

大学トップレベルのサッカー選手の状況判断が早い理由  
～パス選択場面での情報処理過程で実証～

研究成果のポイント

1. サッカー選手における状況判断の早さを調べるために、実際のプレー状況を想定した実験課題にて脳活動の計測を行いました。
2. 大学トップレベルのサッカー選手は、状況判断の場面において初期視覚情報処理、刺激評価、最終的な運動反応出力のいずれをも短時間で実行できることを示しました。
3. 大学トップレベルのサッカー選手は、反応実行(go 反応)が早だけでなく、反応抑制(no-go 反応)も早いことが明らかになりました。

筑波大学大学院 松竹貴大(人間総合科学研究科3年制博士課程)、体育系 中山雅雄准教授、浅井武教授らの研究グループは、全日本大学サッカー選手権で優勝経験のあるサッカー選手は、一般の大学生サッカー選手と比較して、初期視覚情報処理、刺激評価、最終的な運動反応出力いずれも短時間で実行できることを、事象関連電位(ERPs)<sup>※1)</sup>と筋電図反応時間(EMG-RT)<sup>※2)</sup>を指標に用いて明らかにしました。

現代サッカーでは、相手や味方の変化に応じた的確な状況判断を瞬時に実行するための情報処理の早さが必須ですが、情報処理の早さが競技レベルの差にどのような違いを生むのかは不明のままでした。本研究グループは、これまでの研究により、サッカー選手はサッカー経験のない大学生と比較して、選択反応課題の反応時間(RT)が有意に短いことを明らかにしてきました。しかし、RTはあくまでも刺激呈示から反応出力までの経過時間であり、その間に介在する意思決定に関連した脳内の情報処理においてどの過程がどのように異なるのかは不明のままでした。

本研究では全日本大学サッカー選手権大会で優勝経験のある大学生サッカー選手13名(High performance群、以下:H群)と、これまでに全国レベルでの競技経験や都道府県、あるいは地域選抜大会での経験を有していない大学生サッカー選手13名(Low performance群、以下L群)を対象として、4対2ボールポゼッションのパス選択場面を想定した選択反応課題実施中のERPs、EMG-RT及びRTの計測を行いました。

その結果、以下のことが明らかとなりました。

- ① H群はパス選択を行う場面においてL群よりも正確かつ早い運動・反応の出力を実施できる。
- ② H群はL群よりも初期視覚情報処理、刺激評価の処理時間が早い。
- ③ 運動反応の出力の早さは反応抑制処理が関与しており、それがH群の脳内情報処理の優位性を特徴づけている。

本研究成果は、日本体力医学会が発行する学術雑誌「体力科学」に2月1日付けで掲載されます。

## 研究の背景

現代サッカーの特徴は、選手のフィジカルフィットネスや技術レベルの向上、更にはチーム全体の高度な組織化によって実現される、攻撃と守備が一体化されたスピーディーなゲーム展開です。そのため、相手や味方の変化に応じた的確な状況判断を瞬時に実行するための情報処理の早さが求められます。そこで、サッカーの指導現場ではその状況判断を支える情報処理機能の向上を目的としたトレーニング方法が数多く提案されているのですが、その一方でそれらを評価する方法が確立されていないのが現状です。その結果として、この領域において実践現場への適用が可能な学術的研究は決して多くありませんでした。

本研究グループは、サッカー選手の情報処理機能を定量的に評価することを試みる先行研究において、事象関連電位(ERPs)を指標に用いた検討を行ってきました。その成果として、大学生サッカー選手はサッカー経験のない大学生と比較すると状況を素早く見極める処理が早い上に、反応を出力するまでの処理も早いことを明らかにしました(松竹ほか, 2016)。しかし、この違いはサッカーの経験によるものなのか、競技レベルの高さが影響しているのかについては不明なままでした。また、これまでの研究では、視覚刺激による単純な反応課題や文字、記号を標的刺激とした選択反応課題を採用しており、いずれもサッカー選手が実際のプレー中に行う複雑な選択状況とは乖離した課題でした。そのため、サッカー選手の情報処理過程の特性を本質的に捉えるためには、実験室における検討においても、実際のプレー状況を想定した、より実戦に近い設定で検討にすることが重要であると考えられます。

