていた 85ms の3種類とした。先行刺激の後には、第1節と同様の方法でマスク刺激を呈示した。標的刺激および先行刺激には、第1節の課題と同様に、フリーな選手の位置条件として、左、中、右、フリー無しの状況が含まれていた。実験課題の刺激系列は、2000ms の予告刺激、各呈示時間条件での先行刺激、100ms のマスク刺激、標的刺激であった。標的刺激は、参加者がボタンを押して回答した瞬間に消失させた。これらの実験課題の作成および刺激呈示には、心理学実験設計ソフト (IBS 社製, E-prime2.0) を用いた。実験参加者への刺激呈示は、25.5 インチのモニター (Samsung 社製, T260) を使用し、リフレッシュレートは 60Hz であった。また、モニターと参加者の距離は 60cm であった。

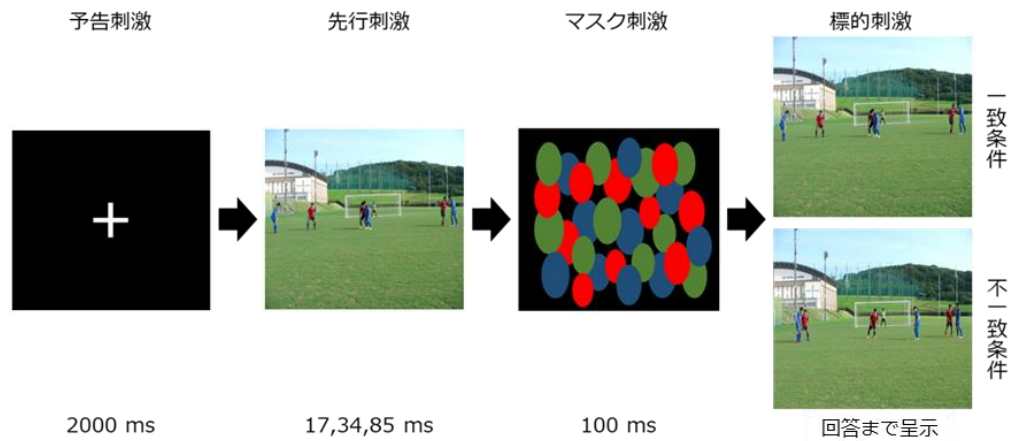


図 11 本研究で用いた閾下プライミング課題

2.3 実験手続き

実験手続きは閾下プライミング課題を用いた先行研究を参考に決定し、実施した (Kiesel et al., 2009; 野村ほか, 2002)。まず、閾下プライミングを用いた課題に先立ち、課題に関する十分な説明を行った。その後、2000ms の標的刺激を用いた練習試行を 5 試行実施した。練習試行では第 1 節と同様に、本番試行では用いないサッカー 3 対 3 場面の画像を使用し、呈示時間を長くすることで実験の流れを理解させた。本番試行は先行刺激の各呈示時間条件での 30 試行を 1 セットとし、ランダムな順序で 3 セット (17, 34, 85ms 条件) 行った (合計 90 試行)。セット間には 1 分間ほどの休憩を設けた。30 試行には、先行刺激と標的刺激に同じパターン情報が含まれる一致条件と、先行刺激と標的刺激に異なるパターン情報が含まれる不一致条件が、それぞれ 15 試行ずつ含まれていた。実験参加者には標的刺激が現れてからできるだけ素早く正確に 4 つのボタン (Technowave 社製, KB-IOPAD4) の中から標的刺激のフリーな選手の位置に対応するボタンを押して回答するよう教示した。ボタンの配置は左から順に「左」、「中」、「右」、「無」であった。また、1 試行中に 3 対 3 場面が 2 度呈示されることを強調して伝え、2 度目に呈示された 3 対 3 場面に対して反応するよう求めた。これは、第 1 節の位置判断課題を行った実験参加者が反応の対象とする 3 対 3 場面を間違えることを防ぐことが目的であった。

2.4 測定項目および統計処理

標的刺激からボタン押し反応までの時間を反応時間として測定した。また、先行する知覚情報の意思決定反応への影響の程度を評価するために、不一致条件における反応時間か

ら一致条件における反応時間を減算し、反応時間の差分を求めた。標的刺激に対する反応時間は、標的刺激のフリーな選手位置が先行刺激と一致する場合には促進され、不一致の場合には処理変更が求められることから遅延する。よって、この課題における標的刺激の反応時間は、意識にのぼらない先行刺激が知覚されているかによって変動すると考えられる。つまり、一致条件と不一致条件の反応時間の差分を算出することで、先行刺激が標的刺激の処理（意思決定）に影響を与えた程度を表すことができると考えられる。なお、一致・不一致条件共に、標的刺激に対して正確にボタン押し反応が行われていた試行の反応時間のみを分析の対象とした。各群における正答率は、高群 93.4%、中群 95.8%、低群 94.4%であり、統計的な有意差は認められなかった。また、全ての反応時間において、130ms 以下の尚早反応や平均 $\pm 3SD$ 以上の外れ値は認められなかった。潜在的に知覚された情報が後の意思決定に与える影響について、その影響度が意思決定能力の高低によって異なるかを検討するために、反応時間の差分に関して、群 (3) \times 先行刺激の呈示時間 (3) の 2 要因分散分析を行った。主効果の検定には Bonferroni 法を用い、交互作用があった場合には単純主効果の検定を行った。なお、統計解析には統計解析ソフト (SPSS 社製, SPSS for Windows ver.22) を用い、有意水準を 5%未満とした。なお、自由度の調整には Greenhouse-Geisser の値を用いた。

第 3 項 結果

図 12 は、各群における先行刺激の呈示時間ごとの反応時間の差分を示したものである。群 (3) \times 呈示時間 (3) の 2 要因分散分析を行った結果、呈示時間条件の有意な主効果 ($F [1.55, 42.0] = 11.6, p < .01, \eta^2 = .30$) が示された。また、交互作用についても有意であり ($F [3.11, 42.0] = 3.81, p < .05, \eta^2 = .22$)、単純主効果検定の結果、高群では 17ms に対して 34ms 及び 85ms の反応時間の差分が有意に増加しており ($p < .01$)、中群では 17ms に対して 85ms の差分が有意に増加していることが明らかとなった ($p < .01$)。一方、低群では、反応時間の差分に呈示時間条件による差異は認められなかった。なお、各呈示時間条件における反応時間の差分に関して、群の違いによる差は認められなかった。

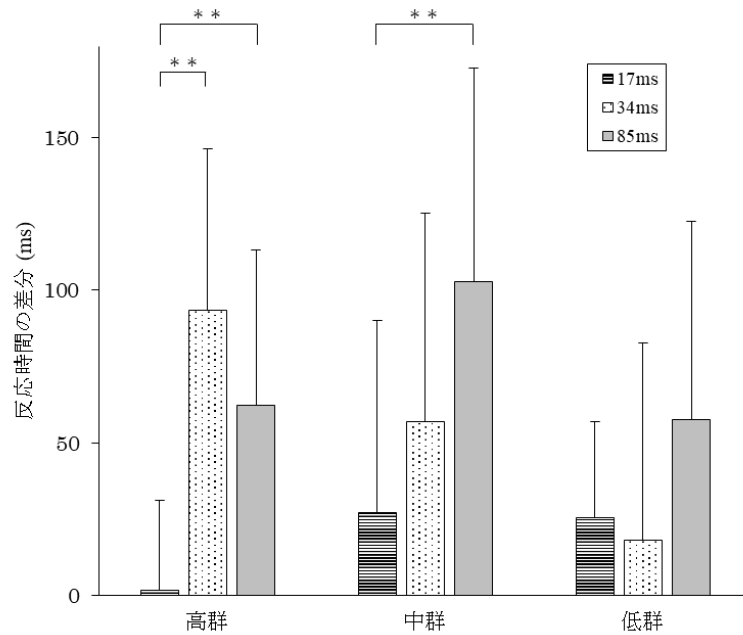


図 12 先行刺激の知覚が意思決定へ影響を与えた程度

第 4 項 考察

第 2 節では、知覚した周囲の状況に関する事前情報に基づいて最終的な意思決定を行うというサッカーの特性から、閾下プライミング課題を用いて、顕在レベルおよび潜在レベルで呈示される先行刺激 (17ms, 34ms, 85ms) が、顕在レベルで処理される標的刺激 (一致・不一致) に対する意思決定 (反応時間) に与える影響を検討した。

先行研究では、顕在的に知覚できない刺激が適切に処理されるだけではなく、後の運動反応にも影響を与えることが示されている。例えば、高井ほか (2000) は、MacIntyre and McComas (1996) の研究をもとに、顕在的には知覚されない刺激が素早い運動反応を誘発することを報告している。この結果は運動反応に深く関わる体性感覚や皮膚感覚を対象としているが、本研究で用いたような視覚刺激を対象とした研究においても同様の結果が示されている (Taylor and McCloskey, 1996)。よって、本研究においても潜在的に知覚されたパターン情報が後の意思決定に影響を及ぼす場合、反応時間の差分が変化するものと考えられる。

本研究で先行刺激として呈示した刺激は、第 1 節の結果に基づいて、顕在的な知覚も潜在的な知覚も行われない 17ms 条件、顕在的な知覚は行われないが潜在的な知覚は行われる 34ms 条件、顕在的な知覚が行われる 85ms 条件の 3 条件であった。つまり、群内において顕在的にも潜在的にも知覚が行われず意思決定への影響がない 17ms 条件との差分を比

較することで、先行刺激が意思決定に及ぼす影響度の差異を評価できると考えられる。分析の結果、17ms 条件に比べ、中群では 85ms 条件で反応時間の差分が増大し、高群では 34ms 条件と 85ms 条件で反応時間の差分が増大した。つまり、中群では顕在的に知覚した情報 (85ms) が後の意思決定に関わる処理に影響し、高群では、顕在的に知覚した情報 (85ms) だけではなく、潜在的に知覚した情報 (34ms) も後の意思決定に関わる処理に影響したということである。低群では先行刺激の影響が認められなかったこと、中群は第 1 節の 34ms 条件でチャンスレベル以上の正答率を示したこと (すなわち、潜在的な知覚は可能であったこと) を考慮すると、サッカー選手は優れた意思決定を実現するために事前情報を活用するが、潜在的に知覚した情報に関しては、意思決定能力が高い者においてのみ利用されることが示唆された。

第 5 項 第 1 節および第 2 節のまとめ

第 1 節では、逆向マスクング法を用いてサッカーの意思決定場面における 3 対 3 場面を呈示し、サッカー選手における潜在的なパターン知覚の精度が意思決定能力の高低によって異なるのかを検討した。主要な結果として、意思決定能力の高低に関わらず、参加者は 17 ms と 34 ms 条件で呈示された刺激を顕在的に知覚できないことが明らかとなった (図 9A と B)。一方、正答率に関しては、呈示時間 34 ms 条件において、高群と中群でチャンスレベルを有意に上回る結果が得られた (図 10)。これらの結果は、意思決定能力に優れた選手は、顕在的に知覚できない情報であったとしても、潜在的なレベルで正しく知覚できていることを示す。

第 2 節では、知覚した周囲の状況に関する事前情報に基づいて最終的な意思決定を行うというサッカーの特性から、閾下プライミング課題を用いて、顕在レベルおよび潜在レベルで呈示される先行刺激 (17 ms, 34 ms, 85 ms) が、顕在レベルで処理される標的刺激 (一致・不一致) に対する意思決定 (反応時間) に与える影響を検討した。その結果、顕在レベルで先行刺激を呈示した場合 (85 ms 条件)、意思決定能力高群・中群では後続刺激に対する意思決定に影響を及ぼしたが、潜在レベルで先行刺激を呈示した場合 (34 ms 条件)、意思決定能力が最も高いと評価された高群においてのみ影響が認められた (図 11)。つまり、サッカー選手は優れた意思決定を実現するために事前情報を活用するが、潜在的に知覚した情報に関しては、意思決定能力が高い者においてのみ利用されることが示唆された。

これら 2 つの実験結果は、サッカー選手の意思決定に関わる選手同士の空間配置のパタ

ーン知覚 (North et al., 2017; Ward and Williams, 2003; Williams and Davids, 1995; Williams et al., 2006, 2012) が, 意思決定の二重プロセス理論 (e.g., Evans, 2003, 2008; Evans and Stanovich, 2013; Osman, 2004) で示されるように, 顕在的・潜在的知覚処理の両方で行われる可能性を示唆する。また, これまで, スポーツの知覚-運動制御研究において, 潜在的な処理プロセスの関与が多く示唆されてきたが (e.g., 樋口, 2006; Kibele, 2006; Masters et al., 2007; 田中・関矢, 2010), 本研究で得られた結果はこれらの主張を支持するものと思われる。

上述のように, 本研究では行動レベルとして意思決定能力の高い者が潜在的なパターン知覚に優れている可能性が示されたが, なぜこのような現象が生じるかについての心理メカニズムには, いくつかの仮説が考えられる。1 つ目は, 熟練度による領域固有の知識基盤の差である。緒言でも述べた通り, 熟練者の瞬時かつ正確なパターン知覚は, 構造化された長期記憶に基づくチャンク化に支えられていると考えられている (Williams et al., 1993; Williams and Davids, 1995)。これらの顕在的なパターン知覚を扱ったスポーツの研究に加え, 潜在的なパターン知覚を扱ったチェスの研究でも領域固有の知識基盤が影響を与える可能性が指摘されている。Kiesel et al. (2009) は, チェス選手を対象に, ゲーム場面を想定したチェス画像 (構造化場面) とゲーム場面に無関係なチェス画像 (非構造化場面) を逆向マスク法を使って呈示した場合, 構造化場面においてのみ潜在的な知覚に熟達差が認められたと報告している。このことから, 熟練選手が戦術的な知識基盤を基に駒同士の配置関係が示すパターンをチャンク化することで, 潜在的なパターン知覚を実現していると述べている。また, 数字の大きさを判断する課題 (Dehaene et al., 1998) や, 単語の分類課題 (Klauer et al., 2007) などでも類似した結果が認められており, 知識基盤が潜在的な知覚に関与していると考えられている。このように, 領域固有の経験によって獲得された知識基盤が潜在的な知覚処理を行う上でも重要な役割を果たすと考えられる。サッカーでは, チェスと同様に, 選手の配置関係から戦術的なパターンを知覚することが求められる。また, 先行研究において, サッカーの熟練選手は未熟練者に比べて領域固有の知識量が豊富であることが示されている (e.g., García-López et al., 2010; 夏原ほか, 2012)。つまり, これらの知見に基づけば, 本研究で示されたサッカー選手における潜在的なパターン知覚の精度の差は, 長年の経験によって獲得された領域固有の知識基盤の差に起因していると考えられる。

一方で, 上述した知識基盤の差だけが第 1 節および第 2 節で認められた潜在的なパター

ン知覚の群間の差につながったとは考えにくい (see, Evans et al., 2012). 本研究の実験課題では、サッカーの戦術的要素が含まれる最小単位である 3 対 3 場面 (Dokter, 1993) という局所的な選手の配置情報を用いたことから複雑な知識は不要であり、参加者の競技経験を考えると群間の知識基盤の差は大きくないと考えられる (e.g., García-López et al., 2010; 夏原ほか, 2012). さらに、仮に知識基盤の差によってのみ説明できるのであれば、第 1 節で同程度のパターン知覚精度を示した高群と中群は、第 2 節においても同程度の影響を受けるはずである。従って、知識基盤以外の要因が潜在的パターン知覚の実現に影響を与えた可能性が考えられる。

2 つ目の可能性として、意思決定に至るプロセスにおいて、意思決定能力の高いサッカー選手が直観的な方略を発達させている可能性である。直観的 (intuition) とは、顕在的な処理を介さず概念情報を理解することであり (Nakatani and Yamaguchi, 2014)、意思決定に関わる複数の情報を素早く統合する潜在的な方略を指す (Isenman, 1997). アマチュア棋士とは異なり、直観的な盤面理解と意思決定が可能なプロ棋士は、盤面呈示から 0.7 秒後に出現する頭頂部の脳波に加え、わずか 0.2 秒後に構造的・非構造的な配置に共通して観察される側頭部の脳波、および構造化された駒配置に対してのみに観察される前頭部の特異的な脳波が示される (アマチュアではより遅い時間で出現) (Nakatani and Yamaguchi, 2014). これらから、プロ棋士は、局面を構成する個々の要素を側頭部で、局面全体の意味解釈を前頭部で並列的に素早く処理し、それらの情報を頭頂部の楔前部で統合して (Wan et al., 2011)、局面全体を直観的に理解し意思決定を行うと提案されている。また、Dittrich (1999) は、パターン情報の処理段階として、駒の位置関係などの情報を抽出する段階 (低次な処理段階) と、抽出した情報を長期記憶と照らし合わせる段階 (高次な処理段階) の 2 つの処理段階の存在を提唱している (インタラクティブ符号化モデル: interactive encoding model). 直観的な方略が複数の情報を素早く潜在的かつ並列的に統合する方略であること (Isenman, 1997; Bestch, 2008) に従えば、パターン知覚は、熟達に伴って直観的な方略に変容すると考えられ、個々の要素を抽出する処理と意味解釈を行う処理が並列に行われることで実現されていると考えられる。これに加え、このような直観的な理解は潜在的な知覚情報に誘発されているものと考えられている (Boy et al., 2010; Kibele, 2006; Ulrich and Kiefer, 2016; van Gaal et al., 2011). よって、比較的広範囲の配置関係を対象としたもの (e.g., Chase and Simon, 1973; Williams et al., 2006) とは異なり、本研究のような知識基盤の影響が小さい状況で認められた群間の差は、パターン情報を直観的に理解する際に並列的に行わ

れる処理のうち、知識基盤に基づいて局面全体を理解する高次な処理能力の優劣ではなく、局面を構成する個々の要素を理解する低次な処理能力の優劣が反映された結果であると考えられる。また、本研究の結果では、高群と中群の間に潜在知覚の精度では同程度であったが（第1節）、後続する意思決定への影響は高群の方が強かった（第2節）。このことから考えると、意思決定能力の良否は、潜在的なパターン知覚ができるかどうかよりも、潜在的に知覚されたパターン情報をどう活用するかに差があったものと推測される。

また、上述の可能性に加え、環境情報の情動的な処理の関与も想定される。本研究では、意思決定能力の高い者は、潜在的なパターン知覚処理に優れていることを示した。この潜在的な知覚処理は、情動喚起刺激によって生じることが示されている（Liddell et al., 2004; Murphy and Zajonc, 1993）。本研究で用いたサッカー3対3場面の刺激は背景にゴールを含む攻撃場面であった。ゴール前局面のフリーな選手は、得点機会に直結する意味を持つことから、「チャンス」や「ピンチ」などの情動が喚起されやすいと考えられる。つまり、本研究で優れた潜在的なパターン知覚を示した参加者は、本研究で用いたゴール前局面の選手配置を、単なるフリーな選手としてではなく、「チャンス」や「ピンチ」などの価値情報として情動レベルで解釈していた可能性が考えられる。実際、近年ではスポーツにおける知覚認知技能や意思決定が情動と関連している可能性が指摘されている（Laborde et al., 2010）。情動喚起刺激の処理経路に関して LeDoux (1994) は、刺激が視床から扁桃体へ到達するまでに、大脳皮質を経由しない直接経路と、大脳皮質を経由する間接経路の存在を示し、潜在的な処理経路である直接経路は、顕在的な処理経路である間接経路と比較して情報伝達速度が速いことを指摘している。また、膝状体外視覚系は、非常に短時間（30-40ms）で呈示した表情写真に応答することや（Morris et al., 1999）、第一次視覚野を損傷した患者に恐怖刺激を呈示すると、膝状体外系を反映する経路（上丘－視床枕－扁桃体）が活動すること（Morris et al., 2001）などから、膝状体外視覚系が視覚野を経由し顕在的な知覚処理を行う膝状体視覚系をバイパスする素早い情報処理に関与していると考えられている。これらのことから、意思決定能力に優れたサッカー選手は、ゴール前局面の選手配置が示す価値を「チャンス」や「ピンチ」などの情動レベルで解釈することで潜在的に素早い情報処理を行い、潜在的知覚能力に基づいた迅速な意思決定を実現している可能性が考えられる。

以上のように、ここまでサッカー選手における潜在的なパターン知覚の精度が意思決定能力の高低によって異なるのか、また、潜在的な知覚情報が後の意思決定に影響するのか

について検討した。その結果、意思決定能力の高い者は低い者と比較して、潜在的なパターン知覚能力に優れており、潜在的に知覚したパターン情報を後の意思決定へ活用している可能性が示唆された。すなわち、本研究から、サッカー選手の意思決定が、意思決定の二重プロセス理論 (e.g., Evans, 2003, 2008; Evans and Stanovich, 2013; Osman, 2004) で提唱されているように、顕在的な処理プロセスと潜在的な処理プロセスの2つの処理プロセスによって成り立つことが示唆され、意思決定能力の高いサッカー選手の意思決定が、潜在的な処理プロセスの影響を強く受けていることが明らかとなった。意思決定能力の高い者が潜在的なパターン知覚の精度に優れ、さらに潜在的に知覚された情報がその後の意思決定に影響するという行動レベルの現象がなぜ生じるかについては、これまで述べてきたようにいくつかの仮説が考えられる。これらを検証するためには、脳波などの生理指標を用いることや、情動処理の影響を調べるのであれば、選手配置を同一のままとし、ゴールを含む状況と含まない状況での潜在的パターン知覚の精度を比較し、意思決定への影響を検討するなど様々な環境下における行動レベルの検証が必要であると考えられる。

また、本研究では、潜在的な知覚情報が後の意思決定に与える影響を検討するため、手元のボタン押しによって反応時間を測定した。しかしながら、Mann et al. (2010) は、熟練選手と未熟練選手のパフォーマンスの熟達差は、より実際の運動反応に近い状況において出現することを示し、熟練選手の知覚認知スキルを本質的に捉えるためには、実環境でのプレー動作に近い運動課題を用いることの重要性を述べている。よって、Vaeyens et al. (2007a, b) や夏原ほか (2015) に倣い、サッカーの実環境に近い状況と反応方略を用いることで、潜在的な情報の知覚精度とサッカーの意思決定能力との関連をより詳細に検討できると思われる。さらに、本研究では指導者ライセンスを有するサッカー指導者により、実験参加者の現場レベルでの意思決定能力を評価し、その順位をもとに意思決定能力の群分けを行った。しかし、この方法では、意思決定能力の評価基準が指導者によって異なることが問題点として挙げられる。そのため、Vaeyens et al. (2007b) のように、意思決定テストの得点に基づいた群分けを行うことが有効であると考えられる。よって、参加者の意思決定能力を適切に評価するために、現場レベルでの意思決定能力を適切に測定できる課題の作成が望まれる。

第3節 サッカーにおける意思決定能力テストの作成および評価

第2節までは、指導者によって評価された意思決定能力に基づいて参加者の群分けを行い、意思決定能力に優れた選手ほど潜在的パターン知覚に優れ、潜在的な知覚情報を後の意思決定に活用していることを示してきた。しかしながら、サッカー選手の優れた意思決定や、その実現に寄与する知覚認知技能を適切に捉えるためには、参加者間の熟達差を同様の基準で評価できる課題（意思決定テスト）を用いる必要性が指摘されている（e.g., Vaeyens et al., 2007）。そこで第3節では、サッカー選手の意思決定能力を客観的かつ適切に評価できる意思決定テストを作成し、テスト評価が意思決定能力の良否の区別に有効であるかについて検討を行った。

第1項 目的

第1章でも述べたように、熟練選手は未熟練選手と比較して優れた意思決定能力を有していることが示されており（Williams et al., 2002）、優れた意思決定の実現に寄与する要因について、パターン知覚（e.g., Williams et al., 2006; Gorman et al., 2012）や、視覚探索行動（e.g., Helsen and Starkes, 1999; Vaeyens et al., 2007）などの様々な観点から検討が行われてきた。重要な点として、これらの研究は、参加者の競技レベル（例えば、国際レベル vs. 国内レベル）に基づいて群分けを行い、意思決定能力の優劣やその優劣を規定する知覚認知技能の熟達差に関する検討が行われている。

一方で、さまざまな競技レベルのサッカー選手（国際レベルから地方レベル）とサッカー未経験者を対象に、競技レベルに基づいて群分けを行い、意思決定能力の優劣を規定する視覚探索行動の熟達差を検討した Vaeyens et al. (2007) では、視覚探索方略に関して群間に一定の熟達差が示されたものの、予想に反して、競技レベルを反映するほどの明確な群間差は確認されなかったと報告している。この結果から、参加者の競技レベルに基づく群分けが、対象となる特定の能力（意思決定能力の優劣）を正確に反映しておらず、そのために、知覚認知技能（視覚探索方略）の熟達差が、優れた意思決定の実現に寄与しているかどうかの適切な評価を妨げている可能性を指摘している。従って、知覚認知技能を評価する際に参加者の群分けを行うには、対象とするパフォーマンス（例えば、意思決定）を同じ基準で評価できるタスク内基準を使用する有効性が指摘されている（e.g., Savelsbergh

and Whiting, 1988; Savelsbergh et al., 2005; Vaeyens et al., 2007b; Williams and Ericsson, 2005).

例えば、予測を実現する知覚認知技能を調査した Savelsbergh et al. (2005) は、ペナルティキックの方向を正しく予測したゴールキーパーとできなかったゴールキーパーのグループ間で、視覚的探索戦略の違いを検討している。その結果、予測に成功した選手は成功していない選手に比べて、軸足に対する注視時間が長かった。このようなタスク内基準（ここでは予測能力）の使用は、明確にパフォーマンスと知覚認知技能の関係を検証できるといえる（同様に、Vaeyens et al., 2007b）。つまり、選手の競技レベルに基づく群分けは、指導者の主観や選手の身体的な要素が含まれ、中枢機能である意思決定能力を適切に反映できていない可能性が考えられる一方で、テストによって評価された意思決定能力（タスク内基準）に基づく群分けは、上述のような問題点を排除できることに加え、参加者の意思決定能力の定量的な評価を可能にし、サッカー選手の優れた意思決定を媒介するメカニズムの詳細な検討につながるものと考えられる。

そこで本研究では、サッカー選手の意思決定能力を適切に評価できる意思決定テストを作成することを目的とした。具体的には、Vaeyens et al. (2007b) を参考に意思決定テストを作成し、大学サッカー選手を対象に実施した。また、テストで評価された意思決定能力と指導者によって評価された意思決定能力の相関を検討することで、本研究において作成した意思決定テストの妥当性を確認した。

第2項 方法

2.1 実験参加者

本研究では、大学サッカー部に所属し、長期的な競技経験（競技歴 13.4 ± 2.3 年）を有する大学サッカー選手 30 名（年齢 20.9 ± 1.2 年）を実験参加者とした。参加者の競技レベルは、高校または大学時代に全国大会に出場した経験がある全国レベルから、全国大会などの高いレベルでの競技経験が無く、主に地域リーグや県内リーグでプレーする地域レベルまで様々であった。また、日本サッカー協会公認の指導者ライセンスを有し、定期的に選手を指導する 3 名の指導者により、すべての実験参加者を現場レベルでの意思決定能力に基づいて 1 位から 30 位までランク付けした。この際、指導者には身体的要素や運動能力を考慮事項から除外し、選手の意思決定能力のみに焦点を当てることを強調した。最終的に、3 名の指導者による評価順位を合計し、順位得点を算出した（得点が低いほど、意思決定能力が高い）。全ての実験参加者は、正常な視機能を有しており、実験遂行上の問題は確

認められなかった。実験の実施前に、鹿屋体育大学倫理委員会において承認された実験手続きの詳細および個人情報の保護について説明し、実験参加の同意を得た。

2.2 実験課題

意思決定テストは、先行研究 (Vaeyens et al., 2007a,b) に基づいて作成された。実験参加者は、ペナルティエリア付近における攻撃場面の映像を観察し、その状況でボール保持者が次に選択すべきプレー (例えば、左側の味方選手にパスを出す) を迅速かつ正確に決定することが求められた。攻撃場面の映像は、熟練大学サッカー選手に目的とする攻撃場面について詳細な指示を与えた上でプレーしてもらい、その様子をサッカーフィールドの中心から 3 m 後方の高所 (地上約 2.3 m) から撮影した (図 13 を参照)。その理由は、選手目線からの撮影では、広角レンズを用いても視野角が制限されることや、5 人以上の選手を含んだプレー状況の撮影が困難である (Williams et al., 1994) ためである。一方、地上 3 m 付近の位置からの撮影は奥行知覚を可能にし、カメラの視野角が攻撃エリアの大部分をカバーする広範囲の視野を確保でき、攻撃選手がピッチ中央でプレーする際に見える視野に近い見方であることが報告されている (Vaeyens et al., 2007a, 2007b)。攻撃選手と守備選手はそれぞれ白色と赤色のユニフォームを着用しており、中央でプレーする攻撃選手の一名は黄色のユニフォームを着用していた。実験参加者には、黄色いユニフォームを着用した攻撃選手 (黄色選手) が自分自身であると仮定して映像を視聴することを求めた。

攻撃場面の映像は、2 対 1 (2 名の攻撃選手 (1 名は黄色選手) と 1 名の守備選手)、3 対 1、3 対 2、4 対 3、および 5 対 3 の攻撃場面から構成されており、攻撃選手と守備選手に加えて、守備チームのゴールキーパーがすべての条件に含まれていた (図 13 を参照)。また、攻撃場面の映像は、選手のポジション変化を伴う内容であり、約 5 秒間 (3.0~7.3 秒間) 呈示された後、黄色選手がボールを受けた瞬間に遮蔽した (Vaeyens et al., 2007a,b)。実験課題の作成および刺激呈示は、心理学実験設計ソフト (IBS 社製, E-prime2.0) を使用した。実験参加者への刺激呈示には、65 インチモニター (Panasonic 社製, TH-65PB2J) を使用し、リフレッシュレートは 60 Hz であった。

