

競技者の運動イメージ能力が運動学習に与える影響

Effect of athletes' motor imagery ability on motor learning

(2022年3月31日受理)

國田 祥子 小阪芙由美
Shoko Kunita Fuyumi Kosaka

Key words : 運動イメージ能力, 運動学習, 視空間性ワーキングメモリ, 競技者

要 約

近年, 運動イメージを使った学習がパフォーマンスの維持や向上に有効であると報告されている。しかし, 競技者を対象に運動イメージ能力と運動学習効果の関係を検討した研究は見当たらない。本研究は競技者と非競技者を対象に, 運動イメージ能力と運動学習および視空間性ワーキングメモリ容量の関係を検討する。実験1では競技者42名を, 実験2では非競技者41名を対象に, 運動イメージ能力, 運動学習効果, 視空間性ワーキングメモリ容量を測定し, 各指標間の相関を調べた。その結果, 非競技者でのみ運動イメージ得点と運動学習効果の間に有意な正の相関が示された。競技者は運動イメージの処理が自動化されているため, 運動学習効果との相関がみられなくなったのではないだろうか。また, 視空間スパン得点との相関は, 競技者と非競技者のいずれにおいても有意ではなかった。運動の処理過程は, 一般的な視空間情報の処理過程とは異なっているのかもしれない。

問題と目的

1. 問題

近年, イメージをつかった運動学習に注目が集まっている。これまでの運動学習のほとんどは, 実際に身体を動かすことのみで構成されていた。しかし, イメージを使った運動学習がパフォーマンスの維持や向上に役立つことを報告する研究が, このところ多く見られている。例えば大場(2009)は, イメージを想起して行う練習法である, メンタルプラクティスの効果を調べた研究である。彼は, 身体的活動を行わない状況下でメンタルプラクティスを行うことが習熟した運動の維持に及ぼす影響を, 大学生30名を対象に検討した。この実験では, まず4週間の身体活動期を設け, 実験参加者はその間にダーツを学習した。その後3週間の活動休止期を設け, 実験参加者はこの間, 一切の身体的練習を行わなかった。そ

の際, 実験参加者の半数にメンタルプラクティスを行わせ, メンタルプラクティスを行わなかった者と成績を比較した。その結果, 活動休止期にメンタルプラクティスを行った者は, 行わなかった者に比べてダーツの成績が保たれたと大場(2009)は報告している。このことから, 自らの身体の動きをイメージすることは, 実際に身体を動かす際に有効であることが示されているといえるだろう。

2. 運動イメージ能力について

自らの身体の動きをイメージする能力については, 運動イメージ能力という概念がある。運動イメージ能力とは, 運動のイメージを想起する能力のことである。運動イメージ能力を測定する尺度であるJMIQ-Rを作成した長谷川(2004)は, 運動イメージ能力を体験イメージと観察イメージの2つに分類している。長谷川(2004)によると,

体験イメージは「ふだん自分が行動をし、物事を見る時と同じ視線で、自分が実際に行っているように見たり、感じたりするイメージ」、観察イメージは「ビデオに録画した自分の姿をその後に画面で見ると、第三者的に自分を外から見るイメージ」であると定義されている。本研究では、運動イメージ能力について、この長谷川(2004)の定義を採用することとする。上記の定義を踏まえると、体験イメージは体性感覚的なイメージ、観察イメージは視覚的なイメージといえることができるだろう。

3. 運動イメージ能力と運動学習効果の関係

この運動イメージ能力と運動学習の関係を調べた研究に、梅野・河野(2015)および梅野・中村(2016)がある。梅野・河野(2015)は、専門学生30名を対象に、長谷川(2004)の作成したJMIQ-Rを用いて運動イメージ能力を測定し、ダーツ課題による運動学習との関係を検討した。対象者をJMIQ-Rの得点に基づいて上位群と下位群に分け、運動学習効果を比較した結果、上位群の方が下位群よりも、すなわち運動イメージ能力の高い人の方が低い人よりも運動学習効果が大きかったと報告している。

