

修士学位論文

ダーツ投げ運動学習における運動の意識的制御と
練習スケジュールの関連性

2015年1月7日 提出

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻

ヘルスプロモーションサイエンス学域

学修番号：12899609

氏名：宮田 徹

(指導教員名：今中 國泰 教授)

要旨

スポーツやリハビリテーションなど実践場面では、適切な動作を目指すため、運動自体に意識を向けて運動すること（運動の意識的制御）を促し、それにより運動学習を促進させようとする介入を用いることが多い。これに対し、多くの先行研究では、運動の意識的制御はむしろ運動学習を阻害するという知見が多い（Wulf,2007 ; Masters1992）。

このような運動学習の意識に関する見解が実践と実験研究で異なる理由の一つとして、練習スケジュール（例えば、多様性練習と一定練習）の違いによる可能性が考えられる。スポーツなどの実践場面では、一定の距離・速度・力量（運動パラメーター）による同一動作の繰り返しの練習、すなわち一定練習のみを行うことはほとんどなく、運動パラメーターが変化に富む実践環境を考慮した練習である多様性練習が実施されることが多い。一方、運動の意識的制御を取り扱った研究では、多くの場合、実験操作の単純化のため一定練習を用いている。一般的に多様性練習は一定練習より多くの運動パラメーターの調節を必要とし、それが高い運動学習効果を生み出すと考えられている（Schmidt,1975）。運動パラメーターの調節という観点では、運動の意識的制御が高い状態では試行錯誤しながら運動していること（Masters,1992 ; Zhu,2011）から、運動パラメーターの調節を頻繁に行っている可能性が高い。そのため、練習スケジュールと運動の意識的制御には少なからず関連性があるものと思われる。

本研究は、運動の意識的制御の運動学習効果への影響を検討するため、運動学習効果が異なるとされる一定練習・多様性練習を実験課題として用いることとした。運動の意識的制御は、一定練習では阻害要因、多様性練習では促進要因と仮定し、以下の3つの実験から検討を試みた。

実験 1 では、質問紙「運動における注意の再投資スケール (Movement Specific Reinvestment Scale (MSRS)、Masters,2005)」により運動の意識的制御の傾向 (個人特性) を評価し、運動の意識的制御傾向と練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。その結果、一定練習群では MSRS (個人特性) と運動学習効果に有意な相関は無く、多様性練習群では MSRS と一日後変化率 (事前テストに対する一日後保持テストの変化率) に有意な相関があることがわかり、ダーツ運動学習において個人特性と練習スケジュールの関連性が一部示唆された。

実験 2 では、運動の意識的制御を促すため、好ましいダーツ動作を紙面・口頭で教示し、個人特性と練習スケジュールの運動学習効果への影響がその介入によりどのように変化するかを検討した。実験の結果、教示の介入により、実験 1 に比べダーツ実験中の運動の意識的制御指標とした内省報告数は有意に増大したものの、ダーツ後の MSRS は増大しなかった。ダーツ誤差において、実験 1 と同様に一定練習群では MSRS と運動学習効果に有意な相関は無く、多様性練習群では MSRS と一日後変化率に有意な相関があった。これら実験 1、2 の結果から、多様性練習群における運動学習は、運動の意識的制御傾向が強い者は促進的に、弱い者は阻害的に作用する可能性が示唆された。

実験 3 では、運動の意識的制御に関する教示効果と練習スケジュールの交互作用の検討のため、教示 (有り・無し) × 練習スケジュール (一定・多様性) の 4 群を設定した実験を行った。その結果、多様性練習条件、教示あり条件でそれぞれダーツ後の MSRS が上昇し、運動の意識的制御が促進されたと考えられた。練習によるパフォーマンスの向上に関して、教示の有無によって差があり、教示あり条件では教示なし条件より有意にダーツ誤差が改善していた。練習効果の保持に関して、多様性練習では直後テストと各保持テスト間に有意差が無く練習の効果が保持されていたが、一定練習では直後テストと 10 分後保持テスト、1 日後保持テストそれぞれの間に有意差があり、練習期に獲得された練習効果が保持されていなかった。また、各群の比較を行

ったところ、多様性・教示あり群では、1 日後保持テストの成績が他の群より高く、練習効果が 1 日後でも保持されていたものと推察された。

実験 3 における結果から、多様性練習条件ならびに教示条件によって運動の意識的制御が促され、特に多様性・教示あり群で運動学習効果が高かった。これは実験 1、2 における学習効果と MSRS 個人特性の関連性に関する結果とも矛盾しない。実験 1、2 では、多様性練習における MSRS 高値者、すなわち運動の意識的制御傾向の強い者の運動学習効果が高かったことから、多様性練習と運動の意識的制御の関連性が示されている。実験 3 では教示によって運動の意識的制御を強く促した結果、多様性・教示あり群において運動学習効果が他の条件より有意に高い結果が得られた。これら 3 つの実験結果より、多様性練習において、運動の意識的制御によって運動学習効果を促進することが示唆された。

目次

第1章	緒言	3
第2章	本研究の背景	5
第1節	運動中の意識化対象の違いによる運動学習への影響（注意の焦点）	5
第2節	運動の意識化・非意識化が運動および運動学習に及ぼす影響	6
2.1	注意の再投資（Reinvestment）と運動学習の関連性	6
2.2	注意の再投資に関する個人特性の評価（質問紙による評価）	8
第3節	先行研究における異なる練習スケジュールによる運動学習効果の違い	9
第4節	問題の所在ならびに研究の目的	12
第3章	運動の意識的制御の違いと練習スケジュールが運動学習に与える影響の検討	13
第1節	個人特性としての運動の意識的制御傾向、練習スケジュール、およびダーツ投げ学習効果の関連性（実験1）	13
1.1	目的	13
1.2	方法	13
1.2.1	実験参加者	13
1.2.2	実験環境および装置	13
1.2.3	実験のテスト課題ならびに測定項目	15
1.2.4	実験手続き	15
1.2.5	データ解析	16
1.3	結果	17
1.4	考察	20
第2節	教示による運動の意識的制御の促進により、練習スケジュールの違いがダーツ課題中の意識的制御、ダーツ投げ学習効果に与える影響（実験2）	22
2.1	目的	22
2.2	方法	22

2.2.1	実験参加者	22
2.2.2	装置	23
2.2.3	実験課題	23
2.2.4	実験手続き	23
2.2.5	データ解析	24
2.3	結果	26
2.4	考察	31
第3節	運動の意識的制御の促進・阻害条件と練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響の検討（実験3）	33
3.1	目的	33
3.2	方法	33
3.2.1	実験参加者	33
3.2.2	装置	33
3.2.4	実験手続き	35
3.2.5	データ解析	36
3.3	結果	37
3.4	考察	47
第4章	総合考察	50
第1節	一定練習、多様性練習スケジュールによる運動学習効果と運動の意識的制御の関連性	50
第2節	多様性練習効果	52
第3節	今後の課題と展望	53
第5章	まとめ	55
	引用文献	56

第1章 緒言

スポーツやリハビリテーションなど実践場面では、適切な動作を目指すため、運動自体に意識を向けて運動すること（運動の意識的制御）を促し、それにより運動学習を促進させようとする介入を用いることが多い。これに対し、多くの先行研究では、運動の意識的制御はむしろ運動学習を阻害するという知見が多い。例えば、身体や身体運動に意識を向けさせる教示である内的焦点（Internal Focus）は、運動の結果や効果に意識を向けさせる教示である外的焦点（External Focus）に比べ、運動学習効果が低いとされている（Wulf,2007）。また、Masters（Masters,1992）は、実験的操作により運動の意識的制御を促すと、意識的制御を促さない条件より運動学習が阻害されることを報告した。

このような運動学習の意識に関する見解が実践と実験研究で異なる理由の一つとして、練習スケジュール（例えば、多様性練習と一定練習）の違いによる可能性が考えられる。スポーツなどの実践場面では、一定の距離・速度・力量（運動パラメータ）による同一動作の繰り返しの練習、すなわち一定練習のみを行うことはほとんどなく、運動パラメータが変化に富む実践環境を考慮した練習である多様性練習が実施されることが多い。一方、運動の意識的制御を取り扱った研究では、多くの場合、実験操作の単純化のため一定練習を用いている。一般的に多様性練習は一定練習より多くの運動パラメータの調節を必要とし、それが高い運動学習効果を生み出すと考えられている（Schmidt,1975）。運動パラメータの調節という観点では、運動の意識的制御が高い状態では試行錯誤しながら運動していること（Masters,1992 ; Zhu,2011）から、運動パラメータの調節を頻繁に行っている可能性が高い。そのため、練習スケジュールと運動の意識的制御には少なからず関連性があるものと思われる。

本研究では、ダーツ運動学習における運動の意識的制御と練習スケジュール（一

定・多様性練習)の関連性を検討した。実験1では、質問紙「運動における注意の再投資スケール (Movement Specific Reinvestment Scale (MSRS)、Masters et al.,2005)」により運動の意識的制御の傾向(個人特性)を評価し、運動の意識的制御傾向と練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。実験2では、運動の意識的制御を促すため、好ましいダーツ動作を紙面・口頭で教示し、その介入により個人特性と練習スケジュールの運動学習効果がどのように変化するかを検討した。実験3では、運動の意識的制御に関する教示効果と練習スケジュールの交互作用の検討のため、教示(有り・無し)×練習スケジュール(一定・多様性)の4群を設定した実験を行った。

第2章 本研究の背景

第1節 運動中の意識化対象の違いによる運動学習への影響（注意の焦点）

スポーツにおけるコーチングで用いられる教示に関して、様々な検討がされている。その代表的な例として、Wulfら（Wulf et al.,1998）が着目した、注意を向ける対象の違いによる運動学習効果の検討、すなわち Attentional Focus（注意の焦点）がある。Wulfら（Wulf et al.,1998）は、運動の作用対象や運動結果に注意を向ける外的焦点（External Focus）と自分自身の身体や運動に注意を向ける内的焦点（Internal Focus）の運動学習効果を検討するため、左右へ傾斜可能なプラットフォーム上で可能な限り安定的に立位姿勢を維持することが求められる課題（スタビロメータ課題）による運動学習を内的焦点群と外的焦点群に課す運動学習実験を実施した。内的焦点群は自らの足部に注意を向けるよう教示が与えられ、外的焦点群にはプラットフォーム上に付けられたマーカーに注意を向ける教示がなされた。運動学習は3日間にわたり実施され、最終日に保持テストが行われた。その結果、初日、2日目は群間のパフォーマンスに有意差はみられなかったが、保持テストでは外的焦点群が内的焦点群より有意に安定した成績を示した。これらの結果から、この種の運動学習では内的焦点に比べ外的焦点の方がより高い学習効果を示すことが示唆された。

さらに Wulfら（Wulf et al.,2001）は、内的焦点より外的焦点の運動学習成績がよい理由として、外的焦点では注意が外的対象に向けられるため、身体運動の制御に注意容量を必要とせず、むしろ自動的な制御が促進されるとする仮説を立て、その検証実験を以下の方法により実施した。実験参加者 28 名を内的焦点群、外的焦点群に振り分け、スタビロメータ課題の練習を2日間行い3日目に保持テストを行った。Wulfらは課題遂行時の注意容量を調べるため、練習、保持テスト共にプローブ反応時間を同時に測定した。実験の結果、保持テストの運動パフォーマンスは外的焦点群が有意

に安定し、プローブ反応時間も短かった。これらの結果から、内的焦点に比べ外的焦点の方が運動の自動化の程度が高く、バランス課題に関連した制御処理に意識的な干渉が少なかったことが示唆された。

注意の焦点は、これまで、ゴルフのショット (Wulf,2007)、バスケットボール (Zachry et al.,2005)、ダーツ (Southard,2011)、ジャンプ (Makaruk et al.,2012)、筋力発揮課題 (Marchant,2011)、水泳 (Freudenheim et al.,2010) などで調べられてきており、内的焦点に比べ外的焦点の方がより高い学習効果やパフォーマンスを示すことが報告されている。以上のように、身体運動へ注意を向ける (内的焦点) より運動結果・運動対象への注意を向ける (外的焦点) 方がより高い学習効果を示すことが示唆されている (Wulf,2007)。

第2節 運動の意識化・非意識化が運動および運動学習に及ぼす影響

2.1 注意の再投資 (Reinvestment) と運動学習の関連性

Masters (Masters,1992) によれば、注意の再投資 (Reinvestment) とは、ある程度自動化した運動に対して再び運動の意識的制御をすることを指し、スポーツにおける「あがり」の発生が注意の再投資によるものであることを指摘している。すなわち、既に十分な学習により自動化された運動課題を実行するとき、その運動に関わる明示的知識の意図的想起 (運動の意識的制御、知識の再確認・再投資 reinvest) が「あがり」を生じさせるとし、特にストレスのかかった状況で顕著に起こることを指摘した。Masters (Masters,1992) は、ある程度自動化された運動の再学習では、明示的な知識を想起する学習 (顕在学習) では自動的運動制御が損なわれてしまい、逆に明示的な知識を想起しないようにするとそれが回避できると仮定し、その仮説検証実験を実施した。彼らは、成人初心者を対象にゴルフパッティング課題を実施し、顕在・

潜在学習とゴルフパッティング課題の成績を比較検討した。潜在学習群では身体運動中にアルファベットを発話しながら練習するという二重課題練習を行わせ、顕在的学習群にはゴルフパッティング技術に関する教示を与えるという知識教示練習を行わせた。両群は 400 打の練習の後、直後保持テストを行った。保持テストでは心理的プレッシャーを与えるため、課題成績に応じた賞金とプロゴルファーによる評価を与える状況を設定した。実験の結果、潜在学習群では保持テストの運動パフォーマンスの向上、顕在学習群では低下が認められた。また、ゴルフパッティング課題中に行ったゴルフパッティングの工夫や動作の仕方など課題に関する試行錯誤の数を実験終了後に数え（内省報告数）注意の再投資の指標として測定した。その結果、顕在学習群では、潜在学習群に比べ有意に内省報告数が多かった。これらの実験結果から、Masters は、プレッシャーによる運動パフォーマンスの低下の原因を身体運動に対する注意の増加が原因であるとして、ある程度自動化した運動に改めて注意を向けること（注意の再投資）の弊害を指摘した。

Maxwell ら (Maxwell et al.,2000) は、同様にゴルフパッティング課題を用いて顕在学習と潜在学習の違いを 3000 回に及ぶゴルフパッティング練習を用いた実験で検討した。潜在学習群は課題中に数を数える二重課題を行い、顕在学習群では二重課題を行わずに運動課題のみを実施した。実験の結果、練習中は顕在学習群の方が潜在学習群に比べ有意に高い運動パフォーマンスを示したが、保持テストでは群間差が無く、潜在学習でも運動学習が促進した。この実験研究では、さらに質問紙である再投資スケール (Reinvestment Scale (RS) (Masters et al.,1993)) により注意の再投資の個人特性と運動パフォーマンスを比較検討し、顕在学習群にのみ RS 得点とゴルフパッティングパフォーマンス (3000 回) に有意な負の相関($r = -0.73, P = 0.01$)が認められた。これは、RS 得点が高い人ほどゴルフパッティングパフォーマンスが低いことを示している。Maxwell らは、さらに不安とゴルフパッティングパフォーマンスにも関連性がある可能性も指摘している。以上のように、運動学習における意識化・非