## 研究内容と成果

そこで本研究では、競技水準の異なる大学生サッカー選手26名を対象として、サッカーにおけるパス選択場面を想定した選択反応課題中のERPs(P100成分、P300成分)、EMG-RTとRTの比較検討を行いました。実験課題としては、実際のパス選択場面を想定した4対2ボールポゼッションの選択反応課題を実施しました。この実験課題は画面からS-1(Stimulus-1)である注視点(X)が500ミリ秒呈示された後に、S-2(Stimulus-2)としてオフェンス選手3名、ディフェンス選手2名が写った画像が1秒間呈示されます。このS-2で表示される視覚刺激画像は、左の選手にパスを出せるGo刺激画像6枚、右の選手にパスを出せるGo刺激画像6枚、2人のディフェンダーの間の選手にパスを出せるNoGo刺激画像6枚の計18枚であり、この18枚の画像がランダムに呈示されます。

その結果、H群はL群と比較して課題正答率が高く、EMG-RT及びRTが短かったことから、H群はパス選択を行う場面においてL群よりも正確かつ早い運動・反応の出力を実施できる機能を有すると考えられます。また、初期視覚情報処理の機能を反映するP100潜時では、H群がL群と比較して有意に短い潜時を示し、刺激評価を反映するP300潜時では、H群がL群と比較して有意に短い潜時を示しました。これらの結果は、H群はパス選択を行う場面においてL群と比較して視覚情報処理を迅速に行う機能を有すること、さらにH群はL群より視覚刺激に対する評価の処理が早いことが示唆されました。また、EMG-RTとP300潜時の関連性の検討において、Go P300潜時には相関関係は見られなかったものの、NoGo P300潜時に有意な正の相関関係が認められました。つまり、運動・反応出力(EMG-RT、RT)で示されたH群の優位性における特徴の一つは、感覚・刺激処理系に関する短い刺激評価の処理時間にあり、その判断の素早さが反応実行系だけではなく、反応抑制系に強く依存していることが明らかになりました。

## 今後の展開

本研究により、これまで究明できていなかった、競技力が高いサッカー選手における状況判断時の早さに関する情報処理のメカニズムの一部が示されました。今後は、本研究結果を基にした、情報処理機能の向上を目的としたトレーニング効果のアセスメントや選手の知覚・認知的側面の評価への適応が期待されます。

参考図

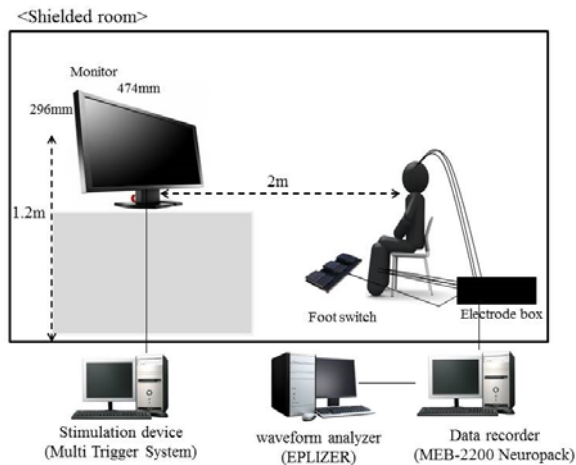


図 1. 本実験の設定を示した図。画面 1680×1060 px(474mm×296mm)のスクリーンから S-1 である注視点(×)が 500 ミリ秒呈示された後に、S-2 としてオフェンス選手(青ユニホーム)3 名、ディフェンス選手(白ユニホーム)2 名が写った画像(図 2)が 1 秒呈示されます。これら一連の S-1、S-2 の呈示及び選択反応を 1 試行として、実験では 120 試行実施しました。



Go(Left)

No Go

Go(Right)

図 2. 本実験で実施した選択反応課題において S-2 で呈示される画像。左の選手にパスが出せる Go 刺激画像:Go(Left)が呈示された場合には、左足の基にあるフットスイッチを左足で押し、右の選手にパスが出せる Go 刺激画像:Go(Right)が呈示された場合には、右足の基にあるフットスイッチを右足で押し。2 人のディフェンダーの間にパスが出せる NoGo 刺激画像が呈示された場合には、反応をしないように指示しました。これらの視覚刺激画像は、左の選手にパスが出せる Go 刺激画像 6 枚、右の選手にパスが出せる Go 刺激画像 6 枚、2 人のディフェンダーの間の選手にパスが出せる NoGo 刺激画像 6 枚の計 18 枚であり、この 18 枚の画像がランダムに呈示されました。