また梅野・中村(2016)でも同様に、大学生28名を対象にJMIQ-Rを用いて運動イメージ能力を測定し、ダーツ課題による運動学習との関係を検討した。JMIQ-Rは観察イメージ得点と体験イメージ得点を合計して運動イメージ能力を測るものであるが、この研究ではJMIQ-Rの総合得点(運動イメージ得点)だけでなく、観察イメージ得点および体験イメージ得点と運動学習との関係についても、それぞれ検討を行っている。各イメージ得点と運動学習効果の相関を調べた結果、運動イメージ得点および観察イメージ得点と運動学習効果の間に有意な相関が得られたことから、梅野・中村(2016)は運動イメージ能力が高いほど運動学習効果が大きいと報告している。

4. 運動イメージ能力とワーキングメモリの関係

では、自らの身体の動きをイメージし、想起する際、人は頭の中でどのような処理を行っているのだろうか。

何かを頭の中で処理する際、重要な役割を果たすものの1つに、ワーキングメモリ(以下WM)がある。WMとは、ある課題の遂行と並行して後の認知活動に使用するための情報を一時的に保持しておく記憶システムのことであ

る(Baddeley, 1990; 森, 1995による)。WMには、視空間性の情報を保持し、処理する視空間スケッチパッドと、言語性の情報を保持し、処理する音韻ループ、情報処理に必要な処理資源をコントロールする中央実行系の3つのサブシステムが想定されている。視空間スケッチパッドは、色や形、位置情報などの視空間的な情報を保持し、処理するものであり、音韻ループは、数字や単語、文章理解などの言語的な情報を保持し、処理するものである。

前原(2007)は、WMの領域固有性について検討した研究である。前原(2007)は大学生および大学院生62名を対象に、視空間性WM容量を量る視空間処理スパンテストと、言語性WM容量を量る言語処理スパンテストを行い、視空間性認知課題および言語性認知課題の成績との関係を調べた。その結果、視空間性WM容量は視空間性認知課題成績と、言語性WM容量は言語性認知課題成績と厳密な関連が見られたと報告している。

5. 本研究の目的

運動イメージ能力は、運動学習に正の影響を与えることが示されている。しかし、これまで行われてきた研究は日頃から運動を行っていない者、すなわち非競技者を対象にしており、日頃から運動を行っている競技者を対象にした研究は見当たらない。また、自らの身体の動きをイメージし、想起するためには、頭の中で身体の位置や方向などの視空間的な情報を保持し、処理する必要があると考えられる。もしもそうであるならば、運動イメージ能力は視空間性WM容量に影響される可能性があるのではないだろうか。しかし、身体運動をイメージすることのメカニズムについて検討した研究はこれまで見当たらない。そこで本研究は、競技者の運動イメージ能力が運動学習に与える影響と、運動イメージ能力と視空間性WM容量の関係の2点を調べることを目的とする。

日常的に運動を行っている競技者は、日頃から頻繁に運動イメージを使用しているため、運動イメージの処理が自動化されているのではないだろうか。一方、非競技者は日頃から運動を行っていないため、運動イメージの処理が自動化されているとは考えにくい。もしもそうであるならば、競技者の運動イメージ得点は全般的に高くなり、運動イメージ能力と運動学習の関係が見られにくくなるのではないだろうか。一方、非競技者においては

先行研究と同様に、運動イメージ能力が高いと運動学習効果が大きいといった関係が見られると予測される。また、もしも視空間性WM容量が運動イメージ能力に影響を与えるならば、運動イメージ能力が高い人ほど視空間性WM容量が多いのではないだろうか。以上の2点について検討するため、実験1では競技者を、実験2では非競技者を対象に実験を行い、運動イメージ得点と運動学習効果の関係、および運動イメージ得点と視空間スパン得点の関係を調べる。