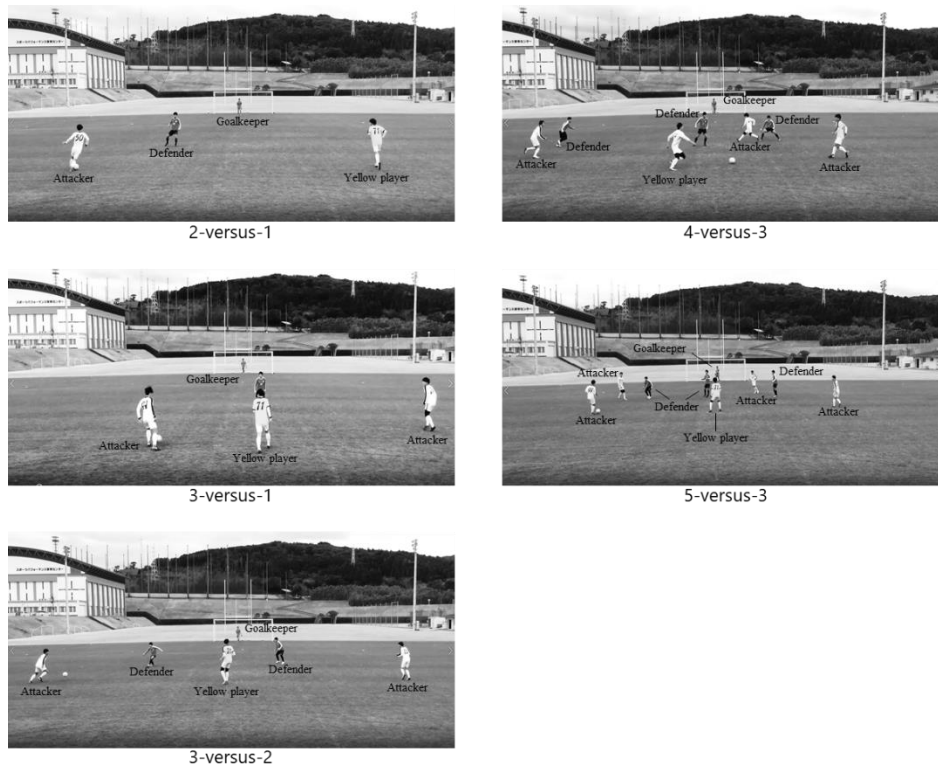


図 13 意思決定テストで使用した映像の一例

2.3 実験手続き

実験参加者は、モニターの前に立ち意思決定テストを実施した。実験参加者には、黄色選手へパスが行われた瞬間からできるだけ早くかつ正確に意思決定を行うことを求めた。意思決定に要する時間を測定するために、次のプレーを決定した瞬間に手元のボタンを押し、決定内容を口頭にて報告させた。また、実験参加者がボタン押し後のプレー映像から得られる追加情報に基づいて報告内容を変更することを防ぐため、ボタンを押し直後に攻撃場面の映像を遮蔽した。

実験開始に先立ち、課題内容を十分に理解させるための説明を行い、練習試行を 5 試行実施した。その後、本番試行として 34 種類の攻撃場面の映像を呈示した。映像は、先行研究 (Vaeyens et al., 2007a,b) に基づいて、3 種類の 2 対 1、10 種類の 3 対 1、6 種類の 3 対 2、6 種類の 4 対 3、9 種類の 5 対 3 場面から構成されており、ランダムな順序で呈示した。1 試行の間隔は約 30 秒であり、実験終了までに要する時間は約 30 分であった。

2.4 測定項目および統計処理

本研究における意思決定テストでは、意思決定時間に基づいた評価を行い、味方選手か

ら黄色選手へのパスが出された瞬間から、実験参加者が手元のボタンを押して意思決定を行うまでの時間（ミリ秒）を、意思決定能力の指標として評価した。参加者の意思決定能力を評価する従属変数として意思決定時間を使用した理由は、本研究で対象としている意思決定の潜在的な処理が、正確性よりも素早さを優先する高速な処理経路によって支えられているためである（Kahneman, 2011）。意思決定テストで評価された意思決定時間が意思決定能力の有効な指標となり得るのかについて、まず、スピアマン相関分析を用いて、各参加者のランク付けされた意思決定時間と3名の指導者によって順位付けされた各選手の意思決定順位得点の相関関係を検討した。次に、意思決定テストで評価された意思決定時間に基づいて参加者を3群（意思決定能力高群・中群・低群）に分類し、5種類の映像ごとの意思決定時間について群間による比較を行った。また、本研究では、意思決定テストにおいて、明らかな尚早反応や遅延反応を除いた試行（全試行の96.9±1.7%）を分析対象とした。

第3項 結果

図14は、意思決定テストによって評価された各参加者の意思決定時間の順位と、指導者評価に基づく意思決定順位得点の相関関係を示したものである。スピアマンの相関分析を行った結果、意思決定テストにおける選手の意思決定時間の順位と指導者による意思決定能力の評価との間に有意な相関関係があることが示された（ $r = .91, p < .001$ ）。

図15は、意思決定テストの評価（全試行の平均意思決定時間）に基づいて参加者を3群（上位群10名、中位群10名、下位群10名）に分類し、各群における意思決定場面ごとの意思決定時間を示したものである。群（3）×意思決定場面（5）の2要因分散分析を行った結果、群（ $F [2, 27] = 27.8, p < .01, \eta p^2 = .637$ ）および、意思決定場面（ $F [4, 27] = 34.8, p < .01, \eta p^2 = .563$ ）の有意な主効果が示され、交互作用も有意であった（ $F [8, 108] = 4.18, p < .01, \eta p^2 = .236$ ）。下位検定の結果、上位群では、すべての意思決定場面において、下位群よりも有意に速い意思決定時間が示され（ $ps < .01$ ）、中位群と比較した場合でも、3対1場面（ $p = .09$ ）を除くすべての意思決定場面で有意に速い意思決定時間が示された（ $ps < .01$ ）。また、中位群については、2対1、3対2、5対3場面において、下位群よりも有意に速い意思決定時間が示された（ $ps < .01$ ）。

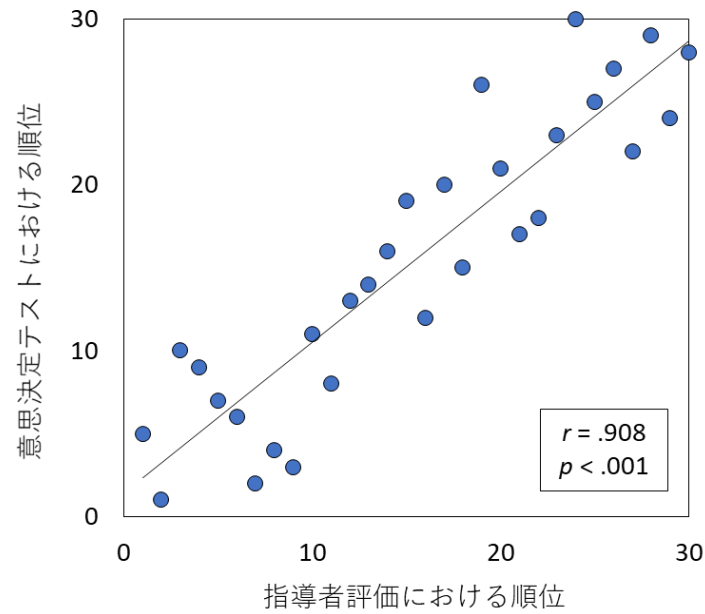


図 14 意思決定テストにおける意思決定時間の順位と意思決定能力のコーチ評価との相関関係

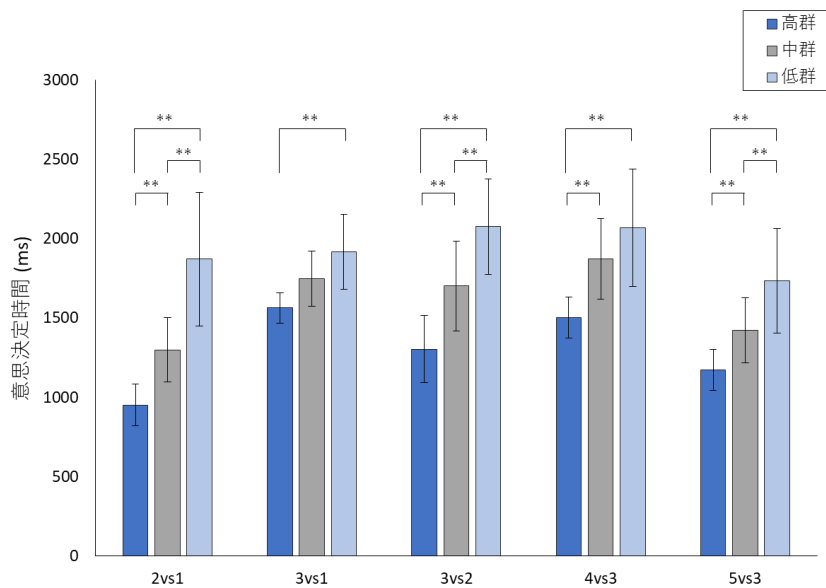


図 15 意思決定テストに基づく群分けと各意思決定場面における意思決定時間の関係

第 4 項 考察

第 3 節の目的は、サッカー選手の意思決定能力を正しく評価できる意思決定テストを作成することであった。そのため、先行研究 (Vaeyens et al., 2007a, b) に基づいて意思決定

テストを作成し、テストで評価された意思決定時間と3名の指導者によって評価された現場レベルでの意思決定能力の関係性を検討し、意思決定テストの妥当性を検証した。

主な結果として、テストで評価された意思決定時間と指導者評価の間に有意な正の相関関係が示された。この結果は、意思決定テストで評価された意思決定時間と指導者が評価する現場レベルの意思決定能力に一定の関係性が認められたことを意味する。つまり、第3節で作成した意思決定テストを用いることによって、現場レベルでの意思決定能力を評価できることを示唆していると考えられる。これまでの意思決定に関する先行研究では、主に競技レベルや指導者評価に基づいて意思決定能力を評価し、その熟達差を媒介する知覚認知技能について検討が行われてきた。しかしながら、これらの手法では、参加者間で同一の評価基準（タスク内基準）を用いていないことから、熟達差を正しく捉えられていない可能性が指摘されている（e.g., Vaeyens et al., 2007b）。この点に関しては、これまでもタスク内基準を用いた検討が行われているが（e.g., Vaeyens et al., 2007b）、本研究で作成した意思決定テストに関しても、指導者が評価する現場レベルの意思決定能力を反映することを考えると、サッカー選手の意思決定能力やその熟達差を媒介する要因を検討していく上での重要なツールの一つとなり得るものと考えられる。

このように、スポーツにおける意思決定は、一般的には、対象となる意思決定場面をモニターやスクリーンに呈示して評価されてきたが（e.g., Bruce et al., 2012; Lorains et al., 2013; Vaeyens et al., 2007a,b）、近年の研究では、ビデオなどを呈示する場合と比較して、バーチャルリアリティ（VR）を用いることによって、仮想環境において選手のパフォーマンスを再現できるという付加的な利点があることが実証されている（Vignais et al., 2015）。事実、意思決定の知覚トレーニングを対象とした研究では、呈示刺激や反応方略が実際の競技環境と類似していることの重要性や（Modified Perceptual Training Framework: MPTF; Hadlow et al., 2018）、チームスポーツにおける意思決定スキルのトレーニングにVRを使用することのメリットが指摘されている（Gray, 2017; Panchuk et al., 2018）。以上のことから考えると、現場レベルでの意思決定能力を適切に評価し、トレーニングへ繋げていくためには、VRなどを使用し、実環境を再現した意思決定課題を作成していく必要があると考えられる。

さらに、第3節で得られた結果は、サッカー選手の優れた意思決定のメカニズムの理解に重要な示唆を提供するものと思われる。一般的に、意思決定の優劣はその精度と速さで評価されると考えられている（木島, 2006）。しかしながら、本研究では、意思決定時間と

現場レベルの意思決定能力に強い相関関係が認められた。このことは、現場レベルの意思決定の優劣がその素早さに強く起因する可能性を示唆していると考えられる。意思決定研究における正確性は、主に参加者の回答が指導者によって評価されることから、いわば、指導者が考える理想のプレーに基づく正確性の評価であると考えられる。一方、サッカーの指導現場では、自分のできるプレーを正確かつ迅速に選択することの重要性が強調されるため、ある状況における適切なプレーは各々の選手によって異なる。これらのことから考えると、意思決定時間と現場レベルの意思決定能力に強い相関関係が認められた本研究の結果は、選手自身がいかに自分の能力を把握しそれらを状況に合わせて迅速に選択できるかが、現場レベルでの優れた意思決定の実現に強く貢献していることを示唆しているといえる。一方で、本研究では回答の正確性を従属変数として扱っていないため、優れた意思決定の実現における素早さと正確性の関係について詳細に述べることはできない。従って、今後は上述のような現場レベルの視点を取り入れ、優れた意思決定の実現における素早さと正確性の関係について検討を行っていく必要があるといえる。

第4節 潜在的パターン知覚の領域固有性に関する検討

第1・2節では、意思決定能力が高いサッカー選手ほど潜在的なパターン知覚に優れることに加え、潜在的な知覚情報が後の意思決定に活用されること示唆された。つまり、意思決定の良否が潜在的な知覚処理プロセスの優劣に規定される可能性が示された。しかしながら、潜在的パターン知覚に熟達差が生じるメカニズムについては不明瞭である。そこで第4節では、優れた潜在的パターン知覚の実現に寄与し得る要因を明らかにする第一段階として、領域固有に獲得された知覚認知技能および視覚機能の観点から潜在的パターン知覚が実現されるメカニズムについて検討を行った。

第1項 目的

第1節および第2節では、意思決定に優れる選手が潜在的パターン知覚に優れることが示された。すなわち、優れた意思決定を媒介する要因の一つとして、潜在的パターン知覚が明らかになった。しかしながら、潜在的パターン知覚が実現されるメカニズムについて

は明らかでない。第 2 章 2 節ではその可能性として、1) 知識基盤の影響、2) 直感的思考および情動処理の可能性を述べた。そこで、本節では、知識基盤の影響について検討することとした。

第 1 章の序論や第 2 章 2 節でも述べたように、熟練選手が示す優れた知覚認知技能は、長年の経験を通じて領域固有に獲得され、瞬時かつ効率的な情報処理を行うことによって実現されると考えられている (e.g., Chase and Simon, 1973; Williams et al., 1993)。また、チェスの熟練選手が駒の配置関係を理解する際に示す優れた潜在的な知覚情報処理に関して、長年の経験から獲得した知識基盤によって支えられることが示唆されている (e.g., Dehaene et al., 1998; Kiesel et al., 2009)。従って、チェスと同様に選手の配置関係を瞬時に知覚することが求められるサッカーにおいても、潜在的パターン知覚が生じるメカニズムの一つの可能性として、選手が長年の経験を通じて獲得した知識基盤が影響を与えている可能性が考えられる。

一方で、静止視力、動体視力、深視力、瞬間視など、スポーツにおいて重要と考えられている視機能 (スポーツビジョン: sports vision) の観点からもスポーツパフォーマンスとの関係性が検討されており (Christenson and Winkelstein, 1988; Stine et al., 1982)、競技レベルが高い選手は低い選手と比較して、瞬間視や周辺視などの視機能に優れることが報告されている (真下, 1997)。これらのことから考えると、第 1 節および第 2 節で示されたような意思決定に優れる選手ほど潜在的パターン知覚に優れるという結果は、単に、意思決定に優れる選手が瞬間視能力などの視機能に優れることを反映した結果 (短潜時で呈示される刺激を瞬間視できた結果) である可能性が考えられる。よって、意思決定の良否を規定する潜在的パターン知覚が生じるメカニズムを検討していく上で、まず、優れた潜在的パターン知覚が知識基盤などの中枢レベルの処理能力の差に依存して生じているのか、または、瞬間視などの視機能の差に依存して生じているのかについて明らかにする必要があるといえる。

そこで第 4 節では、優れた意思決定の実現に寄与する優れた潜在的パターン知覚が知識基盤と視機能のどちらの差に依存して生じるのかについて検討を行った。また、第 3 節で述べたように、第 1 節および第 2 節では、意思決定能力に関してタスク内基準を用いない群分けを行ったため (指導者評価に基づく群分け)、潜在的パターン知覚と意思決定能力の関係を正確に捉えられていない可能性が考えられる。そのため第 4 節では、第 3 節において作成した意思決定テスト (タスク内基準) を用いて参加者の意思決定能力を評価した上

で、優れた意思決定の実現に潜在的パターン知覚が寄与するののかについて再検討を行い、これに加えて、潜在的パターン知覚のメカニズムとして知識基盤の影響について検討した。

第2項 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は、第3節と同様の大学サッカー選手30名（年齢 20.9 ± 1.2 年）とした。30名の参加者は、事前に第3節で作成した意思決定テストに参加していた。実験参加者には、実験の実施前に実験手順及び個人情報の保護について説明し、理解を得た上で参加の同意を得た。なお、本実験のプロトコルは所属大学の倫理委員会の承認を得たものである。

2.2 実験課題

第4節の目的は、第1節および第2節で示された潜在的パターン知覚の精度の差が、長年の経験を通じて獲得した知識基盤の違いによって生じているのか、または、瞬間視や周辺視などの視機能の違いに由来しているのかを明らかにすることである。この目的を達成するため、第4節では、2種類の逆向マスクング課題を用いて検討を行った（図16）。1つは、サッカー関連刺激（3対3場面）が呈示される条件、もう1つは、サッカー無関連刺激（花、ヘビ、クモ、キノコ）が呈示される条件とした。前者では、画像中のフリーな選手の位置（左、中、右、フリー無し）を回答し（第1節と同様）、後者では、呈示された刺激の名称を回答することが求められた。このような条件にした理由として、前者はサッカー場面に特有の状況であるため、先行研究に従えばパターンに関する知識基盤が必要になるが、後者はサッカーに関する知識基盤は不要である。仮に、知識基盤がパターン知覚に寄与するのであれば、前者でのみ意思決定能力が高い者は優れた潜在的パターン知覚を示し、知識基盤に無関係に、瞬間視などの視機能が関与しているのであれば、両者の課題で意思決定能力が高い者は潜在的パターン知覚に優れるはずである。両条件において、マスク刺激は標的刺激（サッカー関連刺激/無関連刺激）の直後に呈示した（図16参照）。本研究におけるマスク刺激は、Paint 3D (Microsoft社) を使用し、標的刺激を切り出しランダムに再合成することによって作成した (Öhman and Soares, 1993)。その他、刺激の呈示方法や用いた実験機材などは第1節と同様であった。

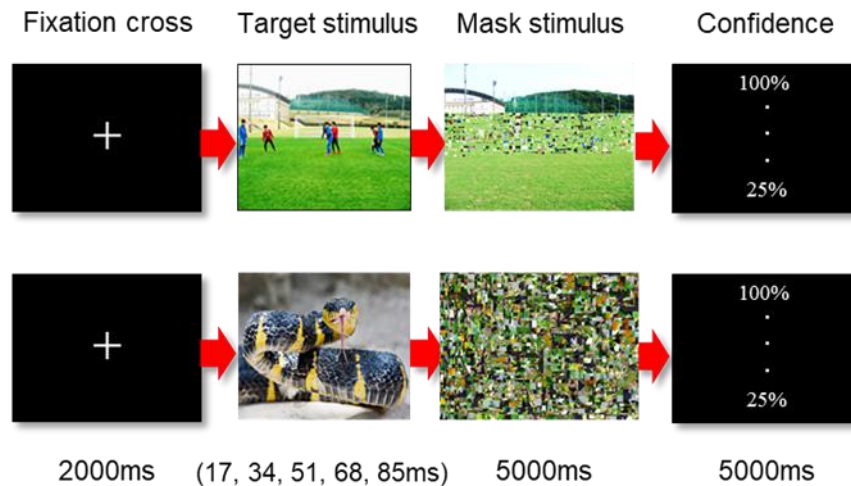


図 16 第 4 節で用いた逆向マスクング課題（サッカー関連刺激と無関連刺激）

2.3 実験手続き

実験開始に先立ち、課題内容を十分に理解させるための説明を行った。その後、2000ms の標的刺激を用いた練習試行を 5 試行行わせた。練習試行で使用した刺激は、本番試行では使用しないものであった。練習試行によって実験の流れを理解させた後、本番試行を行わせた。参加者には、サッカー関連刺激条件ではフリー選手の位置（左、中、右、フリー無し）を、無関連刺激条件では刺激に呈示されている名称（花、ヘビ、クモ、キノコ）を回答することを求めた。この際、刺激を主観的に知覚できなかった場合でも、選択肢の中から強制的に回答を行うよう教示した。また、標的刺激が顕在的または潜在的に知覚された程度を評価するために、参加者には自身の回答に対する確信度を 25%（全く分からない）から 100%（完全に分かる）までの範囲で回答することを求めた（Jackson and Mogan, 2007; Masters et al., 2007）。サッカー関連刺激と無関連刺激では、5 つの刺激呈示時間（17, 34, 51, 68, 85ms 条件）ごとに 15 試行実施した（計 150 試行）。サッカー関連刺激には、左、中、右の各条件で 4 試行、フリー無し条件では 3 試行が含まれていた。無関連刺激には、花、ヘビ、クモが 4 試行、キノコが 3 試行含まれていた。また、サッカー関連刺激と無関連刺激の呈示順序については、参加者間でブロック化しカウンターバランスを行った。両ブロック内では、呈示時間に応じてブロック化された 15 試行を 1 セットとして刺激を呈示した。呈示時間セットの実施順序についても、参加者間でカウンターバランスを行った。各セット内の試行は、セット間で同一の順序とならないよう呈示した。なお、各試行の正解に関するフィードバックは与えなかった。セット間には 1 分間の休憩時間を設けた。

2.4 測定項目および統計処理

まず、標的刺激をどの程度顕在的に知覚していたかを評価するために、サッカー関連・無関連刺激条件の両課題における回答に対する確信度に関して、呈示時間条件ごとに平均値を求めた。また、潜在的な知覚が生じていたかをより詳細に検討するために、各呈示時間で報告された確信度を回答の種類（正解・不正解）によって分類した。これらの値に関して、群（3）×呈示時間（5）×回答（2）の3要因分散分析を行った。次に、標的刺激をどの程度正しく知覚していたかを評価するために、各刺激呈示条件の正答率を算出した。これらの値に関して、群（2）×呈示時間（5）の2要因分散分析を行った。また、正答率に関しては、各条件での応答精度が偶然性（チャンスレベル）を有意に上回っているかを検証するために、条件毎に1サンプルのt検定を行った。このとき、正答のチャンスレベルは25%であった。これらの解析に加え、参加者の意思決定能力と逆向マスクング課題で評価された標的刺激に対する正答率との関係を検証するために、ピアソンの相関分析を行った。主効果の検定にはBonferroni法を用い、交互作用が有意であった場合には単純主効果の検定を行った。なお、統計解析には統計解析ソフト（SPSS社製、SPSS for Windows ver.22）を用い、有意水準を5%未満とした。なお、自由度の調整にはGreenhouse-Geisserの値を用いた。

第3項 結果

図17は、各呈示時間条件における群ごとの確信度を示したものである。Jackson and Mogan (2007)に従えば、参加者が呈示刺激を顕在的に知覚したのであれば、高い確信度を報告するとともに、正解時と不正解時を比べると不正解時に低い確信度を報告すると考えられる。一方、参加者が呈示刺激を顕在的に知覚できなかつたのであれば、低い確信度を報告するとともに、正解・不正解の間に確信度の差は認められないと考えられる。分析の結果、呈示時間 ($F [2.07, 59.9] = 1005.87, p < .001, \eta_p^2 = .97$)、刺激の種類 ($F [1, 29] = 214.76, p < .001, \eta_p^2 = .88$) および、回答の種類 ($F [1, 29] = 1154.63, p < .001, \eta_p^2 = .98$) における有意な主効果が示された。また、2次の交互作用も有意であった ($F [2.1, 60.94] = 69.95, p < .001, \eta_p^2 = .71$)。そこで、下位検定を行ったところ、サッカー関連・無関連刺激条件において、正解時、不正解時ともに呈示時間51ms、68ms、及び85ms条件の3条件の確信度と比較して、呈示時間17ms条件及び34ms条件の確信度が有意に低く ($p < .01$)、51ms条件

以降の 3 条件においては、呈示時間の増加に伴って確信度が有意に増加していたが ($p < .01$), サッカー無関連刺激条件における不正解時の 68ms 条件と 85ms 条件の間には有意差が認められなかった ($p = .12$). また、サッカー関連・無関連刺激条件の両課題において、呈示時間 51ms, 68ms, 85ms 条件の 3 条件では、正解時の確信度が不正解時よりも有意に高い ($p < .01$) ことが示された一方で、呈示時間 17ms, 34ms 条件では、正解時と不正解時の確信度に有意な差は認められなかった. 実際には、これらの呈示時間条件での確信度は、平均で 30%程度であり、多くの回答が確信度 25%の「全くわからない」であった. また、図 17 に示した各群の確信度の分布において、17ms と 34ms 条件では 30%付近に確信度が集中しており、サッカー関連・無関連刺激間で傾向は同じであった. このことから、呈示される刺激の種類に関わらず、参加者は 17ms と 34ms 条件で呈示された刺激を顕在的に知覚できなかつたと考えられる.

図 18 は、各呈示時間条件における群ごとの正答率を示したものである. 2 要因分散分析の結果、呈示時間 ($F [2.94, 85.36] = 623.04, p < .01, \eta_p^2 = .96$) および、刺激の種類 ($F [1, 29.0] = 435.36, p < .01, \eta_p^2 = .96$) における有意な主効果が示され、呈示時間と刺激の種類の交互作用も有意であった ($F [2.87, 83.16] = 64.87, p < .01, \eta_p^2 = .69$). 下位検定を行ったところ、呈示時間の増加に伴って、呈示時間 17ms 条件と比較して呈示時間 34ms, 51ms, 68ms 及び 85ms 条件の正答率が有意に高くなるといったように、全ての呈示時間の組み合わせにおいて、呈示時間が長いほど有意に正答率が高いことが明らかとなった ($p < .01$). また、34ms 条件以降の呈示時間条件においては、サッカー関連刺激と比較して無関連刺激で有意に高い正答率が示された ($p < .001$). 次に、正答率に関してチャンスレベルである 25%との有意差検定を行ったところ (図 18), サッカー関連・無関連刺激の両課題において、17ms の呈示時間条件を除くすべての条件でチャンスレベルよりも有意に高い正答率が示された (表 2 参照).

これらの分析に加え、潜在的パターン知覚と意思決定能力の関係を検討するため、逆向マスクング課題の正答率と意思決定テストで評価された参加者の意思決定能力 (意思決定時間) について相関分析を行った (図 19). 分析の結果、サッカー関連刺激では、17ms 条件における逆向マスクング課題の正答率と意思決定テストの意思決定時間に有意な相関関係は認められなかったが、34, 51, 68, 85ms の各条件における正答率と意思決定能力に有意な負の相関関係が認められた (表 3 参照). 一方、無関連刺激では、85ms 条件における 3-versus-1 場面との正の相関関係 ($r = 0.40, p = 0.03$) を除いて有意な相関関係は観察され

なかった。

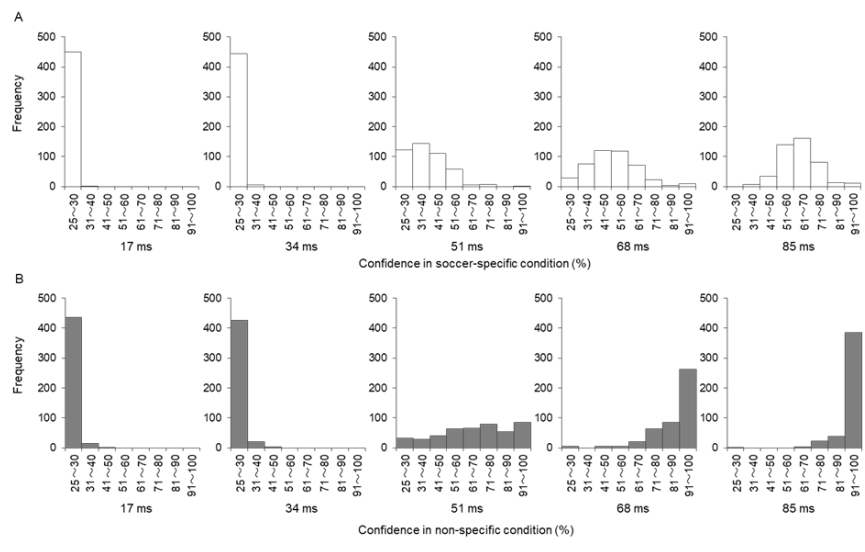
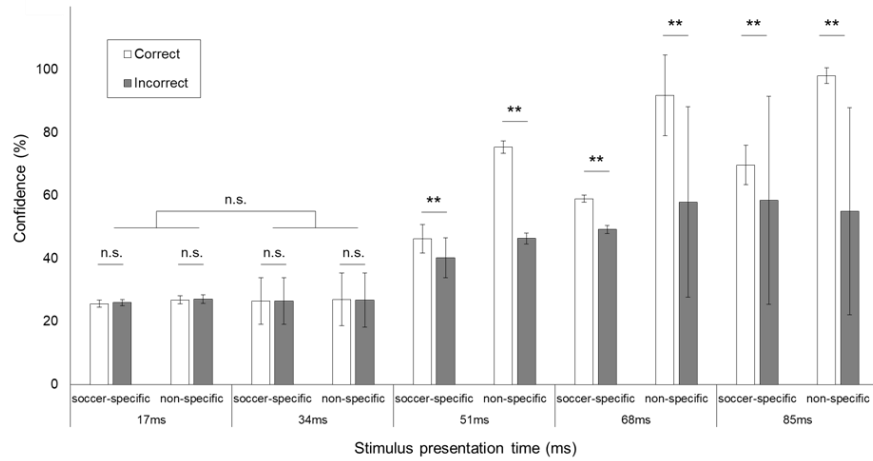


図 17 各呈示時間条件における刺激条件ごとの確信度

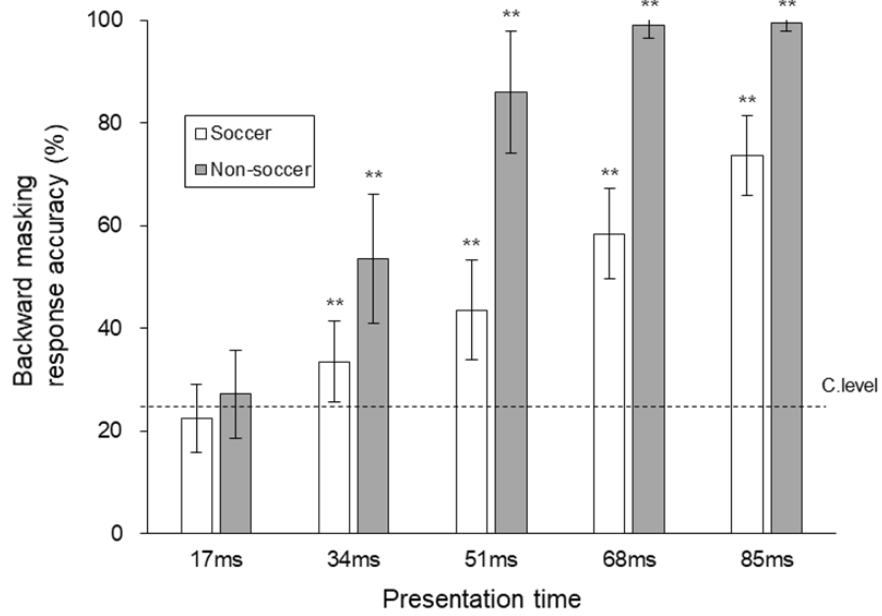
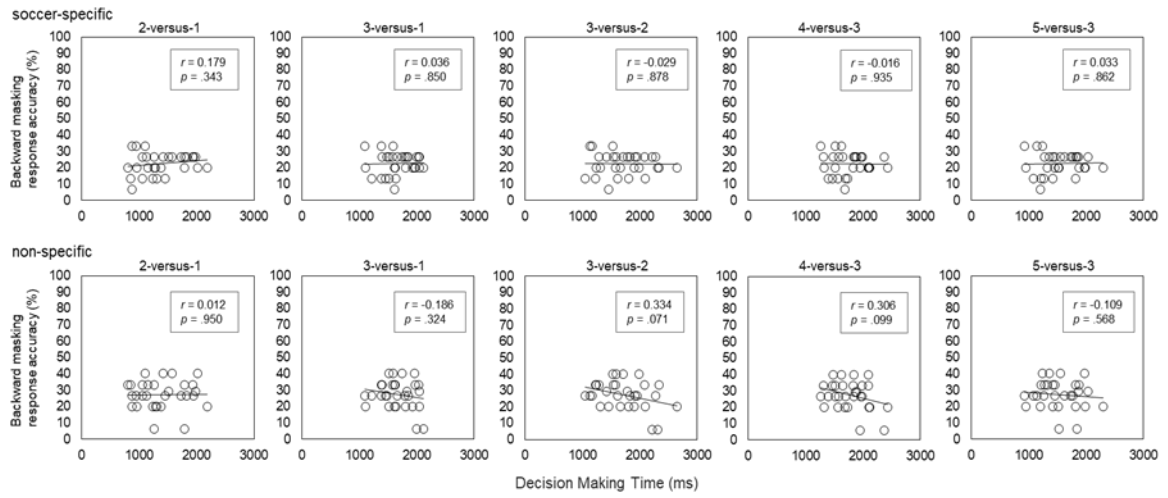


