

運動技能の学習に及ぼす結果の知識の相対頻度と 自己評価の効果に関する発達的研究

伊 藤 健*・伊 藤 政 展**

(平成17年10月31日受付；平成17年11月16日受理)

要 旨

本研究の目的は、成人と児童の運動学習における結果の知識（KR）の相対頻度と反応結果についての自己評価の相互作用を調べることであった。成人40名と小学校3・4年生の児童48名は、それぞれ習得期に、2つのKR頻度（毎試行後KRが与えられる100% KRと奇数試行毎にKRが与えられる50% KR）及び自己評価の指示の有無からなる4つの条件のいずれかのもとでボールの的当て課題の練習を行なった。習得試行終了の10分後及び24時間後に保持検査としての当ての正確さが調べられた。結果はガイダンス仮説（Young and Schmidt, 1992）と一致せず、成人、児童のいずれにおいてもKR頻度間に有意なパフォーマンスの差は認められなかった。これらの結果は、課題の困難度とKR頻度の間に交互作用があることを示唆するものと解釈された。他方、児童においては自己評価の指示はパフォーマンスの保持を促進したが、成人においてはその傾向は認められなかった。このことから、反応結果についての自己評価の指示は児童の運動学習を促進する重要な要因であることが示唆された。

KEY WORDS

children's motor learning 児童の運動学習

knowledge of results 結果の知識

self-estimation 自己評価

augmented feedback 付加的フィードバック

inherent feedback 内在的フィードバック

1 緒 言

運動技能の学習を促進する重要な要因の一つに、結果の知識（knowledge of results, 以下KRと称す）がある。KRとは付加的フィードバック（augmented feedback）の一形式で、動作完了後に第三者あるいは計器をとおして与えられる動作の最終結果についての情報を指す（Schmidt and Lee, 1999; Swinnen, 1996）。例えば、疾走時間や跳躍距離についての言語指示や計測器による記録表示はよく知られたKRの活用例である。学習者はこれらの情報を手がりとしてエラーを検出し、エラーを修正しながら技能を進歩させていく。

運動学習とKRに関する研究の歴史は古く、これまでKRの効果を規定する諸変数について数多くの研究が行なわれてきたが（詳しくはMagill, 2001; Swinnen, 1996を参照のこと）、そ

* 愛知県幸田町立豊坂小学校

** 生活・健康系教育講座

の中で、伝統的な見解と著しく対立する知見が得られたことから、古くて新しい問題として再燃してきた問題の一つが KR の呈示頻度の問題である。すなわち、KR の頻度については伝統的に、高い頻度の KR のもとで高い学習効果が得られると考えられてきたが (Adams, 1971; Bilodeau et al., 1959; Schmidt, 1975), 習得試行後に KR を除去し、技能がどの程度保持されているかを調べた最近の研究は、高い頻度の KR はむしろ学習を阻害するという結果を得てきている。例えば、目と手の協応課題を取りあげた Winstein and Schmidt (1990) は、習得期に与える KR の相対頻度 (全試行数に対する KR 呈示試行数の比率) を 100 % (毎試行 KR を与える高頻度条件) と 50 % (全体として 2 試行に 1 回の割合で KR を与える低頻度条件) に設定し、KR を除去した保持検査の成績を調べたところ、50 % KR の成績は 100 % KR の成績よりも優れていることを見出した。同様の結果は、Sparrow and Summers (Experiment 2, 1992), Vander Linden et al. (1993), Winstein et al. (1994), Wulf and Schmidt (1989), Wulf et al. (1994) らによっても報告されている。

ガイダンス仮説 (guidance hypothesis; Salmoni et al., 1984; Young and Schmidt, 1992) によれば、この現象は次のように説明される。すなわち、高い頻度の KR は KR への依存性を高め、学習にとって本来必要な内在的フィードバック (inherent feedback) を手がかりとしたエラー検出等の情報処理を阻害する。それに対して KR が与えられない試行は単なる空白の試行ではなく、内在的フィードバックをもとにした能動的な情報処理の機会を与える。したがって低い KR 頻度のもとで形成される運動の記憶表象は高い頻度のそれより安定しており、KR が除去された事態でも高い頻度ほどにはパフォーマンスは低下しない。