いずれの実験においても、実験参加者には事前に書面で研究計画を説明し、書面による承諾を得る。なお、本研究は中国学園大学倫理委員会において承認された。

実 験 1

実験1では、競技者を対象に実験を行う。競技者の運動イメージ処理は自動化されているため、運動イメージ得点が一般的に高くなり、運動学習との関係が見られにくくなると予測される。

1. 方法

(1) 実験参加者

N大学に所属する大学生42名を対象とした(男性20名、女性22名、平均年齢19.81歳)。実験参加者は、競技者として1日2時間以上の運動を概ね週5日以上、過去3年以上継続して行っている者とした。また、実験課題としてダーツを用いるため、ダーツを行った経験が無いか、一度だけ短時間のみ行ったことのある者のみに参加してもらった。

(2) 実験期間および実験場所

実験期間は、2017年12月3日-12月17日であった。実験は人通りが少なく、周囲からの音が入ってこない、N大学の教室で個別に行った。

(3) 課題

課題として、運動イメージ能力を測定するJMIQ-R(長谷川, 2004)、運動学習効果を測定するためのダーツ課題および視空間性WM容量を測定する視空間スパンテスト(Maehara & Saito, 2007)を用いた。

JMIQ-Rは、Hall & Martin(1997)のMovement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R)の日本語改訂版(Movement Imagery Questionnaire-Revised Japanese Version)であり、体験イメージ(4項目)と観察イメージ(4項目)の全8項目で構成されている。これらの4項目は、体験イメージと観察イメージで共通しており、自分が実際に行っているようにイメージするよう求められる(体験イメージ)か、第三者的に自分を外から見ているようにイメージするよう求められる(観察イメージ)かが異なっていた。各項目は、いずれも「スタートポジション(開始肢位)」「動作」「課題」の順に行われた。実験参加者は、まず「スタートポジション」で音声で指示される姿勢をとり、次に「動作」で指示通りの動作を実際に一度だけ行った。その後、「課題」として、行った動作について音声指示に従ってイメージを思い浮かべ、その難易度を7段階(1. とてもむずかしい-7. とてもやさしい)で自己評価した。運動イメージ得点として、体験イメージ項目のみの合計得点である体験イメージ得点、観察イメージ項目のみの合計得点である観察イメージ得点の2つの得点を算出した。体験イメージ得点および観察イメージ得点の得点範囲はそれぞれ4-28点であった。参加者への説明は、再現性があるように紙面のみとした。教示は、実験者本人が事前にCDに録音したものをPCで流した。

ダーツ課題は、梅野・河野(2015)を参考に行った。参加者は、ダーツボードの中心を狙ってダーツを投げ、実験者は、ダーツボードの中心からダーツまでの距離を測定し、記録した。ダーツボードの的を外れた場合は半径の20センチメートルと記録した。半径の20センチメートルから、ダーツボードの中心からダーツまでの距離を引いた値をダーツ得点とした。すなわち、ダーツボードの中心にダーツが刺さった場合は20点、ダーツボードの的を外れた場合は0点となり、ダーツが刺さった場所が中心に近いほど、得点は高くなった。1日目にプリテスト、20分の練習後にポストテストを行い、練習から24時間後に保持テストを行った。テストはいずれも20投だった。20分間の練習は自主練習とし、実験者は参加者に対してフォームなどダーツ課題に関しての指導は行わなかった。また、練習後の休憩時間と練習後から保持テストまでの24時間はダーツの練習を行わないように指示した。ダーツ課題の保持テスト得点からプリテスト得点を減算

したものを運動学習効果として算出した。ダーツセットは、15.5インチのハードダーツボードを使用した。ダーツボードは、直径40センチメートルであった。ダーツボードの設置は、日本ダーツ協会のルールに従い、的の中心から床までの高さを173センチメートルとし、スローインラインからダーツボードの距離は237センチメートルとした。