意識化の検討では、運動学習には運動の意識化（注意の再投資、運動の意識的制御）は有効でない可能性が示唆されている。

2.2 注意の再投資に関する個人特性の評価（質問紙による評価）

前節で言及したように、当初、注意の再投資に関する個人特性の評価には質問紙 RS が用いられたが、RS の質問内容が運動に限定された内容ではなく行動一般に関するものであった。そのため Masters らは質問内容を運動に関する注意の再投資に限定した質問紙 Movement Specific Reinvestment Scale(MSRS) (Masters et al.,2005 ; Masters et al.,2008) を考案した。例えば、RS の質問項目「I reflect about myself a lot.自分自身について考えることがある」は「I reflect about my movement a lot.自分の運動・動作について考えることがある」に変更された。Masters ら (Masters et al.,2008) は 369 人の学生を対象に MSRS を実施し多因子モデルによる因子分析を行い、movement self-consciousness (MSC,運動時の自己意識) と conscious motor processing (CMP,意識的に運動を行う) の 2 因子を抽出した。MSC は、運動のスタイルや他人からの印象を気にするといった、運動に関する自己意識の程度を示す因子、CMP は運動中の意識的な制御を示す因子と解釈された。Masters らはさらに MSRS の再現性を評価するため、因子分析の対象とした 369 人のうち、123 人に 1 週間後の信頼性テストを実施したところ、信頼性指標であるクロンバックの α 係数が、MSC で 0.67、CMP で 0.76 を示し、MSRS の比較的高い再現性が認められた (Masters et al.,2008)。

MSRS の意義や妥当性については、Zhu ら (Zhu et al.,2011) が、ゴルフパッティング課題を用い、MSRS 得点と脳波 Coherence (皮質間結合性) の関連性から検討している。皮質間結合性は頭皮上の 2 点から同時に導出された脳波律動の相関の強さを示し、皮質領域間の関連性の指標として使われている。Zhu らの実験では、学生 204 人を対象に MSRS を実施し、その CMP 得点から高値群と低値群に分け、ゴルフパッ

ティング課題を実施した。その結果、ゴルフパッティング成績は両群に差は無かったが、皮質間結合性について、CMP 高値群における T3（言語分析過程を反映）と Fz（運動企図を反映）の結合性が有意に高かった。すなわち、運動を意識的に行う傾向が強い CMP 高値者では運動時の言語的過程と運動企図の関連性が高く、運動の意識的制御・注意の再投資をしていた可能性が高いことが示された。これらの結果から、Zhu らは、質問紙 MSRS は運動時の注意の再投資を適正に評価できると結論づけている。以上のように、MSRS による注意の再投資の評価には、運動中の自己意識の程度（MSC）と意識的に運動を実施する程度（CMP）の両特性が含まれていること、MSRS は再現性が高いこと、脳波からみた言語—運動連関との関連性が認められることが示唆されており、その有効性や妥当性がある程度確認されている。したがって、MSRS による注意の再投資評価は、運動実施に際しての運動の意識的制御に関する個人特性の評価として有効であることが示唆されている。

第3節 先行研究における異なる練習スケジュールによる運動学習効果の違い

背景で述べてきた運動学習における運動の意識的制御研究（注意の焦点、注意の再投資）において、運動の意識的制御は運動学習効果が低いとされたが、練習スケジュールに関する検討は少ない。注意の焦点の多くの研究で一定の距離・速度・力量（運動パラメーター）による同一動作の繰り返しの練習（一定練習）が用いられ練習スケジュールに関しての検討はない（Wulf et al.,1998 ; Zachry et al.,2005 ; Freudenheim et al.,2010 ; Southard,2011 ; Marchant,2011 ; Makaruk et al.,2012）。Weiss ら（Weiss,2011）の研究における練習スケジュールは、異なる複数のダーツ目標を設定しているものの、テストと練習で同じ課題を用いたため、練習スケジュールの検討をしていない。一方、注意の再投資研究において、Masters（Masters,1992）や Maxwell ら（Maxwell et al.,2000）は、練習スケジュールに一定練習を用い、実験条件間（意

識化条件、非意識化条件)での比較検討を行ったため、練習スケジュールの検討をしていない。Zhu ら (Zhu et al.,2011) はいくつかの異なる距離からの課題同士の比較を行い、課題の提示順序が近い距離から徐々に距離を延ばし順序が同一な練習(ブロック練習)と、ランダムに距離を変更する練習(ランダム練習)との違いを検討した。以上のように運動学習における運動の意識的制御研究(注意の焦点,注意の再投資)では、練習スケジュールに一定練習を用いることが多く、練習スケジュール間の運動学習効果を検討した研究は少ない。

一般に、運動学習効果を上げるには、一定練習よりも運動パラメーターが変化に富む練習(多様性練習)の方が高い学習効果を生み出すことが報告されている(多様性練習効果仮説: Moxlet,1979)。これら多様性練習効果の検討は練習効果として練習終了直後の練習課題とは異なる課題(転移課題)を用いた効果の検討が多く、練習中に経験した課題(保持課題)の検討は少ない(工藤,1989)。この保持課題において多様性練習効果の報告が少ないことを受け、Shea & Kohl は保持課題における多様性練習効果の検討を行った (Shea & Kohl,1990)。課題は 175N の力発揮(基準課題)を求めたものであった。すべての被験者はこの基準課題を 85 試行練習した。この基準課題の施行間時間は 16 秒に設定され、この 16 秒間を 3 条件設定した。1 つ目は 16 秒間を休息する休息条件、2 つ目は基準課題を 3 試行行う条件(一定練習条件)、3 つ目は異なる力発揮を求められた課題を 3 試行行う条件(多様性練習条件)であった。練習終了後 24 時間の後、基準課題についてテストを行ったところ多様性練習条件が最も成績がよく、次いで休息条件、一定練習条件の順でテスト成績は悪化した。これらのように多様性練習が一定練習に比べ効果的であることについては、転移課題や保持課題で報告されている。

これら多様性練習が効果的である説明として、Schema (スキーマ)理論 (Schmidt,1975) や文脈干渉効果 (Shea & Morgan,1979) がある。スキーマ理論では、運動の繰り返しにより運動パラメーター(力量やタイミングなど)と遂行結果に

関数関係が成立し、目標とした運動に応じて適切な運動パラメーターの選択が可能となると考えられている (Schmidt,1975)。したがってスキーマ理論によれば、運動パラメーター調節の練習回数が多い程、また多様なパラメーター調整を多数経験するほど、運動学習が促進されるという。一方、文脈干渉効果とは、複数の動作課題をそれぞれブロック化して練習するよりも、試行毎にランダムな順序で練習した方が練習期のパフォーマンスは低いものの、その後の保持テストではパフォーマンスが逆転するという現象であるが、多様性練習でも同じ練習をする（一定練習）という文脈は干渉されているため、文脈干渉効果がある可能性が指摘されている (工藤,1993)。文脈干渉効果の説明仮説には、同じ運動課題を繰り返す場合にはワーキングメモリーにある運動計画を変更せずにそのまま実行するだけだが、毎回異なる動作を行う場合（多様性練習やランダム練習）、ワーキングメモリー内での運動計画は消去され新たな運動計画を再構成する必要がある、これが運動記憶の保持を促進するという仮説（再構成仮説）と、毎回異なる動作を行う場合では複数の運動に共通するルールを学習するという仮説（精緻化仮説）がある。Kantak ら (Kantak et al.,2012) の運動学習の記憶処理に関する文献 review によると、毎回異なる動作を行う場合の運動記憶保持効果については、習得課題中に認知処理が多ければ多いほど記憶の固定が促進される可能性を示す知見が多数報告されており、学習効果を上げる背景には高い認知過程があることを示唆している。いずれにせよ、多様性練習における運動時の高い認知過程が運動学習効果をもたらすことは多く報告され、本実験のテーマである運動の意識的制御によっても同様に、運動学習を促進させる可能性がある。

練習スケジュールが運動学習における運動の意識的制御と少なからず関連している可能性を示唆する知見は、脳科学・神経科学分野の幾つかの研究報告にもみられる。Kantak ら (Kantak et al.,2010) は多様性練習と一定練習の運動学習効果について、運動学習に関与する脳部位を反復経頭蓋磁気刺激法を用いて検討している。その結果、多様性練習は背外側前頭前皮質 (DLPFC : Dorsolateral Prefrontal Cortex) の抑制

によって、一定練習は一次運動野（M1 : Primary motor cortex）の抑制によって運動学習効果が阻害された。DLPFC はワーキングメモリーの中核とされ、その抑制によって多様性練習の学習効果が阻害されたことは再構成仮説を支持した。ゆえに、練習スケジュールの違いは運動学習に関与する脳部位の違いに起因することが示唆された。

第4節 問題の所在ならびに研究の目的

以上のように、運動学習の促進が練習スケジュールによって異なること、練習スケジュールによって関連脳部位が異なることが示唆された。したがって、運動学習における運動の意識的制御を検討する場合、学習課題として用いる練習スケジュールは重要な意味を持ち検討する余地があると考えられる。一方で、運動の意識的制御が高い状態では、運動時に試行錯誤しながら運動していること (Masters,1992 ; Zhu et al.,2011) から、運動パラメーターの調節を多く行っている可能性が高い。そのため、練習スケジュールと運動の意識的制御には少なからず関連性があるものと思われる。

本研究は、運動を意識的に制御することの運動学習効果への影響を検討するため、運動学習効果が異なるとされる一定練習・多様性練習を実験課題として用いた。運動の意識的制御は、一定練習では阻害要因、多様性練習では促進要因と仮定し、以下の3つの仮説検証を試みた。実験1では、運動学習効果と運動の意識的制御の個人特性の比較検討を行った。実験2では、教示により運動の意識的制御を促進させ、練習間の運動学習効果の違いを検討した。実験3では、運動の意識的制御に関する教示効果と練習スケジュールの交互作用の検討のため、教示（有り・無し）×練習スケジュール（一定・多様性）の4群を設定した実験を行った。

第3章 運動の意識的制御の違いと練習スケジュールが運動学習に与える影響の検討

第1節 個人特性としての運動の意識的制御傾向、練習スケジュール、およびダーツ投げ学習効果の関連性（実験1）

1.1 目的

実験1では、ダーツ課題前に行う質問紙 MSRS を運動の意識的制御の個人特性として取り扱い、個人特性がどのように運動学習効果に影響するかについて検討した。これは、運動実施中に自己意識に関する個人特性は運動学習効果に少なからず影響を与える (Mawell et al.,2000 ; Weiss,2011) という知見を根拠としており、運動学習効果と運動の意識的制御の個人特性の比較検討を行った。

1.2 方法

1.2.1 実験参加者

実験参加者は、相模原協同病院職員でダーツ初心者の26人（男性9人、女性17人、 25.6 ± 2.7 歳）であった。すべての実験参加者は、過去のダーツ経験が5回以内、かつ最近6か月以上ダーツをしていない者で、上肢下肢に現在治療中の外傷等がなく、視力（矯正視力を含む）が両眼で0.7以上である者とした。

実験参加にあたり、各実験参加者から実験内容の同意と実験参加への承認を書面に得た。また、本実験は、相模原協同病院倫理委員会により審査を受け承認された（承認番号87）。

1.2.2 実験環境および装置

実験は相模原協同病院作業療法室で行った。ダーツ課題には、直径15.5インチの

ダーツボード（DYNASTY 社製、EMBLEM JACK Type-K、図1）及びダーツ（Harrows 社製、重量 22g）を用いた。ダーツボードの設置位置はソフトダーツのルールに則り、高さ 173cm、距離 243cm にダーツボードを設置した（図2）。

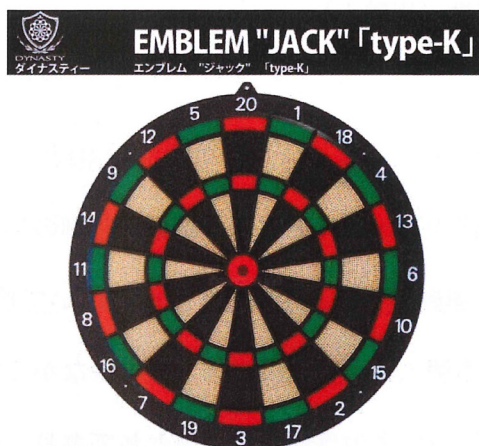


図1 使用したダーツボード

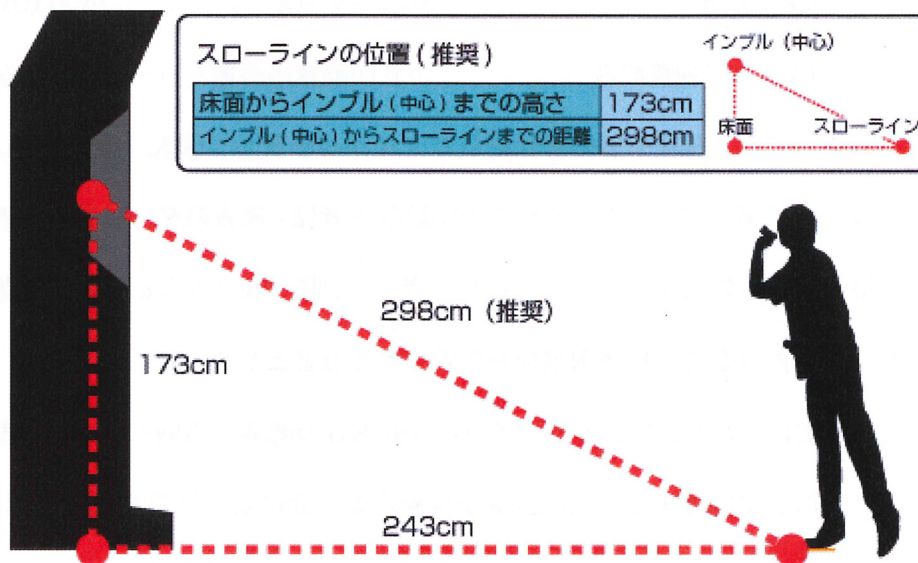


図2 ダーツボードと実験参加者の位置

1.2.3 実験のテスト課題ならびに測定項目

ダーツの運動パフォーマンスは、ダーツボード上に設定された目標からの偏位をダーツ投げ誤差（ダーツ誤差）として評価した。テスト課題（事前テスト、10分後保持テスト、1日後保持テスト）では、ダーツボード中心を的としたダーツ投げを行わせた。ダーツ誤差の記録方法は、紙面上に描いたダーツボード縮小版を用い、実験者が直接紙面にダーツの矢が刺さった場所を記録し、ダーツ課題終了後、的と矢の刺さった場所との距離をダーツ誤差（紙面ダーツ誤差）として測定した。この方法は、ダーツ課題実施中に実験者が測定しているため、信頼性に欠ける疑念があった。そのため、事前に実施した予備実験において、事後的にビデオ画像からダーツの当たった位置を紙面上に記録し距離を測定したダーツ誤差（ビデオダーツ誤差）と紙面ダーツ誤差の整合性を相関分析で検討した。その結果、両者の相関係数は $0.95 [p < 0.01]$ であり、実験者がダーツ課題実施中に測定した紙面ダーツ誤差の記録方法は信頼できると判断した。なお、すべてのダーツ誤差は紙面ダーツ誤差で測定した。