Winstein and Schmidt (1990) らの結果は再現性が高く、しかもガイダンス仮説によって巧みに説明できることから、KR の低頻度効果については一般化が可能な現象として現在広く受け入れられつつある。しかしここで注意しなければならないことは、上述の研究はいずれも成人を対象としたものであり、年少者を対象としたものではなかったということである。果して KR の低頻度効果は年少者においても観察可能な現象なのだろうか。

この疑問に対してガイダンス仮説から二つの可能性を引き出すことができる。一つは、KR が与えられない試行において年少者が成人と同じように能動的な情報処理ができるなら、KR の低頻度効果は年少者においても認められという可能性である。他の一つは、能動的な情報処理が年少者にとって困難であるなら、年少者においては KR の低頻度効果は認められないという可能性である。目下の研究はこれらの可能性について検討を加えることを目的とするが、年少者は成人に比べて課題解決のために積極的に情報を収集し、それらを入念に処理し、結果についての情報を有効に活用するといった能力において劣るという指摘 (例えば Gallagher and Thomas, 1980; Messer, 1976) も多いことから、後者の可能性を有力な仮説としてここでは採用することにする。

他方、KR が与えられない試行において、能動的な情報処理活動を促す一つの方法は、反応結果について自己評価 (self-estimation) を行なわせることである。自己評価とは、身体運動に伴う内在的フィードバックを手がかりとして学習者自らが動作の良し悪しを質的、量的に評価する活動をさす。従来の研究は、自己評価を促すことによって内在的フィードバックへの感受性が増し、運動学習にとって必要なエラー検出、エラー修正の能力が高まることを示している (Hogan and Yanowitz, 1978; Liu and Wrisberg, 1997)。したがって動作完了後に自己評価を求める操作を施すなら、年少者においても KR の低頻度効果が得られるのではないか

と考えられる。

そこで本研究は、成人と年少者を対象として、運動技能の学習に及ぼす KR の相対頻度と反応結果についての自己評価の効果を調べることを目的とする。

年少者の抽出にあたっては、初等教育に携わる筆者の強い関心から、対象を小学校 3・4 年生の児童とした。また KR の相対頻度については、毎試行 KR を与える条件を高頻度 KR (100% KR)、2 試行に 1 回の割合で KR を与える条件を低頻度 KR (50% KR) とした。

基本的な仮説はこうである。すなわち、成人においては自己評価の指示の有無に関わらず、50% KR の保持成績は 100% KR の保持成績より優れているであろう。他方、児童においては自己評価の指示が与えられない場合には、50% KR と 100% KR の保持成績に差はないが、自己評価の指示が与えられる場合には、成人と同様 50% KR の保持成績は 100% KR の保持成績より優れているであろう。さらに、成人、児童のいずれにおいても、自己評価の指示が与えられる場合の保持成績は与えられない場合の保持成績より優れているであろう。

2 方 法

2-1 被験者

被験者は、小学校 3・4 年生の児童 48 名（男子 24 名、女子 24 名）および 23 歳から 36 歳までの成人 40 名（男子 16 名、女子 24 名）の計 88 名であった。児童を対象とした実験にあたっては、あらかじめ児童の所属する学校と保護者からの同意を得た。

2-2 要因計画

要因計画は成人、児童それぞれについて 2×2 の被験者間計画。第 1 の要因は KR の相対頻度で、毎試行 KR を与える条件 (100% KR)、奇数試行毎に KR を与える条件 (50% KR) の 2 水準、第 2 の要因は自己評価の有無で、毎試行後反応結果について自己評価を求める条件 (SE) と求めない条件 (no-SE) の 2 水準からなる。したがってこれらの組み合わせから、100% KR/SE、50% KR/SE、100% KR/no-SE、50% KR/no-SE の 4 条件が生じることになる。これら 4 つの条件のいずれかに、成人については男女の比が一定になるよう 10 名（男子 4 名、女子 6 名）ずつ、児童については学年と男女の比が一定になるよう 12 名（男子 6 名、女子 6 名）ずつランダムに割り当てた。