視空間スパンテストでは、処理課題として図形異同判断課題を、記銘項目として4×4のマトリックスの中に1つの黒丸が呈示されるドット・イン・マトリックスを使用した。図形異同判断課題は、PC画面の左右に同時に2つの図形を呈示し、それらが同じ図形であるか否かをできるだけ速く、かつ正確にボタン押しによって解答するものであった。2つの図形が異なる図形の場合、一方の図形の一か所だけが変形した形状の類似した図形が呈示された。一方の図形は、もう一方の図形から0度、90度、180度、または270度回転していた。1つの図形異同判断課題の解答直後に1つの空間性記銘項目が呈示され、1つの図形異同判断課題と1つの空間性記銘項目を1ユニットとした。1リスト中のユニット数は2-5で、1リストの呈示が終わった後、空間性記銘項目として呈示された黒丸の位置を回答用紙に記入した。課題は各リスト3試行ずつ、計12試行で構成されていた。正しく解答できた記銘項目数の合計値を視空間スパン得点とし、得点範囲は0-42点であった。刺激はすべて、Cedrus社製 SuperLab (Ver. 5) によって呈示された。図形異同判断課題に解答すると、50ミリ秒の間隔をあけて、ドット・イン・マトリックスが900ミリ秒間呈示された。黒丸の位置の記入に使うことができる回答時間は、セットサイズ2で10秒、セットサイズ3で15秒、セットサイズ4で20秒、セットサイズ5で25秒とした。

(4) 手続き

1日目に視空間スパンテスト、JMIQ-R、ダーツ課題のプリテストとポストテストを行った。2日目は練習から24時間後に保持テストを行い、その後、内省報告としてダーツを投げる際に注意したことを記入用紙に記入してもらった。

2. 結果

実験参加者のうち、途中辞退した者や実験内容等に不備のあった者、計3名を除いた39名(男性19名、女性20名、平均年齢19.83歳)のデータを以降の分析の対象とした。

(1) ダーツ得点の変化

プリテスト、ポストテスト、保持テストの平均得点を算出し、得点の変化を調べた。 t 検定の結果、ポストテストも保持テストも、プリテストより得点が有意に高くなっていた(ポスト-プリ: $t(38) = -5.548$, $p < .001$, 保持-プリ: $t(38) = -3.476$, $p < .005$)。

(2) 運動イメージ能力と運動学習効果の関係

JMIQ-R得点の平均値は、体験イメージ得点が23.95(標準偏差3.91)、観察イメージ得点が23.51(標準偏差3.95)であった。各イメージ得点と運動学習効果の相関を調べるため、ピアソンの積率相関係数を算出した。その結果、いずれのイメージ得点との間にも有意な相関は見られなかった(体験イメージ: $r = .176$, $n. s.$, 観察イメージ: $r = .179$, $n. s.$)。図1に散布図を示す。

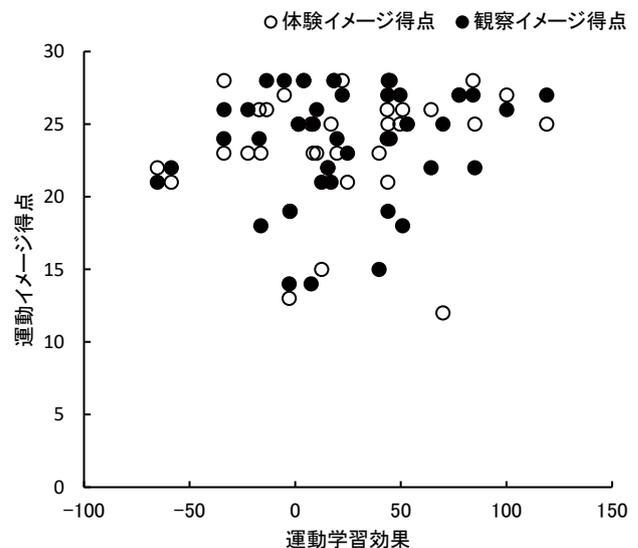


図1. 競技者の運動イメージ得点と運動学習効果

(3) 運動イメージ能力と視空間性 WM 容量の関係

視空間スパン得点の平均値は23.97(標準偏差7.03)であった。各イメージ得点と視空間スパン得点の相関を調べるため、ピアソンの積率相関係数を算出した。その結果、いずれのイメージ得点との間にも有意な相関は見ら