運動の意識的制御の指標には、日本語訳された質問紙 MSRS (Masters et al., 2005) のおよび実験終了時に実施した内省報告における以下の回答内容（内省報告数）を用いた。MSRS はダーツ課題実施直前に測定し、個人における運動の意識的制御傾向の指標（個人特性）とした。内省報告数は、ダーツ課題後にダーツ課題で用いた工夫（試行錯誤）や動作の方法などについて聴取し、その回答数を数え、課題中の運動の意識的制御の量的な指標とした。

1.2.4 実験手続き

実験参加者は最初に質問紙 MSRS に回答しダーツ課題に移行した。ダーツ課題では、まず事前テスト、次いで各練習スケジュール別にダーツ投げ練習、10分後保持テスト、1日後保持テストの順で行った。練習スケジュールは一定練習と多様性練習とし、実験参加者は参加順に各練習スケジュールに振り分けられた。一定練習群はテ

スト課題と同一の的へ 60 投のダーツ投げ練習を行い、多様性練習群はトリプルと呼ばれるダーツボードの周辺領域（図 3）20 ヶ所を的としてランダム順に 3 投ずつ計 60 投ダーツ投げを行った。



図 3 多様性練習で目標となるトリプル領域

1.2.5 データ解析

練習におけるダーツ誤差の推移を検討するため、60 投を 15 投ずつ 4 セッション (Tr1、Tr2、Tr3、Tr4) に区分し、各セッションのダーツ誤差平均値を求めた。ダーツ誤差について練習スケジュール (一定・多様性) ×セッション (事前テスト、練習 (Tr1、Tr2、Tr3、Tr4)、10 分後保持テスト、1 日後保持テスト) の 2 要因分散分析を行った。また、ダーツ誤差変化率 (各ダーツ誤差 / 事前テスト × 100) を算出し MSRS 得点との相関を検討した。

1.3 結果

各練習スケジュール及びセッションにおけるダーツ誤差の平均値を図 4 に示す。2 要因分散分析の結果、セッションに有意な主効果 [F (1,25)= 5.77, $p < 0.001$] があり、練習スケジュールの主効果、交互作用はいずれも有意でなかった [F(1,25)=0.62, n.s. ; F(1,25)=1.08, n.s.]。セッションにおける多重比較 (Bonferroni 法、 $p < 0.05$) の結果、事前テストと練習 (Tr2、Tr3、Tr4) に有意差がありパフォーマンスが改善していた。また、Tr3、Tr4 と 1 日後保持テストに有意差がありパフォーマンスが悪化していた。この結果、練習スケジュールにかかわらず、練習セッションではダーツ誤差が改善していたが、そのパフォーマンスは 1 日後まで保持されていなかった。

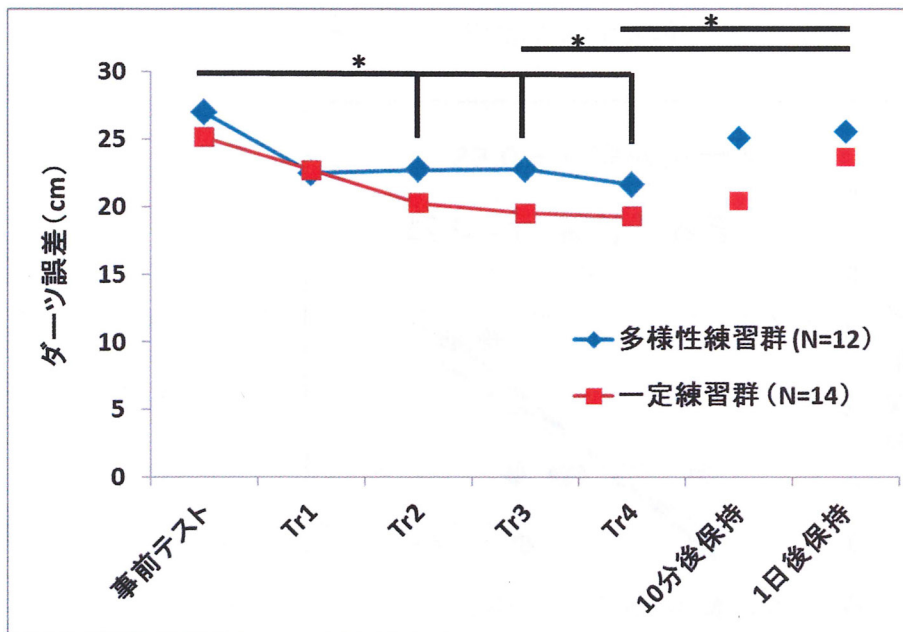


図 4 ダーツ誤差絶対値 2 要因分散分析の結果 * $p < 0.05$

MSRS 得点、内省報告数の平均値を図 5 に示す。MSRS 得点、内省報告数は各練習スケジュール間で有意差が無かった [$t=0.13, n.s.$; $t=0.26, n.s.$]。MSRS 得点と内省報告数の相関は多様性練習群 [$r=-0.71, p < .05$]、一定練習群 [$r=-0.55, p < .05$]ともに有意であった (図 6)。

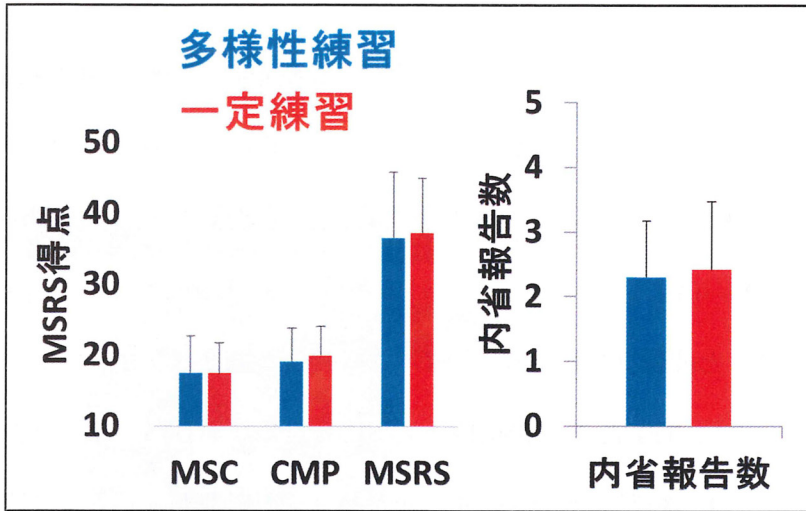


図5 MSRS得点、内省報告数

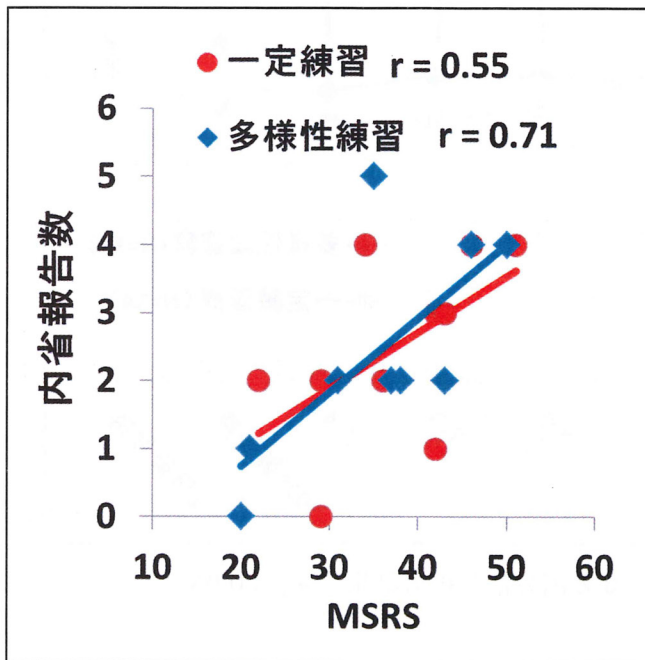


図6 MSRSと内省報告数の相関

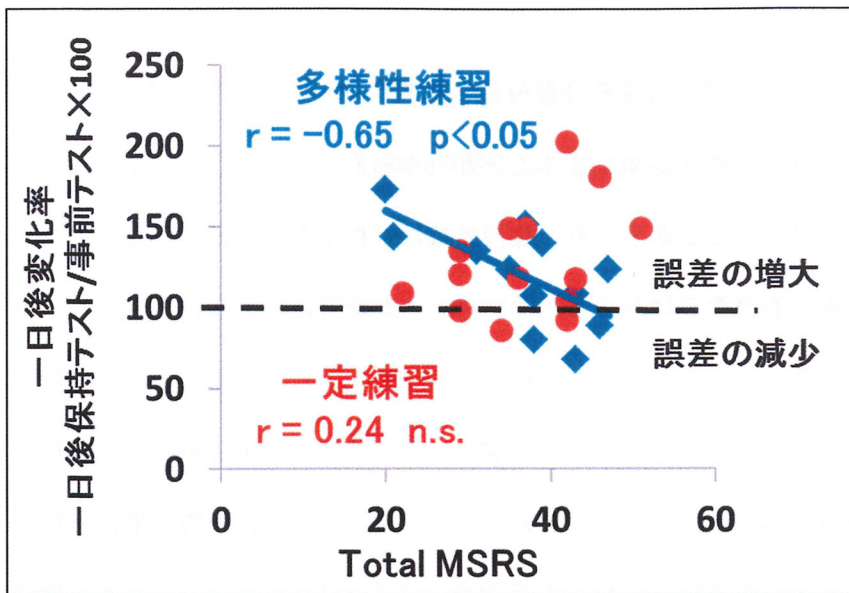


図7 一日後変化率とMSRSの相関 横軸にTotal MSRSを示し、縦軸に一日後変化率を示す（100は一日後保持テストが事前テストと同じであったことを示す）

事前テスト・1日後保持テスト間のダーツ誤差変化率（一日後変化率）とMSRS得点との相関を図7に示す。一日後変化率とMSRS得点は、多様性練習群では有意な負の相関 $[r=-0.65, p<0.05]$ があったが、一定練習では相関は有意ではなかった $[r=0.24, n.s.]$ 。これらの相関から、多様性練習群では、運動の意識的制御傾向が強い者はダーツ誤差が低下し、意識的制御傾向が弱い者は誤差が増大したことがわかった。したがって、多様性練習においては個人特性としての運動の意識的制御傾向がダーツ投げの運動学習に促進的に関与することが示唆された。

1.4 考察

ダーツ誤差の絶対値に対する分散分析の結果、セッションの主効果が有意であり、練習によってダーツ誤差が減少することがわかった。しかし、1日後にダーツ誤差が有意に増加していたことから、その練習効果は保持されていなかった。また、練習スケジュール間に有意な差は無かったものの、一定練習に比べ多様性練習群の練習時のダーツ誤差の改善は少なかった。これは、先行研究で示されている多様性練習による練習中のパフォーマンスカーブの特徴と一致している (Shea & Kohl,1990 ; 工藤,1991 ; Katak et al.,2012)。しかし、パフォーマンスの保持効果は多様性練習群の方が優れることが多いとされ (工藤,1991 ; Katak et al.,2012)、本実験ではこれらの先行研究の知見とは異なる結果が示された。

この解釈として、実験1では、多様性練習群の練習中の課題には練習後の保持テスト課題を含んでいなかったため、保持テストが転移テストとなっていたことが考えられる。多様性練習の有効性を示した代表的な先行研究 (Shea & Kohl,1990) では、一定練習群はテスト課題のみを練習し、多様性練習群はテスト課題だけでなく、テストでは行わない、異なる力の発揮を求められる課題を練習していた。しかし、本研究での多様性練習ではテスト課題の練習が含まれていなかった。すなわち、本実験の保持テストでは、多様性練習群では転移テスト課題となり、一定練習では保持テストとなっていたこととなる。多様性練習群において、練習でテスト課題が含まれていなかったことが成績を低下させた原因の1つと考えられた。同様の理由で、練習中に獲得されたパフォーマンスの保持について、多様性練習群では比較ができず、練習スケジュール間の検討ができなかった。

運動の意識的制御の個人特性に関しては、MSRS 得点および内省報告数に対する対応のない t-test の結果、各練習スケジュール間に有意差は無かった。また MSRS 得点と内省報告数の相関は、いずれの練習スケジュールでも有意な正相関が認められ、MSRS 得点が高い者程内省報告数が多いことがわかった。内省報告数は練習中に運動

の意識的制御することにより増加する (Masters,1992 ; Maxwell et al.,2000) とされ、本実験結果における MSRS 得点と内省報告数の正相関は、運動の意識的制御の個人特性が練習中の運動の意識的制御にも反映されていることを示している。すなわち、高い意識的制御特性（高 MSRS 得点）を有する者は、練習においてもダーツ動作やパフォーマンス改善のための工夫（内省報告数）を多数取り入れていたものと考えられる。

運動学習効果の指標として事前テストと一日後保持テストの変化率（一日後変化率）を用い、一日後変化率と個人特性の指標である MSRS の相関を検討した結果、一定練習群では一日後変化率と MSRS 得点には有意な相関が無かったが、多様性練習群では有意な負の相関があった。つまり多様性練習群においては、MSRS 得点が高い（すなわち運動の意識的制御傾向が強い）者は運動学習が促進し、逆に運動の意識的制御傾向が弱い者は運動学習が阻害されたことを示している。MSRS 得点と内省報告数が相関することからも、多様性練習群では、運動の意識的制御傾向が強い者が試行錯誤した結果、（おそらく運動パラメーターを頻繁に調節することで）運動学習が促進したと思われる。

第 2 節 教示による運動の意識的制御の促進により、練習スケジュールの違いが ダーツ課題中の意識的制御、ダーツ投げ学習効果に与える影響（実験 2）

2.1 目的

実験 1 では、運動の意識的制御の個人特性の違いと練習スケジュールが運動学習に与える影響を検討した。Masters (Masters,1992) は運動の意識的制御を教示によって操作しており、実験 2 ではこれに準拠し、教示により運動の意識的制御を促す介入を行った。教示による運動の意識的制御の促進は、一定練習では運動学習を阻害し、多様性練習では逆に促進するものと仮定し、運動の意識的制御を高めた状態で練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。

実験 2 では、多様性練習の練習効果を明確にするため、多様性練習の終了直後にテスト課題（直後テスト）を挿入した。さらに多様性練習群でも保持テストで用いる課題（ダーツボード中心を狙う課題）を練習課題のひとつに加え、ダーツボード中心から見て上下左右に位置するトリプルを標的に加えた合計 5 ヶ所の標的を用いることとした。また、練習実施による運動の意識的制御の変化を測定するため、ダーツ練習の前後で MSRS を測定し、その差分値を運動の意識的制御の指標とした。

2.2 方法

2.2.1 実験参加者

実験参加者は、相模原協同病院職員でダーツ初心者である 29 人（男性 10 人、女性 19 人、 24.8 ± 2.9 歳）を対象とした。実験参加者の包含基準は実験 1 と同一であった。