図 18 各呈示時間条件における刺激条件ごとの正答率

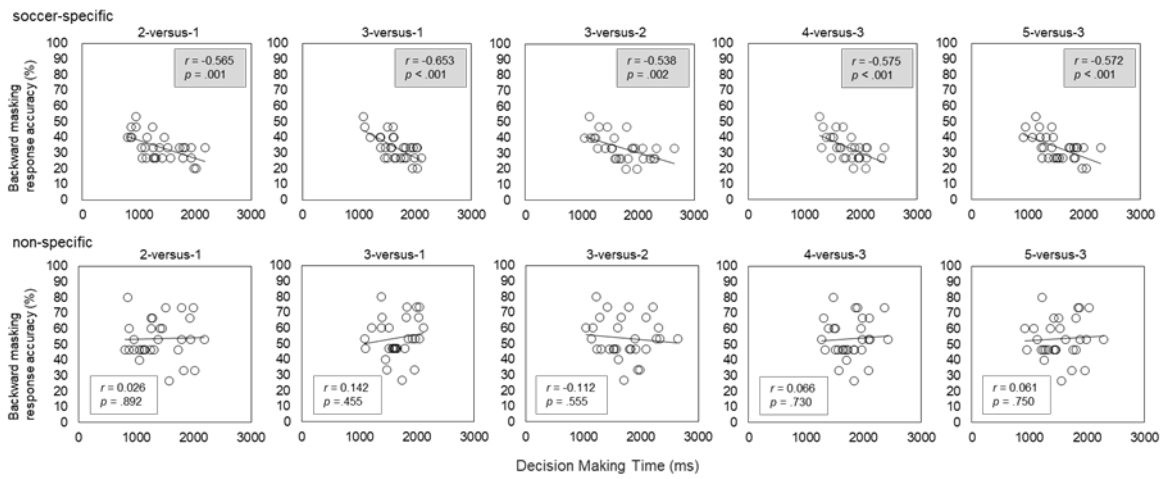
表 2 各条件の正答率におけるチャンスレベル検定の統計値

	17ms					34ms					51ms				
	t	df	p	d	BF ₁₀	t	df	p	d	BF ₁₀	t	df	p	d	BF ₁₀
soccer-specific	-2.09	29	0.05	0.38	1.3	5.78	29	<.001	1.055	6548.11	15.67	29	<.001	2.86	5.39e+12
non-specific	1.44	29	0.16	0.26	0.48	12.22	29	<.001	2.23	1.34e+10	27.73	29	<.001	5.06	1.60e+19
	68ms					85ms									
	t	df	p	d	BF ₁₀	t	df	p	d	BF ₁₀					
soccer-specific	20.64	29	<.001	3.77	6.27e+15	33.62	29	<.001	6.14	2.98e+21					
non-specific	159.3	29	<.001	29.09	1.75e+40	240.2	29	<.001	43.86	1.70e+45					

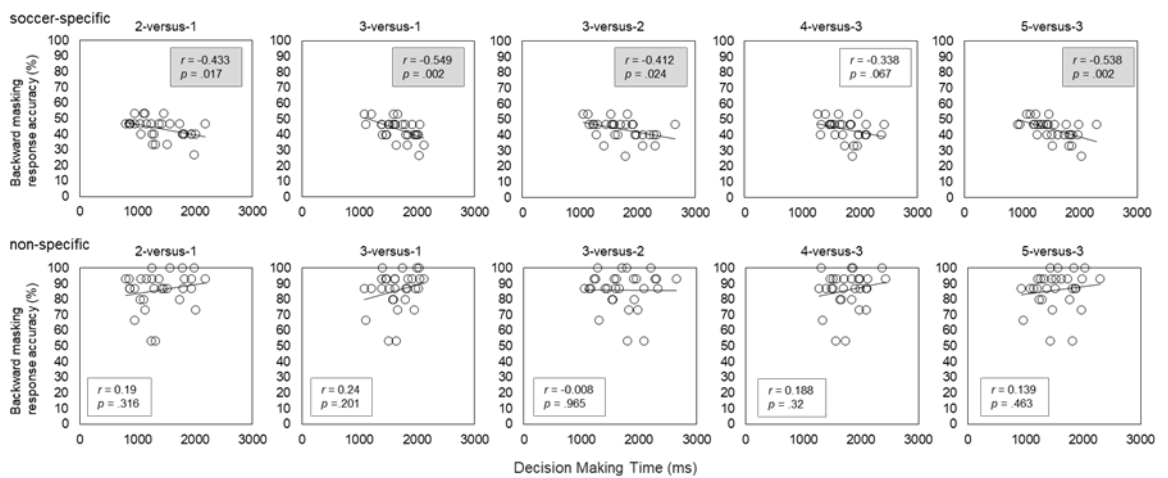
A. 17 ms condition



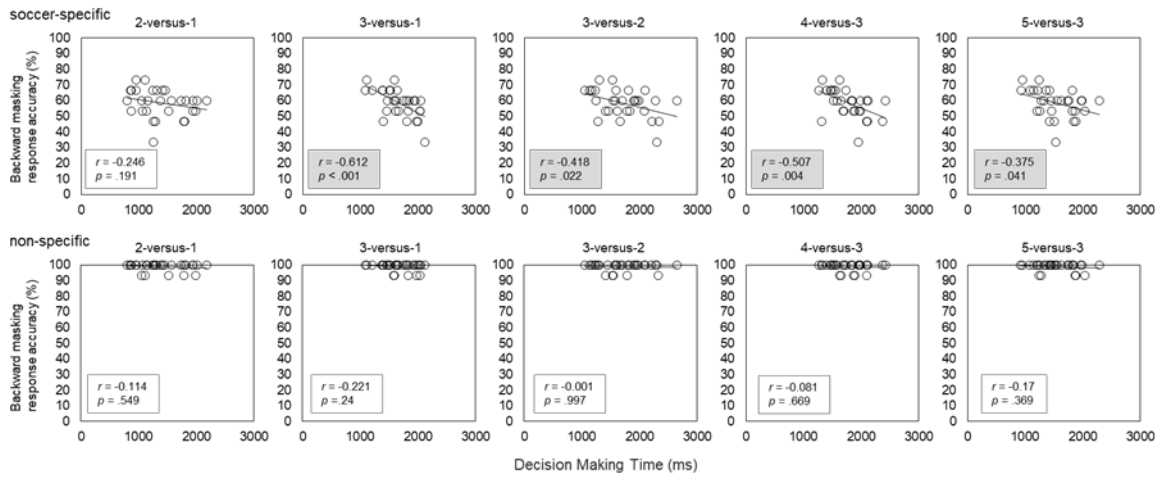
B. 34 ms condition



C. 51 ms condition



D. 68 ms condition



E. 85 ms condition

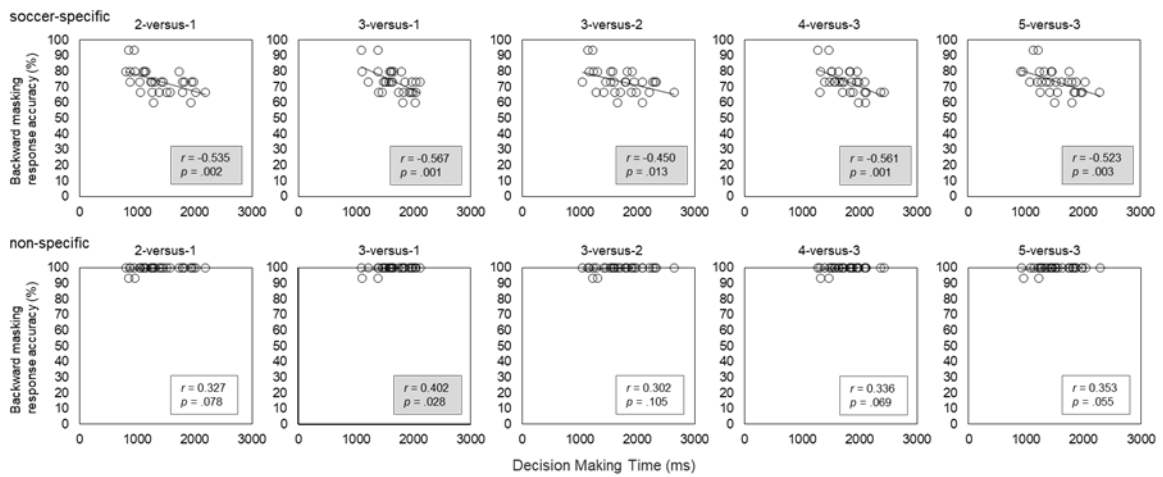


図 19 各呈示時間条件における刺激条件ごとの潜在的パターン知覚と意思決定能力の関係

表 3 条件ごとの潜在的パターン知覚と意思決定能力の相関関係の統計値

decision time × response accuracy in the backward-masking task

	2-versus-1			3-versus-1			3-versus-2			4-versus-3			5-versus-3		
	r	p	BF ₁₀	r	p	BF ₁₀	r	p	BF ₁₀	r	p	BF ₁₀	r	p	BF ₁₀
17ms	0.18	0.34	0.35	0.4	0.85	0.23	-0.03	0.88	0.23	-0.2	0.94	0.23	0.03	0.86	0.23
34ms	-0.57	<.001	35.59	-0.65	<.001	335.14	-0.54	<.001	19.92	-0.58	<.001	43.66	-0.57	<.001	41.11
51ms	-0.43	0.02	3.47	-0.55	0.002	25.03	-0.41	0.02	19.95	-0.34	0.07	1.12	-0.54	0.002	19.95
68ms	-0.25	0.19	0.51	-0.61	<.001	106.77	-0.42	0.02	2.81	-0.51	0.004	11.18	-0.38	0.04	1.65
85ms	-0.54	0.002	19.02	-0.57	0.001	36.87	-0.45	0.01	4.4	-0.56	0.001	32.58	-0.52	0.003	14.88

第4項 考察

第4節の目的は、潜在的パターン知覚の個人差が知識基盤などの中枢レベルの処理能力の差に依存して生じるのか、または、瞬間視や周辺視などの視機能の差に依存して生じるのかを明らかにすることであった。この目的を達成するため、逆向マスクング課題を用いてサッカー関連刺激および、無関連刺激に対する潜在的な知覚能力を評価し、意思決定能力との関係性について検討を行った。

まず、逆向マスクング課題の確信度に関する結果は、第1節の結果と同様であった。具体的には、サッカー関連・無関連刺激の両課題において、51ms条件以降では、17ms, 34ms条件と比較して有意に高い確信度が報告され、正解時の確信度が不正解時よりも有意に高いことが示された。一方で、17msと34ms条件では正解時と不正解時の確信度に有意な差は認められなかった。また、これらの呈示時間条件での確信度は、平均で30%程度であり、多くの回答が確信度25%の「全くわからない」であった。さらに、図17に示した各群の確信度の分布において、17msと34ms条件では30%付近に確信度が集中しており、両呈示刺激で傾向は同じであった。これらのことから、刺激の種類に関わらず、参加者は17msと34ms条件で呈示された刺激を顕在的に知覚できなかつたと考えられる。

正答率に関する主な結果として、呈示時間34ms条件では、両刺激条件においてチャンスレベルより有意に高い値となった。確信度の結果を考慮すると、呈示時間34msで刺激を呈示した場合には、参加者は刺激を顕在的に知覚できていなかったことから(図17)、本研究の参加者は、顕在的には刺激を知覚できなかったにも関わらず、適切にフリーな選手的位置または呈示された画像を回答することができたといえる。

さらに、潜在的知覚の精度と意思決定能力の関係を明らかにするために、逆向マスクング課題の正答率と意思決定能力の相関関係を検討した。仮に、意思決定に優れる選手が瞬間視などの視機能に優れており、それが潜在的パターン知覚の実現に寄与しているのであれば、サッカー関連刺激と無関連刺激の両条件の正答率が意思決定能力と相関すると考えられる。結果として、サッカー関連刺激の正答率と意思決定能力の間に有意な負の相関関係が認められた一方で、無関連刺激の正答率に関しては意思決定能力との間に有意な相関関係は認められなかった(図19)。

以上の結果は、優れた意思決定を示す選手の潜在的パターン知覚が、瞬間視などの一般的な視機能ではなく、領域固有に発達させた知識基盤によって、潜在的な知覚能力を発達させている可能性を示唆していると考えられる。

第 5 節 潜在的な知覚情報の意思決定への影響（キック課題）

第 2 節では、潜在的な知覚情報が後の意思決定へ影響を与えるのかについて、ボタン押し選択課題を用いた閾下プライミング課題を実施し、意思決定能力に優れる選手ほど潜在的な知覚情報を後の意思決定に活用している可能性を示した。しかしながら、スポーツの知覚認知技能に関する先行研究では、ボタン押し課題のような簡略化した実験デザインの問題点が指摘されている。そこで第 5 節では、閾下プライミング課題における参加者の反応方略として実際の運動反応（ドリブルやパス）を取り入れた上で、意思決定に優れる選手ほど潜在的な知覚情報が後の意思決定に影響を与えるのかについて検討を行った。

第 1 項 目的

スポーツの知覚認知技能に関する先行研究では、熟練選手の優れたパフォーマンスを媒介する知覚認知技能を明らかにするため、スポーツ場면을再現した映像刺激に対して、言語的な反応やボタン押し課題などの簡略化された反応方略が一般的に用いられる (e.g., Abernethy and Russell, 1987; Abernethy et al., 2001; van der Kamp et al., 2008; Williams and Burwitz, 1993)。また、本研究の第 2 節においても同様にボタン押しによる反応を求めた。

しかしながら、これらの方法は、知覚される情報は現実場面を再現しているが、反応方法は現実場面とかけ離れたものである。このような知覚と行動を分割した実験統制を優先した手法に関しては、スポーツ選手の優れた知覚認知特性を正確に表現できないといった問題点が指摘されている。例えば、van der Kamp et al. (2008) は、脳の視覚情報処理経路 (腹側経路 vs. 背側経路) の観点から、知覚認知技能を調べるための実験的パラダイムから現実的な運動反応を除外したことによって、熟練者の知覚認知技能に関する知見は腹側経路が関与する知覚処理に偏った知見になっている可能性を指摘している。また、古くは Gibson (1979) が、知覚と行為の相互依存性を強調し、知覚と行為を分離した研究は運動行動の本質的な理解に不十分であることを提案している。この知覚と行為の相互作用に関しては、視覚運動行動 (Bootsma, 1989; Bootsma and Wieringen, 1990) や、意思決定 (Oudejans et al., 1996) などを対象に実証的な検討が行われており、熟練選手の優れたパフォーマンスを理解する上で自然な知覚と行為の結合状況を再現することの重要性が示されている。

(Mann et al., 2010). 例えば, Mann et al., (2010) は, クリケット選手を対象に, 飛来するボールの到達位置の予測課題を行わせたところ, バットスイングで位置を予測させた場合には, バットを用いずに位置を予測させる場合よりも, 熟練選手の予測精度が向上することを明らかにしている. このように, 熟練選手の優れた知覚認知技能を正確に捉えるためには, 選手自身の反応を正確に再現し, 重要な知覚と行為の結合が損なわれないようにする必要があるのである (e.g., Oudejans et al., 1996).

以上のように, 実験課題における知覚と行為の結合の重要性が指摘されているが, 潜在的な知覚情報の意思決定への影響を検討した第2節では, 意思決定を評価する標的刺激に対する反応にボタン押し反応を用いていることから, 知覚と行為が分割され, それらの相互作用が失われている. そこで第5節では, 参加者の反応方略として運動反応を用い, 先行する知覚情報が意思決定に影響を与えるのかについて検討を行うことを目的とした. この目的を達成するため, 第2節と同様の閾下プライミング課題 (Kiesel et al., 2009) を用い, 標的刺激に対する差分反応時間を算出した (第2節参照). この際, 参加者には, 標的刺激として呈示された3対3場面における状況に対して, パスまたはドリブルといった実際の運動反応を用いて適切な反応をすることを求めた (詳細は後述). 仮に, 先行する知覚情報が意思決定に影響を与えるのであれば差分反応時間は増大し, また, 先行する知覚情報の処理が意思決定の実現に関与するのであれば, 差分反応時間とテストで評価された意思決定時間に有意な負の相関関係が示されると考えられる.

第2項 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は大学サッカー選手 30名であった (平均年齢=21.0±1.2歳). そのうち25名は第4節の実験に参加していた.

2.2 実験課題

実験課題として, 第2節と同様の閾下プライミング課題 (e.g., Dehaene et al., 1998; Kiesel et al., 2009) を用いた (図11). 第2節と異なる点は, 3対3場面の静止画像 (標的刺激) のフリーな選手の位置に基づいて, フリー選手へパスまたは, フリー選手がいない場合には前方にドリブルすることが求められた点である. また先行刺激の呈示時間は, 第1節および第4節の結果に基づいて, 17ms (潜在的・顕在的知覚なし), 34ms (潜在的知覚), 85ms (顕

在的知覚) の 3 種類のみとした。標的刺激は参加者が足元に置かれたボールをパスまたはドリブルすることによって応答した瞬間に消失させた。その際、ボールが動いた瞬間を赤外線センサーによって検出し、制御ソフトに出力信号を送信した。

これらの実験課題の作成および刺激呈示には、心理学実験設計ソフト (IBS 社製, E-prime2.0) を用いた。実験参加者への刺激呈示は、25.5 インチのモニター (Samsung 社製, T260) を使用し、リフレッシュレートは 60Hz であった。また、モニターと参加者の距離は 60cm であった。また、第 4 節の実験に参加していない 5 名の参加者に関して、第 4 節で使用した意思決定テストを実施した。残りの 25 名の参加者については、意思決定テストへの 2 度目の参加が影響する可能性を避けるため、2 度目の意思決定テストは実施しなかった。

2.3 実験手続き

実験開始に先立ち、課題内容を十分に理解させるための説明を行った。その後、2000ms の標的刺激を用いた練習試行を 5 試行行わせた。練習試行では、本番試行では用いないサッカー 3 対 3 場面の画像を使用した。本番試行は、先行刺激の刺激呈示時間 (17ms, 34ms, 85ms) ごとに 30 試行を 1 セットとし、ランダムな順序で実施した (合計 90 試行)。セット間には 1 分間ほどの休憩を設けた。30 試行には、先行刺激と標的刺激に同じパターン情報が含まれる一致条件と、先行刺激と標的刺激に異なるパターン情報が含まれる不一致条件が、それぞれ 15 試行ずつ含まれていた。参加者には、標的刺激が現れてからできるだけ素早く正確に、フリーな選手へボールを蹴るか、または、フリーな選手がいない場合には前方にドリブルするよう教示した。ボールはモニターから 3m 離れた位置に設置された。また、1 試行中に 3 対 3 場面が 2 度呈示されることを強調して伝え、2 度目に呈示された 3 対 3 場面に対して反応するよう求めた。

2.4 測定項目および統計処理

標的刺激呈示の瞬間から参加者の応答が記録されるまでの時間を反応時間として測定し、正答試行のみを分析対象とした (平均正答率: $94.3 \pm 1.7\%$)。また、先行する知覚情報の意思決定反応への影響の程度を評価するために、不一致条件における反応時間から一致条件における反応時間を減算し、反応時間の差分を求めた。標的刺激に対する反応時間は、標的刺激のフリーな選手位置が先行刺激と一致する場合には促進され、不一致の場合には処理変更が求められることから遅延する。よって、この課題における標的刺激の反応時間

は、先行刺激が知覚されているかによって変動すると考えられる。つまり、一致条件と不一致条件の反応時間の差分を算出することで、先行刺激が標的刺激の処理（意思決定）に影響を与えた程度を表すことができると考えられる。具体的には第4節の結果から、参加者の知覚処理が行われた34ms条件と85ms条件の差分反応時間は、知覚処理が行われなかった17ms条件の差分反応時間よりも増大すると考えられる。先行する知覚情報が後の意思決定に与える影響について検討するために、3つの刺激呈示時間条件（17ms, 34ms, 85ms）における反応時間の差分に関して1要因分散分析を行った。すべての事後比較は、Bonferroni法を用いて行った。なお、統計解析には統計解析ソフト（SPSS社製、SPSS for Windows ver.22）を用い、有意水準を5%未満とした。なお、自由度の調整にはGreenhouse-Geisserの値を用いた。

さらに、先行刺激の知覚情報処理の程度が意思決定能力と関係しているのであれば、意思決定に優れる選手ほど差分反応時間が増大すると考えられる。そこで、意思決定能力と差分反応時間に関して、ピアソン相関係数を用いた相関分析を行った。

第3項 結果

図20は、先行刺激の呈示時間条件ごとの反応時間の差分を示したものである。各条件における差分反応時間を0と比較した場合、34msおよび85ms条件では先行刺激の影響を受けたが（ $p < 0.01$ ）、17ms条件では影響を受けなかった（図20, $p = 0.63$ ）。次に、1要因分散分析を行った結果、呈示時間条件の有意な主効果（ $F [2, 58] = 54.06, p < .01, \eta p^2 = .65$ ）が示され、17msの条件と比較して34msと85msの条件で差分反応時間が有意に増大した（17ms vs. 34ms: $p < .01$, 17ms vs. 85ms: $p < .01$, 34ms vs. 85ms: $p < .01$ ）。

図21は、逆向マスクング課題における差分反応時間と意思決定テストにおける反応時間の相関関係を示したものである。分析の結果、34msおよび85ms条件では、各意思決定場面において有意な負の相関が認められた（34ms条件: 2対1: $r = -.595, p = .001$; 3対1: $r = -.685, p < .001$; 3対2: $r = -.485, p = .007$; 4対3: $r = -.587, p = .001$; 5対3: $r = -.666, p < .001$; 85ms条件: 2対1: $r = -.54, p = .002$; 3対1: $r = -.477, p = .008$; 3対2: $r = -.48, p = .007$; 4対3: $r = -.553, p = .002$; 5対3: $r = -.611, p < .001$ ）。一方で、17ms条件では2対1場面（ $r = .366, p = .047$ ）を除いて差分反応時間と意思決定テストの反応時間に有意な相関関係は認められなかった（3対1: $r = .217, p = .249$; 3対2: $r = .269, p = .15$; 4対3: $r = .303, p = .104$; 5対3: $r = .316, p = .089$ ）。また、17ms条件の2対1場面で認められた有意な相関

関係は正の相関であった。

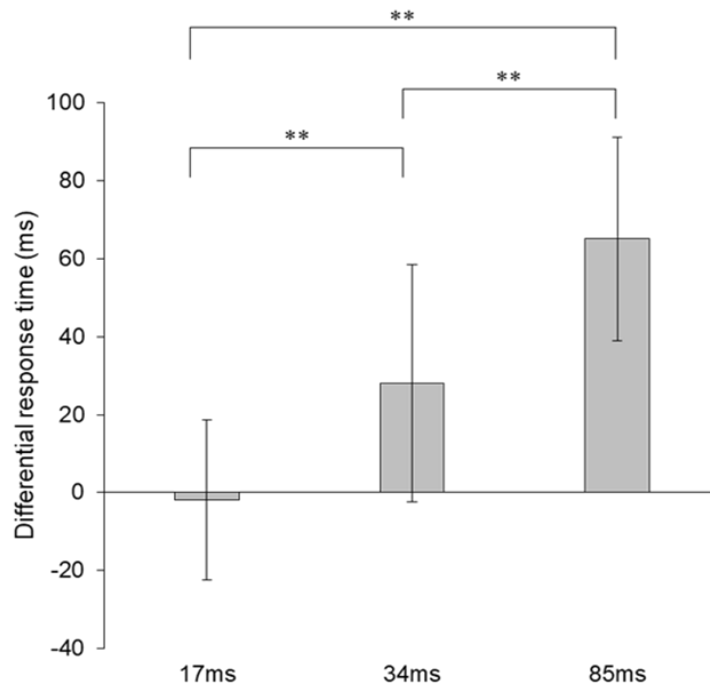


図 20 呈示時間条件ごとの差分反応時間

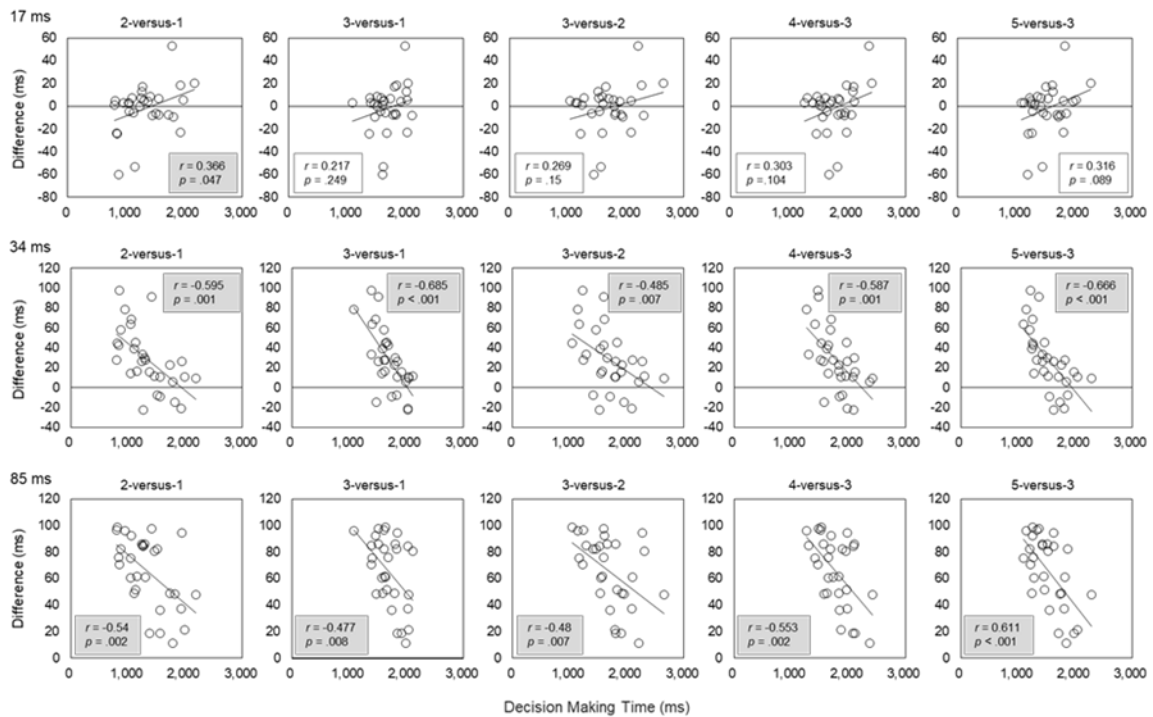


図 21 呈示時間条件ごとの差分反応時間と意思決定能力の関係

第4項 考察

第5節の目的は、意思決定に優れるサッカー選手が潜在的な知覚情報を後の意思決定に活用しているのかについて、運動反応を用いて再検討することであった。そのため、運動反応を用いた閾下プライミング課題を実施し、差分反応時間と意思決定時間の相関関係を検討した。

閾下プライミング課題における主な結果として、34ms, 85ms 条件の差分反応時間が 17ms 条件よりも有意に増大していることが示された。また、各条件の差分反応時間について、差分反応時間 0 との 1 サンプルの t 検定を行ったところ、34ms および 85ms 条件において有意差が認められた。これらの結果は、参加者が 34ms および 85ms の条件では刺激情報を知覚処理し意思決定に利用した一方で、17ms 条件では知覚処理が行われず意思決定に影響しないという第4節の結果を支持するものである。また、第4節の結果に基づくと、参加者は 34ms で呈示された刺激を顕在的には認識できないことから、先行刺激が潜在的に知覚処理されている場合でも、後の意思決定に影響を与えることが明らかとなった。さらに、85ms 条件の差分反応時間が 34ms 条件よりも増大しているという結果は、参加者が刺激情報を顕在的に認識できる場合には、意思決定へより大きな影響を与えることを示唆していると考えられる。

閾下プライミング課題の差分反応時間と意思決定時間に関する主な結果として、34ms 条件および 85ms 条件では、各意思決定場面において有意な負の相関関係が認められた一方で、17ms 条件では有意な相関関係は認められなかった。この結果は、意思決定に優れる選手ほど、顕在的・潜在的情報に関わらず、先行する知覚情報の影響を受けることを示していると考えられる。つまり、優れた意思決定の実現には、顕在的な知覚情報処理だけではなく、潜在的な知覚情報処理が影響を与える可能性が示唆された。

以上の結果より、第5実験では、潜在的な知覚情報が意思決定に影響を与えることが示唆された。また、運動反応を用い知覚と行為の結合を考慮して得られた本研究の結果は、知覚と行為が乖離しているボタン押し選択課題を用いた場合（第2節）と同様の結果を示した。近年では、熟練選手の優れたパフォーマンスを正確に捉えるためには、実環境を想定した実験デザインを用いることの重要性が指摘されているが（e.g., Mann et al., 2010）、一方で、中本（2008）は、実環境を想定した刺激や実験環境は、複雑な環境の中からどのような情報が行為と密接に関わるのかを捉えにくくなると考えられるため、現実場面を想定した実験環境を設定することが熟練選手の優れたパフォーマンスを媒介する要因を検討する

上で必ずしも妥当であるとはいえないと述べている。事実、本研究においても、単純な反応方略であるボタン押し課題を用いた場合（第2節）に、複雑な運動課題を用いた場合（第5節）と同様の結果が示されている。つまり、本研究で対象とした潜在的パターン知覚は、知覚と行為が乖離した単純な実験デザインを用いた場合でも評価可能な知覚認知技能であると考えられる。行為との相互作用で生じる知覚処理が複雑な知覚処理過程を対象とすることを考えると、本研究で示された潜在的パターン知覚は、行為との相互作用の中で生じる複雑な知覚処理過程ではなく、意思決定プロセスにおける比較的初期かつ単純な処理過程において生じる知覚能力であることが示唆された。

第5項 第4節および第5節のまとめ

第4節および第5節で示された重要な発見は、潜在的および顕在的なパターン知覚が、均質的なグループ内における意思決定能力の個人差を予測できるということである。スポーツにおける多くの研究では、熟練選手と未熟練選手のグループを比較し、熟練選手の特徴を明らかにする方法が用いられており、グループ内において熟練選手を区別する要因を発見することは稀である（see, van Maarseveen et al., 2016）。また、意思決定能力と強い相関関係が確認されたことから、本研究で用いたパターン知覚課題は、参加者に選手配置を再現させるパターン想起（recall）課題や（e.g., Gorman et al., 2013; van Maarseveen et al., 2016）、パターン情報の同異判断を行うパターン再認（recognition）課題（e.g., Williams et al., 2006, 2012）と比較して、意思決定能力の優劣に直結するパターン知覚能力を評価する有効な評価課題であると考えられる。

また、参加者が顕在的に知覚できる 85ms 条件の正答率あるいは差分反応時間と意思決定能力の間にも有意な相関関係が認められた（図 21）。顕在的なパターン知覚は周囲の状況が常に変化するスポーツにおける意思決定プロセスの中核をなす知覚認知技能であると考えられている（e.g., Gorman et al., 2013; Ward and Williams, 2003）。従って、本研究の結果は、この主張を支持する実証的な証拠を提供し、さらに潜在的パターン知覚と意思決定能力の顕著な関連性を示すことによって、パターン知覚に関する知見を拡張したものであるといえる。

これまでも述べた通り、サッカーでは、厳しい時間的制約下において、複数の選択肢の中から最適なプレーを迅速に選択することが求められる。そのためには、味方選手や相手選手の相対的な位置を素早く認識し、次のプレーを決めるために状況を把握する必要が

あるが (McGuckian et al., 2018, 2019), 本研究の結果は, 顕在的なパターン情報と潜在的なパターン情報の両方を正確に処理できるかどうか, サッカーにおける意思決定能力を予測することを示唆している. 特に, 本研究における意思決定テストでは, 意思決定時間を評価していることから, パターン知覚は意思決定プロセスの処理速度に影響を与えることを示唆していると考えられる. また, 第4実験および第5実験では, 34msの呈示時間条件における相関が最も強く, 潜在的パターン知覚が迅速な意思決定を最も予測することが示唆された. これらの結果は, 素早い潜在的な知覚処理が意思決定を主導するという意思決定の二重プロセス理論 (e.g., Evans and Stanovich, 2013; Kahneman, 2011) の考えを支持するものであり, 潜在的パターン知覚に優れることが素早い意思決定の実現に強く貢献することを示唆している. これらの結果に基づくと, 潜在的パターン知覚が発達することによって環境情報の迅速な知覚処理が可能となり, 顕在的な知覚処理だけでは対応が困難な時間的制約のある環境での迅速な意思決定を支えている可能性が考えられる.