れなかった(体験イメージ: $r=.181$, $n. s.$, 観察イメージ: $r=.063$, $n. s.$)。図2に散布図を示す。

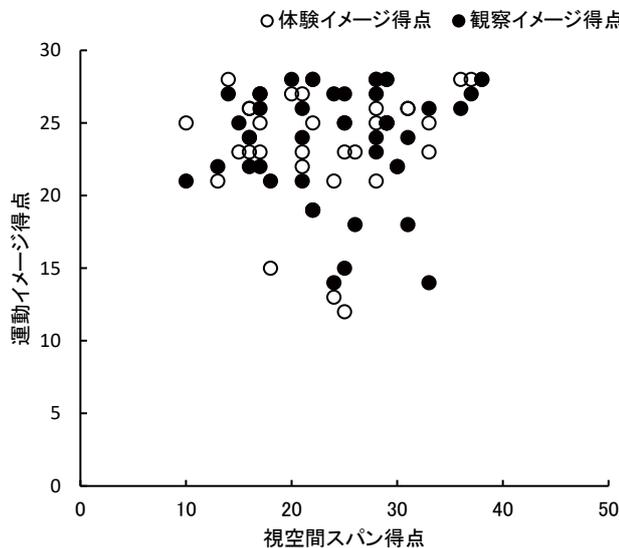


図2. 競技者の運動イメージ得点と視空間スパン得点

実験 2

実験2は、非競技者を対象に実験を行う。非競技者の運動イメージ処理は自動化されていないと考えられるため、運動イメージ能力が高いほど運動学習効果が大きくなると予測される。

1. 方法

(1) 実験参加者

C大学に所属する大学生41名を対象とした(男性14名, 女性27名, 平均年齢19.83歳)。実験参加者は、過去3年以上運動習慣がない非競技者とした。また、ダーツを行った経験が無いか、一度だけ短時間のみ行ったことのある者のみに参加してもらった。

(2) 実験期間および実験場所

実験期間は、2018年4月17日-5月8日であった。実験は人通りが少なく、周囲からの音が入ってこない、C大学の教室で個別に行った。

(3) 課題・手続き

課題および手続きは実験1と同様であった。

2. 結果

実験参加者のうち、途中辞退した者や実験内容等に不備のあった者、計4名を除いた37名(男性13名, 女性24名, 平均年齢19.76歳)のデータを以降の分析の対象とした。

(1) ダーツ得点の変化

プリテスト, ポストテスト, 保持テストの平均得点を算出し, 得点の変化を調べた。t検定の結果, ポストテストも保持テストも, プリテストより得点が有意に高くなっていた(ポスト-プリ: $t(36)=-3.849$, $p<.001$, 保持-プリ: $t(36)=-2.178$, $p<.05$)。

(2) 運動イメージ能力と運動学習効果の関係

JMIQ-R得点の平均値は, 体験イメージ得点が22.81(標準偏差4.92), 観察イメージ得点が23.84(標準偏差4.38)であった。各イメージ得点と運動学習効果の相関を調べるため, ピアソンの積率相関係数を算出した。その結果, 観察イメージ得点と運動学習効果の間に有意な正の相関が示された(体験イメージ: $r=.223$, $n. s.$, 観察イメージ: $r=.462$, $p<.005$)。図3に散布図を示す。