実験参加にあたり、各実験参加者から実験内容の同意と実験参加への承認を書面に得た。また、本実験は、相模原協同病院倫理委員会により審査を受け承認された（承認番号 87）。

2.2.2 装置

実験 1 と同様の実験機材、装置を使用した。

2.2.3 実験課題

テスト課題、練習課題の実施方法は実験 1 と同様であった。実験 1 からの変更点は、練習の直後にテスト課題（直後テスト）を挿入し、多様性練習群の練習によるパフォーマンス改善を明確化したこと、多様性練習における狙う標的をダーツボード中心（テスト課題）とダーツボード中心から見て上下左右トリプルを加えた合計 5ヶ所に変更したこと、ダーツ課題前に運動の意識的制御を促すためダーツの投げ方に関する教示（ダーツ投げの構えや腕の使い方など）を紙面と口頭で教示したこと、の 3点である。また、運動の意識的制御の評価には MSRS と内省報告数を用いたが、MSRS はダーツ課題実施前（事前 MSRS）・ダーツ課題後（事後 MSRS）の 2 回にわたり測定した。事前 MSRS を運動の意識的制御傾向の個人特性、事後 MSRS をダーツ練習による運動の意識的制御の変化の指標とした。

2.2.4 実験手続き

実験参加者はダーツ課題実施に先立ち MSRS 質問紙に回答し、ダーツの投げ方について（図 8）紙面と口頭で教示された。ダーツ課題では、まず事前テスト、次いで各練習スケジュールでの練習、直後テスト、10 分の休憩の後 10 分後保持テスト、1 日後に 1 日後保持テストを順次実施した。練習スケジュールは一定練習と多様性練習とし、実験参加者は参加順に各練習スケジュールに振り分けられた。一定練習群はテスト課題と同一の標的へダーツ投げ 60 投を行った。多様性練習群は、テスト課題と同一の標的と上下左右のトリプルの合計 5ヶ所を的として（図 9）ランダム順に計 60 投ダーツ投げを行った。なお、練習では 15 投を 1 セッションとしたため、多様性練

習群では各セッション内で5ヶ所の各標的に計3投をランダム順で実施した。

教示内容

1. スローラインに対して45°の角度で前足を付き、前方重心とする
2. ダーツは力まず軽く持つ
3. 手・肩・目をダーゲットの一直線上となるように構える
4. 下の図のABCが一直線となるようにして投げる
5. 投げ終わりは肘・手首を伸ばし手のひらは地面に向く

ターゲットに対し、A, B, C. ポイントが一直線になるように投げる

フィニッシュで大切なのは2つのこと
手首を伸ばす そして手のひらを地面に向ける

参考：社団法人日本ダーツ協会 ダーツの投げ方

図8 実験2で使用した運動の意識的制御を促す教示

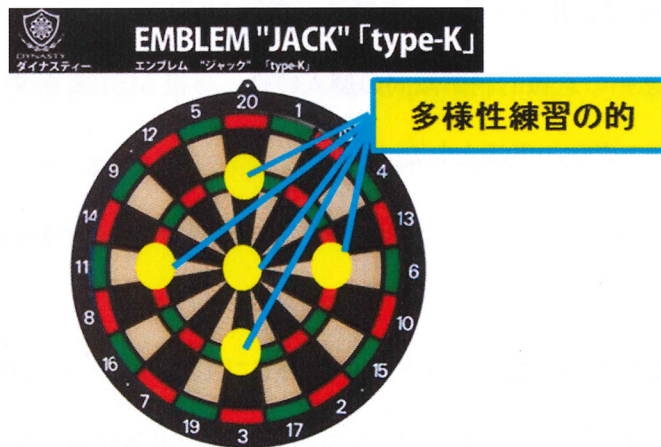


図9 多様性練習の的

2.2.5 データ解析

結果の分析は、実験1と同様、練習におけるパフォーマンスの推移を検討するため練習を4つのセッション(Tr1、Tr2、Tr3、Tr4)に区分し、各セッションのダーツ誤差平均値を求めた。ダーツ誤差について練習スケジュール(一定・多様性)×セッ

ション（事前テスト、練習（Tr1、Tr2、Tr3、Tr4）、直後テスト、10分後保持テスト、1日後保持テスト）の2要因分散分析を行った。また、パフォーマンス保持率（各保持テスト／直後テスト×100）、ダーツ誤差変化率（各ダーツ誤差／事前テスト×100）を算出し、MSRS 得点との相関を検討した。

2.3 結果

各練習スケジュール及びセッションにおけるダーツ誤差の絶対誤差を図 10 に示す。事前テストに有意に近い群間差 ($t=1.83$, $p=0.07$) があったため、ダーツ誤差絶対値ではなく事前テスト成績を 100 とするダーツ誤差変化率を各参加者で算出し、練習スケジュール間の比較を行った (図 11)。

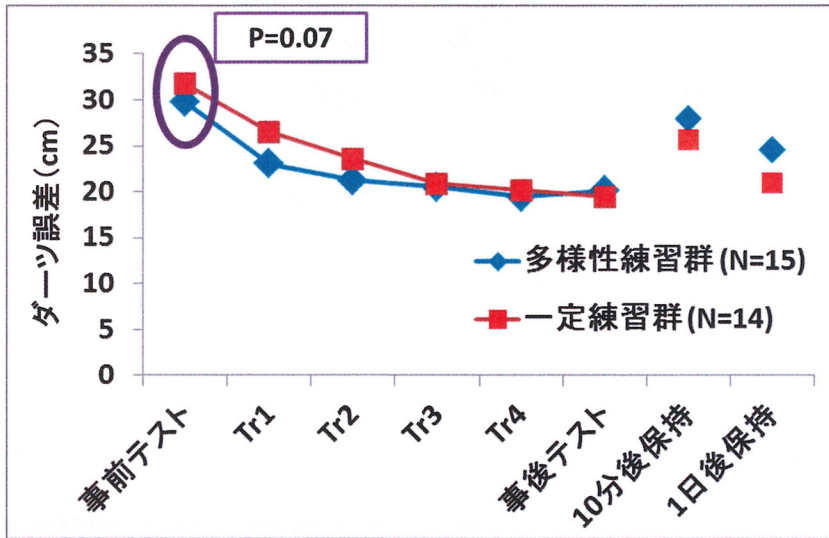


図 10 ダーツ誤差の絶対値

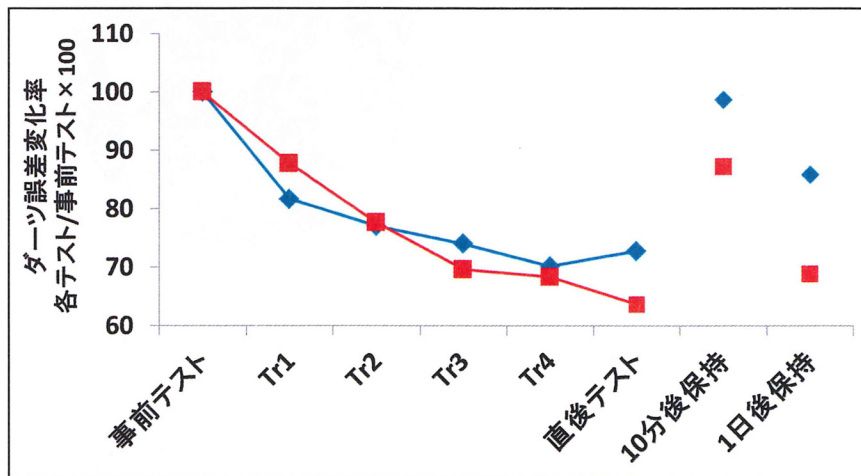


図 11 ダーツ誤差変化率

2 要因分散分析の結果、セッションに有意な主効果 [F (1,28)= 17.66, p< 0.001] があり、練習スケジュールには有意な主効果はなかった [F (1,28)= 0.67, n.s.]。交互作用は境界領域の有意差 [F (1,28)= 1.87, p= 0.08] であったため単純主効果検定を行った。その結果、練習スケジュール、セッションの単純主効果に有意性があった。各練習スケジュールにおけるセッションの多重比較の結果、多様性練習においては、事前テストに比べ直後テスト、1日後保持テストでダーツ誤差が有意に減少した。しかし、直後テストで改善したパフォーマンスは1日後まで保持されることはなく、有意な学習効果は示されなかった。他方、一定練習では直後保持テストのダーツ誤差が1日後保持テストでも維持されており、有意な学習効果を示した (図 12)。さらに各セッションにおける練習スケジュール間の比較を行った結果、Tr1 で多様性練習群のダーツ誤差が有意に少なく、直後テスト・10分後保持テスト・1日後保持テストでは一定練習のダーツ誤差が有意に少なかった (図 13)。

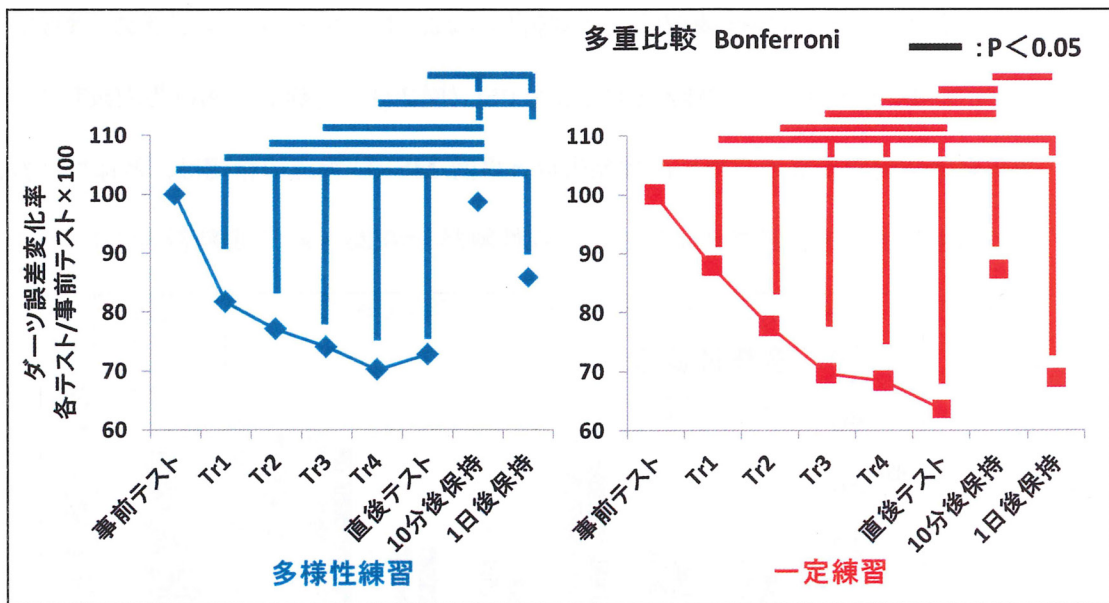


図 12 各練習スケジュールにおけるセッションの多重比較

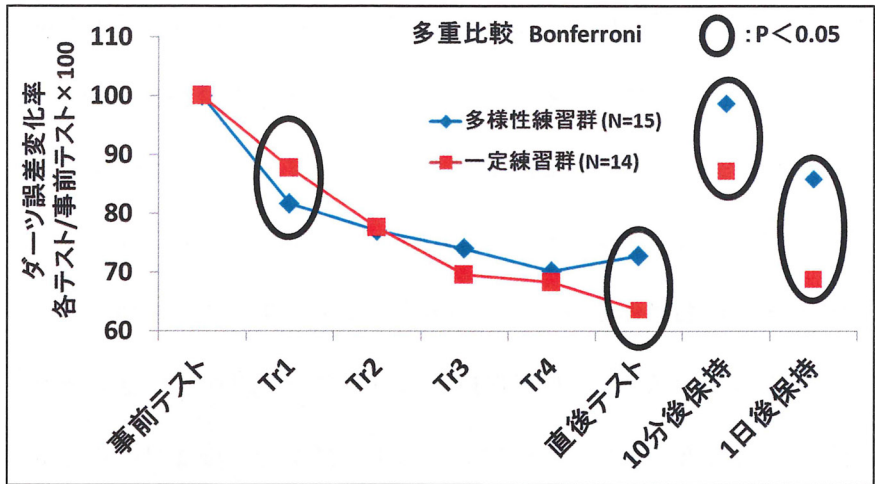


図 13 各セッションにおける練習スケジュールの多重比較

事前／事後 MSRS 得点、内省報告数は、いずれも練習スケジュール間で有意差が無かった[事前 MSC $t=1.22$ n.s. ; 事前 CMP $t=0.79$ n.s. ; 事前 MSRS $t=1.19$ n.s. ; 事後 MSC $t=1.52$ n.s. ; 事後 CMP $t=0.07$ n.s. ; 事後 MSRS $t=1.09$ n.s. ; 内省報告数 $t=1.3$ n.s.] (図 14)。また、内省報告数に関して実験 1 との比較を t -test により行ったところ、多様性練習、一定練習いずれにおいても有意差が認められ[多様性練習 $t=4.5$ $p<0.05$; 一定練習 $t=4.2$ $p<0.05$] (図 14)、実験 2 における内政報告数が実験 1 より有意に高かった。内省報告数と事前 MSRS 得点の相関は、多様性練習、一定練習いずれも有意ではなかった[多様性練習 $r=0.23$ n.s.; 一定練習 $r=0.07$ n.s.](図 15)。

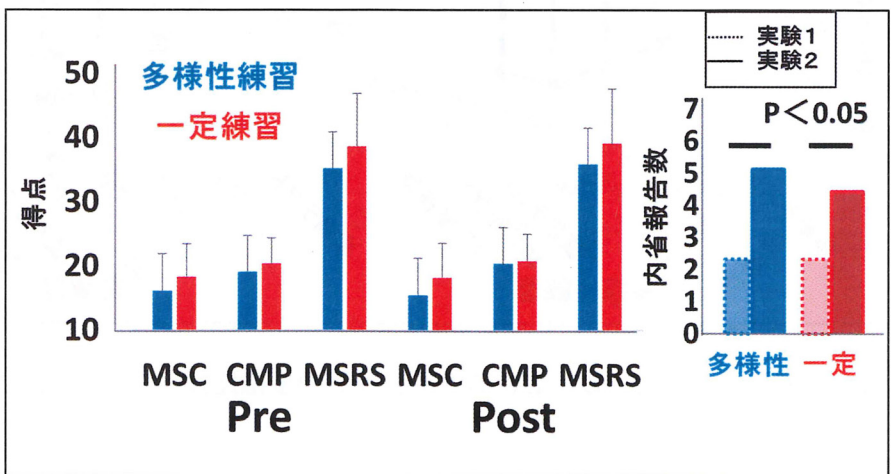


図 14 事前／事後 MSRS 得点、内省報告数(t-test)