2-3 実験課題および装置

学習課題には、児童が楽しく、興味・関心をもって取り組むことができるという体育的活動の実践例を参考にして、オーバーハンド・スローによるボールの的当て課題を取りあげた。この課題は、立位姿勢から利き手で、衝立によって遮蔽された床上の的の中心を狙って正確にボールを投げることであった。

的 (300cm × 300cm) は布製で、表面に直径 10cm の円とそれを中心に 10cm 間隔で 9 つの同心円が描かれている。それらは得点ゾーンを意味し、ボールの落下地点に応じて中心から周辺に至るそれぞれのゾーンに 10 点から 1 点の得点を与えた。ただしボールが 2 つの得点ゾーン間にまたがって落下した場合は高いほうの得点を採用し、得点ゾーン外に落下した場合は 0 点とした。また的には中心点を通過する垂直線と水平線を描き、KR 呈示時にボールがどの

象限に落下したかが分るようにした。投球線からの的の中心までの距離は450cm、遮蔽用の衝立(180cm×180cm)までの距離は150cmとした。ボールは直径4cm、重さ5gのプラスチック製のボールで、表面にマジックテープを張り付け、落下後転がらないように、また落下音が生じないように配慮した。また実験中はリズムカルな音楽を背景から流し、リラックスできる雰囲気をつくるとともに、ボールの落下音防止の徹底を図った。

2-4 手続き

実験は、習得期(60試行)、直後保持検査期(5試行)、遅延保持検査期(5試行)の3期からなる。

習得期には上述の4条件に対して異なるKRと自己評価の操作を施した。100% KR/SEには、すべての試行において、投球完了直後から15秒間、椅座位で遂行結果についての自己評価を行なわせ、次の5秒において口頭で得点を知らせるとともに、衝立を除去してボールの落下位置を確認させた。50% KR/SEには100% KR/SEと同様に毎試行後自己評価を行なわせたが、KRの呈示は奇数試行についてのみであった。100% KR/no-SEと50% KR/no-SEに対するKR呈示方法は、それぞれ100% KR/SE、50% KR/SEと同様であったが、自己評価の指示は与えず、15秒間椅座位で休息をとらせた。

習得期終了の10分後および24時間後に直後保持検査と遅延保持検査を行なった。これら検査試行の基本的手続きは習得期と同じであったが、KRを一切与えないという点とすべての条件に対して自己評価を行なわせるという点で習得期のそれと異なっていた。

習得期と保持検査期における自己評価検査試行においては、的当て得点は何点であったと思うか、ボールの落下位置は4つの象限のどこであったと思うか、投球時の力の入れ具合はどうであったか(「強すぎた」から「弱すぎた」までの5件法)の3項目について自己評価させ所定の用紙に記入させた。

2-5 依存変数および統計的分析

依存変数には、パフォーマンスの正確さの指標としての的当て得点を、また自己評価の正確性の指標としての的当て得点の実現値と自己評価値の絶対誤差(得点についての自己評価の正確性)、および実際にボールが落下した象限と自己評価された象限とが一致した頻度(落下象限についての自己評価の正確性)を依存変数として取りあげた。ただし的当て得点と得点の実現値と自己評価値の絶対誤差については5試行を1ブロックとした場合の平均値を代表値とし、一致頻度については5試行の合計頻度を代表値とした。