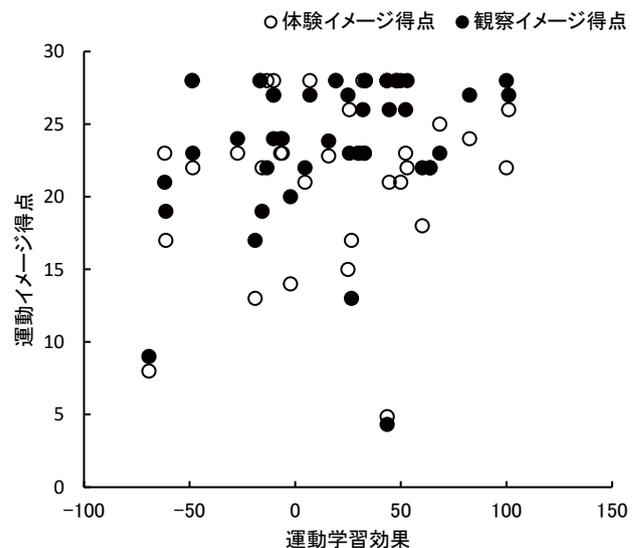


図3. 非競技者の運動イメージ得点と運動学習効果

(3) 運動イメージ能力と視空間性 WM 容量の関係

視空間スパン得点の平均値は25.92(標準偏差6.04)であった。各イメージ得点と視空間スパン得点の相関を調べるため, ピアソンの積率相関係数を算出した。その結果, いずれのイメージ得点との間にも有意な相関は見ら

れなかった(体験イメージ: $r=.075$, $n. s.$, 観察イメージ: $r=.099$, $n. s.$)。図4に散布図を示す

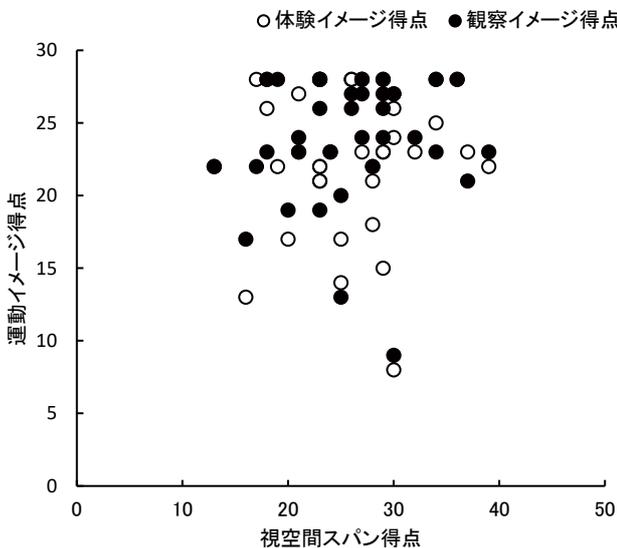


図4. 非競技者の運動イメージ得点と視空間スパン得点

考 察

1. ダーツ得点の変化について

競技者と非競技者の両者において、ダーツ課題のプリテスト得点よりもポストテスト得点が、プリテスト得点よりも保持テスト得点が有意に高かった。練習によって有意にダーツ課題得点が上昇していたこと、またその効果が24時間保持されていたことから、本研究で用いたダーツ課題は、運動学習効果を測定する課題として適切であったことが示された。

2. 運動イメージ能力と運動学習効果の関係

各イメージ得点と運動学習効果の相関を調べたところ、競技者では、いずれのイメージ得点も運動学習効果との間に相関が見られなかった。これは、競技者の体験イメージ得点および観察イメージ得点が全般的に高かったことによると考えられる。競技者は、日常的に運動を行うなかで頻繁に運動イメージを利用しているのではないだろうか。そのため、運動イメージの処理が自動化されており、全般的に得点が高くなったと考えられる。

一方、非競技者では運動イメージ得点および観察イメージ得点と運動学習効果の間に有意な正の相関が見られた。これは、梅野・河野(2015)および梅野・中村(2016)