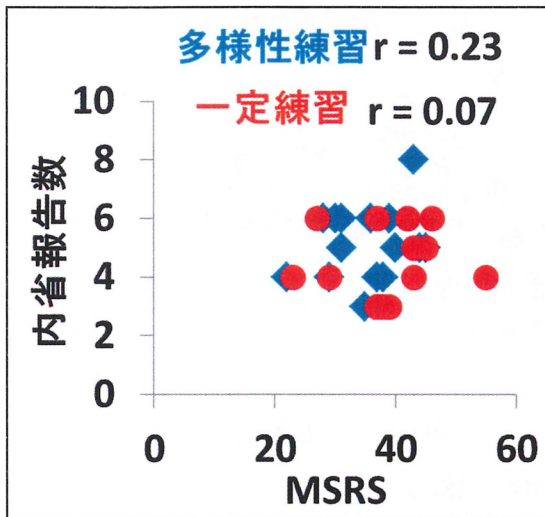


図 15 事前 MSRS 得点と内省報告数の相関

パフォーマンス保持率（事後テストと保持テスト（10分後、1日後）の変化率）と MSRS 得点の相関については、有意性は認められなかった[多様性練習 $r=0.06$ n.s. ; 一定練習 $r=0.20$ n.s.]。一日後変化率と事前 MSRS 得点の相関は、多様性練習群では有意な負の相関 [$r=-0.53$, $p<.05$]があり、一定練習では有意ではなかった [$r=0.21$, n.s.]（図 17）。すなわち、教示によって内省報告数が増加し運動の意識的制御が両群ともに促進されていたが、多様性練習群においてのみ、運動の意識的制御傾向が強い者はダーツ誤差が低下、意識的制御傾向が弱い者はダーツ誤差が増大したことが示された。

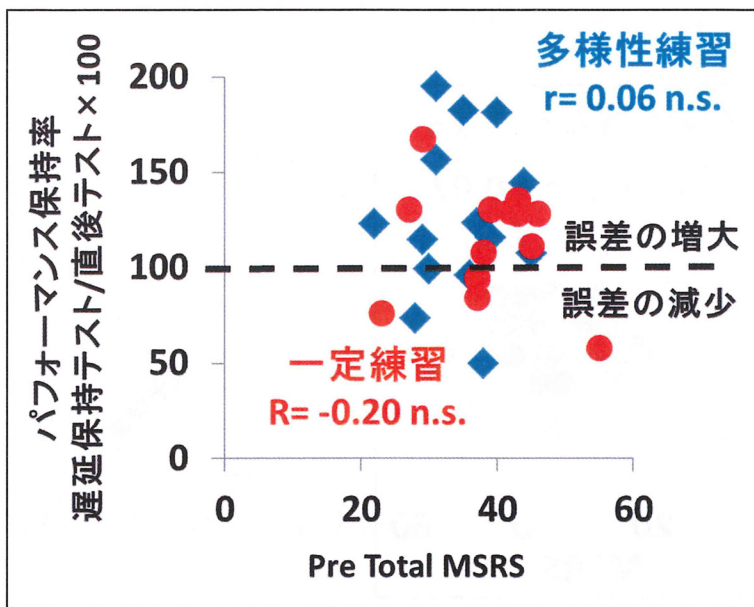


図 16 パフォーマンス保持率（一日後保持テスト/直後テスト×100）

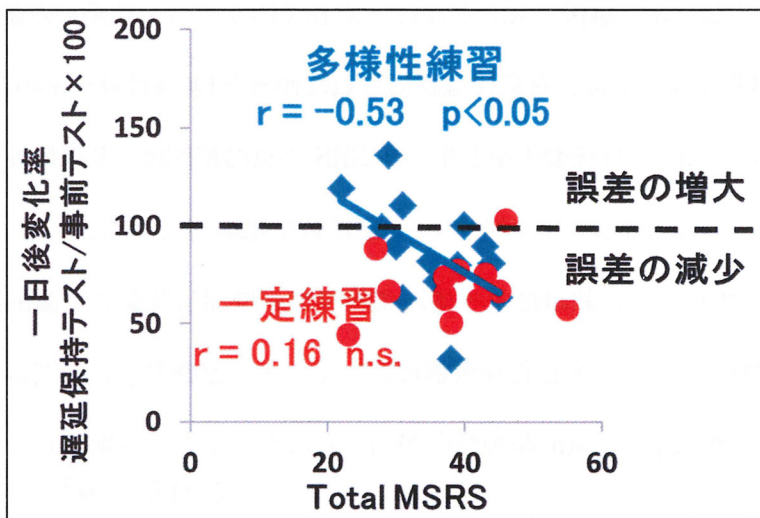


図 17 一日後変化率（一日後保持テスト/事前テスト×100）

2.4 考察

ダーツ誤差変化率に対する分散分析の結果、多様性練習群は直後テストと保持テスト（10 分後・一日後）間に有意差があり、保持テストではダーツ誤差が有意に増大し、練習効果が保持されていなかった。他方、一定練習群では、直後テストと一日後保持テスト間に有意差がなく、練習効果が保持されていた。一般的には多様性練習の方がパフォーマンスの保持効果が高いとされている（多様性練習効果）が、本実験において一定練習の方がパフォーマンスの保持効果が高く多様性練習効果が認められなかった。多様性練習効果を生み出す背景として、運動パラメーターの調節を多数行うことにより、多様性練習効果が生じるとされているが、実験 2 ではそれが不十分だったかもしれない。以下にその理由を述べる。

運動の意識的制御という観点から内省報告数、事後 MSRS を比較すると、内省報告数は一定練習、多様性練習群いずれも有意に増大していたが、事後 MSRS 得点は有意な変化を示さなかった。内省報告数はダーツ動作や実施時の工夫を聴取しているため、ダーツ実施時の動作や工夫だけでなく教示内容を記憶しているだけでも内省報告数が増大してしまう可能性がある。一方、事後 MSRS は運動時の意識的制御の程度を質問しているため教示内容を記憶しているだけでは増大しないと推察される。これら結果から考えると、実験操作として教示が運動の意識的制御を促すのに不十分であったと考えられる。

また、パフォーマンスの保持と MSRS 得点の関連性に関して、多様性練習では事前 MSRS 得点と一日後変化率と相関があったが一定練習では相関がなかった。この結果は、第 1 実験と同様であり、運動の意識的制御に関する個人特性が多様性練習に影響したと解釈できる。

以上、実験 2 では教示による運動の意識的制御の促進が不十分であった可能性が考えられる。そのため、多様性練習群において運動パラメーターの調節は個人特性に依存し、運動の意識的制御傾向が弱い者では運動パラメーターの調節が不十分となり、

多様性練習群のパフォーマンス保持に影響した可能性がある。

第3節 運動の意識的制御の促進・阻害条件と練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響の検討（実験3）

3.1 目的

実験1、2では、多様性練習におけるMSRS高値者、すなわち運動の意識的制御傾向の強い者の運動学習効果が高かったことから、多様性練習と運動の意識的制御の関連性が示された。実験3では、運動の意識的制御と練習スケジュールの関連性を検討するため、運動の意識的制御の促進を意図した教示有り条件と教示なし条件を設定し、それぞれの条件下における練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。教示提示タイミングに関して、実験2ではダーツ投げ練習の直前に一度提示しただけであり、練習60投を通して運動に意識を向けさせることを促すには不十分である可能性があった。そのため、実験3では、練習試行間に教示を視覚的に提示し、各練習試行の直前に教示を黙読するように指示した。さらに、全練習試行終了後、教示内容についてのテストを実施することを伝え、練習中に運動の意識的制御の教示に注意を向けることを促した。また、教示なし条件については、運動の意識的制御を阻害することを意図し、各練習試行直前に視覚的にダミー教示（ダーツの歴史に関する内容）を黙読させ、練習終了後にそれに関するテストを行うことを伝えた。

3.2 方法

3.2.1 実験参加者

実験参加者は、相模原協同病院職員でダーツ初心者39人（男性18人、女性21人、 26.6 ± 3.9 歳）とした。実験参加者の包含基準は実験1、2と同一であった。

3.2.2 装置

実験1、2と同様の実験機材、装置を使用した。

3.2.3 実験課題

事前テスト、保持テスト等に用いたテスト課題及びその実施方法実験 2 とほぼ同様とした。実験 2 と異なる点として、実験 3 では運動の意識的制御に関する教示あり条件ではダーツ投げの効果的な動作に関する教示（図 18）を、教示なし条件ではダーツ投げ動作に無関連のダーツの歴史に関する内容（図 19）を視覚的に呈示した。これら運動の意識的制御の教示（あり・なし）及び練習スケジュール（一定・多様性）の 4 群を設定し、実験を行った。

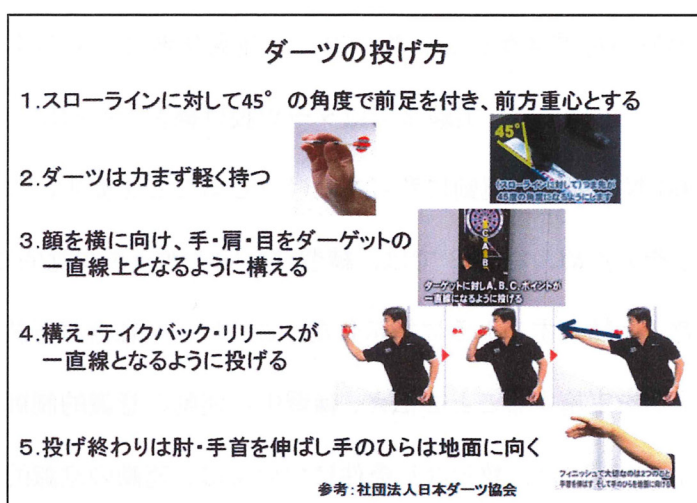


図 18 ダーツ動作の教示（教示あり条件）

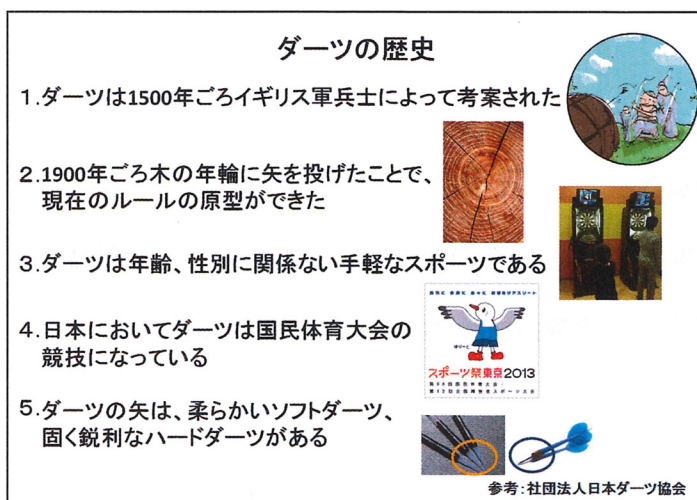


図 19 ダーツの歴史教示（教示なし条件）

3.2.4 実験手続き

最初に各実験参加者は MSRS に回答し、事前テストとしてテスト課題（ダーツボード中心を的とするダーツ投げ 15 投）を行った。その後、実験参加者は順に一定練習群、多様性練習群の 2 群に振り分けられ、各群をさらに 2 種類の教示群に分け、合計 4 群に振り分けられた。各練習スケジュールは実験 2 と同様、1 ブロック 15 投を 4 ブロック行った。練習中は常にダーツボード横に教示を記載した紙を提示し、10 秒間の練習試行間に教示を黙読するように指示し、さらにすべての練習試行終了後、教示内容についてテストをすることを伝えた。60 投の練習後、15 試行からなるテスト課題を、直後テスト、10 分の休憩の後 10 分後保持テスト、1 日後に 1 日後保持テストとして順次行った。なお教示の確認テスト（図 20、21）は全練習試行終了後の 10 分の休憩時に実施した。また、各実験参加者は 1 日後保持テストの後、再び MSRS に回答し、内省報告を聴取された。

ダーツ後 記憶テスト

練習中に提示されたダーツの投げ方について、正しいと思うものに○を、間違っていると思うものに×をつけてください

- () スローラインに対して水平に前足を付き、前方重心とする
- () ダーツは力まず軽く持つ
- () 顔を身体の正面に向け、手・肘・肩をダーゲットの一直線上となるように構える
- () 構え・テイクバック・リリースが一直線となるように投げる
- () 投げ終わりは肘・手首を軽く曲げ手の平は地面に向く
- () スローラインに対して 45° の角度で前足を付き、前方重心とする
- () ダーツは力強く持つ
- () 顔を横に向け、手・肩・目をダーゲットの一直線上となるように構える
- () 構え・テイクバック・リリースが放物線を描くように投げる
- () 投げ終わりは肘・手首を伸ばし手のひらは地面に向く

ご協力ありがとうございました

図 20 教示あり群 再認テスト

ダーツ後 記憶テスト

練習中に提示された文章について、正しいと思うものに○を、間違っていると思うものに×をつけてください

- () ダーツは1500年ごろイギリス軍兵士によって考案された
- () 1900年ごろコルク板に矢を投げたことで、現在のルールの原型ができた
- () ダーツは高齢者、子どもには難しいスポーツである
- () 日本においてダーツは国民体育大会の競技になっている
- () ダーツの矢は、柔らかいソフトダーツ、固く鋭利なハードダーツがある
- () ダーツは1500年ごろオランダ軍兵士によって考案された
- () 1900年ごろ木の年輪に矢を投げたことで、現在のルールの原型ができた
- () ダーツは年齢、性別に関係ない手軽なスポーツである
- () 日本においてダーツは近代五種競技の1つである
- () ダーツの矢は、先端が丸いサークルダーツ、先端が三角形のトライアングルダーツがある

ご協力ありがとうございました

図 21 教示なし群 再認テスト

3.2.5 データ解析

実験 2 と同様、ダーツ誤差は、事前テストのダーツ誤差を 100 とするダーツ誤差変化率を求めデータ解析に用いた。結果の分析に関しては、実験 1、2 と同様、練習におけるパフォーマンスの推移を検討するため練習を 4 つのセッション (Tr1、Tr2、Tr3、Tr4) に区分し、各セッションのダーツ誤差平均値を算出した。ダーツ練習効果 (練習期前後のダーツ誤差変化) の検討には、練習スケジュール (多様性、一定) × 教示 (あり、なし) × セッション (事前テスト、Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、事後テスト) の $2 \times 2 \times 6$ の 3 要因分散分析を行った。また、ダーツ練習による練習効果の保持の程度を検討するため、練習時のダーツ誤差分散の影響を排除しテスト間のみでの比較検討を意図し、練習スケジュール (多様性、一定) × 教示 (あり、なし) × テスト (事前テスト、事後テスト、10 分後保持テスト、1 日後保持テスト) の $2 \times 2 \times 4$ の 3 要因分散分析を行った。

運動の意識的制御に関して、質問紙 MSRS の事前・事後における差分値をそれぞれ Total MSRS 差分値、MSC 差分値、CMP 差分値とし、練習スケジュール (多様性、一定) × 教示 (あり、なし) の 2×2 の 2 要因分散分析を行った。さらに、MSRS 差分値と基準値 0 (事前、事後 MSRS で変化がなかったこと) との統計的な差異の検証を目的とするため 1 サンプル t 検定を実施した。また、実験後に聴取した内省報告の数も差分値と同様に練習スケジュール (多様性、一定) × 教示 (あり、なし) の 2×2 の 2 要因分散分析を行った。