統計的分析は分散分析によったが、要因数の多さを考慮して、いずれの依存変数についても成人と児童ごとに以下の分析を行なった。すなわち、的当て得点についての習得期の分析には2(KRの相対頻度)×2(自己評価の有無)×12(ブロック)の最後の要因について繰り返しのある3要因の分散分析を、2つの自己評価の正確性に関する依存変数の分析には2(KRの相対頻度)×12(ブロック)の最後の要因について繰り返しのある2要因の分散分析を用いた。また保持検査期については、すべての依存変数に対して2(KRの相対頻度)×2(自己評価の有無)×2(検査時期)の最後の要因について繰り返しのある3要因の分散分析を行なった。多重比較にはLSD法を用い、有意水準は5%とした。

3 結 果

3-1 成人の結果について

3-1-1 習得期

図1の左は、習得期における各条件の的当て得点の平均を12ブロック単位で示したものである。分散分析の結果、ブロックの主効果のみが有意 ($F(11, 396) = 7.49, p < .01$) であり、他の主効果、交互作用は有意な値に達しなかった。ブロックについて多重比較を行なったところ、すべての条件において得点の増加が認められたが、その増加はブロックの中期までに顕著であって、それ以降はほぼ漸近線に達した。

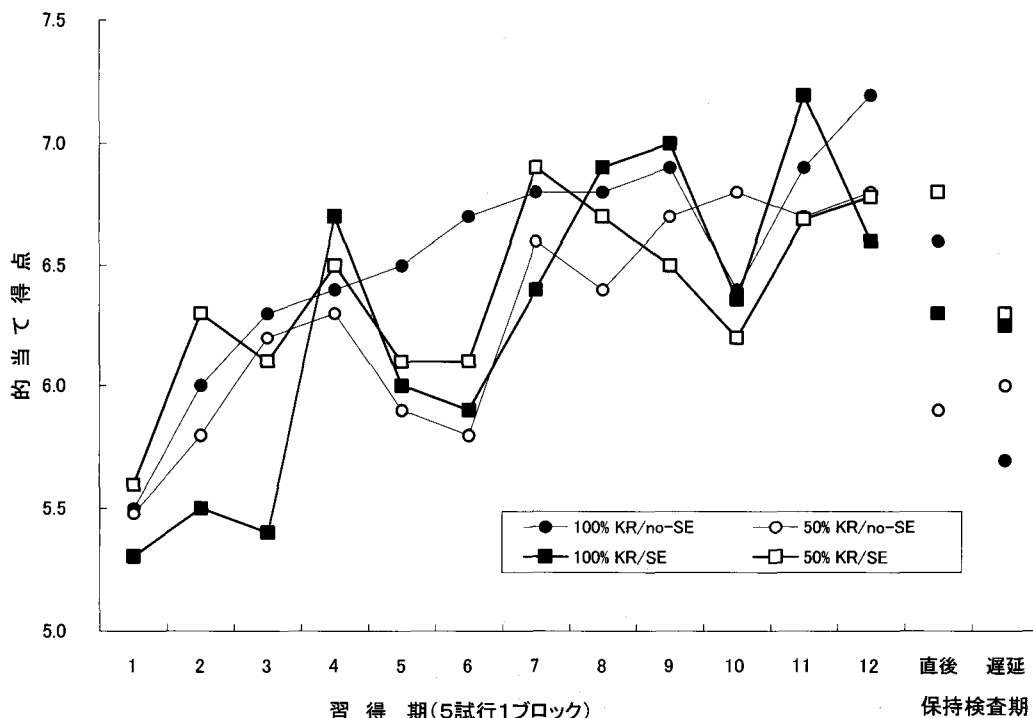


図1 成人における習得期と保持検査期の的当て得点

得点の自己評価の正確性については、ブロックの主効果のみが有意 ($F(11, 198) = 2.93, p < .01$) であり、他の主効果、交互作用は有意でなかった。多重比較の結果、いずれの条件においても絶対誤差の減少が認められたが、その傾向はブロックの中期までにおいて顕著であり、それ以降はほぼ漸近線に達した。落下象限の自己評価の正確性については、いずれの主効果、交互作用とも有意ではなかった。