の結果を追認するものであった。非競技者は日頃から運動を行っていないことから、運動イメージを想起することはほとんどないのではないだろうか。運動イメージの処理が自動化されておらず、さらに運動イメージの操作が得意な人と不得意な人が混在していたため、その能力が高い人ほど運動学習効果が高くなるという相関が見られたと考えられる。また、非競技者においては体験イメージと観察イメージで異なる結果が得られた。すなわち、体験イメージ得点は運動学習効果との間に相関が見られなかったのに対し、観察イメージ得点は運動学習効果との間に有意な正の相関が見られた。同様の結果を報告している梅野・中村(2016)は、Fery(2003)の、新しい運動フォームを強調するような運動を新たに学習する段階において、観察イメージが体験イメージよりも重要であるという知見に基づき、ダーツ初心者を対象としたため、観察イメージ能力が高い者がより良好な学習効果を示したのではないかと述べている。本研究においても、非競技者については同様の結果が得られていることから、少なくとも非競技者にとって、体性感覚的なイメージである体験イメージは、視覚的なイメージである観察イメージよりも、新しい運動フォームの習得に結びつきづらく、運動学習効果の向上につながらなかったのかもしれない。

3. 運動イメージ能力と視空間性 WM 容量の関係

各イメージ得点とスパン得点の相関を調べたところ、競技者と非競技者どちらにおいても、またいずれのイメージ能力も、視空間性WM容量の間に相関が見られなかった。視空間スパンテストで用いた処理課題は心的回転を求める課題であり、視空間的なイメージを思い浮かべて操作する運動イメージ能力とは、類似した能力を測るものであると考えられる。しかし、実際には相関は見られなかった。なぜこのような結果となったのだろうか。

視空間性WM容量が、視空間的な表象の処理を必要とする課題の成績に影響を及ぼすことを示した研究は少ない。例えばBerg(2008)は、視空間性WM容量が言語性WM容量とは独立に、計算能力に寄与していたと報告している。さらに、渡辺・湯澤・水口(2014)は、式と絵の対応関係の理解が必要な算数の作問課題の成績に視空間性WM容量が影響することを報告している。これらの研究と本

研究では、何が異なるのだろうか。

1つの相違点として、本研究で対象とした運動イメージ能力は、自分自身についてのイメージを想起するものであるという点が挙げられるかもしれない。計算にしろ、作問にしろ、処理する必要があるのは自分から離れた対象物の表象である。また本研究で用いたものも含め、視空間スパンテストも一般的に、自分から離れた対象物の表象を処理することを求められることが多い。それに対して、運動イメージ能力は自分自身の動きについてのイメージを想起する能力のことであり、自分自身の表象の処理が求められる。自分から離れた対象物と自分自身では、その表象の処理過程が異なっているのではないだろうか。そのため、運動イメージ能力と視空間性WM容量の間に相関が見られなかったのかもしれない。

4. 運動イメージ能力のフィードバック制御への寄与

本研究の結果から、観察イメージの想起能力が運動学習に有利に働くことが示された。では、観察イメージの想起は運動学習効果の向上にどのように寄与しているのだろうか。これは、フィードバック制御によって説明できる。フィードバック制御とは、出力された活動に対してフィードバックを行い、それによって後の活動を修正することである。観察イメージの想起能力が運動学習に有利に働いていたことから、視覚的なイメージに基づいたフィードバックが、後の活動を効果的に修正させることが示唆された。

今回、競技者と非競技者で視空間スパン得点には差が見られなかった($t(74) = 1.290$, $n. s.$)。このことから、両者の視空間性ワーキングメモリ容量は同程度であると推定される。にもかかわらず、競技者と非競技者では運動イメージ能力と運動学習効果の関係に違いが見られた。競技者は運動イメージの処理が自動化されているため、フィードバック制御がスムーズに行えたのではないだろうか。すなわち、運動イメージの想起に処理資源を割く必要がないことから、活動の修正のための処理資源を十分に確保出来たのではないだろうか。それに対し、非競技者は運動イメージの想起に処理資源を必要とするため、活動の修正はその影響を受けることになると考えられる。運動イメージ能力が高い人はその処理にあまり資源を割く必要はなく、活動の修正に十分な処理資源を

