体育学研究, 36: 15-26, 1991.

動作の記憶の再生と再認に及ぼす多様性練習の効果
—遂行前と遂行後における情報処理活動に着目した検討—

工藤孝幾¹⁾

**The effect of variability of practice upon recall and
recognition of motor memory:
Analysis based upon the information processing activities
during pre- and post-performance**

Koki Kudo¹

Abstract

The purpose of this study was twofold, one was to examine whether the effects of variability of practice upon retention and transfer can be found not only in recall but also in recognition of motor memory. The second objective was to examine whether those effects are due to the formation of motor schemata (Schmidt, 1975) or to the contextual interference effect (Battig, 1979).

Sixty-four subjects performed a novel aiming task designed by Kudo (1989), and were randomly assigned to the following four groups. A Constant group practiced 96 trials of the same target, whereas a Random group practiced 96 trials of four different targets in a random order. The remaining two groups also practiced 96 trials of four different targets, but the practice schedules were changed. A Block 6 group practiced at one target for six trials, whereas a Block 12 group practiced at one target for 12 trials continuously. All groups were tested on new targets immediately and one week later.

The results were as follows. (1) Almost the same results were obtained in both recall and recognition measures. (2) Comparing the test performances of a Constant group with the two blocked practice groups, inconsistent results were obtained. These results suggest that "the variability of practice hypothesis" was not necessarily supported. (3) Large decrements of performance in the one week retention interval were found in the blocked practice groups, whereas the random group's decrement was very small. Moreover, the random group's performance in the transfer test was better than those of blocked groups. These results suggest that facilitation of retention and transfer by the variability of practice might be due to the contextual interference effect. (4) Programming time to perform the aiming response in practice session differed according to the practice schedule conditions. That is, the random group was the longest, while the constant group was the shortest, and the blocked groups were intermediate. These results supported Lee and Magill's (1985) interpretation of the superiority of random scheduling over the blocked scheduling.

Key words: schema theory, variability of practice, contextual interference, recall, recognition

(Japan J. Phys. Educ., 36: 15-26, June, 1991.)

1) 福島大学教育学部

〒960-12 福島市松川町浅川字直道2番地

1. *The Faculty of Education Fukushima University Matukawamachi, Fukushima (960-12)*

キーワード：スキーマ理論，練習の多様性，文脈干渉，再生，再認

I. 序 論

Schmidt²⁴⁾がスキーマ理論を公表して以来，この理論から導き出される多様性練習仮説(Moxley)¹⁹⁾を中心に，多くの検証実験が行われてきた。工藤¹⁵⁾は，このことに関する文献の多くが仮説を支持する結果を得ているものの，矛盾する結果も報告されていること，またその原因の1つが，成人を被験者とした研究において，新たなスキーマの形成を必要とする動作課題が用いられていないためであることを指摘している。また，もう1つの問題として，従来の研究が再生スキーマの検討の方に集中しており，再認スキーマの形成に関しては十分に検討されていないことも挙げている。そこで，本研究の目的の1つは，成人を被験者とし，工藤¹⁵⁾が考案した新たな動作課題を用いることによって，動作の再生と再認の2つの機能に対する多様性練習の効果について調べることである。

ところで，多様性練習の効果は，スキーマという概念以外でも説明することができる。Shea and Morgan²⁷⁾は，言語学習の領域で明らかにされた分脈干渉効果(Batting¹¹⁾)を，動作の学習において検討している。分脈干渉効果とは，練習セッションの試行相互の干渉は，練習時のパフォーマンスの低下をもたらすが，保持あるいは転移を促進するというものである。Shea and Morganは，動作課題を用い，複数の動作を1回ごとにランダムな順序で練習するランダム群(高分脈干渉条件)と，1つの動作を連続して練習してから次のパターンに移るというブロック練習群(低分脈干渉条件)とを比較し，前者の方が保持と転移で優れているという結果を報告しており，その後の研究においても同様の結果が得られている(Del Rey³⁾, Del Rey, et al.^{4),5),6)}, Gabriele, et al.^{7),8)}, Goode and Magill⁹⁾, Lee and Magill¹⁶⁾, Lee, et al.¹⁸⁾, Pigott and Shapiro²³⁾, Whitehurst and Del Rey³²⁾, Wrisberg and Mead³³⁾)。