第6節 潜在的パターン知覚のメカニズムの検討 (情動処理の観点から)

第5節までの実験を通じて, サッカー選手意思決定の良否は, 顕在的な処理プロセスだけではなく, 潜在的な処理プロセスの優劣によって規定される可能性が示唆された. そこで本実験では, 意思決定の良否を媒介する潜在的なパターン知覚が生じるメカニズムについて, 環境情報の情動的な知覚処理の観点から検討を行った.

第1項 目的

第5節までは, 意思決定能力の高いサッカー選手は, 従来の研究で示されてきた顕在的なパターン知覚だけでなく (e.g, North et al., 2017; Williams et al., 2006, 2012), 潜在的パターン知覚にも優れることを明らかにしてきた. また, 潜在的処理は顕在的処理よりも高速であると考えられているため (De Neys and Glumicic, 2008; Evans and Stanovich, 2013; Kahneman, 2011; Newell et al., 2015; Thompson, 2013), 時間的制約の厳しいスポーツ場面の意思決定において重要な知覚認知技能であることを主張してきた.

これに加え, 第4節では, 優れた潜在的パターン知覚の可能性として, 知識基盤の影響

を検討した。結果として、サッカー関連刺激に対するパターン知覚の精度のみが意思決定の良否と関連が認められたことから、潜在的パターン知覚の実現にはサッカー固有のパターンに関する知識基盤が関与している可能性がある。一方で、知識基盤の差だけが潜在的なパターン知覚の群間の差につながったとは考えにくい。前述したが、本研究の実験課題では、サッカーの戦術的要素が含まれる最小単位である3対3場面 (Dokter, 1993) という局所的な選手の配置情報を用いたことから複雑な知識は不要であり、参加者の競技経験を考えると群間の知識基盤の差は大きくない (e.g., García-López et al., 2010; 夏原ほか, 2012)。また、仮に知識基盤の差によってのみ説明できるのであれば、第1節で同程度のパターン知覚精度を示した高群と中群は、第2節や第4節においても同程度の影響を受けるはずである。従って、知識基盤以外の要因が潜在的パターン知覚の実現に影響を与えた可能性が考えられる。

その可能性の一つとして、潜在的パターン知覚に優れる選手が、呈示された刺激内の重要な情報 (ゴール前のフリーな選手) を情動的な情報として捉えている可能性が考えられる。情動は、スポーツ場面や表情を含む様々な刺激で喚起され (e.g., Ekman and Friesen, 1978; Lang et al., 2008; Sabatinelli et al., 2011; Sarlo et al., 2005)、種類において、歓喜や興奮、あるいは恐怖や不安など多様であるが (e.g., Barrett et al., 2007; Cowen and Keltner, 2017; Ekman and Friesen, 1971)、快-不快のような少数の次元を核心に持つと考えられている (Russell and Barrett, 1999; Watson and Tellegen, 1985)。重要な点として、快や不快な情動を喚起する刺激は、課題に無関連な情報でさえも非意図的に注意を惹き (Calvo et al., 2015; Gupta et al., 2016; Most et al., 2007)、大脳辺縁系を中心とした高速な神経回路において (LeDoux, 1994; LeDoux and Brown, 2017; Morris et al., 1999, 2001; Öhman and Mineka, 2001; Tamietto and de Gelder, 2010)、優先的かつ潜在的に処理される (Batty and Margot, 2003; Calvo et al., 2015; Liddell et al., 2004; Öhman and Mineka, 2001; Öhman et al., 2001; Pegna et al., 2011; Tamietto and de Gelder, 2010)。このような潜在的な優先処理の機能的意義は、進化論的に説明され、例えば、生物が生存のために不快な情動を喚起する脅威情報 (例えば、捕食者) を優先的に処理して応答するための機能と考えられている (e.g., Öhman and Mineka, 2001; Öhman et al., 2001)。

このように、潜在的な環境情報の処理は情動喚起刺激によって駆動されることから、第5節までに確認された潜在的なパターン知覚は、呈示された刺激を参加者が情動的な情報として捉えていたことによって実現されていた可能性がある。具体的には、得点を奪いあ

うサッカーにおいて、第5節までの研究で検出が求められたゴール前のフリー選手は、得点機会に直結する存在であり、守備者にとっては脅威情報として不快な情動を、攻撃者にとっては報酬情報として快の情動を喚起する優先的に処理されるべき情報となり得る。事実、パターン知覚の先行研究において、ゴール前の選手を消失させた場合、パターン知覚の精度は低下することが示されており (Williams et al., 2006), ゴール前の選手がその他の選手よりも優先的に知覚処理される情報であると考えられる。また、特定の刺激と情動の関係は、条件づけによる連合学習のように経験によって強化・変容することから (e.g., Esteves et al., 1994; Hamm et al., 2003), 第5節までに報告された潜在的パターン知覚の個人差は、経験に伴うゴール前のフリー選手の捉え方の違いによって生じたものと考えられる。

スポーツにおける情動は、これまでも意思決定 (Tenenbaum et al., 2009), およびパフォーマンス (Hanin, 2007) といったスポーツ行動の様々な段階において関与が指摘されてきた。しかしながら、パターン知覚のような知覚段階における情動の重要性や関与の可能性はこれまで指摘されてきたものの (今中, 2010), 実証的な研究は行われていない。よって、本研究では、以下に示す2つの検証を通して、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手が、ゴール前のフリーな選手を情動的な情報として捉えている可能性について検討することを目的とした。

まず、本研究では、第1節の潜在的パターン知覚の精度に関するデータの再分析を行い、先行研究で示されている情動喚起刺激の知見と同様に、ゴール前のフリー選手が優先的に処理されているのかについて検証する (検証1)。これまでの研究で使用した刺激は、ゴール前局面でフリーな選手が存在する刺激 (フリーあり条件) と存在しない刺激 (フリーなし条件) であった。仮に、潜在的パターン知覚に優れる者がゴール前のフリーな選手を情動的な情報と捉えているならば、情動喚起刺激は潜在的かつ優先的に処理されるという知見に一致して、潜在的パターン知覚に優れる者は、フリーあり条件の時の方がフリーなし条件と比較して潜在的パターン知覚の精度は高くなるものと考えられ、潜在的パターン知覚が劣っている者では条件間に差異は認められないと考えられる。一方で、単純に潜在的に呈示されるパターンを知覚することに優れているなど、情動とは無関係な処理であれば、潜在的パターン知覚が優れている者においても条件間の差異は認められないはずである (仮説1)。これを検証するために、第1節の潜在的パターン知覚の精度に基づいて参加者を

潜在的パターン知覚高・中・低群に分類し、フリーあり条件とフリーなし条件の刺激条件間の正答率を比較した。

この再分析に加え、本研究では、Murphy and Zajonc (1993) の閾下プライミング課題を参考にして、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手ほどゴール前のフリーな選手によって強く情動が喚起されるのか、またどのような情動価が生じるのかについて検証した (検証 2)。Murphy and Zajonc (1993) は、潜在的に呈示された感情価を持つ刺激 (表情写真) が、後続する漢字 (情動的に曖昧かつ中性的な刺激) の印象に与える影響を調査している。具体的には、漢字を学習したことが無い者に対し、様々な表情の写真を意識に上らないほど短時間 (4ms) で呈示した後に、漢字に対する印象を尋ねるというものである。結果として、参加者は事前にどのような表情写真が呈示されたかは顕在的に知覚していないにも関わらず、笑顔の表情が呈示された場合は漢字を好ましいと評価し、恐れ表情が呈示された場合では漢字を好ましくないと評価することが示されている。つまり、漢字に対する評価は潜在的に知覚された刺激の感情価と一致する方向に偏向することを明らかにしている。一方、顕在的に先行刺激が呈示された場合には、このようなバイアスは生じなかった。よって、この方法を用いれば、バイアスの程度やその方向を検証することで、潜在的に知覚された刺激に対する情動の程度や情動価を間接的に評価できることが期待される (同様に、Marzouki and Marzouki, 2010)。本研究では、アラビア語 (標的刺激) に先行して、フリーあり・なしとゴールあり・なしを組み合わせた 4 種類のサッカー 3 対 3 場面 (先行刺激) を潜在的に呈示し、アラビア語 (標的刺激) に対する評価 (快・不快) が変容するかについて検討した。アラビア語は、参加者にとって学習経験が無く、情動的に曖昧かつ中性的な刺激であると考えられる。仮に、潜在的パターン知覚に優れる者がゴール前のフリーな選手を情動的な情報と捉えているならば、ゴール前のフリーな選手が存在する刺激においてのみ、アラビア語に対する快・不快の情動は、潜在的パターン知覚に優れる者ほど強くなると考えられる。さらに、ゴール前局面のフリーな選手は、攻撃的選手においては快、守備的な選手に対しては不快という異なる情動を生じさせると推察され、両選手では、標的刺激への評価に逆方向のバイアスが生じると考えられる。すなわち、先行刺激としてゴール前局面のフリーな選手が呈示された場合には、攻撃的選手はアラビア語を快と評価するのに対し、守備的選手は不快と評価し、これらの傾向は潜在的パターン知覚の精度が高い者ほど顕著になると考えられる (仮説 2)。

第2項 方法

2.1 実験参加者

検証1は、第1節で報告したデータの実験参加者すべての者を対象とした。具体的には、視覚に疾患のない大学サッカー部所属の30名の選手(年齢: 19.9 ± 1.06 歳, 13 競技歴: 13.4 ± 2.31 年)であった。

検証2の実験参加者は、視覚に疾患のない大学サッカー部所属の28名の男性選手(年齢: 20.74 ± 1.43 歳, 競技歴: 12.93 ± 1.94 年)であり、16名の攻撃的選手(フォワード, 攻撃的ミッドフィルダー, サイドプレイヤー)と、12名の守備的選手(ディフェンス, 守備的ミッドフィルダー)で構成されていた。参加者の競技レベルは、全国大会への出場歴がある全国レベルから、主に地域リーグや県内リーグでプレーする地域レベルまで様々であった。また、この28名の参加者のうち17名は、第1節の実験に参加した者であった。17名の選定理由は、村川ほか(2020)の参加後にも同サッカー部に所属し、データの取得が可能であったためである。全ての参加者はアラビア語の学習経験は無かった。また、関下プライミング課題のVAS評価の差分値を参加者ごとにチェックしたところ、1名の参加者の値が2.355となり、その他の参加者(平均: 0.078 ± 0.48)と大きく異なった。そのため、この参加者は関下プライミング課題の分析から除外した。

2.2 実験課題

逆向マスクング課題

検証2の参加者28名のうち、第1節の実験に参加していない11名の参加者の潜在的パターン知覚の精度を評価するため、逆向マスクング課題を実施した(第1節, 図7参照)。参加者の課題、刺激呈示の系列および呈示方法は、第1節と同様であった。

関下プライミング課題

検証2の参加者28名の全てを対象に関下プライミング課題を行った。この課題では、3対3のサッカー場面の刺激(先行刺激)の後に標的刺激として呈示されるアラビア語に対する印象を回答することを求めた(図22A)。アラビア語を用いた理由は、参加者にとって既知の文字を使用した場合、その意味が標的刺激への評価に影響する可能性があるためである。標的刺激への印象評価には、Visual analog scale (VAS)を用いた。VASは、左端が「不快」、右端が「快」と記載された10 cmの水平直線で構成されており、参加者は標的刺激に

対して抱いた印象の位置に印をつけ、その長さによって標的刺激への印象を評価した。

アラビア語に先行して呈示されるサッカー3対3場面の画像は、ゴールあり・なしとフリー選手あり・なしを組み合わせた4種類とした。具体的には、ゴール前のフリー選手がいる状況 (G_F 条件) といない状況 (G_NF 条件)、全く同じ画像からゴールのみを消去した状況 (ゴールなし・フリーあり条件: NG_F 条件, ゴールなし・フリーなし条件: NG_NF 条件) とした。さらに、サッカー場面から独立した状況として、芝生のみ画像 (Neutral 条件) も先行刺激として用いた (図 22B)。Neutral 条件を加えた理由は、VAS の記述において、各参加者が持つ一定の反応バイアスを測定するためである (詳細は後述)。また画像は、第1節で用いた刺激と同じ視点の画像を使用した。その理由は、第1節と同様の視点の刺激を使うことで検証1と2の間に一貫性を持たせるため、また、攻撃的選手と守備的選手で異なる視点の刺激を用いた場合、仮に両者の間で異なる情動価が観測されたとしても、刺激の違いに起因するのか、ポジションに起因するのかが不明になると予想されるためである。

先行刺激の呈示時間は、先行研究において潜在的パターン知覚が生じることが確認されている 34 ms とした。実験課題の刺激系列は、2000 ms の予告刺激、34 ms の先行刺激、500 ms のマスク刺激、2000 ms の標的刺激であった。その後、VAS への記入を求める画面を呈示した。これらの実験課題の作成および刺激呈示は、心理学実験設計ソフト (IBS 社製, E-prime2.0) を用いた。実験参加者への刺激呈示には、15.6 インチのモニターを有するノートパソコン (HP 社製, ProBook 450 G2) を使用し、リフレッシュレートは 60Hz であった。また、モニターと参加者の距離は 50 cm とした。

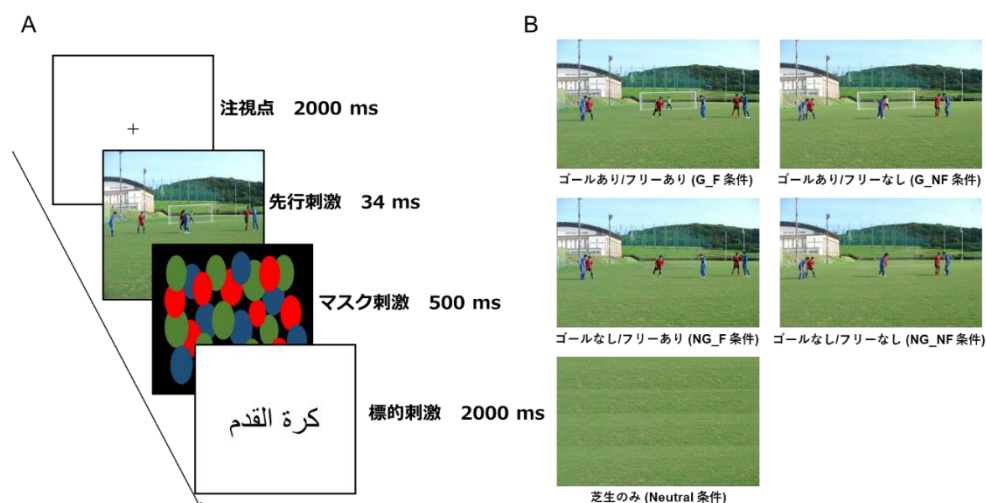


図 22 閾下プライミング課題 (A) と各条件の先行刺激 (B)

2.3 実験手続き

検証 2 の参加者 28 名のうち、第 1 節の実験に参加しておらず、潜在的パターン知覚の精度を測定していない 11 名の参加者に逆向マスクング課題を行わせた。その後の練習試行および本番試行における実験手続きは第 1 節と同様であったが、参加者の知覚が潜在的であったかを確認する方法として、本研究では、課題終了後に画像を顕在的に知覚できたかについて口頭での確認を行った。その結果、標的刺激を顕在的に知覚できたと回答した者はいなかった。

次に、検証 2 の全参加者 28 名を対象に閾下プライミング課題を行った。実験開始に先立ち、課題内容を十分に理解させるための説明を行い、練習試行を 5 試行実施した。前述の通り、呈示されたアラビア語の印象を VAS により評価することを説明し、評価の際には直観的に印象を記入するよう教示した。なお、練習試行に用いたサッカー 3 対 3 場面の先行刺激およびアラビア語は、本番試行と異なるものであった。練習試行後に不明な点がないかを確認し、本番試行を行わせた。その際、注視点が出現してからアラビア語が消失するまで、瞬きをしないことや画面から目を離さないことを教示した。以上の教示や練習において、刺激について攻撃場面や守備場面といった状況に関する説明は一切行わなかった。その理由は、状況の事前情報によって、攻撃的選手と守備的選手のフリー選手に対する情動価にバイアスがかかることを避けるためである。

本番試行は 50 試行を 1 セットとし、2 セット実施した (合計 100 試行)。セット間には 1 分間ほどの休憩を設けた。50 試行には、先行刺激の 5 条件がそれぞれ 10 試行ずつ含まれていた。文字の意味的・形態的特徴が印象評価に及ぼす可能性を回避するために、標的刺激には、20 種類のアラビア語を使用し、全先行刺激条件で同じアラビア語を 1 回ずつ呈示した。これらの刺激条件はセット間および参加者間で同一の順序とならないようにランダムに呈示した。

2.4 測定項目および統計処理

まず、潜在的パターン知覚に優れる選手が、ゴール前のフリー選手を優先的に処理していたかを検証するために (検証 1)、第 1 節の 30 名の参加者を逆向マスクング課題の正答率に基づいて、正答率が高い者 10 名 (攻撃的選手 6 名、守備的選手 4 名)、中程度の者 10 名 (攻撃的選手 4 名、守備的選手 6 名)、低い者 10 名 (攻撃的選手 5 名、守備的選手 5 名) の 3 群に分類し、先行刺激の種類 (フリーあり条件・フリーなし条件) ごとに正答率を算

出した。これらの値に関して、群（高群・中群・低群）× 先行刺激の種類（フリーあり条件・フリーなし条件）の 2 要因分散分析を行った。

次に、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手ほどゴール前のフリーな選手によって強く情動が喚起されるのか、またどのような情動価が生じるのかについて検証するために、検証 2 に参加した 28 名の関下プライミング課題時の VAS 評価の値に関して、単語ごとにニュートラル条件のアラビア語に対する評価をその他 4 条件の評価からそれぞれ減算し、評価の差分値を求めた。これにより、各参加者の刺激に因らない反応バイアス、あるいは、混入する可能性のあるアラビア語そのものの意味的・形態的特徴の印象が除去され、刺激に対する印象だけを反映した値になると考えられる。この VAS 評価の差分値と潜在的パターン知覚の精度の関係について、ピアソンの積率相関係数を攻撃的選手と守備的選手別々に求めた。VAS の差分値については、正の値の場合には先行刺激が快方向に評価されたことを意味し、負の値の場合には不快方向に評価されたことを意味する。

なお、統計解析には統計解析ソフト（IBM 社製、SPSS for Windows ver.22）を用い、有意水準を 5%未満とした。

第 3 項 結果

まず、第 1 節のデータ（30 名）を用いて、潜在的パターン知覚の精度に優れる選手がゴール前のフリーな選手を情動的に処理しているのかを検討するため、フリーあり条件とフリーなし条件で潜在的パターン知覚の精度が異なるのかを検討した。図 23 は、逆向マスキング課題における刺激条件別の正答率を群ごとに示したものである。2 要因分散分析の結果、刺激条件 ($F [1, 27] = 23.43, p < .001, \eta p^2 = .47$)、および群 ($F [2, 27] = 9.17, p = .001, \eta p^2 = .41$) の有意な主効果、および交互作用が認められた ($F [2, 27] = 4.22, p = .025, \eta p^2 = .24$)。単純主効果検定の結果、高群と中群では、フリーあり条件の正答率がフリーなし条件よりも有意に高かったが ($ps < .01$)、低群では刺激条件間に有意な差は認められなかった。これに加え、フリーあり条件では、高群と中群は低群よりも有意に高い正答率を示したが ($ps < .01$)、フリーなし条件では、群間に有意な差は認められなかった ($ps > .05$)。

次に、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手ほどゴール前のフリーな選手によって強く情動が喚起されるのか、またどのような情動価が生じるのかについて検証するために、検証 2 に参加した 28 名の各参加者における VAS 評価の差分値と潜在的パターン知覚の精度の関連について、ポジションごとに相関分析を行った（図 24）。結果として、G_F 条件で

は、攻撃的選手に関しては、有意な正の相関関係 ($r = .799, p < .001$)、守備的選手に関しては、有意な負の相関関係 ($r = -.663, p = .019$) が認められた。一方で、NG_NF 条件では、いずれの群においても有意な相関関係は認められなかった (攻撃: $r = .489, p = .064$; 守備: $r = -.394, p = .205$)。また、G_NF 条件及び NG_F 条件においては、攻撃的選手はそれぞれ正の有意な相関関係が認められた (G_NF: $r = .708, p = .003$; NG_F: $r = .568, p = .027$)。一方で、守備的選手では有意な相関は認められなかった (G_NF: $r = -.056, p = .863$; NG_F: $r = .131, p = .686$)。

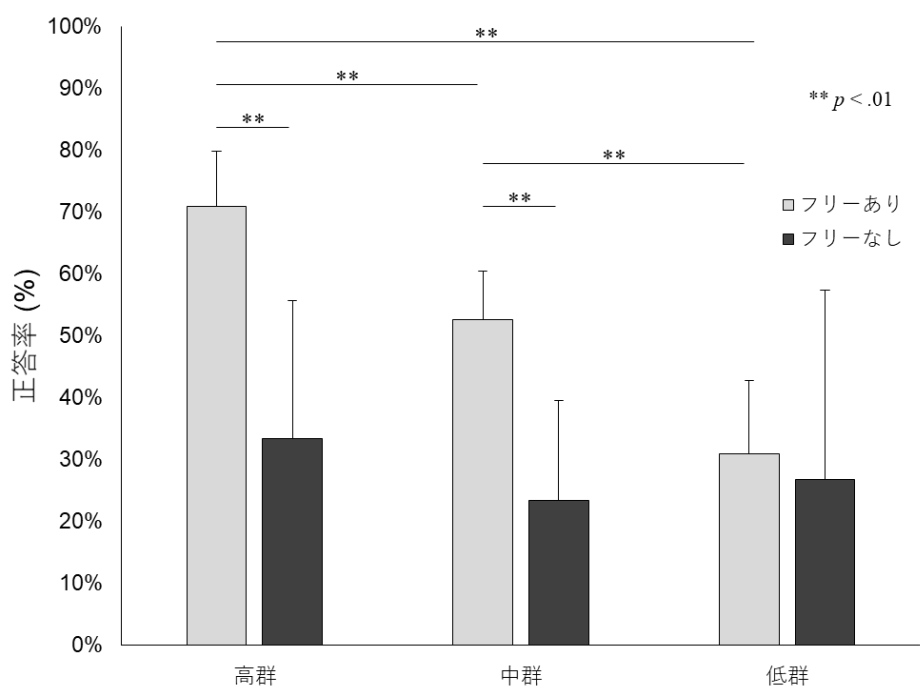


図 23 逆向マスクング課題における刺激の種類別の正答率 ** $p < .01$

● = 攻撃的選手 ○ = 守備的選手

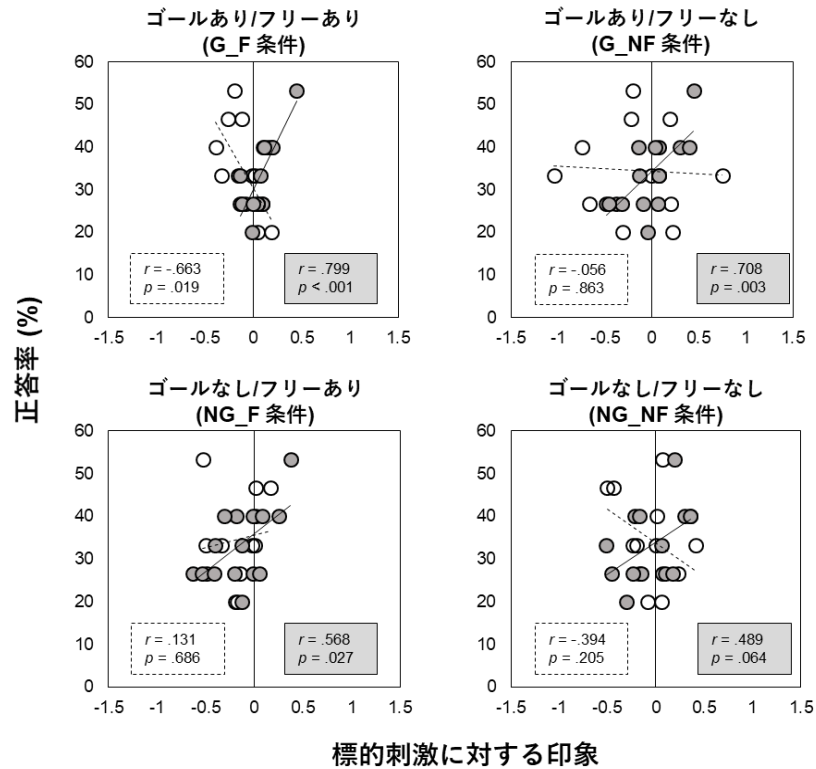


図 24 標的刺激への印象評価と潜在的パターン知覚の精度の関係
(標的刺激に対する印象は、正の値が快、負の値が不快を示す)

第 4 項 考察

第 6 節の目的は、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手が、ゴール前のフリーな選手を情動的に処理している可能性を明らかにすることであった。

主要な結果として、第 1 節に対する逆向マスクング課題の再分析では、潜在的パターン知覚の正答率に関して、群 (高群・中群・低群) × 先行刺激の種類 (フリーあり条件・フリーなし条件) の 2 要因分散分析を行ったところ、群および先行刺激の種類の主効果および交互作用が確認された。具体的には、フリーあり条件の正答率がフリーなし条件の正答率よりも有意に高いことが示され、この刺激条件間の正答率の差は、高群と中群においてのみ認められた (図 23)。また、閾下プライミング課題を用いた実験では、G_F 条件において、攻撃的選手では潜在的パターン知覚の精度と VAS 評価の値に有意な正の相関、守備的選手では負の相関が認められた。一方、NG_NF 条件では、そのような関係は示されなかった (図 24)。以上の結果は、潜在的なパターン知覚に優れるサッカー選手が、ゴール前のフ

リーな選手を情動的に処理しているという考えを支持するものと思われる。

脳内における刺激の情動的な処理は、視覚野を経由する顕在的な処理経路に先立って、皮質下の経路の入力により意識に上らない段階で遂行され (Morris et al., 1999), 大脳皮質を経由せずに直接扁桃体へ到達する経路 (LeDoux, 1994) や、顕在的な知覚処理を行う膝状体視覚系をバイパスする経路 (Morris et al., 2001) などにより処理される。これらの知見に従えば、潜在的パターン知覚に優れる選手は、ゴール前のフリーな選手を快あるいは不快な情動刺激として解釈することで、潜在的な処理を可能にしていると考えられる。言い換えれば、第1節で示された潜在的パターン知覚の個人差は、ゴール前のフリーな選手の捉え方の違いが関与していたと考えられる。具体的には、ゴール前局面の選手配置を単なる表面的な特徴 (フリーの有無) に基づいて知覚するのではなく、選手配置に基づいて局面を情動レベル (快・不快) で知覚することによって、扁桃体関連の潜在的な知覚処理経路に基づいた優れた潜在的なパターン知覚が実現されているものと推察される。

本研究では、以上の仮定に基づき、逆向マスキング課題において、潜在的パターン知覚が可能な選手だけが、フリーあり条件に対する正答率がフリーなし条件に対する正答率よりも高いと仮説立てた (仮説 1)。結果はこの仮説を支持し、フリーあり条件の正答率は、フリーなし条件よりも有意に高く、この刺激条件間の差異は高群と中群でのみ認められた。本研究の低群の正答率は、平均で $28.6 \pm 16.6\%$ とチャンスレベル程度 (25%) であったのに対し、高群 (52.1%) と中群 (37.9%) の正答率は、チャンスレベルを有意に上回る値であった。つまり、本研究では高群と中群の参加者だけが潜在的パターン知覚が可能であったことを示している。また、群間の正答率を比較してみると、フリーあり条件でのみ群間に差が認められ、フリーなし条件では群間の差は認められなかった。前述のようにフリーあり条件は情動を喚起しやすい刺激と考えられることから、潜在的パターン知覚は、刺激によって情動が喚起された場合においてのみ生じ、それが潜在的パターン知覚の精度の個人差に繋がっていたと考えられる。つまり、高群・中群と低群では全く同じゴール前局面の選手配置を知覚する場合でも、その捉え方が異なり、少なくともフリーあり条件では快や不快といった情動的な情報として刺激を捉えていたと推測される。