割くことができるが、運動イメージ能力が低い人はその処理に多くの資源を必要とすることになるため、活動の修正に十分な処理資源を割くことは難しい。そのため、非競技者では運動イメージ能力と運動学習効果の間に相関が見られたのではないだろうか。

5. 今後の課題

本研究では、運動イメージ能力に関係するワーキングメモリとして視空間性のもののみを取り上げ、その関係を検討した。しかし、運動イメージ能力を測定するJMIQ-Rは音声言語による教示によって行われるものであることから、言語性ワーキングメモリ容量が運動イメージ能力に影響する可能性も考えられる。この点については、今後、運動イメージ能力と言語性ワーキングメモリ容量の関係を検討し、明らかにする必要があるだろう。

また、運動イメージ能力と視空間性ワーキングメモリ容量に関係が見られなかったことから、自分から離れた対象物と自分自身では、その表象の処理過程が異なる可能性が示唆された。この点について明確にするために、自分自身についての視空間情報と視空間性ワーキングメモリ容量の関係について、さらに検討する必要があるだろう。

さらに、JMIQ-Rの得点が競技者で全般的に高かった点について、本研究では処理が自動化されているためと考えたが、天井効果が見られた可能性を考える必要もあるだろう。天井効果を解消するための方法として、最も一般的なのは課題の難易度を上げることである。しかし競技に取り組む大学生のスキルはかなり高度であり、運動イメージ能力もまたかなり高いのではないだろうか。そうであるなら、より難易度が高い課題を設定することは現実的ではないかもしれない。では、対象を変えることはできるだろうか。例えば、日常的に運動を行っている競技者であっても、まだそのスキルを発展させている途上の子どもであれば、JMIQ-Rが十分に適用できる可能性があるのではないだろうか。地域のスポーツクラブ等で日頃から運動を行っている子どもを競技者、そうでない子どもを非競技者と捉え、その差を比較することで、競技者がどのように運動イメージを処理しているのか、また運動イメージ能力と運動学習の関係について、さらに明確にできるのではないだろうか。

引用文献

- Berg, D. H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading, *Journal of Experimental Child Psychology*, **99**, 288-308.
- Fery, Y. A. (2003). Differentiating Visual and Kinesthetic Imagery in Mental Practice, *Canadian Journal of Experimental Psychology*, **57**, 1-10.
- Hall, C. R., & Martin, K. A. (1997). Measuring movement imagery abilities: A Revision of the Movement Imagery Questionnaire. *Journal of Mental Imagery*, **21**, 143-154.
- 長谷川望 (2004). 日本語版運動心像質問紙改訂版 (JMIQ-R)の作成 イメージ心理学研究, **2**, 25-34.
- 前原由喜夫 (2007). 高次認知能力と作動記憶容量の個人差に関する検討 —言語性および視空間性認知課題を用いて— 京都大学大学院教育学研究科紀要, **53**, 366-378.
- Maehara, Y., & Saito, S. (2007). The relationship between processing and storage in working memory span: Not two sides of the same coin, *Journal of Memory and Language*, **56**, 212-228.
- 森 敏昭 (1995). コラム 作動記憶 森 敏昭・井上 毅・松井孝雄 グラフィック 認知心理学 サイエンス社 pp. 32-33.
- 大場 渉 (2009). メンタルプラクティスが習熟後のパフォーマンスに及ぼす影響 体育学研究, **54**, 437-448.
- 梅野和也・河野慶三 (2015). 専門学生にみられる運動イメージ能力と運動学習効果との関係 —JMIQ-Rとダーツ課題を用いて— 心身健康科学, **11**, 43-50.
- 梅野和也・中村浩一 (2016). 運動イメージ想起能力とパフォーマンスの変化との関係 —JMIQ-Rを用いて— 理学療法科学, **31**, 221-225.
- 渡辺大介・湯澤正通・水口啓吾 (2014). 小学生による算数の作問におけるワーキングメモリの役割 発達心理学研究, **25**, 87-94.