さて，練習に多様性をもたせることが，練習時のパフォーマンスを低下させ，保持と転移を促進するという点では，スキーマ理論も分脈干渉効果も，まったく同じ結果を予想している。ただ，前者は練習のスケジュールを問題としないうのに対し，後者はそれを最も重要な要因と考えている。Lee and Magill¹⁶⁾は，コンスタント条件と比べ多様性練習条件は，練習スケジュールがランダムな場合は優れた結果が得られているが，ブロック化された場合には差がみられないと述べている。このことは，多様性練習の効果は，むしろ分脈干渉によるものであることを強く示唆しているが，その後の研究では，ブロック条件でもコンスタント条件よりは優れているという結果も報告されており(Del Rey, et al.⁶⁾, Pigott and Shapiro²³⁾, Lee, et al.¹⁸⁾, Turnbull and Dickinson²⁰⁾)，明確な結論を下すまでには至っていない。そこで本研究では，多様性と分脈干渉に富むランダム条件，多様性に富み分脈干渉の低いブロック条件，多様性と分脈干渉ともに低いコンスタント条件を設定し，またブロック条件内に，分脈干渉の程度の異なる2水準を設けることにより，以上の点に対する検討も試みる。

ところで Lee and Magill¹⁷⁾は，ブロック条件では“action plan”を受動的に想起すればいいのに対し，ランダム条件では試行度に再構成する必要がある，このような動作遂行のための事前の情報処理の違いが，保持と転移の差を生む原因となっているのではないかと考えている。Lee, et al.¹⁸⁾は，動作開始のための準備時間がブロック条件よりランダム条件の方が長いことを報告しているが，これは Lee and Magill の解釈を裏付ける1つの証拠となっている。ただ，動作遂行前の情報処理ばかりでなく，遂行後の情報処理の仕方にも条件間差があると考えられることができる。つまり，ブロック条件よりランダム条件の方が，毎回入念なKR情報の処理を行う必要がある，これもランダム条件の方が優れているという結果の原因になっている可能性がある。本研究では，Lee, et al.¹⁸⁾が調べた準備時間

図1. 実験課題を構成する装置の配置図

と同時に、KRの情報処理に関わる時間をも測定することにより、以上の点についても考察する。

II. 方 法

1. 被験者

19歳から21歳までの、右手利きの大学生男女64名を被験者とした。

2. 実験課題

図1は、本実験で用いた動作課題を構成する装置を示したものである。ディスプレイには、追跡マーク（直径5mmの白色の円）とターゲット（直径5mmの黄色の円）が表示される。追跡マークの移動する角度と距離は、被験者が保持したペンのボード上での動かし方によって決定される。ここでの課題は、ペンをボード上で適切に動かすことによって、ターゲットの中に追跡マークを正確に入れることである。

追跡マークを動かすために被験者に要求された動作は、ボード右角のスタート地点から左下方の円弧の外側まで、ある方向に、ある一定の速度で直線的にペンを動かすことである。追跡マークの移動する角度はペンの移動方向によって、また距離は速度によって決定される。このとき、追跡マークのディスプレイ上の移動距離

(Ycm)と、ボード上のペンの移動速度(Xcm/sec)とは、 $Y=0.35X$ という関係に設定された。またディスプレイ上の追跡マークの移動角度は、ボード上のペン移動方向に対して、常に左周りに20度ずれるように設定された。

ペンの動きを読み取るために、反応ボードとしてデジタイザーを使用した。デジタイザー上のペン位置の座標値はコンピュータにインプットされ、ペンの移動角度と距離が算出された。座標値の計測区間は、スタート地点から円弧までの20cmの区間の、円弧寄り15cmの区間とした。サンプリングレートを1秒間40回とし、各ポイント間ごとに角度と速度を求め、その平均値に基づいて、追跡マークの移動角度と距離が決定された。なおその際、角度の標準偏差、速度の変動係数を算出することにより、ペン移動中の方向や速さの揺れの程度を検出し、いずれか一方でも一定の基準を越えると警告音が鳴り、データがキャンセルされるようにした。基準値を設定するに当たっては、客観的な基準というものが無いので、予備実験として本研究とは異なる5人の被験者に様々な方向と速度でペン移動を行わせ、そのときの上記の変数の値を参考にして決められた（詳しくは文献15）。

