

氏名	中本 浩揮
学位の種類	博士(体育学)
学位記番号	第4号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 24 日
学位論文題目	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
論文審査委員	主査 教授 森 司朗 副査 教授 西 蘭 秀嗣 副査 教授 吉武 裕

論 文 概 要

スポーツ場面における厳しい時間的制約下で優れたパフォーマンスを発揮するためには、環境の変化や相手の意図を事前に正確に予測する知覚-認知技能が重要とされ、スポーツにおける熟達化研究のコンセンサスとなっている。しかしながら、近年の熟達化研究が予測による運動制御の利得を主張する一方で、伝統的な実験心理学の研究では、予測を強調した運動制御は、予測が外れた場合には運動の早さや正確性を大きく低下させるという予測による運動制御の損失が生じることを明らかにしている。これまで、スポーツの熟達化研究において予測の損失を扱った研究はほとんど行われておらず、予測の損失を回避するために優れた競技者がどのような認知的メカニズムを発達させているかについては明らかにされていない。

そこで、本研究では予測の損失を回避するための知覚-認知技能として抑制機能に焦点を当て、予測が外れた場合の運動制御を競技場面において要求される野球打者を対象に、スポーツにおける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の抑制機能の役割とトレーニングへの応用可能性について検討することを目的とした。

具体的には、熟達化研究の理論的枠組みで、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帰納的に解明するエキスパートパフォーマンスアプローチ (Ericsson & Smith, 1991) に従って、1) 予測による損失を回避するという熟練者の優れたパフォーマンスを実験室内で再現できる表象的課題の探索、2) 表象的課題における熟練者の優れたパフォーマンスを媒介する認知的メカニズムの解明を行った。

抑制機能は予測に基づく誤反応を実行しないために必要となる。そのため、第 1 実験では、熟練した打者は予測が外れた場合にスイングを止めることができるという特徴を実験室内に再現する表象的課題として、野球特殊の刺激の空間位置と反応の対応関係を持つ Go/Nogo 反応課題の妥当性を検討した。その結果、競技経験別の反応時間の比較では、野球選手だけでなくバスケットボール選手も非競技者より短い反応時間を示したが、技能水準別の比較においては野球選手においてのみ明確な反応時間の差が見られた。これらの結果から、野球特殊の刺激の空間位置と反応の対応関係を持つ Go/Nogo 反応課題は、野球特殊の意思決定過程を調査する表象的課題として妥当であるといえる。これに続き、第 2 実験において、領域特殊な刺激と反応の対応関係を持つ Go/Nogo 反応課題における野球熟練者の優れたパフォーマンスが、どのような認知的メカニズムによって促進されているのかを明らかにするために、刺激と反応の対応関係を操作した 3 種類の Go/Nogo 反応課題中の脳波を測定した。その結果、野球特殊の刺激の空間配列と反応の対応関係を持つ Go/Nogo 反応課題においてのみ、野球熟練者は初級者に比べて、反応選択過程の処理効率を反映する Go 反応時の偏側性準備電位の潜時が短く、抑制力の強さを反映する Nogo 反応時の P300 の振幅が大きかった。これらの結果から、領域特殊の刺激の空間配列と反応が概念的に結合された心的表象によって誘発される抑制機能の促進が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である可能性が示された。

また、抑制機能は急激な環境変化に対する運動修正過程で必要とされる。そこで、第 3 実験では、予測が外れた場合に野球熟練者がスイングのタイミングを修正するという特徴を実験室内に再現する表象的課題として、移動指標の時間情報の急激な変化 (加速, 減速) に運動反応の実行タイミングを修正して一致させる一致タイミング課題の妥当性を検討した。その結果、野球熟練者は単純なタイミング予測を要求される定速条件では初級者と同程度のパフォーマンスであったが、加速, 減速条件では優れたタイミングの修正率を示し、特に、野球に存在する減速条件においては顕著に優れたパフォーマンスを示した。このことから、減速に伴う付加的な認知要求が熟練者の優れたタイミング修正を誘発したと考えられ、減速を伴う一致タイミング課

題が野球特殊のタイミング修正を反映する表象的課題として妥当であることが示された。これに続き、第4実験では、野球熟練者の減速状況における優れた一致タイミングパフォーマンスが抑制機能によって媒介されているかを脳波記録から検討した。その結果、減速に由来する脳活動を反映する減速条件の脳波から定速条件の脳波を差し引いた差波形において、移動指標の減速から400 ms後に野球熟練者の右前頭部で大きな陰性電位を観測した。反応抑制は右下前頭前皮質の役割が大きいとされていることから、この電位は抑制を反映していると考えられる。これらの結果から、熟練した野球競技者は空間情報だけではなく、時間情報に対しても領域特殊の刺激と反応の対応関係を概念的に結合させることで高い抑制を發揮し、これにより優れた運動修正を可能にしているといえる。