3-1-2 保持検査期

図1の右は、直後および遅延保持検査期における各条件の的当て得点の平均を示したもので

ある。この図を見ると、遅延保持検査期において50% KR 条件は100% KR 条件よりも、また SE 条件は no-SE 条件よりもパフォーマンスの正確性が高い傾向にあるが、いずれの主効果、交互作用とも有意な値に達しなかった。また2つの自己評価の正確性についても主効果、交互作用はいずれも有意でなかった。

なお、的当て得点の実現値と自己評価値の絶対誤差の平均 (SD) は、直後保持検査期では 100% KR/SE, 50% KR/SE 100% KR/no-SE と 50% KR/no-SE それぞれに対して、1.2(0.36), 1.1(0.41), 1.2(0.37), 1.5(0.64), 遅延保持検査期では、1.4(0.69), 1.5(0.62), 1.4(0.64), 1.2(0.38) であった。また実際にボールが落下した象限と自己評価された象限との一致頻度の平均 (SD) は、直後保持検査期では 100% KR/SE, 50% KR/SE 100% KR/no-SE と 50% KR/no-SE それぞれに対して、3.1(0.54), 3.3(0.90), 3.1(1.14), 3.0(1.48), 遅延保持検査期では、3.4(1.43), 3.4(1.28), 2.9(1.04), 3.4(1.20) であった。

3-2 児童の結果について

3-2-1 習得期

図2の左は、習得期における各条件の的当て得点の平均を12ブロック単位で示したものである。分散分析の結果、ブロックの主効果が有意傾向 ($F(11, 484) = 1.68, .05 < p < .10$) であったが、他の主効果、交互作用は有意な値に達しなかった。ブロックについて多重比較を行なったところ、すべての条件において得点の増加が認められたが、ブロック間の変動が大きく、成人ほどには顕著な得点の増加が認められなかった。また2つの自己評価の正確性については、いずれの主効果、交互作用とも有意ではなかった。