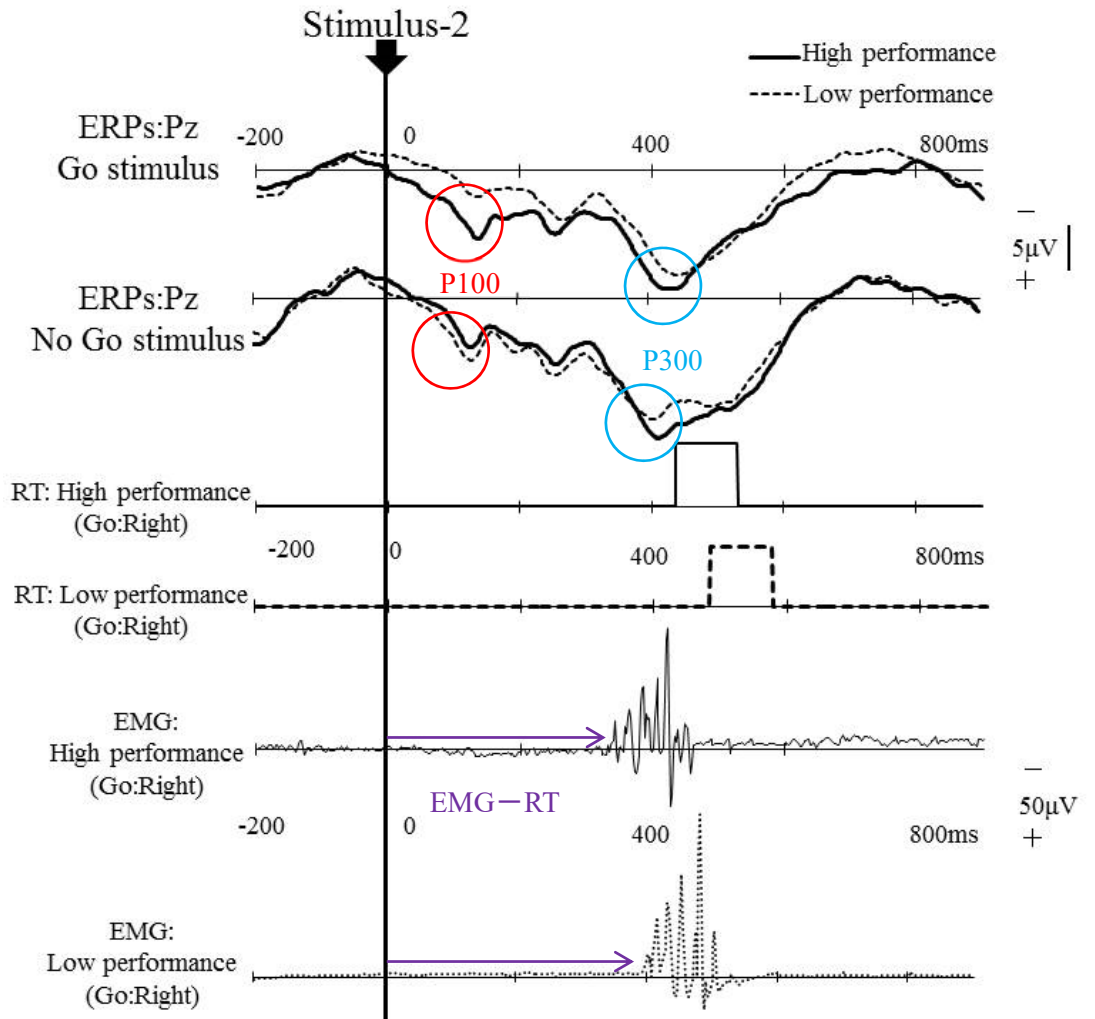


図 3. 本実験で実施した選択反応課題における各群の総加算平均の ERPs 波形、RT と典型的な EMG の波形を時系列に沿って示した図。P100 潜時、P300 潜時では H 群が L 群よりも有意に短い潜時を示した。EMG-RT 及び RT においても H 群が L 群よりも有意に短い時間を示した。