3.3 結果

(1) 練習におけるパフォーマンス向上

練習前後の各群のダーツ誤差変化率の平均値を図 22 に示す。3 要因分散分析の結果、セッションに有意な主効果があった [$F(5,175)=14.55, p<0.001$] が、練習スケジュール、教示いずれの要因にも有意な主効果は無かった [$F(1,35)=0.004, p=0.95$; $F(1,35)=0.388, p=0.538$]。3 要因間の交互作用も有意ではなかった [$F(5,175)=0.763, p=0.578$]。しかし教示×セッション交互作用は有意 [$F(5,175)=2.646, p=0.025$] であり、単純主効果検定を行った。その結果、教示、セッションいずれにも有意な単純主効果があり、水準間の比較を行った。各セッションにおける教示有無の単純主効果では、事後テストでのみ教示あり群と教示なし群に有意差があった [$p<0.05$] (図 23)。各教示群におけるセッション間多重比較の結果、教示なし群では事前テストと各セッションに有意差 [$p<0.001$] があったが、その他のすべてのセッション間には有意差が無かった。他方、教示あり群では事前テストと各セッション、Tr1 と各セッション、Tr2 と直後テストにおいて有意差 [$p<0.001$] があった。これらの結果からセッションが進むにつれ両群ともにダーツ誤差が減少し、事前テストに比べ直後テストは有意にダーツパフォーマンスが向上し、有意な練習効果があることが示された。また、直後テストにおいては、教示あり群は教示なし群よりダーツ誤差が有意に低く、教示あり群の方が有意に高い練習効果を示した。

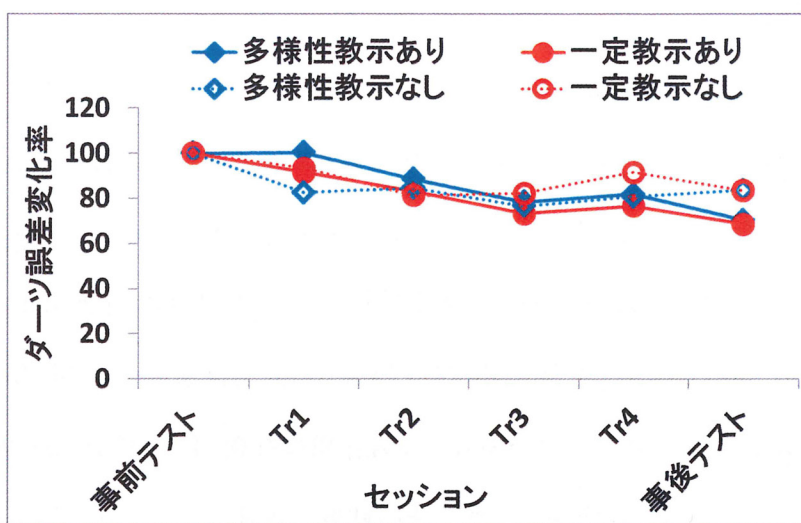


図 22 練習前後のターゲット誤差改善

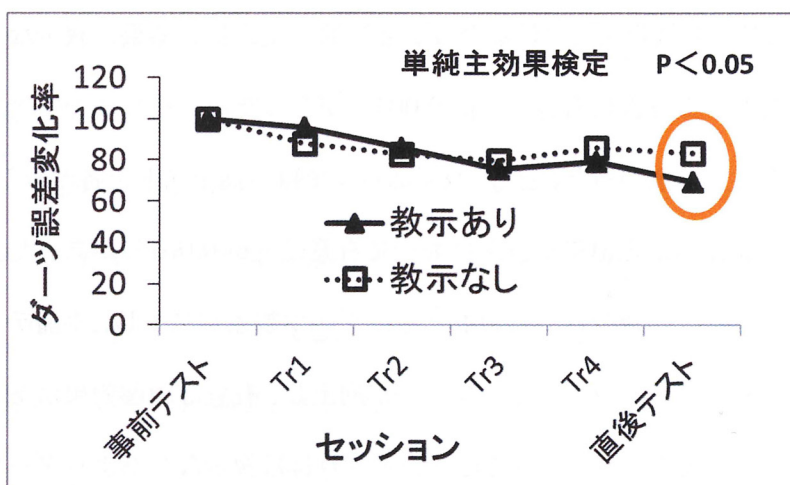


図 23 セッションにおける教示の単純主効果

(2) 練習効果の保持（事前、直後、10分後、1日後テストにおける比較）

事前テスト、直後テスト、10分後保持テスト、1日後保持テストのダーツ誤差変化率の推移を図24に示す。練習スケジュール×教示×テストの3要因分散分析の結果、テストに有意な主効果があった [$F(3,105)=19.20, p<0.001$] が、練習スケジュールおよび教示では主効果が無く [$F(1,35)=2.9717, p=0.094; F(1,35)=2.577, p=0.117$]、3要因間の交互作用も有意ではなかった [$F(3,105)=1.21, p=0.311$]。しかし、練習スケジュール×テストの交互作用が有意であり [$F(3,105)=3.073, p<0.05$]、単純主効果検定を行った。その結果、練習スケジュール、テストのいずれにも有意な単純主効果が認められ、各要因の水準間で多重比較を行った。各テストにおける練習スケジュール間の単純主効果は（図25）、直後テストでは有意でなかった [$F(1,105)=0.030, p=0.863$] が、10分後保持テスト、1日後保持テストでそれぞれ有意であった [$F(1,105)=4.408, p<0.05; F(1,105)=6.8592, p<0.05$]。他方、各練習スケジュールにおけるテスト間の多重比較において（図26）、多様性練習では直後テストと各保持テスト間に有意差が無く練習の効果が保持されていたが、一定練習では直後テスト、10分後保持テスト、1日後保持テストそれぞれ間に有意差があり [$F(3,105)=4.688, p<0.001; F(3,105)=4.439, p<0.001$]、練習期に獲得された練習効果が保持されていなかった。以上の結果より、練習スケジュールの違いが練習効果の保持に影響を及ぼしていることが示唆された。

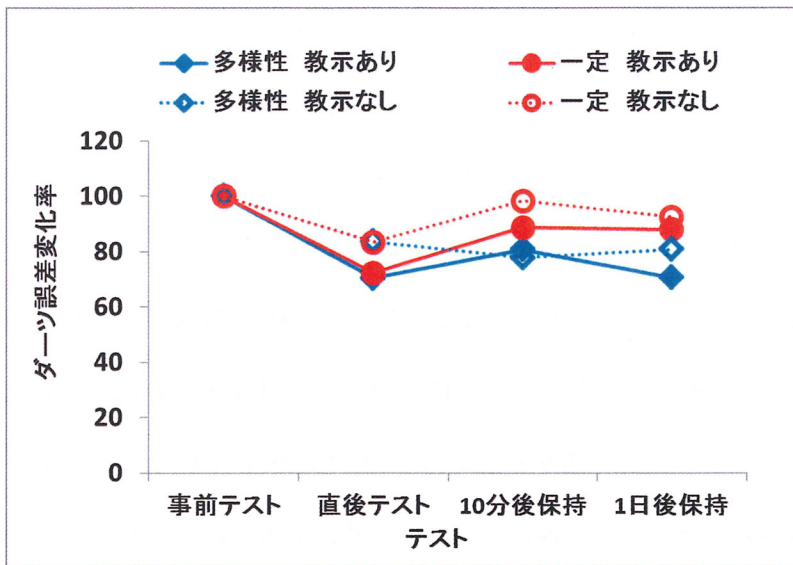


図 24 テストにおけるダーツ誤差変化率の平均値

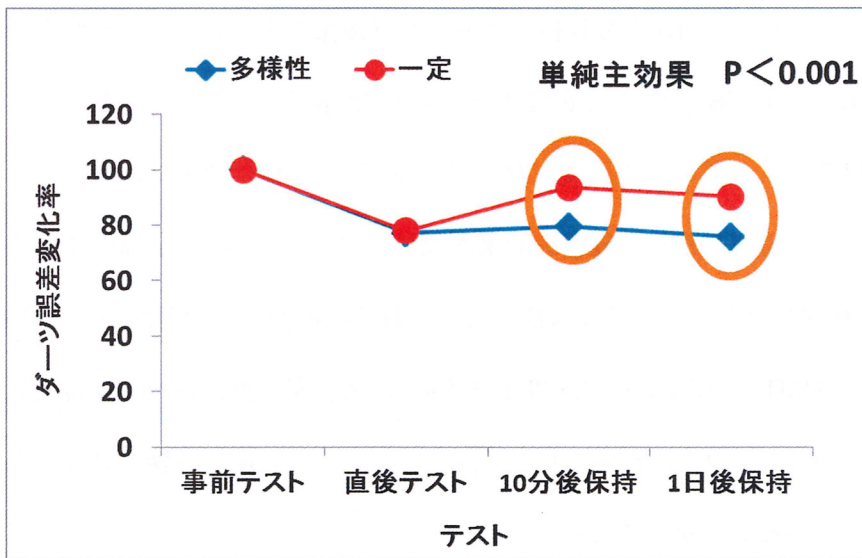


図 25 テストの各水準における練習の単純主効果

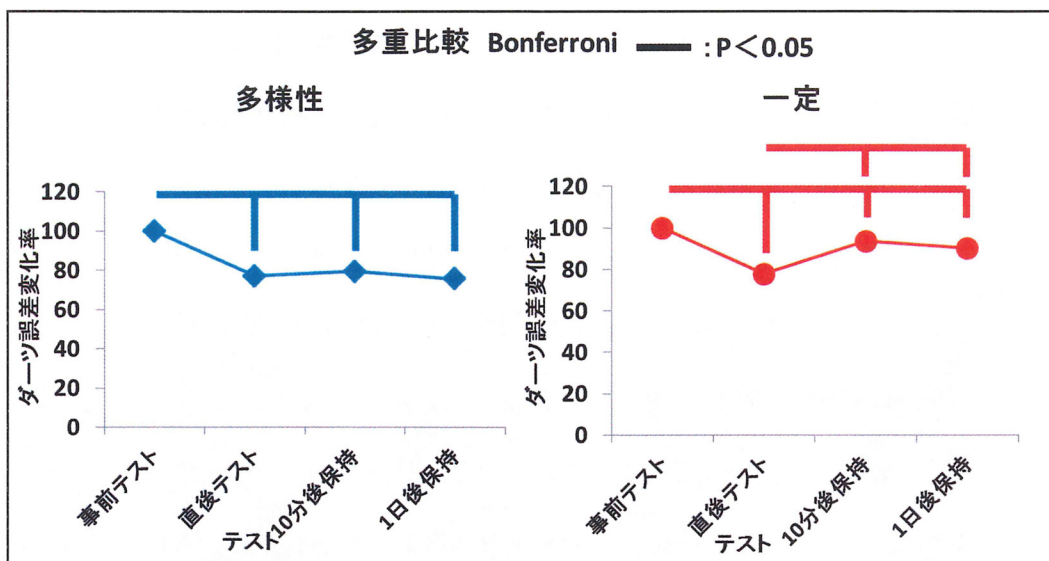


図 26 練習の各水準におけるテストの多重比較

以上の 3 要因分散分析の結果、教示要因が関与する有意性は、主効果、交互作用いずれにも認められなかった。しかし図 24 を視覚的に精査すると、一定練習、多様性練習いずれにおいても、数値上、教示あり群が教示なし群より成績が高いことがわかる。そこでこれら 4 群（多様性教示あり、一定教示あり、多様性教示なし、一定教示なし）の違いを検討するため、群(4)×テスト(4)の 2 要因分散分析を行った。その結果、主効果はテストにのみ有意で $[F(5,175) = 19.20, p < 0.001]$ 、群の主効果は有意ではなかった $[F(3,35) = 1.957, p = 0.138]$ 。しかし群×テストの交互作用が有意だったため $[F(9,105) = 1.971, p < 0.05]$ 、単純主効果検定を行ったところ、群、テストそれぞれに有意な単純主効果が認められた。各テストにおける群間の単純主効果は、直後テストでは境界領域の有意差があり $[F(3,105) = 2.12, p < 0.10]$ 、10 分後保持テスト、1 日後保持テストに有意差が認められた $[F(3,105) = 2.721, p < 0.05; F(3,105) = 3.012, p < 0.05]$ 。各テストにおける群の多重比較結果を図 27 に示す。直後テストでは、一定・教示あり、多様性・教示ありの 2 群が、2 群の教示なし群よりダーツ誤差変化率が有意に小さかった $[p < 0.01]$ 。10 分後保持テストでは、一定・教示なし群は他の群に比べ有意にダーツ誤差変化率が高かった $[p < 0.01]$ 。1 日後保持テストで

は、多様性・教示あり群と一定・教示あり群、多様性・教示あり群と一定・教示なし群、多様性・教示なし群と一定・教示なし群にそれぞれ有意差があった [p<0.01]。また、多様性・教示あり群と多様性・教示なし群には境界領域の有意差があった [p=0.06]。各群におけるテストの多重比較結果を図 28 に示す。多様性・教示あり群、一定・教示あり群、多様性・教示なし群では、事前テストに比べ他のテスト（直後テスト、10 分後保持テスト、1 日後保持テスト）は有意にダーツ誤差変化率が少なく、事前テストから改善していることがわかった [p<0.01]。他方、一定・教示なし群では事前テストに比べ直後テストでダーツ誤差変化率が有意に少なかった [p<0.01] が、事前テストと 10 分後保持テスト、1 日後保持テスト間に有意差がなく、事前テストからの改善は一時的なものであった。また、直後テスト以降のテスト間の比較において、多様性・教示あり群では直後テストに比べ 10 分後保持テストでダーツ誤差が有意に増大したが [p<0.01]、1 日後保持テストでは再びダーツ誤差が有意に減少し、直後テストと 1 日後保持テスト間には有意差が無かった。すなわち、1 日後まで獲得されたパフォーマンスが保持されていたことが分かった。多様性・教示なし群では、直後テストと 10 分後保持テスト、1 日後保持テスト間それぞれに有意差が無く、獲得されたパフォーマンスが保持されていた。一定・教示あり群と一定・教示なし群では、直後テスト、10 分後保持テスト、および 1 日後保持テスト間それぞれに有意差があり [p<0.05]、練習効果が保持されていなかった。以上の結果から、多様性・教示あり群では、1 日後保持テストの成績が他の群より有意に高く、練習効果が 1 日後でも保持されていたことが示唆された。