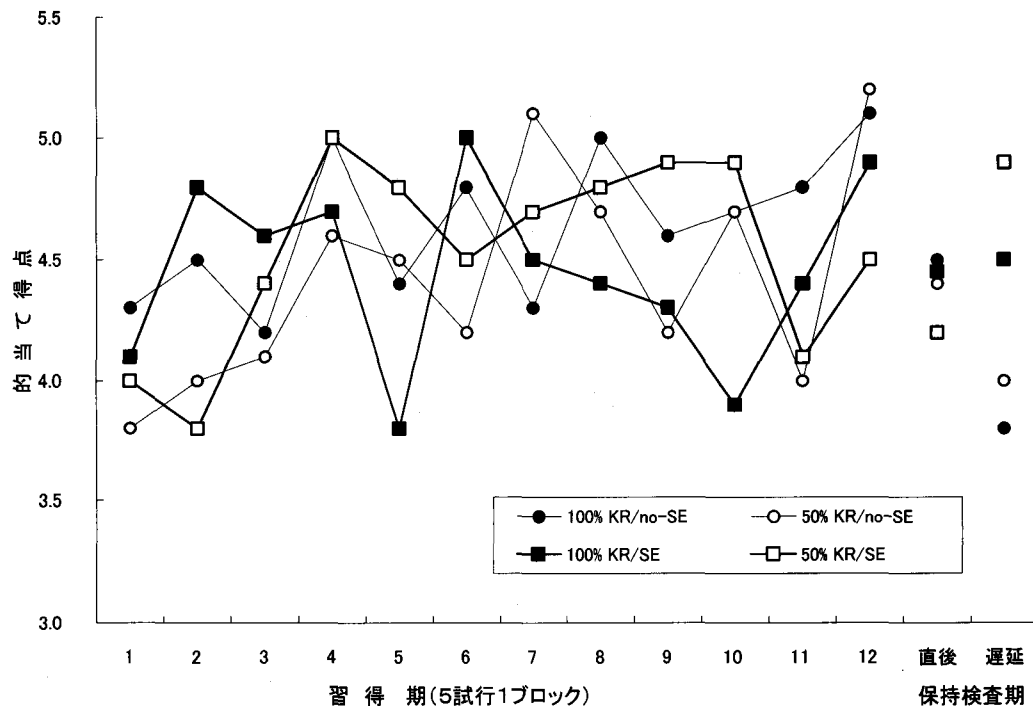


図2 児童における習得期と保持検査期の的当て得点

3-1-2 保持検査期

図2の右は、直後および遅延保持検査期における各条件の的当て得点の平均を示したものである。分析の結果、自己評価の有無と検査時期の交互作用は有意傾向 ($F(1, 44) = 3.21, .05 < p < .10$) であったが、他の主効果、交互作用は有意でなかった。自己評価の有無と検査時期の交互作用が有意傾向であったので、下位の分析を行なったところ、直後保持検査期には自己評価の有無に有意な差は認められなかったが、遅延保持検査期においては自己評価が求められた条件 (100% KR/SE と 50% KR/SE) の得点は自己評価が求められなかった条件 (100% KR/no-SE と 50% KR/no-SE) の得点より有意に高い傾向 ($F(1, 44) = 2.83, .05 < p < .10$) にあった。また2つの自己評価の正確性については、主効果、交互作用はいずれも有意な値に達しなかった。

なお、的当て得点の実現値と自己評価値の絶対誤差の平均 (SD) は、直後保持検査期では 100% KR/SE, 50% KR/SE 100% KR/no-SE と 50% KR/no-SE それぞれに対して、2.6(1.00), 2.6(0.73), 2.2(0.54), 2.2(0.91)、遅延保持検査期では、1.9(0.91), 2.5(0.83), 2.3(1.01), 2.4(1.00) であった。また実際にボールが落下した象限と自己評価された象限との一致頻度の平均 (SD) は、直後保持検査期では 100% KR/SE, 50% KR/SE 100% KR/no-SE と 50% KR/no-SE それぞれに対して、2.4(1.26), 1.8(1.07), 2.4(1.19), 2.5(0.96)、遅延保持検査期では、2.4(1.19), 2.8(1.30), 2.5(1.19), 2.9(1.04) であった。

4 考 察

まず、成人における習得期の的当て得点については、すべての群に有意な成績の向上が認められた。このことは設定した試行数の範囲で一定の学習が成立したことを意味しており、保持検査の結果について考察を加える前提は満たされていたといえる。ただし、正確性の向上は習得期中期までに顕著であって、それ以降はほぼ漸近線に達していた。このことは本研究で取り上げた学習課題が成人にとっては難易度の低い課題であったことを示唆している。他方、児童についても一定の学習効果は認められたが、全ブロックをとおして得点の変動が著しく、課題の達成度も低いことから、60試行という試行数は安定した学習を成立させるには十分な試行数でなかった可能性がある。

さて、本研究の主たる目的は、保持検査期における KR の相対頻度と自己評価の効果について検討することであった。成人についての仮説は、従来の結果と一致して、自己評価の指示の有無に関わらず 50% KR の保持成績は 100% KR の保持成績より優れているというものであった。しかし分析の結果はこれらの仮説を支持するものでなく、直後、遅延保持検査のいずれにおいても、また二つの自己評価条件のいずれにおいても KR 頻度間に有意な差は認められなかった。

仮説が支持されなかった最大の原因は、本研究で取り上げた課題の容易さにあったと考えられる。この根拠は、課題の難易度と KR の相対頻度との間に交互作用があることを示した Sparrow and Summers (1992) の研究に求めることができる。彼らは、課題の難易度と KR の相対頻度を操作した実験において、難易度の高い課題ではガイダンス仮説と一致して 100% KR に対する低頻度 KR の優位性を見出したが、難易度の低い課題では KR 頻度間に有意な差を認めることができなかった。この理由として彼らは、習得が容易な課題では KR の情報的価