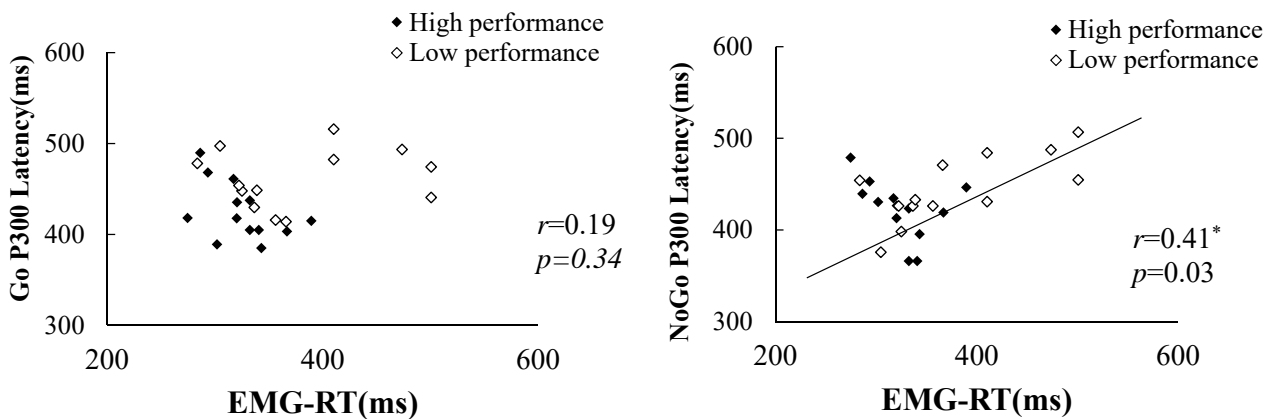


図 4. EMG-RT(運動・反応の出力)と NoGoP300 潜時(反応抑制)の関連性を示した図。EMG-RT と GoP300 潜時には有意な相関は認められませんでした。EMG-RT と NoGo P300 潜時には有意な相関が認められました。

## 用語解説

### 注1 事象関連電位(ERPs)

ERP はその名のとおり、「ある出来事(事象)を脳が処理する過程に関連して出現する電位」です。言い換えれば、ERP は感覚刺激や運動といった特定の事象に随伴して一過性に生じる脳の活動になります。ERP では測定された脳波の波形を加算平均し、その平均波形から種々の「成分」を抽出した上で、ERP を脳内の情報処理過程の検討に用いる場合には、この「成分」を利用します。特に P100 潜時や P300 潜時といった成分は、認知に関わる初期視覚情報処理、刺激の評価を反映するため、RT だけでは明らかにできなかった判断に伴う脳内の情報処理過程を詳細に検討する場合には極めて有効になります。

### 注2 筋電図反応時間(EMG-RT)

EMG-RT は、RT を EMG から測定するものであり、刺激から主動筋の筋収縮開始までの時間(Pre-Motor Time: PMT)と筋活動開始から実際の運動開始までの時間(Motor Time: MT)に分けられます。PMT は中枢要因を反映しているため、RT の遅れは主として PMT によるものであり、MT には個体差はないことがこれまで報告されています。つまり、PMT は刺激呈示から運動・反応処理の出現までの時間を示し、RT は運動・反応処理が出力された時間を示します。情報処理過程に関する研究において、EMG-RT を用いることは行動指標として中枢要因を検討できる利点があります。

## 参考文献

松竹貴大, 實宝希祥, 門岡晋, 菅生貴之, 浅井武: サッカー選手の判断に伴う中枢情報処理能力の評価 —反応時間と事象関連電位を指標として—. スポーツ心理学研究 43: 1-13, 2016.

## 掲載論文

【題名】 競技力が高いサッカー選手の状況判断時における脳内情報処理過程 —事象関連電位と筋電図反応時間を指標として—

(Brain information processing of high performance football players during decision Making  
—a study of event-related potentials and electromyography reaction time—)

### 【著者名】

松竹 貴大<sup>\*1</sup>、夏原 隆之<sup>\*2</sup>、小井土 正亮<sup>\*3</sup>、鈴木 健介<sup>\*1</sup>、田部井 祐介<sup>\*3</sup>、中山 雅雄<sup>\*3</sup>、浅井 武<sup>\*3</sup>

\*1 筑波大学大学院人間総合科学研究科、\*2 東京成徳大学応用心理学部、\*3 筑波大学体育系

【掲載誌】 日本体力医学会 「体力科学」第 67 巻 第 1 号

[doi.org/10.7600/jspfsm.67.107](https://doi.org/10.7600/jspfsm.67.107)

## 問い合わせ先

浅井 武(あさい たけし)

筑波大学体育系 教授

〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1