次に、閾下プライミング課題を用いた標的刺激への印象評価から、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手ほどゴール前のフリーな選手によって強く情動が喚起されるのか、またどのような情動価が生じるのかについて検証した (検証2)。その結果、G_F条件のVAS評価では、潜在的パターン知覚の精度が低い選手は0付近であった (偏向しなかつ

た) 一方で、潜在的パターン知覚の精度が高い攻撃的選手は快方向へ、守備的選手は不快方向へ偏向した (図24)。一方、フリーな選手が存在せずゴールもないNG_NF条件では、そのような一貫した偏向は認められなかった。よって、潜在的パターン知覚に優れる選手ほど刺激を情動的に処理していることに加え、刺激から喚起される情動は選手のポジション特性に応じて異なることが示唆された。本研究では、刺激の事前情報による情動価への影響を避けるため、参加者に刺激の状況に関する説明は行わなかった。しかし結果として、ポジションによって異なる情動価が生じるという結果は、参加者は自身の経験に関連してゴール前のフリー選手を解釈していた可能性を示すものと思われる。つまり本研究の知見は、優れた意思決定技能を支えるパターン知覚の理解において、刺激属性そのものが持つ情報 (例えば、空間情報) の処理に加え、その状況において知覚される情報 (例えば、情動) の処理を考慮する必要性を示唆するものであるといえる。

ゴール前のフリーな選手を情動的な情報として解釈するようになる理由として、これまでの経験を通じて生じた情動とその情動が生じた文脈の関連を学習している可能性が考えられる。LeDoux (2000) は、ヒトを含めた動物では、恐怖を感じたことと、恐怖を感じた際の文脈の関連を学習し、再び恐怖体験時の文脈に遭遇すると、恐怖反応が表出されるようになること (文脈恐怖条件づけ) を提案している。また、このような知覚処理において重要な役割を担う扁桃体では、恐怖などの不快刺激だけではなく、幸福のような快刺激も潜在的かつ迅速に知覚処理されることが明らかとなっており (e.g., Juruena et al., 2010; Williams et al., 2004)、不快な刺激から発展してきた理論的枠組みは、様々な刺激や情動の種類に適用可能なものとされている (LeDoux and Brown, 2017; Tamietto and de Gelder, 2010)。つまり、快刺激に関しても文脈との関連が学習されている可能性があると考えられる。よって、文脈恐怖条件付けの考えに従うと、あるタイミングで生じた快や不快の情動と、その情動を生じさせた文脈 (ゴール前局面) の関連を学習することで、ゴール前局面のフリー選手を含む選手配置が情動的に解釈されるようになると考えられる。このような情動と文脈の条件づけは、勝敗の価値が高く、ゴール前局面に対して強く情動が喚起される環境での試合経験によって促進されるものと考えられる。実際、本研究において、勝敗価値が高い全国大会の経験者12名の内10名は平均以上の潜在的パターン知覚の精度を示した。このように、ゴール前局面で強い情動喚起の経験の有無とその頻度の差や、その際に喚起される情動内容の違いが、状況の捉え方の個人差に影響したと推察される。

以上の結果に加え、ゴールまたはフリー選手のいずれかの情報が含まれるG_NF条件と

NG_F条件では、攻撃的選手においてのみ有意な正の相関関係が認められた。この結果は、一見、攻撃的選手にとってゴールまたはフリー選手のそれぞれが情動を喚起する重要な情報であることを示唆する。しかしながら、いずれの条件においても多くの参加者が不快方向への偏向を示した。よって、いずれか一方（ゴールあり、あるいはフリーあり）では潜在的なパターン知覚を促進すると考えられる情動は生じなかったものと思われる。先行研究では、ゴール前の選手を消失させるとパターン知覚のパフォーマンスが低下することが報告されている (Williams et al., 2006)。これらを考慮すると、単にフリーな選手が存在することよりも、ゴール前局面という状況が潜在的パターン知覚を誘発する情動処理に関連しているものと考えられる。

ここまでの解釈の注意点として、潜在的パターン知覚の個人差との関係において一貫した傾向は認められないものの、G_F条件以外の条件では、潜在的パターン知覚が低い者においてもVAS評価は0付近ではなかった。本研究では、反応バイアスについてはニュートラル条件との差分値を求めることで相殺し、アラビア語そのものの意味的・形態的特徴の影響については複数のアラビア語をすべての条件で統一して呈示することで相殺した。よって、VAS評価の結果は、各参加者が先行刺激によって情動が喚起されたことを示すものと思われる。しかし一方で、潜在的パターン知覚が低い者に関しては、標的刺激に対する正答率がチャンスレベル程度であることを考えると、先行刺激の影響であることも同時に考えにくい。よって、アラビア語の印象による情動の推定だけでなく、脳波などの生理的指標による推定 (Liddell et al., 2004; Pegna et al., 2011) も応用することで本研究の主張をさらに精査できるものと思われる。

また、本研究では、潜在的パターン知覚の認知メカニズムとして、環境情報の情動的な知覚処理の観点から検討を行ったが、一方で、ゴール前のフリー選手には、選手の配置情報（空間情報）が含まれていることを考えると、潜在的パターン知覚の実現には、環境情報の情動的な知覚処理だけではなく、空間情報を潜在的に知覚処理する能力が関与した可能性も考えられる。事実、情動的な知覚処理との一定の関係性が示されなかった条件においても、潜在的パターン知覚の精度の差が観測されている (図 24)。このことは、環境情報の情動的な知覚処理だけではなく、空間情報などを潜在的に知覚する能力が潜在的パターン知覚の実現に寄与している可能性を示唆する。従って、潜在的パターン知覚の認知的メカニズムを精査する上では、空間配置など情動的な知覚処理とは異なる観点からも検討していく必要があると思われる。

本研究の目的は、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手が、ゴール前のフリー選手が存在する状況を情動的に処理している可能性を検討することであった。結果として、潜在的パターン知覚の精度に優れる選手ほど、ゴール前のフリー選手が存在する状況を情動的に処理しており、攻撃的選手と守備的選手では生じる情動価が異なることが示された。すなわち、潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手は、自身の長年の経験により形成された情動価に基づいて状況を情動的に処理している可能性が示唆された。先行研究では、意思決定能力の高い選手が潜在的パターン知覚に優れること（村川ほか，2020）に加え、環境刺激の情動的な内容が意思決定の実現に重要な役割を果たす可能性を指摘している（Raab and Laborde, 2011）。よって、環境情報の情動的な処理に着目することにより、優れた意思決定を実現する者が有する心理的要因のより深い解明に繋がると考えられる。

一方で、本研究では実験条件を統制するため、同一視点から撮影した刺激を用いて攻撃的選手と守備的選手における情動処理の違いを検証した。結果として、情動価はポジションによって異なったが、明確に攻撃場面と守備場面に区別した画像を使用し、両ポジションの選手の情動価を調べることで、経験に応じた情動価が生じるかどうかをより詳細に検討できるものと思われる。しかし、いずれにしても、本研究の知見は、優れた意思決定技能を支えるパターン知覚の理解において、刺激属性そのものが持つ情報（例えば、空間情報）の処理に加え、知覚される情報（例えば、情動）の処理を考慮する必要性を示唆するものであった。また本研究は、意思決定能力の高低を説明する新たな観点である潜在的パターン知覚について、情動処理と関連する知見を直接的な検証結果に基づき最初に提供したという点で重要な意味をもつと考えられる。

近年、スポーツの熟達に関する研究分野では、実践練習でさえも試合と同等の感情や認知的負荷は再現できず、これによって実際の試合場面とは異なる行動が誘発されることが報告されている（Maloney et al., 2018）。このような観点に立てば、スポーツ行動の本質的な理解には、知覚-運動制御と心理状態を分断することなく、相互の影響について理解していくことが現場に応用する知見を得るために重要と思われる。そのためには、本研究で示された潜在的パターン知覚と情動の関係だけでなく、その関係の発達過程をも明らかにすることが不可欠と思われる。

第 7 節 脳波測定を用いた情動的知覚処理の検討

第 6 節では、潜在的パターン知覚を意思決定に利用できる選手が、環境情報を情動的に処理している可能性が示唆された。そこで第 7 節では、脳波測定を用いて、ゴール前のフリー選手から情動が生じているのか、また環境情報を情動的に知覚処理することが潜在的パターン知覚の実現に貢献するのかについて更なる検討を行った。

第 1 項 目的

ヒトの脳における刺激の情動的な知覚処理を評価する一般的な方法は、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) で評価される血中酸素濃度依存性 (Blood Oxygenation Level Dependent: BOLD) コントラスト法と、脳波 (EEG) から得られる事象関連電位 (ERP) である (Sabatinelli et al., 2007)。fMRI は、神経活動そのものではなく神経活動に伴う血流力学的な変化を計測するため、時間分解能に限界があるものの、空間分解能が高い。また脳活動部位を可視化できることから、脳機能情報を得るために非常に有効な方法である。例えば Nomura et al. (2004) は、意識に上らないレベルで怒り表情と中性表情を呈示した際の扁桃体活動を fMRI によって観察し、怒り表情を呈示した際には中性表情だけを呈示した場合と比較して、右側の扁桃体の活動が高まることを明らかにしている (同様に、Ohira et al., 2006)。

一方、EEG は、神経活動によって生じる電気信号を頭皮上で計測するため、脳内の神経活動分布を明らかにすることは難しく、空間分解能に限界があるものの、脳内の神経活動が生成する電氣的信号を直接計測することから、1 ミリ秒オーダーという時間分解能に優れる。このことから、短潜時の知覚認知処理過程を検討するために有用な指標と考えられる。情動刺激の知覚処理を対象とした多くの研究では、中性刺激と比較して情動刺激が呈示された時には、持続時間の長い P3 (LPP) 成分が観測されることが明らかにされている (see, Hajcak and Foti, 2020)。

このように刺激の情動的な知覚処理は、fMRI と EEG によって検証が行われるが、本研究では情動刺激の潜在的な素早い知覚処理に焦点を当てていることから、時間分解能に優れる EEG (脳波) を用いた検討が有効であると考えられる。脳波を用いた先行研究では、Fz 部位に刺激呈示後 200ms 付近に発生する陰性成分 (N2 成分) が情動刺激の潜在的な知覚処理を反映することが示されている (Liddell et al., 2004)。具体的には、恐怖表情および

中性表情の刺激を参加者の意識に上らないレベルで呈示し (逆向マスクング), 両刺激条件における ERP を比較している. 結果として, 恐怖表情が呈示された条件では, 中性表情が呈示された条件と比較して, Fz 部位の 200-300ms 区間で観測される ERP が有意に増大することが観察されている. 一方, Cz, Pz 部位に刺激呈示後 300ms 付近に発生する陽性成分 (P300) や, それ以降持続して発生する陽性成分 (LPP 成分) が情動刺激の顕在的な知覚処理を反映することが示されている. 具体的には, 情動刺激および中性刺激を参加者が顕在的に知覚できるレベルで呈示し, 両条件における ERP を比較した結果, Cz, Pz 部位においてより大きな ERP が観測されることが多くの研究において示されている (see, Hajcak and Foti, 2020).

これらの知見に基づくと, 刺激呈示後 200ms 付近に Fz 部位で発生する陰性成分 (N2 成分) や, 刺激呈示後 300ms 以降に Cz, Pz 部位で発生する陽性成分 (P300 成分および LPP 成分) に焦点を当てることで, 刺激の情動的な知覚処理について検討が可能であると考えられる. そこで第 7 節では, 潜在的パターン知覚時の脳波を測定することによって, ゴール前のフリー選手から情動が生じているのか, また環境情報を情動的に知覚処理することが潜在的パターン知覚の実現に貢献するのかについて検討を行った.

また, 脳波研究では, 頭皮上マップに基づいて解析部位を特定する方法が用いられる (亀井・佐久間, 2018). そこで本研究では, 上述のような先行研究に基づく仮説検証型の脳波解析に加え, 頭皮上マップに基づいたデータ駆動型の脳波解析も実施する.

第 2 項 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は, 視覚に疾患のない大学サッカー部所属の 30 名の選手 (年齢: 20.57 ± 1.41 歳, 競技歴: 12.3 ± 1.67 年) であった. 参加者の競技レベルは, 高校時代に全国大会に出場した者, あるいは, 大学でレギュラーとして全国大会への出場経験や地域大学選抜への選出歴を有する全国レベルから, 過去に全国大会の出場経験や選抜選出歴などがなく, 現在は主に地域リーグや県内リーグでプレーする地域レベルまで様々であった.

2.2 実験課題

実験課題は, 第 1 節および第 3 節と同様の逆向マスクング課題を用いた. すなわち, 呈示されたゴール前における 3 対 3 場面の静止画像の中から, フリーな選手の位置 (左・

中・右・フリー無し) を回答する課題であった。標的刺激にはゴール前における 3 対 3 場面 (ゴールあり条件) に加えて, ゴールを消失させた 3 対 3 場面 (ゴールなし条件) と, 選手の配置関係をブロックで示した刺激 (ニュートラル条件) を用いた (図 25)。標的刺激の呈示時間は, ここまでの実験で潜在的な知覚が生じることが確認されている 34ms (34_Goal 条件, 34_NoGoal 条件, 34_Neutral 条件) と, 顕在的な知覚が行われることが確認されている 85ms (85_Goal 条件, 85_NoGoal 条件, 85_Neutral 条件) の 2 条件とした。実験課題の刺激系列は, 2000ms の予告刺激, 両呈示時間条件で標的刺激, 500ms のマスク刺激, 5000ms のブランク刺激とし, その後にフリーな選手の選択を求める刺激を呈示した (図 25)。また, 直前の試行における脳活動の影響を防ぐために, 回答終了から次の予告刺激が呈示されるまでに 5000ms の時間を設けた。これらの実験課題の作成および刺激呈示は, 心理学実験設計ソフト (IBS 社製, E-prime2.0) を用いた。実験参加者への刺激呈示には, 25.5 インチのモニター (Samsung 社製, T260) を使用し, リフレッシュレートは 60Hz であった。また, モニターと参加者の距離は 60cm であった。

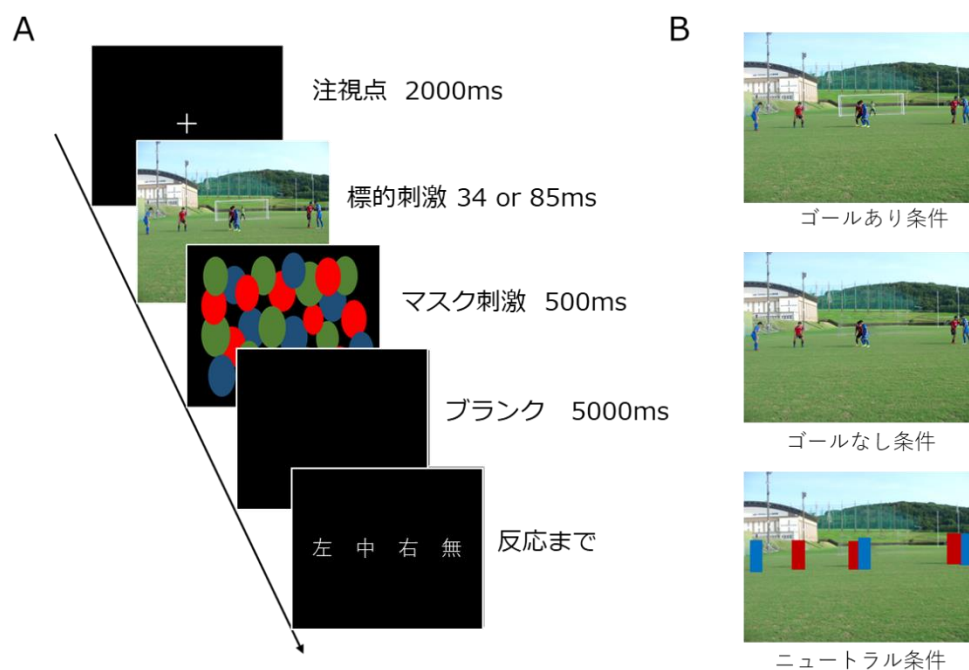


図 25 第 7 実験で用いた逆向マスクング課題と標的刺激

2.3 実験手続き

実験開始に先立ち, 課題内容を十分に理解させるための説明を行った。その後, 練習試行では用いない標的刺激を使用し, 5 試行の練習課題を実施した。実験課題では, 前述の

通り，参加者にマスク刺激呈示後にフリーの選手の位置を選択させたが，潜在知覚を評価した先行研究と同様に (Masters et al., 2007)，画像を主観的に知覚できなかった場合でも左・中・右・フリー無しの中から強制的に回答するよう教示した．また，参加者の標的刺激の知覚が顕在的であったか，潜在的であったかを評価するために，1 セット終了ごとにフリーな選手の位置の回答に対する確信度を 1 (全くわからない) から 10 (完全にわかる) の 10 段階にて回答するよう求めた．本番試行は各呈示時間条件での 32 試行を 1 セットとし，12 セット (各呈示時間条件 6 セットずつ) 行った (合計 384 試行)．セット間には 3 分間ほどの休憩を設けた．各呈示時間条件の 192 試行には，3 種類の標的刺激 (ゴールあり条件，ゴールなし条件，ニュートラル条件) が 64 試行ずつ含まれ，各標的刺激におけるフリーな選手の位置条件として，左，中，右，フリー無し条件がそれぞれ 16 試行ずつ含まれていた．標的刺激およびフリーな選手の位置条件はセット間で同一の順序とならないようにランダムに呈示した．各呈示時間条件の実施順序は，34ms 条件を行った後に 85ms 条件を行い，この実施順序は実験参加者間で統一した．なお，練習試行および本番試行において，正解に関するフィードバックは与えなかった．

2.4 記録方法

脳波 (EEG) および眼電位 (electrooculogram: EOG) は，モバイル脳波計 eego sports (ant neuro 社製) により測定された．脳波は国際 10-10 法に則り EEG キャップ (waveguard TM original, ant neuro 社製) を用いて頭皮上 56 部位 (Fp1/Fp2, AF3/AF4, F1/F2, F3/F4, F5/F6, F7/F8, FC1/FC2, FC3/FC4, FC5/FC6, FT7/FT8, C1/C2, C3/C4, C5/C6, T7/T8, CP1/CP2, CP3/CP4, CP5/CP6, TP7/TP8, P1/P2, P3/P4, P5/P6, P7/P8, PO3/PO4, O1/O2, Fpz, Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, POz, Oz) より導出した．脳波はサンプリングレート 500Hz (時定数 10s, ローパスフィルター 100Hz) で記録された後，オフラインで EEGLab (ver.13.4.3b; Delorme and Makeig, 2004) を用いて 128Hz (時定数 5s, ローパスフィルター 50Hz) にダウンサンプリングした．グラウンド電極は AFz 部位に設置し，基準電極は両乳様突起 (M1, M2) とした．瞬きおよび眼電位の脳波への混入を観察する為に，垂直 EOG を左眼窩下 1cm から，水平 EOG を右眼角外の延長線上 1cm から記録した．電極は Ag/AgCl 電極を用い，電気抵抗閾値は実験を通して 10 k Ω 以下に維持した．

2.5 測定項目および統計処理

まず、標的刺激をどの程度顕在的に知覚していたかを評価するために、回答に対する確信度に関して、参加者ごとに 34ms 条件および 85ms 条件それぞれの平均値を求めた。これらの値に関して、対応のある t 検定を行った。次に、逆向マスクング法で呈示される 3 対 3 場面のフリーな選手の位置をどの程度正確に知覚していたかを評価するために、呈示時間条件における正解試行数に基づいて正答率を算出した。この値に関して、標的刺激 (3) × 呈示時間 (2) の 2 要因分散分析を行った。また、各条件での正答率をチャンスレベルと比較するために、条件毎に 1 サンプルの t 検定を行った。このとき、正答のチャンスレベルは 25%であった。

脳波の分析は、EEGLAB を用いた。刺激呈示時点と EEG データの時間的同期を図るため、標的刺激が呈示された瞬間に E-Prime 2.0 から TTL (Transistor-Transistor Logic) 信号を Neurofax EEG-1200 に出力した。また、解析対象区間として、標的刺激が呈示された瞬間を起点とし、刺激呈示前 200ms から刺激呈示後 1000ms 区間を参加者毎に抽出した。刺激呈示前の 200ms の平均電位を基線とし、EOG や体動の混入を検出した後、独立成分分析 (independent component analysis: ICA) を行い、アーティファクトの抽出および試行の除去を行った。75 μ V 以上の試行を除いた後、加算平均法により各呈示時間条件における標的刺激ごと (34_Goal, 34_NoGoal, 34_Neutral, 85_Goal, 85_NoGoal, 85_Neutral) の ERP を算出した。平均加算試行数は、34_Goal 条件で 48.2 \pm 7.6 回、34_NoGoal 条件で 50.2 \pm 6.7 回、34_Neutral 条件で 51.5 \pm 6.9 回、85_Goal 条件で 53.8 \pm 5.6 回、85_NoGoal 条件で 52.3 \pm 5.1 回、85_Neutral 条件で 52.1 \pm 6.4 回であった。また、最小/最大加算試行数は、34_Goal 条件で 31/63 回、34_NoGoal 条件で 37/62 回、34_Neutral 条件で 36/63 回、85_Goal 条件で 42/63 回、85_NoGoal 条件で 39/61 回、85_Neutral 条件で 38/64 回であった。

次に、これらの ERP 波形に基づいて脳波解析を行うが、本研究では、先行研究に基づく仮説検証型解析と頭皮上マップに基づくデータ駆動型解析の異なる 2 つの脳波解析を行った。まず、仮説検証型解析として、先行研究 (Liddell et al., 2004) に基づいた場合の N2 および LPP 振幅に関して、N2 振幅については Fz 領域の刺激呈示後 200-300ms の区間平均電位を、LPP 振幅については Pz 領域の刺激呈示後 400-700ms の区間平均電位を求めた。その後、各標的刺激条件における潜在的パターン知覚の精度と脳波の関係を検討するために、ピアソンの相関分析を行った。

次に、上述の仮説検証型の脳波解析とは別に、頭皮上マップに基づくデータ駆動型の脳波解析を実施した。データ駆動型解析では、潜在的パターン知覚の実現に関連する解析対

象部位を同定するために、まず、潜在的な知覚処理が反映される 200-300ms 区間における 34ms 条件の Goal 条件および NoGoal 条件の脳波について、Neutral 条件との差分を算出し、差分トポグラフィを作成した。その後、潜在的パターン知覚の精度と脳波の関係を検討するために、同定された解析対象部位における平均 ERP と潜在的パターン知覚の精度に関して、ピアソンの相関分析を行った。

なお、統計解析には統計解析ソフト (IBM 社製, SPSS for Windows ver.22) を用い、有意水準を 5%未満とした。

第 3 項 結果

図 26A は、各呈示時間条件における確信度を示したものである。分析の結果、34ms 条件の確信度は平均 1.62 ± 0.16 であり、85ms 条件と比較して有意に低いことが明らかとなった ($t [29] = 38.66, p < .01, d = 10.8$)。

図 26B は、各呈示時間条件における標的刺激ごとの正答率を示したものである。2 要因分散分析の結果、呈示時間 ($F [1, 58] = 76.29, p < .01, \eta p^2 = .73$) および、刺激の種類 ($F [2, 58] = 13.67, p < .01, \eta p^2 = .32$) の有意な主効果が示され、交互作用も有意であった ($F [2, 58] = 9.11, p < .01, \eta p^2 = .24$)。そこで下位検定を行ったところ、刺激種類の主効果に関する多重比較の結果、Goal 条件と NoGoal 条件の正答率は、Neutral 条件と比較して有意に高かった ($ps < .01$)。また、交互作用に関する単純主効果検定の結果、すべての刺激条件において、呈示時間 85ms 条件の正答率は 34ms 条件と比較して有意に高いことが明らかとなった ($ps < .01$)。さらに、85ms 条件では、NoGoal 条件の正答率が Goal 条件および Neutral 条件と比較して有意に高いことが示された ($ps < .01$)。一方で、34ms 条件では、刺激条件間における正答率に有意な差は認められなかった。

次に、各呈示時間条件における標的刺激ごとの正答率に関してチャンスレベルである 25%との有意差検定を行ったところ、全ての条件においてチャンスレベルを有意に超える結果となった [34_Goal ($t [29] = 4.48, p < .01, d = 1.16$), 34_NoGoal ($t [29] = 3.22, p < .01, d = 0.83$), 34_Neutral ($t [29] = 2.66, p < .01, d = 0.69$), 85_Goal ($t [29] = 9.13, p < .01, d = 2.36$), 85_NoGoal ($t [29] = 11.26, p < .01, d = 2.91$), 85_Neutral ($t [29] = 6.15, p < .01, d = 1.59$)].

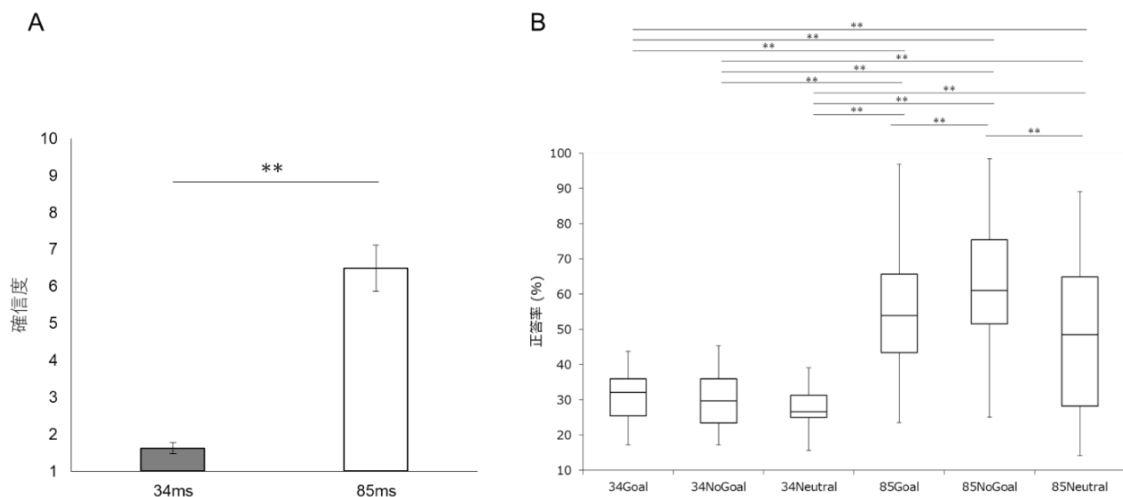


図 26 逆向マスクング課題における確信度 (A) と正答率 (B)

次に、潜在的パターン知覚の精度と情動的な知覚処理の関係を検討するために、脳波解析を行った。図 27 は呈示時間条件ごとの各標的刺激における ERP 波形を示したものである。本研究では、これらの ERP 波形に基づいて脳波解析を行うが、前述の通り、先行研究に基づく仮説検証型の脳波解析と頭皮上マップに基づくデータ駆動型の脳波解析を行った。

まず、Liddell et al. (2004) に基づいて、Fz 部位 (潜在処理を反映) と Pz 部位 (顕在処理を反映) を解析対象部位として脳波解析を行った (仮説検証型解析)。図 28 は、解析対象とした Fz および Pz 部位の ERP 波形を示している。刺激呈示時点でタイムロックした ERP 波形では、34ms 条件の Fz 部位において、刺激呈示後から 200ms 付近の陰性電位 (N200) の増大が確認され、Neutral 条件よりも Goal 条件および NoGoal 条件で顕著な増大が観測された。一方、85ms 条件の Pz 部位では、先行研究 (Liddell et al., 2004) と同様の LPP 成分が確認されなかった。そこで本研究では、LPP と同様に情動的な知覚処理を反映すると考えられている P300 成分 (e.g., Hajcak and Foti, 2020) を情動刺激の顕在的な知覚処理を反映する成分として解析を行った。その結果、顕在的な刺激呈示後から 300ms 付近の陽性電位 (P300) の増大が確認され、Neutral 条件よりも Goal 条件および NoGoal 条件で顕著な増大が観測された。

次に、潜在的パターン知覚の実現と情動処理の関係を明らかにするために、上述の 34ms 条件の N2 成分に関して Goal 条件および NoGoal 条件それぞれについて Neutral 条件との差分を求め、潜在的パターン知覚との相関関係を検討した。その結果、Goal 条件において有意な負の相関関係が示された一方で、NoGoal 条件では有意な相関関係は示されなかった

(図 29 左). また, 85ms 条件の P300 成分においては, Goal 条件/NoGoal 条件ともに, 顕在的パターン知覚の精度との相関関係は示されなかった (図 29 右).