表 1. 各群の練習スケジュール

群	N	練習 スケジュール			
		第 1 セット	第 2 セット	第 3 セット	第 4 セット
C	-1	4 A × 24	A × 24	A × 24	A × 24
	-2	4 B × 24	B × 24	B × 24	B × 24
	-3	4 C × 24	C × 24	C × 24	C × 24
	-4	4 D × 24	D × 24	D × 24	D × 24
B6	-1	4 A × 6, B × 6, C × 6, D × 6	A × 6, B × 6, C × 6, D × 6	A × 6, B × 6, C × 6, D × 6	A × 6, B × 6, C × 6, D × 6
	-2	4 D × 6, C × 6, B × 6, A × 6	D × 6, C × 6, B × 6, A × 6	D × 6, C × 6, B × 6, A × 6	D × 6, C × 6, B × 6, A × 6
	-3	4 B × 6, A × 6, D × 6, C × 6	B × 6, A × 6, D × 6, C × 6	B × 6, A × 6, D × 6, C × 6	B × 6, A × 6, D × 6, C × 6
	-4	4 C × 6, D × 6, A × 6, B × 6	C × 6, D × 6, A × 6, B × 6	C × 6, D × 6, A × 6, B × 6	C × 6, D × 6, A × 6, B × 6
B12	-1	4 A × 12, B × 12	C × 12, D × 12	A × 12, B × 12	C × 12, D × 12
	-2	4 D × 12, C × 12	B × 12, A × 12	D × 12, C × 12	B × 12, A × 12
	-3	4 B × 12, A × 12	D × 12, C × 12	B × 12, A × 12	D × 12, C × 12
	-4	4 C × 12, D × 12	A × 12, B × 12	C × 12, D × 12	A × 12, B × 12
R	16	(A~D) × 24 at random	(A~D) × 24 at random	(A~D) × 24 at random	(A~D) × 24 at random

A から D は 4 種類のターゲットを表わす。数字は、それぞれのターゲットの試行数を表わす。

A から D の位置は次の通り。

A : 217.5°	160mm	角度は、右水平方向を 0° とした一般角で示してある。 距離はディスプレイ上の実測値で示してある。
B : 232.5°	80mm	
C : 247.5°	120mm	
D : 262.5°	40mm	

3. 手続き

練習セッションにおける 1 回の試行の手続きは次の通りである。被験者は、ブザーによる開始の合図とともに、右手で保持したペンをボードのスタート位置の真上で構え、3 秒後に提示されるターゲット（表 1）を見てペンの移動方向と速さを決定し、すぐにペンをスタート位置につけ移動を開始した。なおペンを動かす際、ペスが円弧の外に出るまで、途中で移動方向や速度を変更しないよう、またもし変更が認められた場合には、データはキャンセルされるという注意が与えられた。被験者は、ペン移動終了直後にディスプレイに表示された追跡マークの停止位置 (KR) を確認し、すぐに左手でキーを押すことが求められた。このキー反応は、次の試行の開始の信号である。

練習セッションの効果を見るためのテストセッションにおいては、ペン移動終了直後の KR は与えられず、そのかわり左手に保持したマウスによって、追跡マークが停止したと思わ

れる地点を被験者自身に見積らせた。見積終了後、すぐにディスプレイはクリアーされ、見積に対する自信の程度の 5 段階評定尺度が表示され、被験者はマウスによっていずれかを選択した。