値が相対的に低下し、難易度の高い課題ほどにはKRへの依存が生じないことをあげている。本実験では、小学校の児童も対象としたため、課題の選択に当たって、彼らの年齢でも十分に理解できる課題であること、また長時間にわたる実験に飽きずに参加できる課題であることを最優先に考え、結果としての当て課題を採用することとなった。しかし上述した習得期のパフォーマンスの分析結果を見れば、この課題が成人にとっては難易度の低い課題であったことは明らかである。したがって、彼らが示唆するように、目下の保持検査期の結果は、課題の容易さによってKRへの依存性が低下し、期待されたKR頻度の影響が覆い隠されてしまった結果とみることができる。ただしここで注目すべきことは、100%KRと50%KR間に差がなかったことは、視点を換えれば高い頻度のKRは学習にとって最善ではないということである。このことはKRの頻度が高いほど学習効果は高いとする伝統的な見解(Adams, 1971; Bilodeau et al., 1959; Schmidt, 1975)と明らかに対立する。

他方、児童についての仮説は、自己評価の指示が与えられない場合には50%KRと100%KRの保持成績に差はないが、自己評価の指示が与えられる場合には成人と同様50%KRの保持成績は100%KRの保持成績より優れているという仮説であった。しかし分析の結果は、直後、遅延保持検査のいずれにおいても、また二つの自己評価条件のいずれにおいてもKR頻度間の差は有意でなく、自己評価の指示のもとでKRの低頻度効果が現れるであろうとした本研究の主たる仮説は支持されなかった。この原因は、成人の場合とは逆に、与えられた試行数が安定した学習を成立させるには十分な試行数でなかったことによると考えられる。事実、習得期の分析結果が示すように、一定の学習効果は得られてはいるが、ブロック間の得点の変動が著しく、またブロックの初期から後期にかけての得点の増加は僅かなものであった。このことはKR頻度の要因は学習初期のパフォーマンスに影響を及ぼすほど頑強な要因ではないことを意味しているかもしれない。

目下の研究の他の一つの仮説は、KRの頻度の要因とは無関係に、成人、児童のいずれにおいても、自己評価の指示が与えられる条件の保持成績は与えられない条件の保持成績よりも優れているという仮説であった。

分析の結果、成人においてはこれらの仮説は支持されず、直後、遅延保持検査のいずれにおいても自己評価条件間に有意な差は認められなかった。この結果は自己評価の指示が学習効果を高めるとしたHogan and Yanowitz (1978), Liu and Wrisberg (1997)らの結果と一致していない。この不一致は「自己評価無し」条件に施した処置の差から生じたのではないかと考えられる。すなわち彼らの実験では、試行完了からKR呈示までの間、無意味綴りを音読させることによって自己評価の活動を妨害した。それに対して目下の実験では、学習者のより自然な反応を捉えたいという意図から、自己評価の指示を与えないという操作にとどめ、彼らのような干渉操作を施さなかった。したがって自己評価の指示が与えられなくとも、成人は能動的に自己評価の活動に従事しているのではないかと推察される。

一方、児童については仮説と一致して、自己評価の指示を与えた条件の遅延保持検査の成績は自己評価の指示を与えなかった条件のそれより有意に高いという結果が得られた。このことは、反応結果についての自己評価の指示は児童の運動学習を促進する重要な要因であることを示唆している。しかし仮説が支持されたということは一方で、児童は成人とは異なり、自己評価の指示が与えられない場合には、それらを積極的に行うことが困難であることを意味している。このことは、課題解決のために積極的に情報を収集し、それらを入念に処理する能力に

において年少者は成人よりも劣るという従来の指摘 (Gallagher and Thomas, 1980; Messer, 1976) と一致する。

児童の自己評価に関する他の興味深い結果は、自己評価の指示を与えた条件は自己評価の指示を与えなかった条件より優れたパフォーマンスを示したが、自己評価の正確性については両者の間に有意な差がなかったということである。Schmidt (1975) のスキーマ理論 (schema theory) では、運動の表出に関与する記憶表象と自己評価に関与する記憶表象は、それぞれ運動再生スキーマ、運動再認スキーマと呼ばれ、それらは練習試行の関数として平行的に発達すると仮定されている。しかし目下の結果は、これら二つのスキーマの発達は並行的でなく、少なくとも年少者においては再生スキーマの発達は再認スキーマの発達に先行することを物語っているかもしれない。今後検討すべき重要な課題であると考えられる。