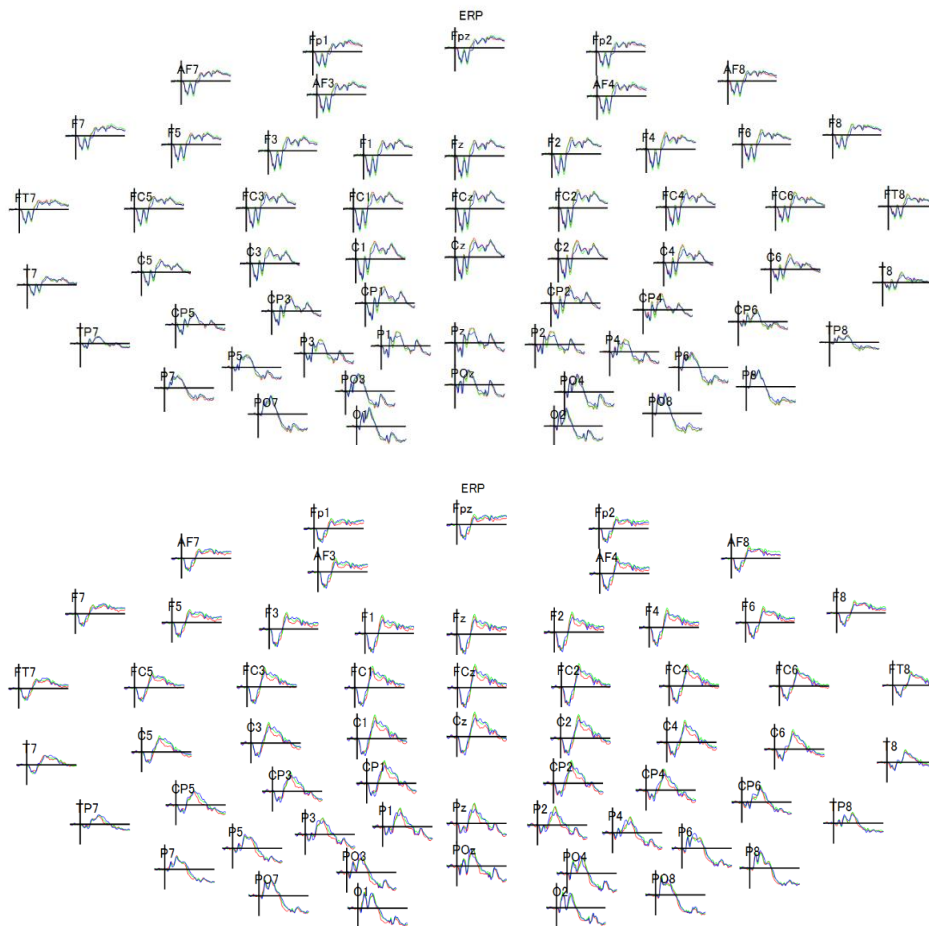


図 27 各呈示時間条件における ERP 波形 (上: 34ms 条件, 下 85ms 条件)

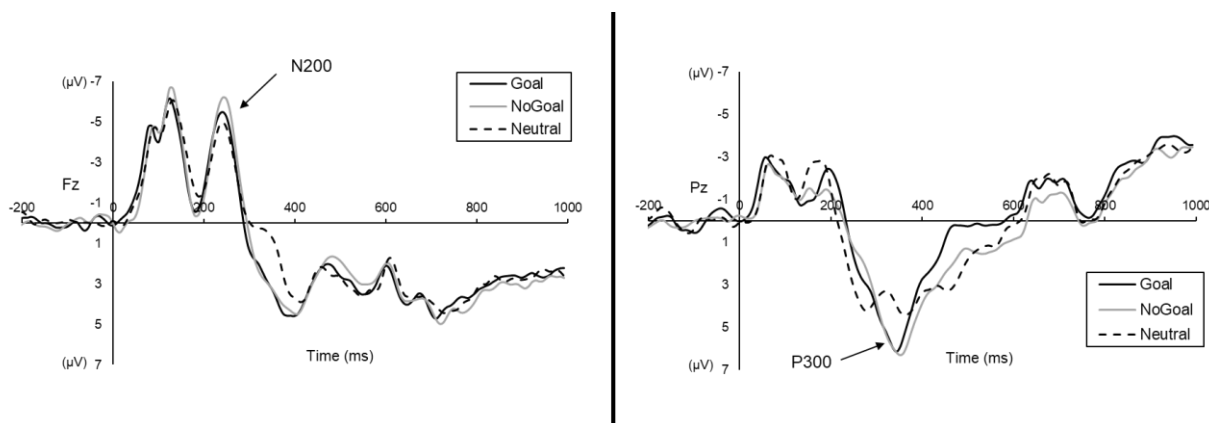


図 28 Fz 部位 (左) と Pz 部位 (右) における ERP 波形

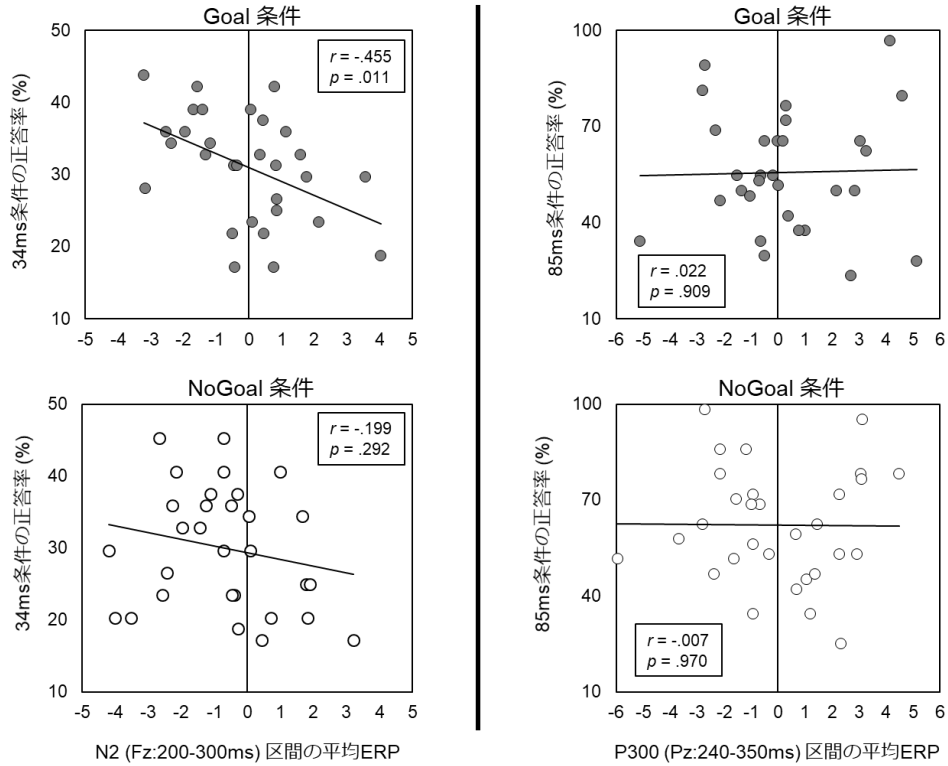


図 29 ゴールあり条件とゴールなし条件における潜在的パターン知覚の精度と N2 成分の関係（左）および頭在的パターン知覚の精度と LPP 成分の関係（右）

次に、上述の仮説検証型の脳波解析とは別に、頭皮上マップに基づくデータ駆動型の脳波解析を実施した。図 30 は、200-300ms 区間を対象に、34ms 条件における Goal 条件および NoGoal 条件と Neutral 条件との差分トポグラフィを示している。これらの頭皮上マップから、200-300ms 区間の 34ms 条件における Goal 条件と NoGoal 条件の知覚処理を反映する脳波成分が Pz 付近から生じていることが推察される。そこでデータ駆動型解析では、200-300ms 区間における Pz 部位を解析対象とし、Goal/NoGoal 条件の区間平均脳波成分 (Neutral 条件との差分) について、潜在的パターン知覚の精度との相関関係を検討した。その結果、Goal 条件では有意傾向の負の相関関係 ($p = .062$) が、NoGoal 条件では、有意な負の相関関係 ($p = .018$) が示された。

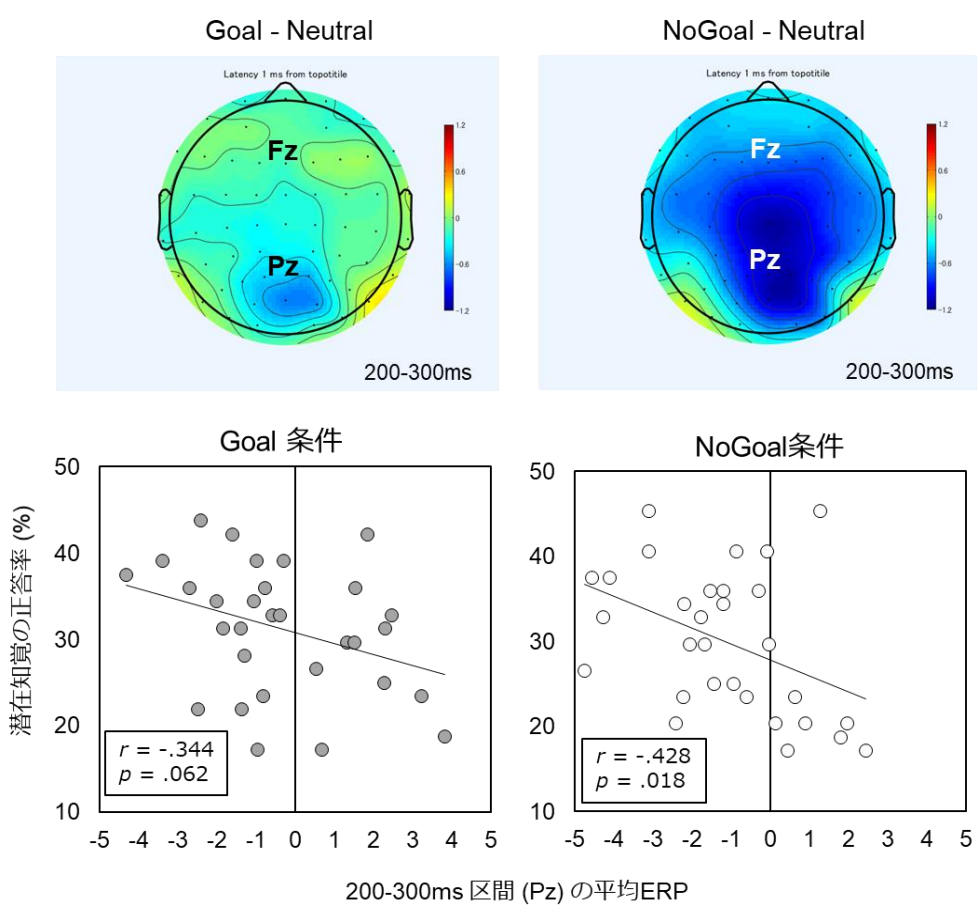


図 30 200-300ms 区間における Goal/NoGoal 条件の差分頭皮上マップ（上）と Pz 部位の区間平均 ERP と潜在的パターン知覚の精度の関係（下）

第 4 項 考察

本研究の目的は、潜在的パターン知覚時の脳波を測定することで、ゴール前のフリー選手から情動が生じているのか、また環境情報を情動的に知覚処理することが潜在的パターン知覚の実現に貢献するのかについて明らかにすることであった。

まず、逆向マスクング課題における確信度において、34ms 条件の確信度は 85ms 条件の確信度と比較して有意に低いことが示され、その値は平均 1.62 ± 0.16 であった。つまり、本研究の参加者は、34ms 条件で呈示された刺激を顕在的には知覚できていなかったと考えられる。

次に、各呈示時間条件における刺激条件ごとの正答率を比較したところ、85ms 条件の正答率は 34ms 条件の正答率と比較して有意に高いことが示された。また、34ms 条件におけ

る刺激条件間の正答率および 85ms 条件における Goal 条件と Neutral 条件の正答率の間に有意差は認められなかったものの、標的刺激のすべての呈示条件において、チャンスレベルより有意に高い値が示された。以上の結果より、34ms 条件で潜在的パターン知覚が生じることを確認できたことに加え、34ms 条件と 85ms 条件は、参加者にとって明確に意識レベルが異なる刺激呈示条件であることが確認された。

次に、各刺激条件で得られた脳波に関して、先行研究に基づく仮説検証型の解析を行った。主要な結果として、34ms 条件の Fz 部位において、刺激呈示後から 200ms 付近の陰性電位 (N200) に関して、Neutral 条件よりも Goal 条件および NoGoal 条件での顕著な増大が確認された。また、85ms 条件の Pz 部位では、刺激呈示後から 300ms 付近の陽性電位 (P300) に関して、Neutral 条件よりも Goal 条件および NoGoal 条件での顕著な増大が観測された。情動刺激の潜在的な知覚処理が N2 成分 (Liddell et al., 2004) に、顕在的な知覚処理が P300 成分 (e.g., Hajcak and Foti, 2020) に反映されることを踏まえると、本研究の結果は、ゴール前局面の選手配置から情動が生じており、サッカー選手がゴール前の選手配置を情動的に知覚処理していた可能性を示唆する。そこで、潜在的パターン知覚の実現と環境情報の情動処理の関係を明らかにするため、Goal 条件および NoGoal 条件における N2 成分と潜在的パターン知覚との相関関係を検討したところ、Goal 条件において有意な負の相関関係が示された一方で、NoGoal 条件では有意な相関関係が示されなかった。この結果は、潜在的パターン知覚に優れる選手ほど、ゴール前局面の選手配置を情動的に知覚処理していることを示唆する。

刺激の情動的な処理は、視覚野を経由する顕在的な処理経路に先立って、皮質下の経路の入力により意識に上らない段階で遂行され (Morris et al., 1999)、大脳皮質を経由せずに直接扁桃体へ到達する経路 (LeDoux, 1994) や、顕在的な知覚処理を行う膝状体視覚系をバイパスする経路 (Morris et al., 2001) などにより処理される。事実、情動刺激 (怒り表情) を参加者の意識に上らないレベルで呈示した場合でも扁桃体の活動が高まることが示されている (Nomura et al., 2004; Ohira et al., 2006)。また、Liddell et al. (2004) は、情動刺激を潜在的に呈示した際に観測される N2 成分が、皮質下経路における素早い潜在的な知覚処理を反映することを提案している。また、Daw et al. (2005) は、脳における行動決定にモデルフリーシステムとモデルベースシステムという 2 つの制御システムがあることを主張している (図 31)。モデルベースシステムは、前頭前野を中心とする大脳皮質内の回路が重要な役割を果たし、顕在的 (意識的) な意思決定とも密接な関係があると考えられている

一方で、モデルフリーシステムは、中脳ドーパミンニューロンとその投射先である大脳基底核によって構成される神経回路によって実現されると考えられている。また、我々ヒトの日常的な行動決定のほとんどは、潜在的情報処理系であるモデルフリーシステムに依存するものと考えられており、意思決定の中核メカニズムにおいては、情動が重要な役割を果たしている可能性が提案されている (坂上・山本, 2009)。これらのことから考えると、Goal 条件において潜在的パターン知覚に優れる選手ほど N2 成分が増大するという本研究の結果は、ゴール前局面の選手配置を情動的に捉えることによって皮質下経路における潜在的な知覚処理が進行し、優れた潜在的パターン知覚が実現された可能性を示唆する。

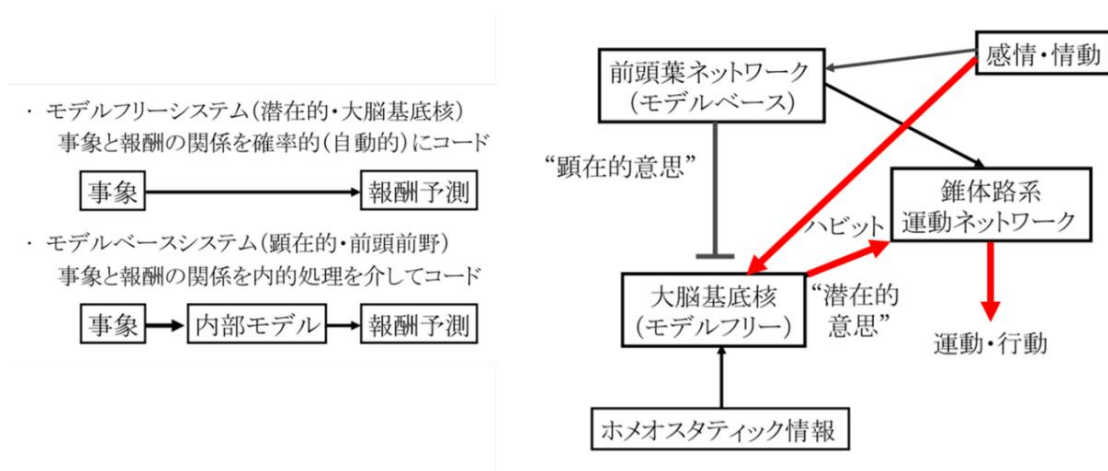


図 31 モデルフリーシステムとモデルベースシステム (左) と 顕在的意思決定システムと潜在的な意思決定システムの相互作用 (右)

また、NoGoal 条件では、潜在的パターン知覚の精度の差は確認されるものの、N2 成分との有意な相関関係は示されなかった (図 29)。この結果は、ゴール前局面の潜在的パターン知覚の実現にのみ情動的な知覚処理が関与することを示唆し、ゴールが存在しない局面 (NoGoal 条件) での潜在的パターン知覚の実現には、刺激の情動処理以外の要因が関与するものと想定される。Goal 条件と NoGoal 条件では、選手の配置関係など、ゴールの有無以外の情報は共通して含まれる。従って、NoGoal 条件の潜在的パターン知覚の実現には、選手の空間配置を潜在的に知覚する能力が影響した可能性が考えられる。本研究では、上述の仮説検証型の解析に加え、各刺激条件で得られた頭皮上マップに基づくデータ駆動型の解析を行った。主要な結果として、差分トポグラフィから 200-300ms 区間における Goal 条件および NoGoal 条件の解析部位として Pz 部位を同定し、N2 成分と潜在的パターン知覚の相関関係を検討した。その結果、Goal 条件では有意傾向の負の相関関係が、NoGoal 条

件では、有意な負の相関関係が示された。この結果は、前述の仮説検証型の解析 (Fz 部位) で示唆された環境情報の情動的な知覚処理に加えて、Pz 部位の脳波成分に反映される知覚処理も潜在的パターン知覚の実現に影響を与えることを示唆する。ERP と認知情報処理の関連について沖田 (1989) は、刺激特性によって潜時が多少異なるものの、空間的注意を向けた際に増大する成分として、後頭領域の頂点潜時約 130ms の陽性成分 (P130) と約 190ms の陰性成分 (N190)、さらに頭頂から前頭領域に分布する潜時約 170ms の陰性成分 (N170) などの存在を指摘している。これらの成分は、データ駆動型解析において潜在的パターン知覚との関連が示された脳波成分 (Pz: 200-300ms) と時間的・空間的に近似することから、Goal 条件と NoGoal 条件の両条件における潜在的パターン知覚の実現には、選手の空間配置を潜在的に知覚する能力が影響した可能性が示唆される。

また、P300 (Pz: 240-350 ms) を対象とした仮説検証型の解析では、85ms 条件における Goal 条件および NoGoal 条件ともに、P300 成分と顕在的なパターン知覚との間に有意な相関関係は示されなかった。この結果は、情動的な知覚処理が潜在的な情報処理と密接に関わることに起因するものである可能性が考えられる。情動喚起刺激の潜在的/顕在的な知覚処理について検討を行った Murphy and Zajonc (1993) は、漢字を解読できない参加者に対して、情動刺激に続いて呈示される漢字の好意度を尋ねた際、情動刺激を潜在的に呈示した場合には参加者の漢字に対する好意度が変容したのに対し、情動刺激を顕在的に呈示した場合には漢字に対する好意度が変容しないことを明らかにしている (第 6 節参照)。この結果は、潜在的な情報処理経路が刺激の情動的な知覚処理と密接に関連していることを示唆する。このことから考えると、顕在的なパターン知覚と情動処理を反映する脳波成分に関連が確認されなかったという本研究の結果は、顕在的なパターン知覚には情動的な知覚処理が関連しないことを示唆する。つまり、潜在的パターン知覚と顕在的なパターン知覚では、パターン知覚を実現するために異なる情報を処理している可能性が考えられる。

本研究では、潜在的パターン知覚時の脳波を測定し、仮説検証型とデータ駆動型の 2 つの異なる脳波解析を行い、ゴール前のフリー選手から情動が生じているのか、また環境情報を情動的に知覚処理することが潜在的パターン知覚の実現に貢献するのかについて検討を行った。その結果、潜在的パターン知覚に優れる選手ほど環境情報を情動的に知覚処理していることに加え、潜在的パターン知覚の実現には、選手の空間配置を潜在的に知覚する能力が影響する可能性が示された。また、空間配置の知覚処理を示唆する Pz 由来の N2 成分に関しては、Goal 条件および NoGoal 条件の潜在的パターン知覚の精度との相関関係

が示された一方で、環境情報の情動的な知覚処理を示唆する Fz 由来の N2 成分に関しては、Goal 条件でのみ潜在的パターン知覚の精度との相関関係が示された。この結果は、選手の配置関係を瞬時に理解するという潜在的パターン知覚が、基本的には選手の配置関係(空間知覚)に基づいて行われるが、情動が喚起されやすいゴール前局面では、空間情報の知覚に先立って情動的な知覚処理が実現されることを示唆する。サッカーのゴール前局面は、得点に結びつくプレーが求められる一方で、相手選手からのプレッシャーが一段と強くなるなど、攻撃的選手にとって最も時間的制約が厳しい局面であるといえる。従って、ゴール前局面、特にフリー選手が存在する場合において、環境情報の優先的な知覚処理(情動的な知覚処理)が駆動し、瞬時の意思決定が行われることは、最も厳しい時間的制約が存在し、サッカーの勝敗を直接的に左右するゴール前局面において優れた意思決定を実現する上で重要な役割を果たしていると考えられる。

第3章 統括論議

第1節 サッカー選手の意思決定における潜在的パターン知覚の貢献

第1項 実験結果のまとめ

本研究では、サッカー選手の優れた意思決定を実現する要因として、知覚認知技能の中でもパターン知覚、特に潜在的パターン知覚に焦点をあて検証を行ってきた。また、潜在的パターン知覚の実現メカニズムについて、実験心理学的手法と神経生理学的手法を用いて検討してきた。7つの研究の概要は以下の通りである。

まず、エキスパートパフォーマンスアプローチの第一段階として、潜在的パターン知覚を評価できる方法の検討と意思決定に優れるサッカー選手が潜在的パターン知覚に優れるのかについて検討した。実験1では、逆向マスクング課題を用いて潜在的パターン知覚の精度を評価し、指導者によって評価された意思決定能力との関係を検討した。その結果、意思決定能力高群と中群において、顕在的には知覚できないと報告された34ms条件の刺激に対する正答率がチャンスレベルを有意に超えることが示された。このことから、逆向マスクング課題は潜在的パターン知覚を評価できる課題であることが確認された。また、意思決定能力低群では、チャンスレベルを超える正答率が認められないことから、意思決定に優れるサッカー選手だけが顕在的には知覚できない情報を潜在的には正しく知覚処理していることが示された。

実験2では、実験1で確認された潜在的な知覚情報がサッカーの最終的な意思決定に影響を与えるのかについて、先行刺激の呈示時間（知覚なし条件:17ms、潜在条件:34ms、顕在条件:85ms）と標的刺激の種類（一致/不一致条件）の対応関係を操作した閾下プライミング課題（Kiesel et al., 2009）を用いて検討した。その結果、意思決定能力高群では、顕在的にも潜在的にも知覚できない17ms条件と比較して34ms条件と85ms条件で差分反応時間（一致条件と不一致条件の反応時間の差）が有意に増大したのに対し、中群では85ms条件でのみ差分反応時間が有意に増大し、低群では変化は見られなかった。この結果から、意思決定に優れるサッカー選手だけが潜在的な知覚情報を最終的な意思決定へ活用していることが示唆された。実験1と合わせると、意思決定高群と中群における意思決定能力の差は、潜在的なパターン情報をどの程度正しく知覚できるかというよりも、潜在的な知覚情報をどの程度意思決定に活用できるかといったより複雑な処理過程に起因すると考えら

れた。

実験 1 および実験 2 の結果から、意思決定に優れるサッカー選手ほど潜在的パターン知覚に優れ、潜在的な知覚情報を最終的な意思決定に活用していることが示唆された。しかしながら、これらの実験で用いた手法には、いくつかの問題点が考えられた。1 つは、指導者評価を用いて意思決定能力を評価し、潜在的パターン知覚との関連を検討した点である。先行研究では、知覚認知技能を評価する際のパフォーマンスレベルのばらつきを最小限に抑えるためにも、参加者の群分けには、参加者間の熟達差を同じ基準で評価できるタスク内基準を使用する有効性が指摘されている (e.g., Savelsbergh and Whiting, 1988; Savelsbergh et al., 2005; Vaeyens et al., 2007b; Williams and Ericsson, 2005)。従って、本研究においても、参加者間で同一の基準を用いて意思決定能力の熟達差を評価し、潜在的パターン知覚との関連を検討することが必要であると考えた。2 つ目は、潜在的に知覚された情報の意思決定への影響を検討する際に、ボタン押し選択課題を用いた点である。知覚認知技能を正確に捉えるためには、自然な知覚と行為の関連性が損なわれないようにする必要性が提案されている (Bootsma, 1989; Bootsma and Wieringen, 1990; Gibson, 1979; Mann et al., 2010; Oudejans et al., 1996)。そこで、これら 2 つの問題点を解消し、優れた意思決定を媒介する知覚認知技能としての潜在的パターン知覚の寄与をより明確に示すために、以下の 3 つの実験を実施した (実験 3, 4, 5)。

まず、実験 3 では、選手の意思決定能力を同一の基準で評価するための課題として、先行研究 (Vaeyens et al., 2007a,b) に基づいた意思決定テストを作成し、その妥当性を検討した。この際、潜在的な知覚処理プロセスはその迅速さに特徴を持つため (e.g., Kahneman, 2011)、意思決定能力の評価指標として意思決定時間を用い、現場の指導者 3 名によって評価された意思決定能力との相関関係を検討した。その結果、テストで評価された意思決定時間と指導者評価の間に有意な強い相関関係が示された。この結果から、第 3 実験で作成した意思決定テストは選手の意思決定能力を適切に反映することが示され、参加者の意思決定能力を評価する課題として妥当であることが確認された。

次に、実験 4 では、第 3 実験で作成した意思決定テストによって評価された意思決定能力に基づいて、優れた意思決定の実現に潜在的パターン知覚が影響し得るのかについて再検討を行った。また、潜在的パターン知覚のメカニズムに関して、視機能と知識基盤の観点から検討を行った。そのため、逆向マスクング法を用いてサッカー関連刺激/無関連刺激を呈示し、両条件における潜在的知覚の精度と意思決定能力の相関関係について検討を行

った。その結果、サッカー関連刺激では、正答率と意思決定能力の間に有意な負の相関関係が認められたのに対し、サッカー無関連刺激では有意な相関関係は認められなかった。この結果から、テストで評価された意思決定能力に基づいた場合でも、意思決定に優れた選手ほど潜在的パターン知覚に優れることが示され、さらに、意思決定に優れたサッカー選手は瞬間視などの一般的な視機能ではなく、長年の経験によって獲得された知識基盤によって潜在的パターン知覚を発達させていることが示唆された。

実験5では、実験2の知覚と行為の乖離の問題について、実験2の課題に競技場面と同様の反応方略を用いて意思決定（選択）することを加えることで検討した。その結果、ボタン押し課題を用いた場合（実験2）と同様に、17ms条件では意思決定への影響は確認されず、34ms条件および85ms条件では、意思決定への影響が確認され、その影響度は意思決定に優れた選手ほど大きかった。つまりこの結果から、意思決定に優れたサッカー選手ほど、先行する潜在/顕在的な知覚情報が最終的な意思決定に影響を与えることが再度確認された。

これら5つの実験を通して、エキスパートパフォーマンスアプローチの第一段階として、潜在的パターン知覚が優れた意思決定を実現する重要な知覚認知技能であることを明らかにできた。そこで実験6および実験7では、エキスパートパフォーマンスアプローチの第二段階として、潜在的パターン知覚のメカニズムについて検討を行った。本研究では、潜在的な知覚処理と密接な関わりが示されている情動的な知覚処理（e.g., LeDoux, 1994; Liddell et al., 2004; Murphy and Zajonc, 1993）に着目し、潜在的パターン知覚に優れた選手ほどフリー選手を含むゴール前局面を情動的な刺激として知覚処理している可能性を検証した。

実験6では、逆向マスクングとアラビア語への印象評価から、潜在的に知覚された情報に情動が生じているかどうかを検討した。結果として、潜在的パターン知覚に優れた攻撃的選手ではゴール前局面のフリー選手を快刺激として、守備的選手では不快刺激として解釈していることが示された。つまり、潜在的パターン知覚に優れたサッカー選手は、自身の経験によって獲得された知識基盤に基づいてフリー選手を含むゴール前の局面を情動的な刺激として知覚処理していることが示唆された。

実験7では、ゴール前局面の選手配置から情動が生じているのか、また潜在的パターン知覚に優れた選手ほど環境情報を情動的に知覚処理しているのかについて脳波を用いて検討した。その結果、Goal条件およびNoGoal条件を呈示した場合には、Neutral条件と比較

して、情動処理を反映する脳波成分が観測された。そして、潜在的パターン知覚に優れる選手ほど前頭部 (Fz) の陰性電位 (N2) が大きいことが示された。Fz 部位の陰性電位は、情動刺激の潜在的な知覚処理を反映すると考えられていることから (Liddell et al., 2004), 潜在的パターン知覚に優れるというサッカー熟練選手の優れたパフォーマンスは、環境情報を情動的に知覚処理することによって実現されていることが示された。

以上から、意思決定に優れるサッカー選手は、潜在的パターン知覚に優れ、意思決定に効果的に利用していること (実験 1 から 5), 潜在的パターン知覚の実現メカニズムとして、知識基盤や環境情報の情動的な知覚処理が関連していることが示された (実験 6・実験 7)。

第 2 項 熟練者の優れた知覚認知技能の特性やその実現メカニズムの拡張

これまでのサッカーやバスケットボールなどの熟達化研究では、熟練選手によって示される優れた知覚認知技能が意思決定に与える利点について、顕在的な知覚情報処理を対象に検討してきた。これに対し本研究では、我々の意思決定プロセスには、顕在的な処理プロセスと潜在的処理プロセスの異なる 2 つの処理プロセスが存在するという意思決定の二重プロセス理論 (e.g., Evans and Stanovich, 2013; Kahneman, 2011) に基づいて、潜在的な処理プロセスに焦点を当て、優れた意思決定の実現における潜在的な処理プロセスの貢献やそのメカニズムの解明を目的としてきた。具体的には、サッカー選手の意思決定プロセスの中核をなす知覚認知技能であるパターン知覚に焦点を当て、その潜在的な知覚処理について研究を進めてきた。これによって得られた知見は、これまでのスポーツの熟達化研究が示してきた熟練者の優れた知覚認知技能の特性やその実現メカニズムの理解を拡張するものと思われる。

一つ目は、スポーツにおける卓越したパフォーマンスの背景に、潜在的な処理プロセスが関与することを実証的に示した点である。優れたパフォーマンスを媒介する知覚認知技能に関するこれまでの研究では、参加者の顕在的な知覚認知技能が主な標的とされ、潜在的な知覚認知技能に関する検討はほとんど行われてこなかった (Kibele, 2006)。近年では、チェス選手 (Kiesel et al., 2009) や卓球選手 (Meng et al., 2019) を対象に、熟練選手は未熟練選手と比較して潜在的な知覚認知技能に優れることが示唆されているものの、これらの研究では、あくまで熟練選手が潜在的な知覚認知技能に優れる可能性を示したものであり、優れたパフォーマンスの実現に潜在的な知覚認知技能が寄与するのかについて直接的な検討は行われていない。その点に関して本研究では、スポーツの意思決定に重要なパ

ターン知覚に焦点を当て、意思決定と潜在的パターン知覚の関係性について相関分析を用いるなどの直接的な検討を行った。その結果、意思決定の良否と潜在的パターン知覚精度に有意な相関関係が確認され、優れた意思決定の実現に潜在的パターン知覚が寄与することを直接的に明らかにした。つまり本研究の結果は、優れた意思決定を媒介する認知的メカニズムとして、従来の意思決定研究で対象とされてきた顕在的な知覚処理プロセスに加え、潜在的な知覚処理プロセスが関与することを実証的・直接的に示したものであるといえる。

二つ目は、意思決定に優れるサッカー選手が潜在的パターン知覚に優れることを実験室で行える単純な知覚課題によって同定できたことである。第2章第5節でも述べたように、実験室課題を用いて熟練選手の優れたパフォーマンスを媒介する知覚認知技能を正確に捉えるためには、選手自身の反応を正確に再現し、重要な知覚と行為の結合が損なわれないようにする必要性が提案されている (e.g., Bootsma, 1989; Bootsma and Wieringen, 1990; Gibson, 1979; Mann et al., 2010; Oudejans et al., 1996; van der Kamp et al., 2008)。そのため、近年の熟達化研究では、知覚と行為の相互作用による複雑な処理過程を正確に捉えるために、360°カメラ (Panchuk et al., 2018) やバーチャルリアリティー (Vignais et al., 2015) によって実環境を想定した刺激呈示を行い、参加者の反応方略に運動反応を用いる (e.g., Mann et al., 2010) など、より自然な環境を作り出し、知覚と行為の結合が損なわれない実験デザインが多く用いられている。一方で、Abernethy (1993) は、どのような情報が知覚と行為を結び付け、パフォーマンス発揮の優劣を規定するのかを同定するためには、対象とする知覚情報を制限する有効性を主張している。この主張に基づけば、現実場面を想定した刺激や実験環境は、知覚と行為の結合が損なわれないというメリットがある一方で、複雑な環境の中からどのような知覚情報が行為と密接に関わるのかを捉えにくくなるというデメリットがあると考えられる。そのため、熟練選手の優れたパフォーマンスを媒介する知覚認知技能を検討する上で、現実場面を想定した実験環境を設定することが必ずしも妥当であるとはいえない。事実、潜在的な知覚情報の意思決定への影響について、知覚と行為の結合が損なわれないように検証を行った第5実験では、知覚と行為が乖離するボタン押し課題を用いた第2実験と同様の結果が示された。また、第4実験では、サッカーの現実場面の再現性に乏しく、知覚と行為の結合が損なわれている逆向マスクング課題で評価された潜在的パターン知覚の精度が、現場レベルの意思決定能力と強い相関関係にあることが示された。このように知覚と行為が乖離した実験デザインを用いた場合でも、潜在

的パターン知覚が意思決定の良否を規定する知覚認知技能であることを評価できたことを考えると、本研究で対象とした潜在的パターン知覚の精度の差は、知覚と行為の相互作用で生じる複雑な知覚処理過程ではなく、意思決定プロセスにおける比較的初期かつ単純な処理過程において生じるものであると考えられる (Nakamoto and Mori, 2008a, b).