被験者に対する VTR による課題の説明、ディスプレイ表示と反応計測、また以下の実験スケジュールの制御等は、すべてコンピュータとその周辺装置によって行なわれた。

4. 実験計画

被験者は、表 1 に示す 4 つの練習条件に割り当てられ、それぞれ 16 名よりなる 4 群が編成された。コンスタント (C) 群は、同一のターゲットだけを用いて練習を行った。ブロック 6 (B6) 群は、4 種類のターゲットを用いて練習を行った。ただし、同一ターゲットに対して、連続 6 回練習した後、別のターゲットの練習に移行するというように、練習スケジュールに群化が施された。ブロック 12 (B12) 群は、12 回ずつの群化という点を除き B6 群と同じである。ラ

ンダム(R)群は、4種類のターゲットを6回ずつ行うという点はブロック群と同じであるが、ターゲットの提示順序は1回ごとにランダムに変えられた。ただし、同一ターゲットが2度連続しないように配慮された。なお、コンスタント群、及びブロック群の被験者は、表1に示すように4人ずつ4つのサブグループに分けられた。

全ての被験者は、24試行を1セットとし、4セット、96試行の練習を行った後、練習とは異なるターゲットで12試行のテストを2回受けた。このときのターゲットは、角度では 210° から 270° 、距離では35 mmから165 mmの範囲のそれぞれ異なる位置に設定され、それらはランダムな順序で提示された。練習セッション、テストセッションのいずれも、試行間インターバルを3秒とし、セット間インターバルを1分とした。また1回目のテストは練習終了1分後に行い(直後テスト)、2回目は1週間後に行った(保持テスト)。

本実験で用いた測度は次の通りである。練習セッションについては、6試行(1ブロック)ごとに角度と距離の絶対誤差(AE)と変動誤差(VE)を算出した。また、予告音が鳴ってから被験者がペンをボードにつけるまで、およびKRが提示されてから被験者が左手でキーを押すまでの時間の6試行ごとの平均を、それぞれプログラミング時間、KR処理時間とした。

テストセッションについては、12試行の結果より、同様にAEとVE、及びプログラミング時間を算出した。なお角度に関しては、追跡マークの停止角度からターゲット角度を引いた12試行の平均(恒常誤差・CE)も算出した。追跡マークの移動する角度が、ボード上の動作方向より左周りに20度ずれるようにしてあるので、練習効果があがるほど、この測度のプラスの値が小さくなることになる。

再認の測度としては、従来、実際の反応値と見積られた値の差の絶対値の平均(Benedetti and McCullagh²⁾, Henderson¹⁰⁾, Koch and Dorfman¹¹⁾, 工藤¹⁴⁾, Newell²⁰⁾, Newell²¹⁾,

Newell and Chew²²⁾, Wallace, et al³⁰⁾, Wallace and McGhee³¹⁾), ずれの実際の値と見積られた値との相関係数(Benedetti and McCullagh²⁾, Henderson¹⁰⁾, Koch and Dorfman¹¹⁾, Schmidt and White²⁵⁾, Schmidt and Wrisberg²⁶⁾)の2つの方法によって測られてきているが、ここでは、より多くの研究で採用されている前者の方法を用いた(EAE)。また角度については、追跡マークが停止した位置の角度から見積られた位置の角度を引いた値の12試行の平均(ECE)も算出した。ECEはちょうどCEの逆の関係になるので、練習効果があがるほどマイナスの値が小さくなることになる。また自己の見積に対する自信の評定値の12試行の平均を求め、自信得点とした。

練習セッションの測度の分析に対しては、練習要因(4群)×セット要因(4セット)×ブロック要因(4ブロック)の3要因分散分析(repeated measures on the last two factors)、テストセッションの測度の分析に対しては、練習要因(4群)×保持要因(直後テストと保持テスト)の2要因分散分析(repeated measures on the last factor)が適用された。

III. 結 果

1. 練習セッションに関して

表2は、練習セッションの各測度に対する分散分析結果を示したものである。また図2と図3は、それぞれ角度のAEとプログラミング時間の練習に伴う変化を示したものである。KR処理時間を除く全てに共通して、3つの要因の主効果及びセット要因とブロック要因の交互作用が見られた。練習要因の主効果について多重比較を行ったところ、いずれの測度においてもC群が最もよく、B6、B12群が中間に位置し、R群が最も悪いという結果であった。B6群とB12群間に有意差は認められなかった。