文 献

- Adams, J. A. (1971) A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3: 111-150.
- Bilodeau, E. A., Bilodeau, I. M., and Schumsky, D. A. (1959) Some effects of introducing and withdrawing knowledge of results early and late in practice. *Journal of Experimental Psychology*, 58:142-144.
- Gallagher, J. D., and Thomas, J. R. (1980) Effects of varying post-KR interval upon children's motor performance. *Journal of Motor Behavior*, 12:41-46.
- Hogan, J. C., and Yanowitz, B. A. (1978) The role of verbal estimates of movement error in ballistic skill acquisition.
- Liu, J., and Wrisberg, C. A. (1997) The effect of knowledge of results delay and the subjective estimation of movement form on the acquisition and retention of a motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68: 145-151.
- Magill, R. A. (2001) Augmented feedback in motor skill acquisition. In: R. N. Singer, H. A. Hausenblas, and C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology*. (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc. pp. 86-114.
- Messer, S. B. (1976) Reflection-impulsivity: A review. *Psychological Bulletin*, 83: 1026-1052.
- Salmoni, A. W., Schmidt, R. A., and Walter, C. B. (1984) Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 95: 355-386.
- Schmidt, R. A. (1975) A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82: 225-260.
- Schmidt, R. A., and Lee, T. D. (1999) *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sparrow, W. A., and Summers, J. J. (1992) Performance on trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. *Journal of Motor Behavior*, 24: 197-209.
- Swinnen, S. P. (1996) Information feedback in motor skill learning: A review. In: H. N. Zelaznik (Ed.), *Advances in motor learning and control*. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 37-66.

- Vander Linden, D. W., Cauraugh, J. H., and Greene, T. A. (1993) The effect of frequency of kinetic feedback on learning an isometric force production task in nondisabled subjects. *Physical Therapy*, 73:79-87.
- Winstein, C. J., and Schmidt, R. A. (1990) Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16: 677-691.
- Winstein, C. J., Pohl, P. S., and Lewthwaite, R. (1994) Effects of physical guidance and knowledge of results on motor learning: Support for the guidance hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65: 316-323.
- Wulf, G., and Schmidt, R. A. (1989) The learning of generalized motor programs: Reducing the relative frequency of knowledge of results enhances memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15: 748-757.
- Wulf, G., Lee, T. D., and Schmidt, R. A. (1994) Reducing knowledge of results about relative versus absolute timing: Differential effects on learning. *Journal of Motor Behavior*, 26: 362-369.
- Young, D. E., and Schmidt, R. A. (1992) Augmented kinematic feedback for motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 24: 261-273.

A Developmental Study on the Effects of Relative Frequency of Knowledge of Results and Self-Estimation on the Learning of a Motor Skill

Takeshi ITO * and Masanobu ITO **

ABSTRACT

This study examined the effects of relative frequency of knowledge of results (KR) and self-estimation of performance outcome on motor skill learning in adults and children. During acquisition, 40 adults and 48 third and fourth graders practiced a throwing accuracy task with either KR after every trial (100% KR) or KR after every other trial (50% KR), and either with or without self-estimation of response outcome. Following acquisition, retention tests in the absence of KR were administered at 10 min and 24 hours. Contrary to the prediction from guidance hypothesis (Young and Schmidt, 1992), there were no accuracy differences between 100% KR and 50% KR conditions during retention for either adults or children. This finding was interpreted as indicating that there may be an interaction of task difficulty and KR frequency. On the other hand, self-estimation of response outcome facilitated delayed retention performance for children, but not for adults. This finding suggests that self-estimation of response outcome is an important variable that influences children's motor learning.

* Toyosaka Elementary School, Aichi Prefecture

** Division of Living and Health Sciences, Joetsu University of Education