三つ目は、優れた潜在的パターン知覚の実現メカニズムとして、熟練選手が環境情報を情動的に知覚処理している可能性を示した点である。ゴール前局面の選手配置を用いて検討を行った本研究では、潜在的パターン知覚に優れる選手は優れない選手と比較して、ゴール前のフリー選手という刺激を情動的に知覚処理するという特性を有することを示した。刺激の情動的な知覚処理は、皮質下の大脳基底核を中心とする古い脳の処理経路によって優先的に行われる。また、この大脳基底核を中心とする古い処理経路は、大脳皮質を経由する新しい処理経路と比較して、伝達される情報の精度は低いが素早い情報伝達を可能にするという特徴を持つ (e.g., LeDoux, 1994, 2000)。事実、本研究では、潜在的パターン知覚は顕在的パターン知覚と比較して低い正答率を示したものの、素早い意思決定との強い相関関係が示された (第4章参照)。この結果は、潜在的パターン知覚に優れる選手が環境情報 (ゴール前のフリー選手) を情動刺激として捉え、古い脳の処理経路によって素早く優先的に処理した可能性を示す。これに加え、潜在的パターン知覚は、ゴール前のフリー選手が存在するという特定の状況で発現することが示唆された。ゴール前のフリー選手は、サッカー選手にとって得点に直接結びつく重要な情報であり、長年の経験を有する選手ほど強い情動が生じると考えられる。これらのことから考えると、意思決定に優れるサッカー選手は、相手からの激しいプレッシャーなど厳しい時間的制約のあるゴール前局面、つまり、意思決定の精度よりも速度が重要となる場面では、環境情報 (ゴール前のフリー選手) を情動的に知覚処理することによって皮質下の古い処理経路で迅速な情報処理を行い、素早い意思決定を実現している可能性が考えられる。以上のように、熟練者間における意思決定の優劣を規定する潜在的パターン知覚の認知メカニズムとして、環境情報の情動的な知覚処理が寄与する可能性が示された。このことは、サッカー選手の優れた意思決定が選手配置などの環境情報を情動的に知覚処理することによって実現されていることを示唆すると考えられる。

四つ目として、これまでの知覚認知技能に関する研究では、スポーツ固有の経験によって獲得される知識基盤が優れた知覚認知技能を支えるメカニズムとして想定されてきた。例えば、サッカーでは、熟練者ほど経験によって構造化された豊富な戦術に関する知識を

有しており、それがパターン知覚や予測を可能にし、優れた意思決定に繋がるという考えである。本研究では、実験4において、サッカー関連刺激に対する潜在的パターン知覚だけが意思決定能力を予測でき、無関連刺激では予測できなかったことを示し、サッカー固有の経験によって獲得された知識基盤が影響している可能性を示した。一見、この結果は、先行研究の主張を支持するようと思われるが、一方で、前述の通り、本研究課題で提示した刺激は非常に単純なパターンであり、先行研究で指摘されるような複雑な戦術的パターンの知識が必要なものではない。それにも関わらず、刺激間（サッカー関連刺激 vs. 無関連刺激）で異なる結果が得られた理由は、戦術パターンに関する豊富な知識というよりも、パターン（戦術的状況）に対する情動経験が作用したものと考えられる。つまり、意思決定の高い者は、サッカー経験を通じて、サッカー固有の戦術的状況とその状況において生じる情動の関係が構築されており、それを利用してパターンを知覚するために、サッカー関連刺激に対してのみ情動的な処理がなされたと考えられる。このような考えに基づけば、知覚認知技能を支える知識基盤とは戦術的パターンの豊富な知識だけでなく、情動的な知識（状況と情動の関係）を発達させることが重要と思われる。

以上のように、潜在的なプロセスに着目することにより、従来から明らかにされてきた優れた意思決定を媒介する知覚認知技能やそのメカニズムに関する知見を本研究は拡張したといえ、また、これらの根本的な考えは、パターン知覚以外の知覚認知技能を対象に熟練選手の優れたパフォーマンスを媒介する要因やメカニズムを検証する上でも援用可能であると考えられ、新しい知覚認知技能の発見につながると思われる。

第3項 サッカーの意思決定モデルの提案

サッカーの指導現場では、周囲の状況をよく観察し、考えることの重要性が指摘される。しかしながら、ピッチレベルにおける現実的な問題として、相手からのプレッシャーや常に周囲の状況が変化する環境下では、周囲の全ての情報を顕在的に知覚することは困難である（樋口, 2006; Kibele, 2006; Raab and Johnson, 2008）。事実、サッカーやバスケットボールの現場では、優れた意思決定を行った選手が自身のプレー決定に至った経緯を説明できないなど、顕在的な知覚処理を介さずに優れた意思決定が実現される事例が多く存在する。このような、「なんとなく」「直感的」なプレーは、現場レベルでは頻繁に触れられるものの実証的な研究はこれまで行われていなかった。本研究は、このような問題を実証的な研究によって検討し、このような「なんとなく」「直感的」なプレーが意思決定に重要である

こと、またそのメカニズムを示してきた。

そこで、スポーツの優れた意思決定を実現するための新たな意思決定モデルを提案する(図 32)。プロ棋士の直観研究では、最初は大脳皮質で顕在的に行われていた次の一手を考える作業が、訓練を重ねるにつれ潜在的で素早い反応を導く楔前部・大脳基底核のルートへ移行することで、直観的意思決定が実現されることを提案されている(水谷, 2014)。この提案に基づけば、サッカー選手においても、知識基盤に基づく顕在的な処理を積み重ねることによって、潜在的な処理プロセスが発達するものと考えられる。つまり、意思決定に優れるサッカー選手は、環境情報を逐次的に分析して意思決定を実現する顕在的な処理プロセスに加え、環境情報を情動的な刺激として捉え素早く潜在的に知覚処理する処理プロセスを有しているものと推察される。また、サッカーの時間的制約や、我々の意思決定が潜在的な処理プロセスに主導されること(Kahneman, 2011)を考慮すると、サッカーの意思決定の実現における潜在的な処理プロセスの貢献は大きいといえる。具体的には、意思決定に優れるサッカー選手は、環境情報を情動的に解釈し、顕在的な処理プロセスを利用した環境情報の詳細な知覚処理に先立って進行する潜在的な処理プロセスを利用することで、前頭野を中心とする大脳皮質内の顕在的な情報処理過程を省略し、スポーツの意思決定場面における時間的制約を回避し優れた意思決定を実現すると考えられる。このように、意思決定に優れるサッカー選手は、顕在的な処理プロセスだけではなく、潜在的な処理プロセスを利用して意思決定を実現しているために、自身のプレーの決定経緯を報告できないという現象が生じるものと推察される。

一般的に、サッカー選手は、眼前の環境情報からどの選手がフリーかという空間情報を知覚・認知し、次に起こり得る状況やプレーを予測・判断することで意思決定を行う。このような環境情報を逐次的に処理して実現される意思決定は、大脳皮質をベースとした顕在的な処理プロセスによって行われる。また、熟練選手は知識基盤に基づいて迅速かつ効率的な情報処理を行うことで、未熟練選手と比較して瞬時かつ正確な意思決定を実現する。これに加え、熟練選手は勝敗が強く求められる競技環境でこのような意思決定を繰り返すことによって、意思決定の結果(例えば、チャンスやピンチなど)から生じる情動と、その情動を生じさせた環境情報との関係を学習し(連合学習)、通常であれば空間情報として知覚される環境情報を情動刺激として解釈するようになる。その結果、大脳皮質ベースで行われていた顕在的な処理プロセスに加え、大脳基底核をベースとする潜在的な処理プロセスにおいても環境情報の知覚処理が行われるようになる。情動情報の潜在的な処理プロセ

スは、顕在的な処理プロセスに先立って行われる。従って、熟練サッカー選手は、選手配置などの環境情報をチャンスやピンチなどの情動情報として解釈することで潜在的な処理プロセスを駆動させ、顕在的な処理プロセスを回避した素早い意思決定を実現していると考えられる。また、潜在的な処理プロセスと顕在的な処理プロセスが並列的に進行しており、両処理プロセスは補完関係にあると考えられる。具体的には、熟練サッカー選手の意思決定は、環境情報の情動的な知覚処理に基づく潜在的な処理プロセスによって迅速に実現される一方で、並列的に進行する顕在的な処理プロセスから意思決定の結果に関するフィードバックを受け取ることでその処理精度を高める。また、大脳基底核ベースで適切に処理が行われなかった環境情報は、大脳皮質ベースの処理プロセスにおいて情動との連合を再学習し、その精度を高める。このように、熟練サッカー選手は、環境情報を空間情報として逐次的に知覚処理する顕在的な処理プロセスだけではなく、環境情報を情動刺激として解釈することで実現される潜在的な処理プロセスが並列的に駆動すること、およびそれらの相互作用によって、優れた意思決定を実現していると考えられる。

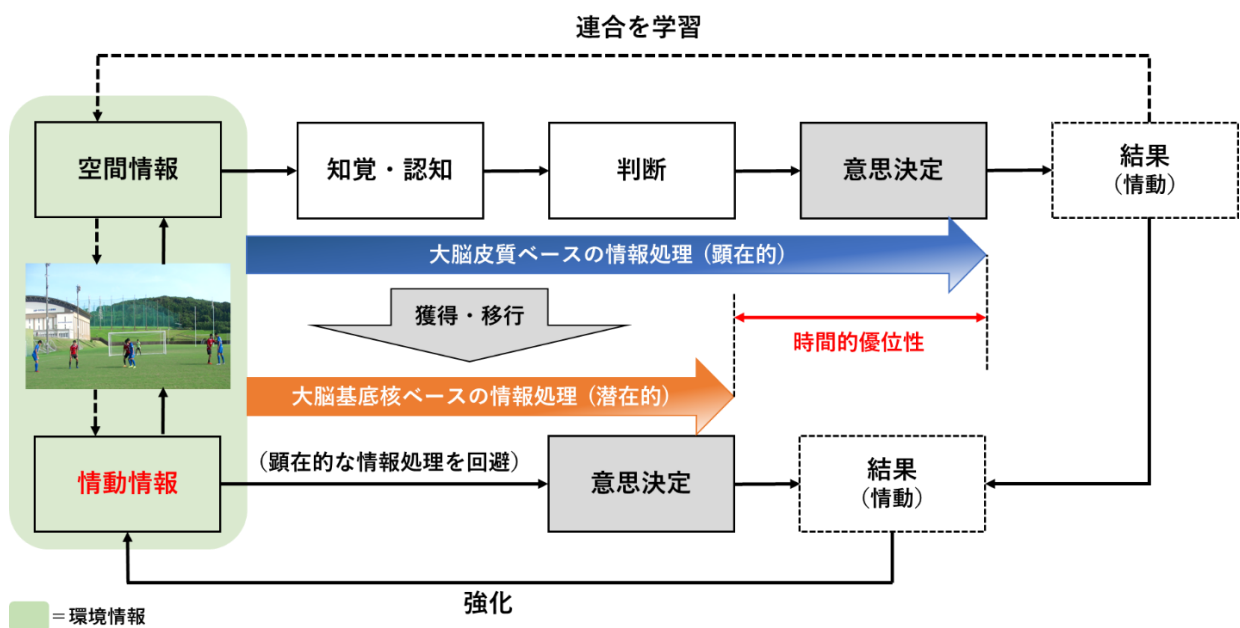


図 32 サッカー選手における意思決定の二重プロセスモデル

第 2 節 認知トレーニングへの応用の可能性

エキスパートパフォーマンスアプローチでは、媒介メカニズムが同定された場合、第 3 ステップとして、どのような活動やトレーニングによって媒介メカニズムが獲得されたのかを同定し、エキスパートパフォーマンスの獲得プロセスを記述する理論的枠組みを検討する (e.g., Williams et al., 2017). スポーツの熟達化研究では、応用的見地からエキスパートパフォーマンスを媒介する認知的メカニズムを促進するトレーニング方法を提案してきた (for reviews, Williams and Grant, 1999; Williams and Ward, 2003; Williams et al., 2004). つまり、第 3 ステップにおける学習方法を提案することは、エキスパートパフォーマンスに関わる熟達化研究の理論的枠組みを検証することと同時に、その獲得プロセスを促進するという実地的な重要性を持っている。そのため、本研究で明らかになった潜在的パターン知覚を効率的に獲得するためにどのような学習方法が可能であるかを考える必要がある。

本研究では、第 7 実験において、優れた潜在的パターン知覚が実現されるメカニズムについて、環境情報の情動的な知覚処理の影響を明らかにした。そして、第 2 章第 6 節では、環境情報を情動的な情報として解釈するようになる理由として、文脈恐怖条件づけ (LeDoux, 2000) の考えに基づいて、あるタイミングで生じた快や不快の情動とその情動を生じさせた文脈 (ゴール前局面) の関連を学習することで、ゴール前局面のフリー選手を含む選手配置が情動的に解釈されるようになる可能性を提案した。また、我々の行動決定において重要な役割を果たす潜在的情報処理系であるモデルフリーシステムにおける価値の生成に関しても、刺激や反応といった事象とそれに時間的・空間的に随伴する結果 (報酬や罰) の連合によって行われると考えられている (Daw et al., 2005)。このように、潜在的な知覚処理の実現には、ある事象とその結果の関連を学習する必要性が提案されているが、事象間の結びつき (連合) を学習の原理とする学習理論は連合学習理論 (中島, 2013) と呼ばれる。連合学習理論は、Pavlov (1927) による古典的条件づけの発見に端を発し、ヒトや動物が示す学習行動の実証データの解釈にも広く用いられるようになった。具体的には、ある無関連刺激 (例えばベル音) を食物と一緒に何度も与えると、次第にベル音だけで唾液の分泌が起こるようになる (Pavlov の古典的条件づけ)。この現象が生じる仕組みとしては、ベル音を条件刺激 (CS)、食物を無条件刺激 (US)、唾液分泌を無条件反応 (UR) とした場合に、CS と US の対呈示によって両者間に形成される連合を学習することで、それまでは無関連であった CS を UR に連合させ、ベル音で唾液分泌が誘発される条件反応

(CR) が獲得される。このような連合学習理論は、潜在的パターン知覚トレーニングにも応用が可能であると考えられる。

図 33 は、潜在的パターン知覚の獲得を目的としたトレーニング案を示したものである。具体的には、逆向マスクング課題を用いてゴール前局面の選手配置を瞬間呈示した後に、得点場面や失点場面などの情動を喚起する画像を呈示することにより、ゴール前局面とそこから生じる情動の関連を学習させる。つまり、ゴール前のフリー選手という刺激 (CS) と、その文脈から生じる得点 (快) や失点 (不快) などの情動 (UR) を連合させ、ゴール前のフリー選手から情動が生じるという条件反応 (CR) の獲得を目指す。それによって、ゴール前のフリー選手を情動的な刺激として解釈できるようになった結果、潜在的パターン知覚能力が向上する可能性が考えられる。

さらに、本研究では、意思決定に優れるサッカー選手の潜在的パターン知覚は領域固有に発達する知覚認知技能であることが明らかになった。また、潜在的な知覚処理の実現には、長年の競技経験から獲得される知識基盤の重要性が指摘されていることに加え (Dehaene et al., 1998; Kiesel et al., 2009)、潜在的な知覚処理は、顕在的に行われていた知覚処理が長年の経験を通じて潜在的な処理経路に移行することによって実現する可能性が提案されている (水谷, 2014)。これらのことから考えると、本研究で示された潜在的パターン知覚に関しても、長年の練習や試合を通じて獲得されるものであると考えられる。また、本研究では、環境情報の情動的な知覚処理によって実現される潜在的パターン知覚が、熟練者間における意思決定能力の差を規定することが示唆された。これらの結果を踏まえると、日々のトレーニングから情動を喚起する経験を繰り返すことによって、自身のプレーとそこから生じる得点や失点などの情動の連合を学習し、さらなる意思決定能力の向上に必要な潜在的パターン知覚の獲得が促進されるものと期待される。事実、世界のサッカーをリードするスペインの育成年代では、勝負にこだわる環境下で日々のトレーニングが行われており、日本のチームがスペインのチームと対戦した場合、育成年代初期では日本のチームが勝つ一方で、年代を重ねるにつれ日本のチームは勝てなくなる。また、日本人選手とスペイン人選手には、ボール扱いなどの技能ではなく、いつどのように技能を発揮するかといった意思決定に大きな差があると指摘されている。このように、同様のトレーニングを重ねているにも関わらず、年代を重ねるごとに意思決定能力の差が拡大していく現象の背景には、サッカーにおける情動に触れる機会、つまり、自身のプレーとそこから喚起される情動との関連を学習することで生じる潜在的な意思決定プロセスの熟達差が影響

しているのかもしれない。従って、さらなる意思決定能力の向上を目指す上での現場への提言として、論理的な思考を伴うトレーニングを勝負にこだわらせた環境下において実施することを提案する。

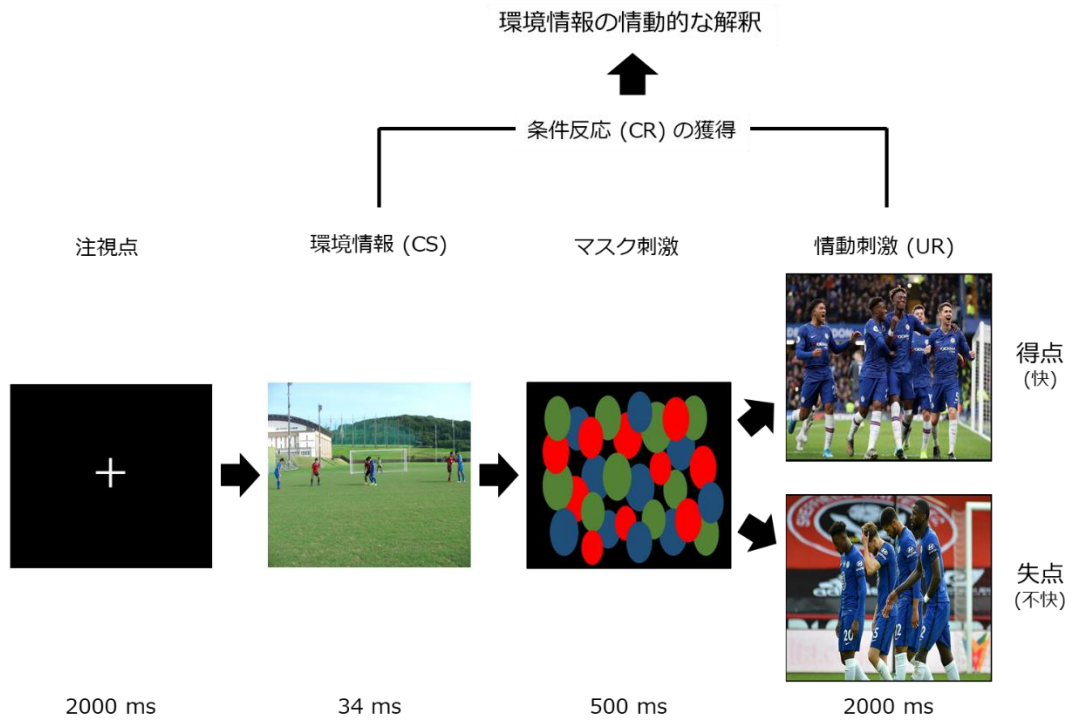


図 33 潜在的パターン知覚のトレーニング案

第4章 結論

第1節 本論文の結論

本研究では、厳しい時間的制約下で適切な意思決定が求められるサッカー選手を対象に、スポーツにおける瞬時かつ正確な意思決定の媒介要因およびそのメカニズムについて、潜在的パターン知覚の観点から検証することを目的としたものであった。この目的を達成するために、エキスパートパフォーマンスアプローチを用いて検証を行った。

そして、7つの実験結果より、1) 意思決定能力が高いサッカー選手ほど潜在的パターン知覚に優れる、2) 優れた潜在的パターン知覚は領域固有に発揮される、3) 潜在的パターン知覚の実現には情動的な知覚処理が関与する可能性があることが明らかにされた。

第2節 今後の課題と展望

スポーツの意思決定プロセスについて、潜在的な情報処理プロセスの観点から検証した研究はこれまでに見られない。そのため、本研究で示された意思決定に優れるサッカー選手が潜在的パターン知覚に優れるという知見が、他の競技や異なる知覚認知技能においても同様にみられるかについては今後検討する必要があるだろう。

本研究では、ゴール前局面における3対3場面の静止画像を用いて、潜在的パターン知覚を評価した。一般的に、潜在的知覚の評価には、標的刺激となる静止画像を瞬間呈示した直後にマスク刺激を呈示する逆向マスクング課題 (Öhman and Soares, 1993) や、閾下プライミング課題 (Kiesel et al., 2009) といった手法が用いられる。一方で、顕在的なパターン知覚を対象とした研究では、選手の動き情報を伴う刺激を用いてパターン知覚が評価されることが多い (e.g., Gorman et al., 2011, 2013; North et al., 2017; Williams et al., 2012)。従って、サッカー場面における潜在的パターン知覚の役割を本質的に理解するためには、動き情報を伴う刺激を用いて潜在的パターン知覚の意思決定への影響を検討する必要があるといえる。このような動き情報を伴う刺激において顕在的な注意を抑制する方法に、非注意性盲目 (inattention blindness) がある。非注意性盲目とは、注意が他の対象に向けられると、たとえそれが視野内にあったとしても気づかない現象のことを指し、意識的知覚には注意プロセスが必要であることを示唆する現象のことを指す (Mack and Rock, 1998;

Simons and Chabris, 1999). この現象は、チームボールスポーツでみられる複雑な状況下での意思決定場面においても生じることが確認されている (Memmert and Furley, 2007). Memmert and Furley (2007) は、ハンドボールの意思決定場面において、フリーな選手へパスすることを求めた参加者に対して、戦術的な教示を行った場合には、教示内容にそぐわないフリーな選手が見落とされるという現象を報告している。つまり、非注意性盲目の考え方を応用すると、動き情報を伴う映像を用いた場合でも、潜在的パターン知覚の対象とはならない刺激に対する教示を行うことで、潜在的パターン知覚が評価できる可能性があると考えられる。

これに加え、本研究では、3対3場面がサッカーの戦術的要素を含む最小単位であるということ (Dokter, 1993)、この状況がパターン知覚研究でも用いられている (van Maarseveen et al., 2015) という理由から呈示刺激を選定したが、パターン知覚の研究では11 vs. 11のようなより大規模な状況を利用した研究が行われている (Williams et al., 2006; Williams et al., 2012; North et al., 2017)。サッカー選手の視覚探索方略に関する先行研究では、試合の局所的な局面 (1 vs. 1, 3 vs. 3) から情報収集を行う場合には、長い注視時間で安定的な視線行動を示すのに対し、全体的な局面から情報収集を行う場合には、短い注視時間で頻繁に視線を移動させるといったように、情報収集を行う局面によって視覚探索方略が異なることが示されている (Williams, 2000)。従って、本研究のように3対3場面で示された潜在的パターン知覚に関しても、11 vs. 11のような大規模な状況においても同様に生じるのかについて検討が必要であると考えられる。

また、本論でも述べた通り、刺激の情動的な知覚処理に関しては、主に皮質下の脳基底核などの役割による自動的かつ潜在的な経路と、視覚野などの大脳皮質を経由する顕在的な経路によって知覚処理されると考えられている (e.g., LeDoux, 1994, 2000)。このことは、本研究の第7実験において、サッカーの選手配置の刺激 (Goal条件・NoGoal条件) を呈示した場合には Neutral条件と比較して、潜在的な知覚処理を反映するFz部位のN2成分と、顕在的な知覚処理を反映するPz部位のP300成分の増大が確認され、サッカーの選手配置を情動的に知覚処理していることが示唆された点と一致する。また、ゴールあり刺激 (Goal条件) を潜在的に呈示した条件 (34ms条件) では、潜在的パターン知覚の精度とFz部位のN2成分に有意な負の相関関係が示され、潜在的パターン知覚に優れる選手が、ゴール前局面のフリー選手を情動的に知覚処理していることが示唆された。そこで、この結果が情動的な知覚処理を反映しているのかを確認するためには、本研究で観測されたN2

成分の信号源が皮質下の脳辺縁系に由来することを明らかにする必要がある。これに関しては、頭皮上の脳波から観測される電流密度の推定によって脳波の発生源を明らかにするダイポール分析や LORETA などの手法が有効である (入戸野, 2005)。これらは脳波の空間分解能の着尺性を打破するツールであり、特定の行動に関わる神経機序を記述するための手法として利用されている。よって、潜在的なパターン知覚が環境情報の情動的な知覚処理によって生じるかを明らかにするためには、本研究で確認された N2 成分の発生源が、脳基底核や扁桃体などの脳辺縁系に由来するものであるかについて検討する必要がある。

今後は、これらの課題を解決することで、潜在的パターン知覚がスポーツの意思決定に果たす役割やそのメカニズムについて明らかにしていくことに加え、意思決定能力の向上を目的とした知覚トレーニングを考案することが求められる。

文 献

- Abernethy, B. (1986) Enhancing sports performance through clinical and experimental optometry. *Clinical and Experimental Optometry*, 69(5): 189–196.
- Abernethy, B. (1993) Searching for the minimal essential information for skilled perception and action. *Psychological Research*, 55, 131–138.
- Abernethy, B. (1996) Training the visual-perceptual skills of athletes: insights from the study of motor expertise. *Am. J. Sport. Med.*, 24: 89–92.
- Abernethy, B., and Russell, D. G. (1987) Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9: 326–345.
- Abernethy, B., Neal, R. J., and Koning, P. (1994) Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate, and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8(3): 185–211.
- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L., and Packer, S. T. (2001) Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30: 233–252.
- Allard, F., Graham, S., and Paarsalu, M. L. (1980) Perception in sport: Basketball. *Journal of Sport Psychology*, 2: 14–21.
- Anderson, J. R. (1983) *The architecture of cognition*, Cambridge MA: Harvard University Press.
- Ansorge, U., Francis, G., Herzog, M. H., and Oğmen, H. (2007) Visual masking and the dynamics of human perception, cognition, and consciousness: A century of progress, a contemporary synthesis, and future directions. *Advances in Cognitive Psychology*, 3(1–2): 1–8.
- Araújo, D., Davids, K., Hristovski, R. (2006) The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6): 653–676.
- Banister, H. and Blackburn, J. M. (1931) An eye factor affecting proficiency at ball games. *British Journal of Psychology. General Section*.
- Barbey, A. K., and Sloman, S. A. (2007) Base-rate respect: From ecological validity to dual processes. *Behavioral and Brain Sciences*, 30: 241–297.
- Barrett LF, Mesquita B, Ochsner KN, and Gross JJ. (2007) The experience of emotion. *Annu Rev Psychol*, 58:373-403.
- Batty, M. and Taylor, M. J. (2003) Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3): 613–620.