全ての測度でセット要因とブロック要因の交互作用がみられたので、それぞれ単純効果検定を行ったところ、いずれも、第1、第2セットでブロックの効果が有意であるのに対し、第3、

表 2. 練習期の各測度に対する分散分析結果

変 動 因	角 度						距 離						プログラミング時間			KR 処理時間		
	AE			VE			AE			VE								
	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p
練習要因(A)	32.64	3/ 60	**	74.44	3/ 60	**	30.89	3/ 60	**	44.02	3/ 60	**	11.32	3/ 60	**	0.64	3/ 60	
セット要因(B)	71.41	3/180	**	33.67	3/180	**	49.72	3/180	**	39.16	3/180	**	21.67	3/180	**	196.73	3/180	**
ブロック要因(C)	31.25	3/180	**	31.62	3/180	**	32.70	3/180	**	27.53	3/180	**	47.12	3/180	**	146.78	3/180	**
A × B	0.86	9/180		0.93	9/180		0.98	9/180		1.12	9/180		0.50	9/180		2.52	9/180	**
A × C	1.13	9/180		2.65	9/180	**	0.97	9/180		0.78	9/180		3.25	9/180	**	1.23	9/180	
B × C	13.15	9/540	**	9.08	9/540	**	14.97	9/540	**	18.00	9/540	**	12.00	9/540	**	83.78	9/540	**
A×B×C	1.28	27/540		1.29	27/540		0.59	27/540		0.91	27/540		1.67	27/540	*	2.15	27/540	**

** p<.01 * p<.05

図 2. 角度の AE の練習曲線

図 3. 練習に伴うプログラミング時間の変化

第 4 セットで有意でなくなるという結果であった。これは、練習条件に関わらず、前半に練習効果が急速に現れ、後半は定常状態になっていることを意味している。

また、角度の VE とプログラミング時間では、練習要因とブロック要因との交互作用がみられた。これは、B 12 群の場合、12 試行ずつの群化を施したのに対し、B 6 群では 6 試行を 1 ブロックとして測度を算出したことにより、ジグザグのパターン（図 3）をとったことが影響したことによるものであろう。

プログラミング時間と KR 処理時間では 2 次の交互作用が有意であったので、下位の検定を行った結果、前者では練習要因とブロック要因の交互作用（B 12 群のジグザグのパターンによる）が、第 4 セットではみられなくなるということであり、後者ではランダム群のみ、第 1 セットの第 1 ブロックで有意に遅いということであった。

2. テストセッションに関して

(1) 再生機能、及びプログラミング時間

表 3 は、2 回のテストにおける再生パフォーマンス、及びプログラミング時間の平均と標準偏差を示したものであり、表 4 は、それらに対する分散分析結果を示したものである。

角度の 3 つの測度に共通してみられるのは、練習要因の主効果が有意であるという点である。それぞれ多重比較を行ったところ、AE では C 群が最も悪く、B 6 群と R 群が最も優れており、B 12 群がこの中間に位置するということがあった。B 6 群と R 群間に差はみられなかった。また VE と CE では、C 群のみが他の 3 群より劣るという結果であった。以上の他に、AE では保持要因の主効果がみられ、全体として有意の忘却が生じていることが明らかとなった。ただし、練習要因との交互作用に有意の傾向がみられた。これは図 4 にみられるように、B 12 群が特に大きな忘却を示す傾向にあるということである。