以上の4研究の知見から、予測が外れた場合に受ける予測の損失を回避する熟練者の優れたパフォーマンスは、競技経験によって獲得された刺激と反応の対応関係に関する単純で抽象的な表象を活用する抑制機能によって媒介されていることが明らかにされた。また、予測の損失の回避として、熟練者は抑制機能を発達させているという本研究の結果は、従来のスポーツの熟達化研究が主要な標的としてきた予測技能の獲得が抑制機能を発達させるための先行要因になっていることを示す。よって、抑制機能を活用した運動制御は、予測に基づく運動制御よりも高い水準のパフォーマンスを規定する認知的メカニズムであるといえる。また、このような予測の損失を回避するための認知的メカニズムを獲得するためには、刺激と反応の対応関係に関する心的表象の形成と抑制機能の促進が必要と考えられるが、前者には、運動学習で有効とされる文脈干渉効果、後者には、過負荷を与えて適応を促すといった2つの手法を組合せることによってトレーニングすることが可能と考えられる。

論文審査の要旨

提出された博士論文について審査を行い、以下のような審査結果が得られた。

これまでのスポーツの熟達化の研究では予測による運動制御については明らかにされてきたが、予測の損失を回避するための運動制御に関しては研究がこれまでほとんどおこなわれていない。本論文が、スポーツの熟達化研究においてはこれまで着目されてきていなかった抑制機能に着目し、予測の損失を回避するための認知的メカニズムである抑制機能の役割とトレーニングへの応用可能性について、予測損失の回避を要求される野球選手を対象に実証的に検証したものであり、研究独自のオリジナリティの高い研究である。

本論文は、予測の損失を回避する運動制御の熟達化における抑制機能の役割に関して、実験心理学的な観点からエキスパートパフォーマンスアプローチを用いて探索的に追求したものであった。具体的には、野球の打撃を題材に、刺激と反応の対応関係を操作したGo/Nogo反応と急激な速度変化を伴う一致タイミングの実験をおこない、熟練者の優れたパフォーマンスを再現する行動的な指標と生理心理的指標である脳波活動の測定記録からスポーツの熟達化における認知的メカニズムの検討を行なっている。

その結果、野球特殊の刺激の空間位置と反応の対応関係をもつGo/Nogo反応では、野球選手においてより優れた反応を生じることが明らかになったことが報告された。さらに、Go/Nogo反応課題における脳波測定では、野球選手は野球特殊の空間情報を持つ課題においてのみ前頭部で抑制に関わる脳波成分を強く示すことも報告された。この結果は野球の打撃における熟達には空間情報における抑制が影響していることを明らかにしている。

次に、急激な環境変化によって生じる運動修正過程における抑制機能に着目して、急激な速度変化(加速・減速)を伴う一致タイミング課題を用いて検討を行なっている。その結果では、野球選手は減速状況において優れたタイミング修正を行なっていることを明らかにし、さらに、脳波記録から野球選手のみが抑制を司る右前頭前皮質付近に高い脳波活動を示したことを明らかにしている。この結果は、抑制機能がタイミングという時間情報に基づく行動においても機能していることを示している。これらの結果は、本論文で用いている空間情報に基づくGo/Nogo課題と時間情報に基づく一致タイミング課題の両課題は刺激と反応の対応関係を操作した課題であり、この対応関係の操作において抑制機能が重要な役割を示していることが確認されている。

以上の結果により、予測の損失を回避する運動制御の熟達化に関して、抑制機能が高い水準のパフォーマンスを規定する認知的メカニズムであることが示唆された。さらに、予測を回避するための認知的メカニズムである抑制機能を獲得するためには、刺激と反応の対応関係に関する心的表象の形成と抑制機能の促進を促す認知トレーニングを行なうことが必要であることが示唆された。これらの知見より、本論文は、認知的な抑制機能が認知トレーニングへ応用できる可能性を明らかにした点、また、本論文が反応時間や運動修正のような行動の結果と脳波の事象関連電位の結果によって行動と脳との関連を明確にしている方法論の点においても価値の高い結果を示している。

以上のことより、学位論文審査委員会では合議によって、本論文は、課程博士論文の水準を十分にクリアしており、きわめて独創的で開拓的な研究として、博士(体育学)の学位を授与するには十分に値するとして合格と判定した。