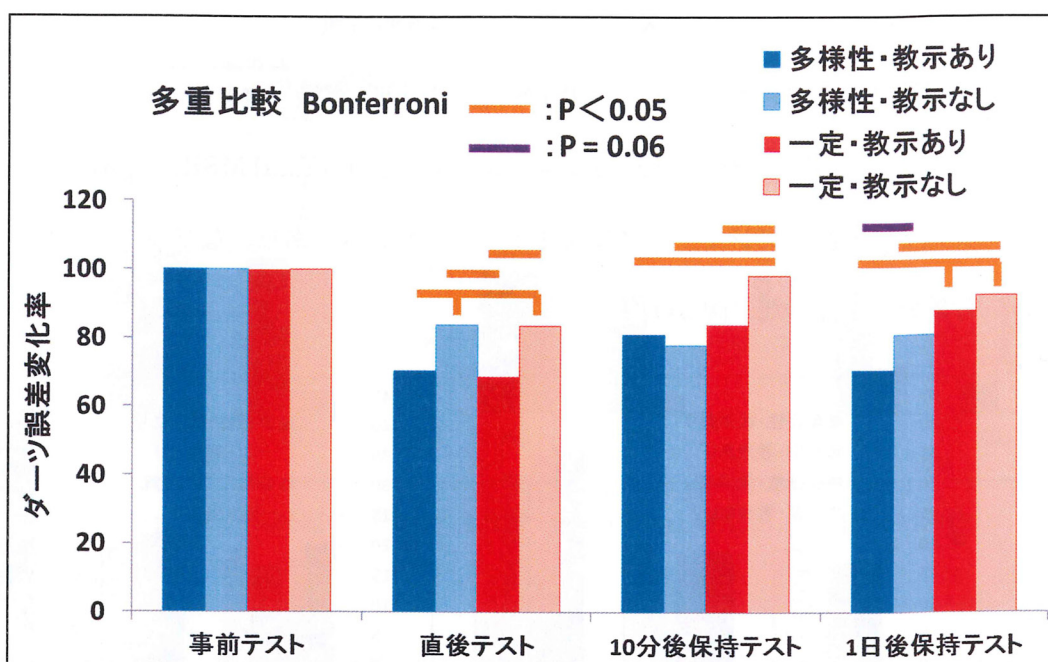


図 27 各群におけるテストの多重比較

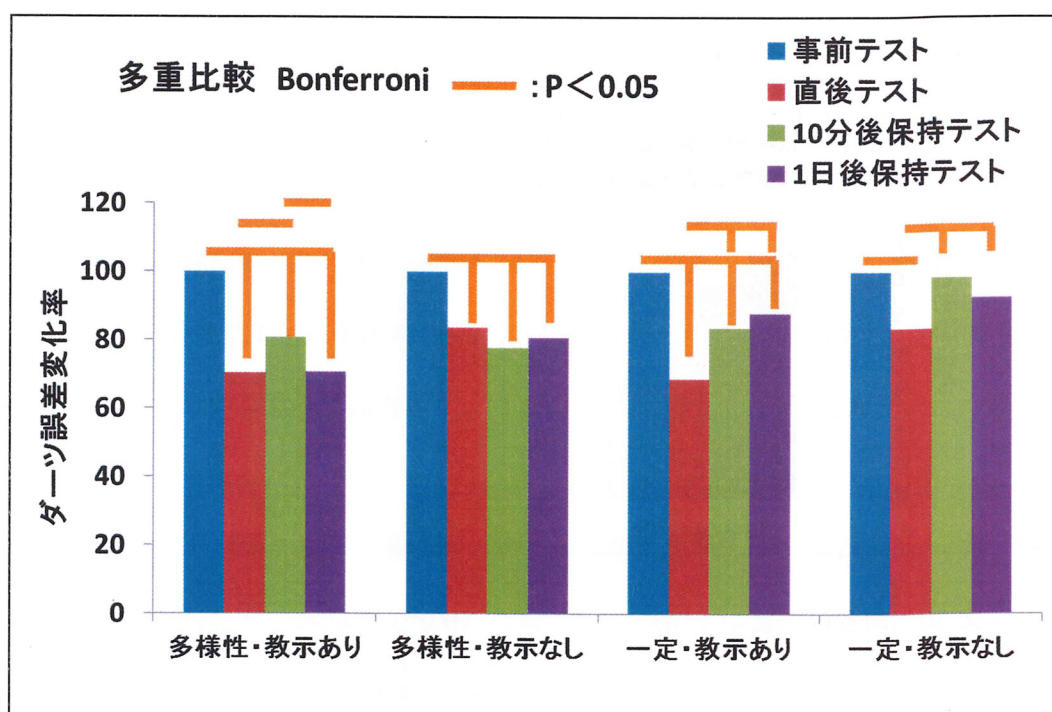


図 28 各テストにおける群の多重比較

(3) 運動の意識的制御に関する MSRS、内省報告数

運動の意識的制御に関して、MSRS 得点（事前、事後）および内省報告数を図 29、30 に示す。ダーツ課題前後における MSRS 差分値（Total MSRS、CMP、MSC）について、練習スケジュール（多様性、一定）×教示（あり、なし）の 2×2 の 2 要因分散分析を行った（図 31）。

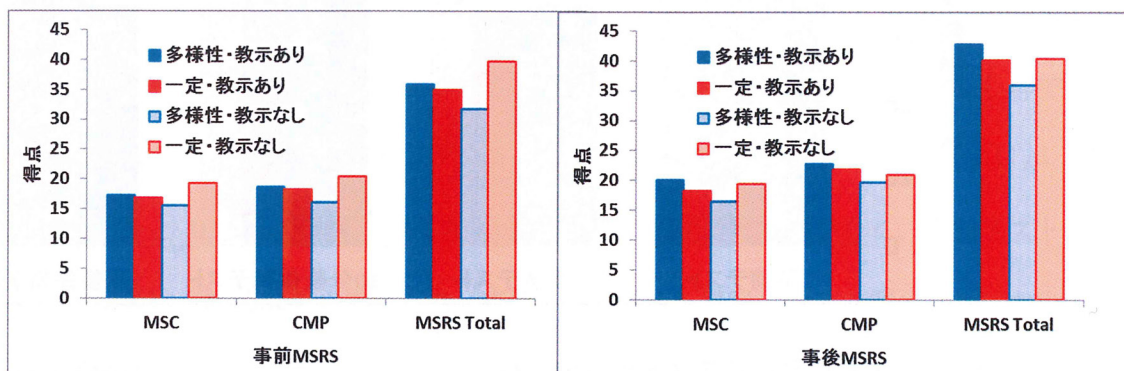


図 29 事前および事後 MSRS 得点

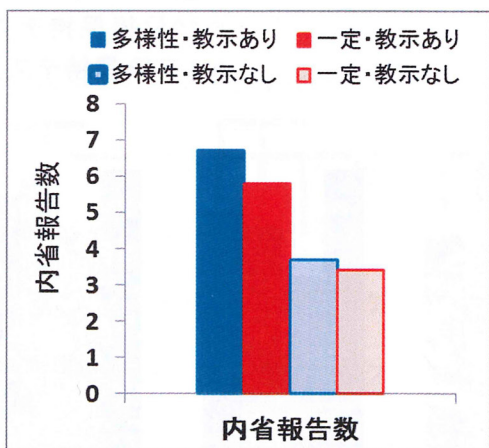


図 30 内省報告数

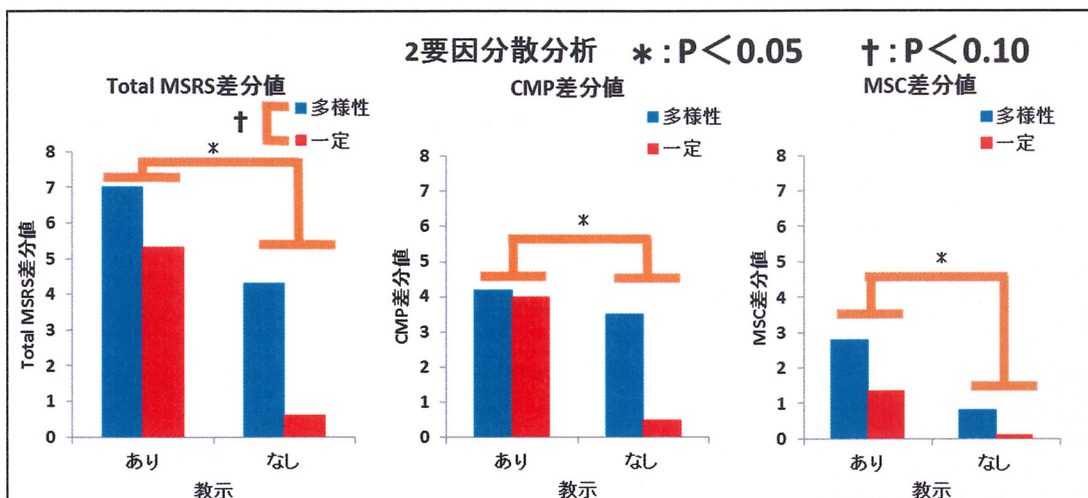


図 31 ダーツ課題前後における MSRS 差分値 (Total MSRS、CMP、MSC)

分散分析の結果、Total MSRS 差分値では、教示に有意な主効果が認められ [F(1,35) = 6.49 p < 0.05]、練習スケジュールの主効果は境界領域の有意差 [F(1,35) = 3.38 p = 0.074] があった。また交互作用は有意ではなかった [F(1,35) = 0.49 n.s.]。他方、CMP 差分値、MSC 差分値では、教示に有意な主効果が認められ [F(1,35) = 4.38 p < 0.05 ; F(1,35) = 5.36 p < 0.05]、練習スケジュールの主効果は有意差でなかった [F(1,35) = 2.54 n.s. ; F(1,35) = 2.41 n.s.]。また交互作用は CMP 差分値、MSC 差分値共に有意ではなかった [F(1,35) = 1.94 n.s. ; F(1,35) = 0.30 n.s.]。従って、いずれの MSRS 差分値において教示あり条件で MSRS 差分値が有意に増大した (図 31)。一方、境界領域の有意差ではあるが、Total MSRS 差分値のみ一定練習に比べ多様性練習の方が大きかった。

1 サンプル t 検定の結果、多様性・教示あり群、多様性・教示なし群、一定・教示あり群では、有意性 [t = 3.67 p < 0.01 ; t = 3.72 p < 0.01 ; t = 3.70 p < 0.01] があり、練習によって MSRS 得点が増大していた。一方、一定・教示なし群では、有意性がなく [t = 0.51 n.s.]、練習によって MSRS 得点が変わらなかった。

内省報告数 (図 30) についても、練習スケジュール (多様性、一定) × 教示 (あり、なし) の 2 × 2 の 2 要因分散分析を行った。その結果、教示に有意な主効果 [F(1,35)

=46.22 $p < 0.001$] があり、教示あり条件で有意に内省報告数が多かった。練習スケジュールの主効果、交互作用はいずれも有意でなかった [$F(1,35) = 1.89$ $p = 0.177$; $F(1,35) = 0.40$ $p = 0.53$]。

3.4 考察

実験 1、2 では、多様性練習における MSRS 高値者、すなわち運動の意識的制御傾向の強い者の運動学習効果が高かったことから、多様性練習と運動の意識的制御の関連性が示された。そのため、実験 3 では、運動の意識的制御の促進を意図した教示有り条件と教示なし条件を設定し、それぞれの条件下における練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。得られた結果を (1) 練習期におけるパフォーマンス向上、(2) 練習効果の保持、(3) 練習期前後における運動の意識的制御の変化、(4) 運動の意識的制御と練習効果・練習効果の保持の検討、から考察する。

(1) 練習におけるパフォーマンス向上

ダーツ投げ練習効果に関して (図 22、23 参照)、事前テスト、練習期、直後テストのダーツ誤差変化率の推移を教示×練習スケジュール×セッションの 3 要因分散分析により検討した結果、教示あり条件は教示なし条件より直後テストでダーツ誤差が有意に減少していた。つまり一定練習、多様性練習いずれにおいても、教示なし条件より教示あり条件で練習効果が高いことが示された。

(2) 練習効果の保持

ダーツ誤差に関する教示×練習スケジュール×テストの 3 要因分散分析の結果、練習スケジュールとテストに交互作用があり、事後検定の結果、一定練習に比べ多様性練習の方が保持テストの成績が良かった (図 25 参照)。つまり一定練習は練習効果が保持されず、多様性練習では練習効果が保持されていたことが示唆された。この結果は実験 1、2 で再現のできなかった多様性練習効果(多様性練習効果仮説:[Moxlet,1979](#))と考えられる結果であった。これに関する詳しい考察は総合考察で議論する。

各群 (多様性教示あり、一定教示あり、多様性教示なし、一定教示なし) の違いをみると (図 27、28 参照)、多様性・教示あり群では、直後テストのダーツ誤差が教示

なし条件に比べ有意に低く練習効果が高かった。さらに、多様性・教示あり群では、1日後保持テストのダーツ誤差も他の群より有意に低く（一部境界領域の有意差であるが）、練習で改善したパフォーマンスが1日後も保持されていたことがわかった。多様性・教示なし群では、直後テストのダーツ誤差が多様性・教示あり群より有意に高値であったが、それは10分後保持テスト、1日後保持テストでも保持されていた。すなわち多様性・教示なし群は、練習効果は高くないものの練習効果は保持されていたといえる。他方、一定練習について、一定・教示あり群のダーツ誤差が直後テストでは教示なし条件より有意に低く練習効果が高かったが、直後テスト以降の10分後保持テスト、1日後保持テストではダーツ誤差が有意に増大しており、練習効果は保持されていなかったといえる。一定・教示なし群では、一定・教示あり群にくらべて練習効果が低く、練習効果の保持もされなかった。このように、一定練習条件では、教示あり条件で練習効果が高いものの、教示の有無に関わらず、練習効果は保持されていなかった。

(3) 練習期前後における運動の意識的制御の変化

練習前後における運動の意識的制御（MSRS、内省報告数）の変化について、内省報告数（図30参照）では教示あり条件が教示なし条件より有意に高く、MSRS差分値（図31参照）では教示あり条件が教示なし条件より、また多様性練習が一定練習よりTotal MSRS差分値が大きかった。また、一定・教示なし群以外のすべての群でMSRS得点が練習期前後で増加していたことから、多様性練習群では教示あり・なしに関わらず、また一定練習では教示あり群のみ、練習期後でMSRSが高くなったことがわかった。したがって、練習による運動の意識的制御の促進は、教示あり条件および多様性練習条件で起こるものと推察される。

(4) 運動の意識的制御と練習効果・練習効果の保持の検討

4群の内、多様性・教示あり群では練習効果が高く、一日後保持テストでも練習効果が保持されていた。一定練習を練習課題として用いた先行研究 (Masters,1992 ; Maxwell et al.,2000) では、運動の意識的制御は練習効果の保持を阻害することが示唆されており、実験3の一定・教示あり群で練習効果が保持されなかったという結果は、これら先行研究の知見に一致している。多様性・教示あり群では練習効果が1日後まで保持されていたことから、運動の意識的制御による運動学習の阻害は一定練習にのみ認められ、多様性練習では運動の意識的制御が運動学習を阻害することはないと推察される。むしろ、多様性練習においては、運動の意識的制御は運動学習を促進するものと思われる。

第4章 総合考察

本研究では、運動を意識的に制御することの運動学習効果への影響を検討するため、意識的制御特性が異なると考えられる一定練習・多様性練習を実験課題とし、3つの実験を実施した。実験1では、一定練習と多様性練習における学習効果をMSRSによる運動の意識的制御に関する個人特性から検討した。実験2では、運動の意識的制御に関する教示を提示し、一定練習と多様性練習の学習効果、さらにMSRSおよび内省報告数の点から検討を加えた。実験3では、運動の意識的制御に関する教示の有無および練習スケジュールを要因とする運動学習実験を行い、その学習効果、練習期前後のMSRSの変化、内省報告数の点から検討した。これら3つの実験により得られた結果にもとづき、以下、その考察を述べる。