表 3. 2 回のテストにおける各群の再生パフォーマンス, 及びプログラミング時間

群		角 度						距 離				プログラ ミング時間	
		AE		VE		CE		AE		VE			
		直後 テスト	保持 テスト	直後 テスト	保持 テスト	直後 テスト	保持 テスト	直後 テスト	保持 テスト	直後 テスト	保持 テスト	直後 テスト	保持 テスト
C 群	M	11.14	11.40	7.20	6.60	9.54	10.32	31.48	45.90	32.21	33.93	4.27	3.22
	SD	2.70	2.85	1.69	1.17	4.26	4.09	8.71	11.21	6.10	7.76	1.59	1.06
B6群	M	7.39	7.61	5.90	5.93	5.81	6.35	20.70	40.51	23.25	33.50	4.13	3.55
	SD	1.40	1.84	1.19	1.44	3.51	3.35	7.45	12.62	6.20	10.18	1.47	1.10
B12群	M	8.30	10.11	5.77	6.35	5.44	6.19	27.05	36.74	31.25	34.65	3.78	2.84
	SD	2.81	3.29	1.37	1.47	5.51	5.53	9.63	14.61	9.68	11.38	1.84	1.08
R 群	M	7.48	7.63	5.60	6.12	5.03	4.42	25.95	27.74	23.37	26.30	3.57	3.23
	SD	3.15	2.98	1.40	1.60	4.93	5.63	9.21	11.13	7.40	6.24	0.95	1.23

表 4. 2 回のテストにおける再生パフォーマンス, 及びプログラミング時間に対する分散分析結果

変動因	角 度						距 離						プログラ ミング時間		
	AE		VE		CE		AE		VE						
	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p
練習要因	8.29	3/60	**	2.74	3/60	*	3.82	3/60	**	5.16	3/60	**	6.54	3/60	**
保持要因	4.97	1/60	*	0.40	1/60		0.93	1/60		30.45	1/60	**	10.69	1/60	**
交互作用	2.53	3/60	+	1.78	3/60		0.78	3/60		3.34	3/60	*	2.54	3/60	+

** p<.01 * p<.05 +p<.10

図 4. 直後テストと保持テストにおける角度の AE

図 5. 直後テストと保持テストにおける距離の AE

ある。

次に距離の 2 つの測度についてみると, 両測度とも練習要因と保持要因の主効果が有意であった。AE で交互作用が有意であったので, 単

純効果検定と多重比較を行ったところ, R 群においては忘却がみられず, 他の 3 群では有意の忘却がみられるという結果であった。また, 図 5 に示すように, 直後テストでは群間差は見られず, 保持テストでは R 群のみが他の 3 群より

表 5. 2 回のテストにおける各群の再認パフォーマンス

群		角 度				距 離		自信得点	
		EAE		ECE		EAE			
		直後テスト	保持テスト	直後テスト	保持テスト	直後テスト	保持テスト	直後テスト	保持テスト
C 群	M	11.06	12.41	-9.69	-11.34	26.16	40.00	3.09	2.90
	SD	2.34	2.49	3.34	3.30	12.60	17.29	0.46	0.72
B6群	M	7.28	7.71	-4.53	-6.21	26.81	41.52	3.16	2.77
	SD	2.17	2.25	3.06	3.02	8.04	17.81	0.67	0.51
B12群	M	7.93	10.21	-4.13	-7.29	24.84	39.24	3.09	2.65
	SD	2.84	3.23	4.71	5.17	11.37	16.97	0.73	0.65
R 群	M	6.98	8.41	-4.78	-4.43	21.92	27.75	3.07	2.76
	SD	1.36	2.68	2.22	3.66	12.44	12.38	0.39	0.70

表 6. 2 回のテストにおける再認パフォーマンスに対する分散分析結果

変動因	角 度						距 離			自信得点		
	EAE			ECE			EAE					
	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p
練習要因	13.65	3/60	**	10.36	3/60	**	2.78	3/60	*	0.18	3/60	
保持要因	16.60	1/60	**	13.61	1/60	**	31.78	1/60	**	15.29	1/60	**
交互作用	1.27	3/60		3.02	3/60	*	1.01	3/60		0.42	3/60	

** p<.01 * p<.05

優れているという結果であった。また VE の練習要因の主効果に対して多重比較を行ったところ、C 群と B12 群が最も劣り、B6 群がこれに続き、R 群が最も優れているという結果であった。また保持要因の主効果が有意であったということは、全体として有意の忘却がみられたということである。ただし、ここでも交互作用に有意の傾向がみられた。それは、B6 群において特に顕著な忘却がみられるということである。