- Betsch, T. (2008) The nature of intuition and its neglect in research on judgment and decision making. In H. Plessner, C. Betsch, and T. Betsch (Eds.), *Intuition in judgment and decision making* (pp. 3–22). New York, NY: Erlbaum.
- Betsch, T., and Glöckner, A. (2010) Intuition in judgment and decision making: Extensive thinking without effort. *Psychological Inquiry*, 21(4): 279–294.
- Bootsma, R. J. (1989) Accuracy of perceptual processes subserving different perception-action systems. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 41(3-A): 489–500.
- Bootsma, R. J., and van Wieringen, P. C. W. (1990) Timing an attacking forehand drive in table tennis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1): 21–29.
- Boy, F., Husain, M., and Sumner, P. (2010) Unconscious inhibition separates two forms of cognitive control. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(24): 11134–11139.
- Bruce, L., Farrow, D., Raynor, A., and Mann, D. (2012) But I can't pass that far! The influence of motor skill on decision making. *Psychol. Sport Exerc.* 13: 152–161.
- Busemeyer, J. R., and Townsend, J. T. (1993) Decision Field Theory: A Dynamic-Cognitive Approach to Decision Making in an Uncertain Environment. *Psychological Review*, 100(3): 432–459.
- Calvo, M.G., Gutierrez-Garcia, A., and Del Libano, M. (2015) Sensitivity to emotional scene content outside the focus of attention. *Acta Psychol (Amst)*, 161: 36–44.
- Chase, W. G., and Simon, H. A. (1973) Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4: 55–81.
- Chase, W. G. and Ericsson, K. A. (1981) 'Skill memory', in J.R. Anderson (ed.) *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Christenson, G. N., and Winkelstein, A. M. (1988) Visual skills of athletes versus nonathletes: Development of a sports vision testing battery. *Journal of the American Optometric Association*, 59(9): 666–675.
- Cowen, A. S. and Keltner, D. (2017) Self-report captures 27 distinct categories of emotion bridged by continuous gradients. *Proc Natl Acad Sci USA*, 114 (38): E7900-E7909.
- Daw, N. D., Niv, Y., and Dayan, P. (2005) Uncertainty-based competition between prefrontal and

- dorsolateral striatal systems for behavioral control. *Nature Neuroscience*, 8(12), 1704–1711.
- de Groot, A. D. (1966) *Het denken van den schaker* [Thought and choice in chess]. New York: Basic Books. (Original work published 1946)
- de Groot, A. D. (1978) *Thought and choice in chess* (2nd ed.). The Hague: Mouton.
- Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'h, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene–Lambertz, G., ... Le Bihan, D. (1998) Imaging unconscious semantic priming. *Nature*, 395(6702): 597–600.
- De Neys, W., and Glumicic, T. (2008) Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition*, 106, 1248–1299.
- Deveau, J., Lovcik, G., and Seitz, A. R. (2014) Broad-based visual benefits from training with an integrated perceptual-learning video game. *Vision Res.* 99: 134–140.
- Didierjean, A., and Marmèche, E. (2005) Anticipatory representation of visual basketball scenes by novice and expert players. *Visual Cognition*, 12(2): 265–283.
- Dittrich, W. H. (1999) Seeing biological motion: Is there a role for cognitive strategies? In A. Braffort, R. Gherbi, S. Gibet, J. Richardson, and D. Teil (Eds.), *Gesture-based communication in human–computer interaction* (pp. 3–22). Berlin: Springer-Verlag.
- Dokter, R. (1993) *The Dutch vision on youth soccer*. Zeist, Netherlands: Koninklijke Nederlandsche Voetbalbond.
- Ekman, P. and Friesen, W. V. (1971) Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17 (2): 124–129.
- Ekman, P. and Friesen, W. V. (1978) *The facial action coding system (FACS): A technique for the 20 measurement of facial action*. Palo Alto: consulting Psychologists Press.
- Epstein, S. (1994) Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *Am. Psychol.* 49: 709–724.
- Ericsson, K. A., and Kintsch, W. (1995) Long-term working memory. *Psychological Review*, 102: 211–245.
- Ericsson, K. A., and Kintsch, W. (2000) Shortcomings of generic retrieval structures with slots of the type that Gobet (1993) proposed and modelled. *British Journal of Psychology*, 91: 571–59.
- Esteves, F., Parra, C., Dimberg, U., and Öhman, A. (1994) Nonconscious associative learning:

- Pavlovian conditioning of skin conductance responses to masked fear-relevant facial stimuli. *Psychophysiology*, 31(4): 375–385.
- Evans, J. St. B. T. (2003) In two minds: Dual process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7: 454–459.
- Evans, J. St. B. T. (2008) Dual-processing accounts of reasoning, judgment and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59: 255–278.
- Evans, J. St. B. T., and Stanovich, K. E. (2013) Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3): 223–241.
- Evans, D. J., Whipp, P., and Lay, B. (2012) Knowledge representation and pattern recognition skills of elite adult and youth soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(1): 208–221.
- Farrow, D., McCrae, J., Gross, J., and Abernethy, B. (2010) Revisiting the relationship between pattern recall and anticipatory skill. *International Journal of Sport Psychology*, 41: 91–106.
- French, K. E., and Thomas, J. R. (1987) The relationship of knowledge development to children's basketball performance. *Journal of Sport Psychology*, 9: 15–32.
- Gabbett TJ, Carius J, and Mulvey M. (2008) Does improved decision-making ability reduce the physiological demands of game-based activities in field sport athletes? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6): 2027–2035.
- García-López, L. M., Díaz del Campo, D. G., Hernández, J. A., González, S., and Webb, L.A. (2010) Expert-novice differences in procedural knowledge in young soccer players from local to international level. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(3): 444–452.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton, Mifflin and Company.
- Gobet, F. (1998) Expert memory: A comparison of four theories. *Cognition*, 66(2): 115–152.
- Gobet, F. (2000) Long-term working memory: A computational implementation for chess expertise. *Proceedings of the 3rd International Conference on Cognitive Modelling*, pp. 142–149. Veenendaal, The Netherlands: Universal Press.
- Gobet, F., and Simon, H. A. (1996) Templates in chess memory: A mechanism for recalling several boards. *Cognitive Psychology*, 31: 1–40.
- Goldin, S. E. (1978) Memory for the ordinary: Typicality effects in chess memory. *Journal of*

- Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4(6): 605–616.
- Goldin, S. E. (1979) Recognition memory for chess positions: Some preliminary research. *The American Journal of Psychology*, 92(1): 19–31.
- Gorman, A. D., Abernethy, B., and Farrow, D. (2011) Investigating the anticipatory nature of pattern perception in sport. *Memory and cognition*, 39(5): 894–901.
- Gorman, A. D., Abernethy, B., and Farrow, D. (2013) Is the relationship between pattern recall and decision-making influenced by anticipatory recall? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(11): 2219–2236.
- Gray, R. (2017) Transfer of training from virtual to real baseball batting. *Frontiers in Psychology*, 8: Article 2183.
- Gupta, R., Hur. Y. J., and Lavie, N. (2016) Distracted by pleasure: Effects of positive versus negative valence on emotional capture under load. *Emotion*, 16(3): 328–337.
- Hadlow, S. M., Panchuk, D., Mann, D. L., Portus, M. R., and Abernethy, B. (2018) Modified perceptual training in sport: a new classification framework. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9): 950–958.
- Hajcak, G., and Foti, D. (2020) Significance?... Significance! Empirical, methodological, and theoretical connections between the late positive potential and P300 as neural responses to stimulus significance: An integrative review. *Psychophysiology*, 57(7): e13570.
- Hamm, A. O., Weike, A. I., Schupp, H. T., Treig, T., Dressel, A., and Kessler, C. (2003) Affective blindsight: intact fear conditioning to a visual cue in a cortically blind patient. *Brain*, 126(Pt 2): 267–275.
- Hanin, Y. (2007) Emotions in sport: Current issues and perspectives. In G. Tenenbaum and R. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (3rd ed., pp. 31–58). New York, NY: Wiley
- Helsen, W., and Pauwels, J. M. (1988) The use of a simulator in evaluation and training of tactical skills in football. In Reilly, T. et al. (eds.). *Science and Football*, E., and F. N. Spon.
- Helsen, W., and Pauwels, J. M. (1992) A cognitive approach to visual search in sport. In D. Brogan and K. Carr (Eds.), *Visual search II* (pp. 177–184). London: Taylor and Francis.
- Helsen, W., and Pauwels, J. M. (1993) The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes and F. Allard (Eds.), *Cognitive issue in motor expertise*

- (pp. 109–134). Elsevier.
- Helsen, W., and Starkes, J. L. (1999) A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1): 1–27.
- 樋口貴広 (2006) 状況判断と運動行動. 麓 信義編, 運動行動の学習と制御: 動作制御へのインターディシプリナリー・アプローチ. 杏林書院: 東京, pp.149–155.
- Hughes, C. F. C. (1980) Soccer tactics and skills. London: British Broadcasting Corporation.
- 今中國泰 (2010) 知覚・運動・行動における非意識性の多様な理解. *スポーツ心理学研究*, 37: 113–121.
- Isenman, L. (1997) Towards an understanding of intuition and its importance in scientific endeavor. *Perspectives in Biology and Medicine*, 40: 395–403.
- Jackson, R. C., and Mogan, P. (2007) Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 341–351.
- James, T. E. (2004) Object substitution and its relation to other forms of visual masking. *Vision Research*, 44(12): 1321–1331.
- Juruena, M. F., Giampietro, V. P., and Smith, S. D., et al... (2010) Amygdala activation to masked happy facial expressions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16: 383–387.
- Kahneman, D. (2011) *Thinking, Fast and Slow*. NY: Farrar, Straus and Giroux.
- Kahneman, D., and Frederick, S. (2005) “A model of heuristic judgment,” in *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, eds K. J. Holyoak and R. G. Morrison (New York, NY: Cambridge University Press): 267–293.
- 亀井誠生・佐久間春夫 (2018) 罰回避の動機づけはエラーの検出を高める一罰の効果と行動賦活系システムの関係に着目して一. *スポーツ心理学研究*, 45(1): 13–25.
- Kaya, A. (2014) Decision making by coaches and athletes in sport. *Social and Behavioral Sciences*, 152: 333–338.
- Kibele, A. (2006) Non-consciously controlled decision making for fast motor reactions in sports: A priming approach for motor responses to non-consciously perceived movement features. *Psychology of Sport and Exercise*, 7: 591–610.
- Kiesel, A., Kunde, W., Pohl, C., Berner, M. P., and Hoffmann, J. (2009) Playing chess unconsciously. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*,

35(1): 292–298.

- 木島章文 (2006) 状況判断と運動行動 3 : ボールゲーム. 麓信義編, 運動行動の学習と制御 : 動作制御へのインターディシプリナリー・アプローチ. 杏林書院 : 東京, pp.172–179.
- Klauer, C., Eder, A., Greenwald, A. G., and Abrams, R. (2007) Priming of semantic classifications by novel subliminal prime words. *Consciousness and Cognition*, 16: 63–83.
- Klostermann, A., Kredel, R., and Hossner, E.-J. (2013) The “quiet eye” and motor performance: Task demands matter! *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(5): 1270–1278.
- Klostermann, A., Panchuk, D., and Farrow, D. (2018) Perception-action coupling in complex game play: Exploring the quiet eye in contested basketball jump shots. *Journal of Sports Sciences*, 36: 1054–1060.
- Klotz, W., and Neumann, O. (1999) Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25: 976–992.
- Koedijker, J. M., and Mann, D. L. (2015) Consciousness and choking in visually-guided actions. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 14(2): 333–348.
- Laborde, S., Dosseville, F., and Scelles, N. (2010) Trait emotional intelligence and preference for intuition and deliberation: Respective influence on academic performance. *Personality and Individual Differences*, 49(7): 784–788.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., and Cuthbert, B. N. (2008) International Affective Picture System (IAPS): Instruction manual and affective ratings, Technical Report A-8. Gainesville: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- LeDoux, J. E. (1994) Emotion, memory, and the brain. *Scientific American*, 270: 50–57.
- LeDoux, J. E. (2000) Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23: 155–184.
- LeDoux, J. E. and Brown, R. (2017) A higher-order theory of emotional consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (10): E2016.
- Liddell, B. J., Williams, L. M., Rathjen, J., Shevrin, H., and Gordon, E. (2004) A temporal dissociation of subliminal versus supraliminal fear perception: An event-related potential

- study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(3): 479–486.
- Lorains, M., Ball, K., and MacMahon, C. (2013) An above real time training intervention for sport decision making. *Psychol. Sport Exerc.* 14: 670–674.
- Mack, A., and Rock, I. (1998) MIT Press/Bradford Books series in cognitive psychology. Inattentional blindness. The MIT Press.
- MacIntyre, N. J., and McComas, A. J. (1996) Non-conscious choice in cutaneous backward masking. *NeuroReport*, 7: 1513–1516.
- Mann, D. L., Abernethy, B., and Farrow, D. (2010) Action specificity increases anticipatory performance and the expert advantage in natural interceptive tasks. *Acta Psychologica*, 135(1): 17–23.
- Mann, D. L., Schaeffers, T., and Cañal-Bruland, R. (2014) Action preferences and the anticipation of action outcomes. *Acta Psychologica*, 152: 1–9.
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., and Janelle, C. M. (2007) Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29: 457–478.
- Maloney, M. A., Renshaw, I., Headrick, J., Martin, D. T., and Farrow, D. (2018) Taekwondo fighting in training does not simulate the affective and cognitive demands of competition: Implications for behavior and transfer. *Frontier in Psychology*, 9:25.
- Marzouki, I. S. and Marzouki, Y (2010) Subliminal Emotional Priming and decision Making in a simulated hiring situation. *Swiss Journal of Psychology*, 69(4): 213–219.
- 真下一策 (1997) 動体視力. *体力科学*, 46(3), 321–326.
- Masters, R. S. W., van der Kamp, J., and Jackson, R. C. (2007) Imperceptibly off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer. *Psychological Science*, 18: 222–223.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., Jordet, G., Chalkley, D., and Pepping, G. J. (2018) Don't turn blind! The relationship between exploration before ball possession and on-ball performance in association football. *Frontiers in psychology*, 9: 2520.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., Chalkley, D., Jordet, G., and Pepping, G. J. (2019) Visual exploration when surrounded by affordances: frequency of head movements is predictive of response speed. *Ecological Psychology*, 31(1): 30–48.

- McMorris, T., and Beazeley, A. (1997) Performance of experienced and inexperienced soccer players on soccer specific tests of recall, visual search and decision-making. *Journal of Human Movement Studies*, 33: 1–13.
- McPherson, S. L. (1987) The development of children's expertise in tennis: Knowledge structure and sport performance (Unpublished doctoral dissertation). Louisiana State University, Baton Rouge, LA.
- McPherson, S. L. (1993) The influence of player experience on problem solving during batting preparation in baseball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15: 304–325.
- McPherson, S. L. (1999) Tactical differences in problem representations and solutions in collegiate varsity and beginner female tennis players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(4): 369–384.
- McPherson, S. L., and Thomas, J. R. (1989) Relationship of knowledge and performance in boy's tennis: Age and expertise. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48: 190–211.
- Memmert, D., and Furley, P. (2007) "I spy with my little eye!": Breadth of attention, inattentive blindness, and tactical decision making in team sports. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(3): 365–381.
- Meng, F., Li, A., You, Y., and Xie, C. (2019) Motor expertise modulates unconscious rather than conscious executive control. *PeerJ*, 7:e6387.
- Mirabella, G. (2018) The weight of emotion in decision-making: How fearful and happy facial stimuli modulate action readiness of goal-directed actions. *Frontiers in Psychology*, 9: 1334.
- 水谷仁 (2014) 直観は訓練で生み出される? : 記憶力, 直観力, 発想力, 天才脳など能力のしくみ. ニュートンプレス : 東京. pp. 102–103.
- Morris, J. S., DeGelder, B., Weiskrantz, L. and Dolan, R. J. (2001) Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, 124: 1241–1252.
- Morris, J. S., Öhman, A. and Dolan, R. J. (1999) A subcortical pathway to the right amygdala mediating "unseen" fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(4): 1680–1685.
- Most, S.B., Smith, S.D., Cooter, A. B., Levy, B. N., and Zald, D. H. (2007) The naked truth:

- Positive, arousing distractors impair rapid target perception. *Cognition and Emotion*, 21(5): 964–981.
- 村川大輔・幾留沙智・高井洋平・小笠希将・森司朗・中本浩揮 (2020) サッカー選手における意思決定能力と潜在的パターン知覚の関係. *スポーツ心理学研究*, 47 (2), 57–74.
- Müller, S. and Abernethy, B. (2012) Expert Anticipatory Skill in Striking Sports: A Review and a Model. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2): 175–187.
- Müller, S., Abernethy, B., and Farrow, D. T. (2006) How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention? *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 59(12): 2162–2186.
- Murphy, S. T., and Zajonc, R. B. (1993) Affect, cognition, and awareness: Affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(5): 723–739.
- 中島定彦 (2013) 連合学習理論. 藤永保 (監修) 最新心理学事典. 平凡社: 東京. pp. 747–751.
- Nakatani, H., and Yamaguchi, Y. (2014) Quick concurrent responses to global and local cognitive information underlie intuitive understanding in board-game experts. *Scientific Reports*, 4: 5894.
- 中本浩揮 (2008) スポーツの熟達化における抑制機能の役割と認知トレーニングへの応用可能性. 博士論文. 鹿屋体育大学. 鹿児島.
- Nakamoto, H., and Mori, S. (2008a) Effects of stimulus-response compatibility in mediating expert performance in baseball players, *Brain Research*, 1189:179–188.
- Nakamoto, H. and Mori, S. (2008b) Sport-specific decision-making in Go/Nogo reaction task: difference among nonathletes and baseball and basketball players, *Perceptual and Motor Skills*, 106: 163–170.
- 夏原隆之・中山雅雄・加藤貴昭・永野智久・吉田拓矢・佐々木亮太・浅井武 (2015) サッカーにおける戦術的判断を伴うパスの遂行を支える認知プロセス. *体育学研究*, 60(1): 71–85.
- 夏原隆之・山崎史恵・浅井武 (2012) 大学サッカー選手における攻撃プレーに関する認知と知識表象. *スポーツ心理学研究*, 39(2): 137–151.
- Newell, B. R., Lagnade, D. A., and Shanks, D. R. (2015) Straight Choices: The Psychology of

Decision Making. New York, NY: Psychology Press.

日本経済新聞 online (2016) 体が勝手に動いたゴールで覚醒. G 大阪・長沢駿

<https://www.nikkei.com/article/DGXXKZO09770590R21C16A1US0000/> (参照日 2019 年 9 月 17 日).

入野野宏 (2005) 心理学のための事象関連電位ガイドブック. 北大路書房: 京都.

Nomura, M., Ohira, H., and Haneda, K. (2004) Functional association of the amygdala and ventral prefrontal cortex during cognitive evaluation of facial expressions primed by masked angry faces: An event-related fMRI study. *Neuroimage*, 21(1): 352–363.

North, J. S., Hope, E., and Williams, A. M. (2017) Identifying the micro-relations underpinning familiarity detection in dynamic displays containing multiple objects. *Psychology*, 8: 963.

North, J. S., and Williams, A. M. (2019) Familiarity detection and pattern perception. In A. M. Williams and R. C. Jackson (Eds.), *Anticipation and decision making in sport* (pp. 25–42). Abingdon, UK: Routledge.

North, J., Williams, A. M., Hodges, N., Ward, P., and Ericsson, K.A. (2009) Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*, 23: 878–894.

Ohira, H., Nomura, M., Ichikawa, N. et al... (2006) Association of neural and physiological responses during voluntary emotion suppression. *Neuroimage*, 29(3): 721–733.

Öhman, A., and Mineka, S. (2001) Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychol. Rev.* 108: 483–522.

Öhman, A., and Soares, J. J. F. (1993) On the automatic nature of phobic fear: Conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, 102(1): 121–132.

沖田庸嵩 (1989) 事象関連電位と認知情報処理—選択的注意の問題を中心として—. *The Japanese Journal of Psychology*, 60(5): 320–335.

Osman, M. (2004) An evaluation of dual-process theories of reasoning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 11(6): 988–1010.

Oudejans, R. R. D., Michaels, C. F., Bakker, F. C., and Dolné, M. A. (1996) The relevance of action in perceiving affordances: Perception of catchableness of fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(4): 879–891.

- Panchuk, D., Markus J. Klusemann, M. J., and Hadlow, S. M. (2018) Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, 9: 2315.
- Paull, G., and Glencross, D. (1997) Expert perception and decision making in baseball. *Int. J. Sport Psychol.* 28: 35–56.
- Pavlov, I. P. (1927) *Conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex.* Oxford Univ. Press.
- Pegna, A. J., Darque, A., Berrut, C., and Khateb, A. (2011) Early ERP modulation for task-irrelevant subliminal faces. *Frontiers in Psychology*, 2: 88.
- Raab, M. (2012) Simple heuristics in sports. *International Review of Sport and Exercise Psychology* 5(2): 1–17.
- Raab, M., and Helsen, W. (2015) How experts make decisions in dynamic, time-constrained sporting environments. In L. Baker, and D. Farrow (eds.), *Routledge Handbook of Sport Expertise* (pp.64–73). Oxon: Routledge.
- Raab, M., and Johnson, J. G. (2004) Individual Differences of Action Orientation for Risk Taking in Sports. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(3): 326–336.
- Raab, M., and Johnson, J. G. (2008) Implicit learning as a means to intuitive decision making in sports. In H. Plessner, C. Betsch, and T. Betsch (Eds.), *Intuition in judgment and decision making* (pp. 119–133). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Raab, M., and Laborde, S. (2011) When to blink and when to think: Preference for intuitive decisions results in faster and better tactical choices. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 82(1): 89–98.
- Russell, J.A. and Barrett, L. F. (1999) Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5): 805–819.
- Ryu, D., Abernethy, B., Mann, D. L., Poolton, J. M., and Gorman, A. D. (2013) The role of central and peripheral vision in expert decision making. *Perception* 42: 591–607.
- Sabatinelli D, Fortune EE, Li Q, et al. (2011) Emotional perception: meta-analyses of face and natural scene processing. *Neuroimage*, 54(3): 2524–2533.
- Sabatinelli, D., Lang, P. J., Keil, A., and Bradley, M. M. (2007) Emotional perception:

- Correlation of functional MRI and event-related potentials. *Cerebral Cortex*, 17(5): 1085–1091.
- 坂上雅道・山本愛実 (2009) 意思決定の脳メカニズム－顕在的判断と潜在的判断－. 科学哲学, 42(2): 29–40.
- Sarlo, M., Palomba, D., Buodo, G., Minghetti, R., and Stegagno, L. (2005) Blood pressure changes highlight gender differences in emotional reactivity to arousing pictures. *Biological Psychology*, 70: 188–196.
- Sarpeshkar, V., Abernethy, B., and Mann, D. L. (2017) Visual strategies underpinning the development of visual-motor expertise when hitting a ball. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(10): 1744–1772.
- Savelsbergh, G. J. P., Van Der Kamp, J., Williams, A. M., and Ward, P. (2005) Anticipation and visual search behavior in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48(11-14): 1686–1697.
- Savelsbergh, G. J. P., and Whiting, H. T. (1988) The effect of skill level, external frame of reference and environmental changes on one-handed catching. *Ergonomics*, 31(11): 1655–1663.
- シュミット, R. A. : 調枝孝治訳 (1994) 運動学習とパフォーマンス－理論から実践へ. 大修館書店.
- Simons, D. J., and Chabris, C. F. (1999) Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9): 1059–1074.
- Sloman, S. A. (1996) The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119: 3–22.
- Sloman, S. A. (2014) “Two systems of reasoning, an update,” in *Dual Process Theories of the Social Mind*, eds J. Sherman, B. Gawronski, and Y. Trope (New York, NY: Guilford Press): pp. 69–79.
- Smith, E. R., and DeCoster, J. (2000) Dual-process models in social and cognitive psychology: Conceptual integration and links to underlying memory systems. *Personality and Social Psychology Review*, 4: 108–131.
- Stanovich, K. E. (1999) *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stanovich, K. E. (2004) *The robot’s rebellion: Finding meaning the age of Darwin*. Chicago, IL:

University of Chicago Press.

- Starkes, J. L. (1987) Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9: 146–160.
- Starkes, J. L., and Ericsson, A. (2003) Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stine, C. D., Arterburn, M. R., and Stern, N. S. (1982) Vision and Sports- A review of the literature. *Journal of American Optometric Association*, 59(12): 946–950.
- 杉原隆 (2003) 運動指導の心理学. 運動学習とモチベーションからの接近. 大修館書店 : 東京. pp. 1–23.
- 高井晋次・今中国泰・北一郎・森周司 (2000) 逆向マスキング・パラダイム下の体性感覚反応時間に及ぼす無自覚的知覚の影響. *体育学研究*, 45 : 333–346.
- Tamietto, M. and de Gelder, B. (2010) Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10): 697-709.
- 田中ゆふ・関矢寛史 (2010) 投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングの効果. *体育学研究*, 55: 499–511.
- Tenenbaum, G., Hatfield, B. D., Eklund, R. C., Land, W. M., Calmeiro, L., Razon, S., and Schack, T. (2009) A conceptual framework for studying emotions-cognitions-performance linkage under conditions that vary in perceived pressure. In M. Raab et al. (Eds.), *Progress in brain research*, 174: pp. 159–178.
- Thompson, V. A. (2013) Why it matters: The implications of autonomous processes for dual process theories—Commentary on Evans and Stanovich (2013). *Perspectives on Psychological Science*, 8: 253–256.
- Ulrich, M., and Kiefer, M. (2016) The neural signature of subliminal visuomotor priming: Brain activity and functional connectivity profiles. *Cerebral Cortex*, 26(6): 2471–2482.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, M., Mazyn, L., and Philippaerts, R. M. (2007a) The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29: 147–169.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., and Philippaerts, R. M. (2007b) Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39(5): 395–408.

- van der Kamp, J., Rivas, F., van Doorn, H., and Savelsbergh, G. J. P. (2008) Ventral and dorsal contributions in visual anticipation in fast ball sports. *International Journal of Sport Psychology*, 39(2): 100–130.
- van Gaal, S., Lamme, V. A., Fahrenfort, J. J., and Ridderinkhof, K. R. (2011) Dissociable brain mechanisms underlying the conscious and unconscious control of behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23: 91–105.
- van Maarseveen, M. J., Oudejans, R. R., Mann, D. L., and Savelsbergh, G. J. (2016) Perceptual-cognitive skill and the in situ performance of soccer players. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*: 1–17.
- van Maarseveen, M. J., Oudejans, R. R., and Savelsbergh, G. J. (2015) Pattern recall skills of talented soccer players: Two new methods applied. *Human movement science*, 41: 59–75.
- Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D., and Bideau, B. (2015) Which technology to investigate visual perception in sport: video vs. virtual reality. *Hum. Mov. Sci.*, 39: 12–26.
- Wan, X., Nakatani, H., Ueno, K., Asamizuya, T., Cheng, K., and Tanaka, K. (2011) The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts. *Science*, 331: 341–346.
- Ward, P., and Williams, A. M. (2003) Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25: 93–111.
- Wason, P. C., and Evans, J. St. B. T. (1975) Dual processes in reasoning? *Cognition*, 3: 141–154.
- Watson, D. and Tellegen, A. (1985) Toward a Consensual Structure of Mood. *Psychological Bulletin*, 98: 219-235.
- Weber, N., and Brewer, N. (2003) The effect of judgment type and confidence scale on confidence-accuracy calibration in face recognition. *Journal of Applied Psychology*, 88(3): 490–499.
- Wickens, C. D. (1992) *Engineering psychology and human performance*, 2nd edn, Illinois: Harper Collins.
- Williams, A. M. (2000) Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9): 737–750.
- Williams, A.M., and Burwitz, L. (1993) Advance cue utilization in soccer. In T. Reilly, J. Clarys, and A. Stibe (Eds.), *Science and football II* (pp. 239–244). London: E and FN Spon.

- Williams, A.M., and Davids, K. (1995) Declarative knowledge in sport: A by-product of experience or a characteristic of expertise? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17: 259–275.
- Williams, A. M., and Davids, K. (1998) Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2): 111–128.
- Williams, A. M., Davids, K., and Williams, J. G. (1999) *Visual perception and action in sport*. London: E and FN Spon.
- Williams, A. M., and Ericsson, K. A. (2005) Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24(3): 283–307.
- Williams, A. M., and Grant, A. (1999) Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 30(2): 194–220.
- Williams, A. M., and Ward, P. (2007) Perceptual-cognitive expertise in sport: Exploring new horizons. In G. Tenenbaum and R. Ecklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 203–223). New York, NY: Wiley.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., and Williams, J. G (1993). Visual search and sports performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22: 55–65.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., and Williams, J. G. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2): 127–135.
- Williams, A. M., Fawver, B., and Hodges, N. J. (2017) Using the “expert performance approach” as a framework for improving understanding of expert learning. *Frontline Learning Research*, 5(3): 139–154.
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., and Barton, G. (2006) Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception*, 35: 317–332.
- Williams, A. M., North, J. S., and Hope, E. R. (2012) Identifying the mechanisms underpinning recognition of structured sequences of action. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 65(10): 1975–1992.
- Williams, A. M., Ward, P., and Smeeton, N. J. (2004) Perceptual and cognitive expertise in sport:

Implications for skill acquisition and performance enhancement. In A. M. Williams and N. J. Hodges (Eds.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (pp. 328–347). London: Routledge.

Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., and Smeeton, N. J. (2002) Perceptual skill in a real-world task: Training, instruction, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8: 259–270.

Williams, M. A., Morris, A. P., McGlone, F., Abbott, D. F., and Mattingley, J. B. (2004) Amygdala responses to fearful and happy facial expressions under conditions of binocular suppression. *Journal of Neuroscience*, 24(12): 2898–2904.

博士課程在籍時の業績一覧

原著論文

村川大輔, 幾留沙智, 高井洋平, 小笠希将, 森司朗, 中本浩揮 (2020) サッカー選手における意思決定能力と潜在的パターン知覚の関係. スポーツ心理学研究, 47(2): 57-74.

資料論文

村川大輔, 幾留沙智, 亀井誠生, 森司朗, 中本浩揮 (印刷中) 潜在的パターン知覚に優れるサッカー選手は状況を情動的に処理しているのか? スポーツ心理学研究.

学会発表 (口頭)

村川大輔, 幾留沙智, 森司朗, 中本浩揮 (2019) サッカー選手における意思決定速度と潜在的パターン知覚の関係. 日本スポーツ心理学会第46回大会, pp. 58-59. 筑波大学.

学会発表 (ポスター)

村川大輔, 山本健太, 小笠希将, 幾留沙智, 森司朗, 中本浩揮 (2018) サッカー選手の意思決定における潜在的知覚と競技レベルの関係. 第12回 Motor Control 研究会, p. 14, 上智大学

村川大輔, 幾留沙智, 森司朗, 小笠希将, 中本浩揮 (2018) サッカー場面における閾下情報が後続する知覚情報処理に与える影響. 日本体育学会第69回大会, p. 98, 徳島大学

村川大輔, 幾留沙智, 森司朗, 中本浩揮 (2019) サッカー選手における意思決定能力と潜在的知覚能力の関係. 九州スポーツ心理学会第32回大会, pp. 58-59. 天文館ビジョンホール

Daisuke Murakawa, Kenta Yamamoto, Kisho Ogasa, Sachi Ikudome, Shiro Mori, Hiroki Nakamoto (2019) Do domain-specific perceptual abilities operate outside of conscious awareness? 15th FEPSAC, p. 101, University of Münster.

謝 辞

最後に本論文の作成にあたり、お世話になった方々にお礼を申し上げます。

中本 浩揮 准教授には、論文作成の全てにおいて本当にお世話になりました。特に、事前の計画なく博士課程への進学を決め、さらに研究と指導の両立を目指す私を指導する上では、本当に多くのご苦勞をおかけしたことと思います。それでも私の思いを尊重し、博士論文の完成へ導いて下さったことには本当に感謝しかありません。森 司朗 副学長には、広範な観点から多くのご示唆を頂き、研究推進の幅を大きく広げて頂きました。幾留 沙智 講師には、研究内容はもちろんのこと、研究を遂行する上で私の至らぬ点を多々指摘して頂きました。高井 洋平 准教授には、サッカーの本質を踏まえた非常に有益なご助言を頂きました。亀井 誠生 特任助教には、脳波測定という大きな武器をご教示頂きました。多くの時間を共に過ごしたゼミ室の先輩・後輩には、実験サポート等を含め、様々な先輩としての理不尽に付き合っただけで頂いた。本当にありがとうございます。

サッカー部関係者の皆様にも感謝しなければなりません。塩川 勝行 講師・青木 竜 助教には、研究活動を中心とする現場への関わり方を快く認めて頂きました。また、サッカー部員の後輩たちにも、数多くの実験に積極的に参加して頂きました。サッカー部の皆様のご理解・ご協力無しには、博士論文の完成はあり得ませんでした。本当に感謝しています。

家族の皆様には私の選んだ道を本当に応援して頂き、経済的にもかなりの支援を頂きました。家族（博士課程進学を進めてくれた父、常に前向きな言葉で励ましてくれた母、毎年誕生日プレゼントを贈ってくれた弟、帰省時には私のことを忘れずに出迎えてくれた愛犬）の存在は、博士課程の3年間における私の心の支えでした。本当に感謝しています。そして、鹿屋での生活全般をサポートしてくれた彼女やご家族にも感謝申し上げます。

振り返ると、博士論文完成の背景には、先生方の熱心なご指導・多くの方々のご協力があったことを改めて実感します。博士課程の3年間は、たくさんの人に恵まれ、助けられたと思う。ここに書くことができなかった人々を含め、心から御礼申し上げます。

2021年1月19日