第1節 一定練習、多様性練習スケジュールによる運動学習効果と運動の意識的制御の関連性

実験1、2ではMSRS (Masters et al.,2005) を運動の意識的制御傾向の個人特性の指標として用い、一定練習、多様性練習の異なる練習スケジュールにおける学習効果と運動の意識的制御特性の関連性を検討した。その結果、一日後変化率(事前テストから一日後保持テストのダーツ誤差の変化率)とMSRSの相関分析の結果から、実験1、2ともに、多様性練習で学習効果と運動の意識的制御の個人特性に関連性が認められ、一定練習にはそのような関連性はなかった(図7、17参照)。すなわち、多様性練習では、運動の意識的制御傾向が強い(MSRS高値)者は学習効果が認められ、運動の意識的制御傾向が弱い(MSRS低値)者では学習効果が認められなかった。このように、多様性練習においては、運動の意識的制御特性の強い者の場合に、運動学習が促進されることが示唆された。

実験3では、運動の意識的制御の促進・阻害を実験的に操作するため、ダーツ投げ

動作に関する教示を提示する群、ダーツ投げ動作に無関連な内容を教示する群を設定し、練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。まず、練習期におけるパフォーマンスの向上の検討において、教示あり条件で有意にダーツ誤差が減少していることが分かった（図 23 参照）。練習効果の保持については、多様性練習条件で有意に保持テスト成績が高かった（図 25 参照）。群別にみると、多様性・教示あり群で練習効果が高く、またその練習効果が一日後まで保持されていた（図 27、28 参照）。一方、一定・教示あり群では練習直後でダーツ誤差が減少するものの、各保持テスト成績が悪化し、1 日後保持テストでは一定・教示なし群と有意差が無かった（図 27、28 参照）。練習前後における運動の意識的制御については、教示あり条件、多様性練習条件で MSRS 差分値が有意に（一部境界域の有意差を含む）増加した（図 31 参照）。また、1 サンプル t 検定の結果から、一定・教示なし群では MSRS 得点が増加しなかったが他の群は増加していた。このように、教示あり条件、多様性練習条件で運動の意識的制御を促進され、運動の意識的制御は、一定練習では運動学習に阻害的に、多様性練習では促進的に作用することと推察された。

実験 3 では、多様性練習において運動の意識的制御が運動学習に促進的に作用することが推察されたが、これは実験 1、2 における学習効果と MSRS 個人特性の関連性に関する結果とも矛盾しない。すなわち、実験 1、2 では、多様性練習における MSRS 高値者、すなわち運動の意識的制御傾向の強い者の運動学習効果が高かったことから、多様性練習と運動の意識的制御の関連性が示された。実験 3 では、運動の意識的制御を促す教示の有無と練習スケジュールを要因とした運動学習実験を行った結果、多様性・教示あり群において運動学習効果が他の条件より有意に高い結果が得られた。以上のように多様性練習での運動の意識的制御は運動学習効果を促進させることが示唆された。

また、実験 2、3 では、運動の意識的制御を誘導するため、自身の身体や運動に注意を向ける教示を用いた。このような教示は、注意の焦点研究の枠組みにおいて、運

動の作用対象や運動結果に注意を向ける外的焦点 (External Focus) ではなく、自分自身の身体や運動に注意を向ける内的焦点 (Internal Focus) である。一連の注意の焦点研究では、内的焦点は運動学習を阻害することが報告されているが、そのほとんどが一定練習スケジュールを用いていた (Wulf et al.,1998 ; Zachry et al.,2005 ; Freudenheim et al.,2010 ; Southard,2011 ; Marchant,2011 ; Makaruk et al.,2012)。実験 3 では、多様性練習と教示条件において高い運動学習効果を認めた。今回の実験では外的焦点群を設定していないため直接比較はできないが、多様性練習スケジュールでは、一定練習で報告された身体内部に注意を向けること (内的焦点) の弊害を打ち消すことが可能であるかもしれない。

第 2 節 多様性練習効果

本研究では運動の意識的制御と一定練習・多様性練習の関連性の検討が中心課題であったが、多様性練習と一定練習の学習効果の比較については、実験 1、2 ともに、多様性練習が練習効果の保持に有効であるという先行研究 (Shea & Kohl,1990 ; 工藤,1994) とは異なる結果であった。一方で、実験 3 では各テストにおける教示×練習スケジュール×テストの 3 要因分散分析の結果、一定練習に比べ多様性練習の方が保持テストの成績が良かった。この結果は多様性練習効果仮説 (Moxlet,1979) に一致する。これらの理由として考えられるのは、運動の意識的制御が多様性練習効果を促進させたと思われる。この点に関して、実験 2 の多様性練習群と実験 3 の多様性練習条件の比較から考察を進める。実験 2 では、教示によって運動の意識的制御を促したが、事後 MSRS は増大しなかった。さらに、実験 2 では事前 MSRS (個人特性) と一日後変化率 (一日後保持テスト/事前テスト×100) に相関があり、実験 1 と同様の結果だったことから教示による運動の意識的制御促進が不十分であった可能性が高い。一方、実験 3 では多様性・教示あり群も多様性・教示なし群も事後 MSRS が増大したことから、両群ともに運動の意識的制御が促進された状態であったと考え

られる。これらから推察すると、多様性練習では、運動の意識的制御状態で練習ができると練習効果が保持され（多様性練習効果）、運動の意識的制御が不十分だと練習効果が保持されないと考えられる。つまり、3つの実験を通して、多様性練習での運動の意識的制御は運動学習を促進させたと推察された。

第3節 今後の課題と展望

運動学習における運動の意識的制御の機能的背景に関して、運動パフォーマンスのエラー情報（フィードバック情報）からどのような情報を取り出すかという視点も重要な問題かもしれない。Maxwellら（Maxwell et al.,2001）はゴルフパッティング課題を用いたパフォーマンスエラーに関する検討を行った。内省報告数という観点から、エラーの数が少ないエラーレス条件では内省報告数が少なく潜在的な学習が進み、エラーが多いエラーフル条件では内省報告数が多く顕在的な学習が進むことが示唆された。また、エラーレス条件では保持テストの成績がよく、エラーが少ない方が獲得されたパフォーマンスの保持に優れていることが示唆された。さらにZhuら（Zhu et al.,2011）は、脳波を用いたエラーレス学習の検討を行い、エラーレス学習は運動時の試行錯誤過程が少なく、獲得されたパフォーマンスの保持に有利であったことを示した。一方、多様性練習の説明として、Huetら（Huet et al.,2011）は、多様な情報の中から最適な情報をピックアップさせる機会を提供することの重要性を示唆している。このようにエラー情報の質が運動学習に影響を及ぼす可能性もあるようである。この点は今後の重要な課題の一つと思われる。

通常、運動学習は長期にわたり行われることから、実際的なスポーツ動作の学習に応用するためには長期にわたる学習効果の検討が必要である。また、実際のスポーツやリハビリテーション場面で応用するために、スポーツ選手やリハビリテーションの対象者で検討することや、ダーツ以外の他のスポーツや運動動作への一般化も視野に入れる必要があり、これらは今後の重要な検討課題である。さらに、注意の再投資研

究においては心理的プレッシャーの下での保持テストを行っている研究も少なくないが (Masters,1992 ; Maxwell et al.,2000 ; Huffman et al.,2009 ; Malhotra et al.,2012)、多くの実践場面では心理プレッシャーも重要な要因であることから、この観点からの検討も今後の検討課題と言える。

第5章 まとめ

本研究では、ダーツ運動学習における運動の意識的制御と練習スケジュール（一定・多様性練習）の関連性を検討した。実験 1、2 では、質問紙 MSRS を運動の意識的制御の個人特性指標とし、運動の意識的制御傾向の強い者と弱い者と練習スケジュールの違いが運動学習に与える影響を検討した。その結果、一日後変化率（事前テストに対する一日後保持テストの変化率）に関して、実験 1、2 共に一定練習群では MSRS（個人特性）と有意な相関は無く、多様性練習群では MSRS（個人特性）と有意な相関があることがわかった。つまり、多様性練習群における運動学習は、運動の意識的制御傾向が強い者は促進的に、弱い者は阻害的に作用する可能性が示唆された。

実験 3 では、運動の意識的制御に関する教示効果と練習スケジュールの交互作用の検討のため、教示（有り・無し）×練習スケジュール（一定・多様性）の 4 群を設定した実験を行った。その結果、多様性練習条件、教示あり条件でそれぞれダーツ後 MSRS が上昇し、運動の意識的制御が促進されたと考えられた。練習効果の保持に関して、多様性練習では直後テストと各保持テスト間に有意差が無く練習効果が保持されていたが、一定練習では直後テスト、10 分後保持テスト、1 日後保持テストそれぞれ間に有意差があり、練習期に獲得された練習効果が保持されていなかった。また、各群の比較を行ったところ、多様性・教示あり群では、1 日後保持テストの成績が他の群より高く、練習効果が 1 日後でも保持されていた。この結果は、実験 1、2 における学習効果と MSRS 個人特性の関連性に関する結果とも矛盾しない。つまり、多様性練習においては運動の意識的制御によって運動学習効果が促進されることが示唆された。

引用文献

- 1) Freudenheim, A., Wulf, G., Madureira, F., Pasetto, S., & Correa, U. (2010) An external focus of attention results in greater swimming speed. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 5, 533-542.
- 2) Huffman JL, Horslen BC, Carpenter MG, Adkin AL. (2009) Does increased postural threat lead to more conscious control of posture? *Gait Posture*. 2009 30(4), 528-532.
- 3) Huet, Michaël, Jacobs, David M., Camachon, Cyril, M., Olivier, Gray, R., Montagne, G.(2011) The education of attention as explanation of variability of practice effects: Learning the final approach phase in a flight simulator. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(6), 1841-1854.
- 4) Kantak, S. S., Sullivan, K. J., Fisher, B. E., Knowlton, B. J., & Winstein, C. J. (2010). Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice structure. *Nat Neurosci*, 13(8), 923-925.
- 5) Kantak, S. S., & Winstein, C. J. (2012). Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: a focused review and perspective. *Behav Brain Res*, 228(1), 219-231.
- 6) Makaruk, H., Porter, J. M., Czaplicki, A., Sadowski, J., & Sacewicz, T. (2012). The role of attentional focus in plyometric training. *J Sports Med Phys Fitness*, 52(3), 319-327.
- 7) Malhotra N, Poolton JM, Wilson MR, Ngo K, Masters RS. (2012) .Conscious monitoring and control (reinvestment) in surgical performance under pressure. *Surg Endosc*. 26(9), 2423-2429.
- 8) Marchant, D. C. (2011). Attentional focusing instructions and force

- production. *Front Psychol*, 1, 210.
- 9) Masters RSW. (1992) Knowledge, knerves and know-how: the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343–358.
 - 10) Masters, RSW. Eves FF. Maxwell, J. (2005) Development of a movement specific reinvestment scale. In: Morris T, Terry P, Gordon S, Hanrahan S, Ievleva L, Kolt G, Tremayne P (eds), *Proceedings of the ISSP 11th World Congress of Sport Psychology*, Sydney, Australia, 14–19 August 2005
 - 11) Masters, RSW. and Maxwell J. (2008) The theory of reinvestment *International Review of Sport and Exercise Psychology* Vol. 1, No. 2, September 2008, 160-183
 - 12) Masters, RSW. Polman, RCJ. and Hammond, NV(1993). 'Reinvestment' : A dimension of personality implicated in skill breakdown under pressure. *Personality and Individual Difference* , 14, 655-666.
 - 13) Maxwell, J. P., Masters, R. S., & Eves, F. F. (2000). From novice to no know-how: a longitudinal study of implicit motor learning. *J Sports Sci*, 18(2), 111-120.
 - 14) Moxlet, S. E. (1979). Schema: the variability of practice hypothesis. *J Mot Behav*, 11(1), 65-70.
 - 15) Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
 - 16) Shea C.H, Kohl RM. (1990).Specificity and variability of practice. *Res Q Exerc Sport*. 61,169-177.
 - 17) Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of*

- Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5(2), 179.
- 18) Southard, D. (2011). Attentional focus and control parameter: effect on throwing pattern and performance. *Res Q Exerc Sport*, 82(4), 652-666.
 - 19) Weiss, S. M. (2011). The effects of reinvestment of conscious processing on switching focus of attention. *Res Q Exerc Sport*, 82(1), 28-36.
 - 20) Wulf, G., Hoss, M., & Prinz, W. (1998). Instructions for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *J Mot Behav*, 30(2), 169-179.
 - 21) Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*, 54(4), 1143-1154.
 - 22) Wulf G (2007) Attentional Focus and Motor Learning: A Review of 10 Years of Research. *E-Journal Bewegung und Training*, 1,4-14
 - 23) Zachry, T., Wulf, G., Mercer, J., & Bezodis, N. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull*, 67(4), 304-309.
 - 24) Zhu, F. F., Poolton, J. M., Wilson, M. R., Maxwell, J. P., & Masters, R. S. (2011). Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. *Biol Psychol*, 87(1), 66-73.
 - 25) 工藤孝幾 (1989) .運動反応スキーマの形成を調べるための新たな動作課題の開発 福島大学教育学部論集 第46号 1-15.
 - 26) 工藤孝幾 (1991) 動作プログラミングの反復が運動反応スキーマの形成に及ぼす影響 福島大学教育学部論集 No.50, 1-13.
 - 27) 工藤孝幾 (1993) 多様性練習が運動技術の記憶を促進するための条件-練習

量の影響- 日本スポーツ心理学会学会誌 スポーツ心理学研究 Vol.20,No.1,
13-20.

- 28) 工藤 孝幾(1994). 運動学習において多様性練習が保持を促進する理由 心
理学研究 Vol.65 No2 p103-111

謝辞

研究をまとめるにあたり、ご支援いただいた全ての方々に感謝致します。特に、指導教官である今中國泰教授に深く感謝申し上げます。ここまでに至る間、先生には多大なるご迷惑をおかけしました。仕事と研究の両立することで悩んでいた時や実験がなかなか進まない時、先生は時に厳しく、時に優しく、粘り強くいつも良い方向へと導いてくださりました。そして、まず手を動かすこと、そして、何事も逃げずに立ち向かうことの重要性を教えてくださいました。

石原正規准教授、堀内さん、佐藤さん、深川さんに感謝申し上げます。ゼミ、抄録作成、論文執筆など様々な場面において皆様からご支援いただきました。また、合同ゼミで多くのご助言をいただいた北一郎教授、樋口貴広准教授、西島壮先生、福原和伸先生、院生の方々に感謝申し上げます。

大学院での研究活動にご理解、ご支援いただいた相模原協同病院医療技術部リハビリテーション室の太附広明室長をはじめ、スタッフの皆様に感謝いたします。

最後に、妻そして家族に感謝いたします。特に妻は、予定より長くなってしまった私の博士前期課程での研究活動に対し、いつも温かく支援してくれました。

皆様から頂いたご支援に対し、本当の意味で報いる最良の方法は、本研究を論文化して世に公表すること、そして、研究活動を様々な分野に生かしていくことだと考えています。今後も歩みを止めることなく、大学院で学んだことを糧に精進して参ります。本当にありがとうございました。

2015年1月7日

宮田徹