プログラミング時間では、保持要因のみが有意であり、保持テストの方が時間が短いという結果であった。

(2) 再認機能

表 5 は、2 回のテストにおける再認パフォーマンスの平均と標準偏差を示したものであり、表 6 はそれらに対する分散分析結果をまとめたものである。

自信得点を除き、他の 3 つの再認機能に関わ

図 6. 直後テストと保持テストにおける角度の ECE

る測定では、練習要因と保持要因の主効果が有意であった。多重比較の結果、角度の EAE と ECE (図 6) では、C 群のみが他の 3 群より有意に劣るという結果であり、距離の EAE (図 7)

図7. 直後テストと保持テストにおける距離のEAE

ではR群のみが優れているという結果であった。また、保持要因の主効果の意味は、全体として有意の忘却がみられるということである。ただし、角度のECEにおいて交互作用が有意であったので、単純効果検定を行ったところ、R群だけは忘却がみられず、他の3群では有意の忘却がみられるという結果であった(図6)。自信得点においては、保持要因のみが有意であり、これは再テストまでの間に再認に対する確信度が低下することを示すものである。

IV. 考 察

練習セッションでは、C群のパフォーマンスが最も優れ、R群が最も悪く、2つのブロック群が中間に位置するという結果であり、プログラミング時間では、C群が最も短く、R群が最も長く、2つのブロック群がこれらの中間に位置するという結果であった。分脈干渉の程度の違う2つのブロック群間に、パフォーマンスの明確な差はみられなかったが、プログラミング時間においては、第4セットを除くすべてのセットで、B6群に比べB12群は第2、第4ブロックにおけるプログラミング時間の短縮がみられた。練習セッションにおけるこれらの結果は、多様性練習仮説あるいは分脈干渉効果を調べるための前提条件がほぼ満たされたことを意味している。KR処理時間では、第1セットの第1ブロックでR群のみが遅いということ以外、練習条件による相違はみられなかった。練習セッ

ションにおける以上のような群間差を前提にして、以下にテスト時のパフォーマンスの結果について考察する。

まず、単に練習に多様性をもたせるだけでも、転移と保持に対して促進効果がみられるかを調べるために、分脈干渉という点では大きな差はなく、多様性という点において異なるB12群とC群の結果を比較してみる。角度に関しては、再認、再生ともに、いずれのテストにおいてもB12群の方がC群より優れているという結果が得られた。これに対し、B12群の方が保持において、C群より優れていることを示す結果は得られなかった。このことは、再生と再認ともに、角度の側面では多様性練習による転移に対する促進効果を確認することはできたが、保持に対する促進効果の方は確認できなかったことを意味している。一方、距離に関しては、再生と再認ともに、テスト時期に関わらずいずれにおいてもB12群とC群間に差はみられなかった。このことは、角度とは異なり、距離においては多様性練習仮説における転移と保持の促進効果のいずれもが支持されなかったことを意味する。

角度と距離で、このような結果の相違が見られたことに対しては、次のように解釈することができる。今回の動作課題では、動かした方向に対して結果が常に20度同一方向にずれるというものであった。これは、一旦ずれの程度がわかれば、あとはどの方向のターゲットに対しても、被験者は容易に対応できたと考えることができる。このように、動作と動作結果との間に、既にしっかりとした対応関係ができており、その関係の修正法則を見つけることが主な学習内容となっている場合にのみ、多様性練習仮説が支持されるのではないかと考えられる。

つぎに、分脈干渉の影響を調べるために、多様性において等しく、分脈干渉の程度において異なるR群、B6群、及びB12群の結果を比較すると、角度と距離とに関わらず、再生と再認のいずれにおいても比較的一貫した結果が得られた。すなわち、R群だけはほとんどの測度に

において忘却が生じなかったのに対し、B 12 群と B 6 群では有意の忘却が生じたのである。距離の VE では、C 群と B 12 群に忘却は生じていないが、それは、この測度では練習による向上が、これらの 2 群であまり見られなかったためと考えられる。また、2つのブロック練習群の保持に関する結果をみると、大きな差はみられないが、角度の AE では、B 6 群は B 12 群より優れ、R 群に匹敵する成績を示している。以上の結果は、分脈干渉が強いほど、保持に対する促進効果があることを示しているものと考えられる。

また、分脈干渉による転移に対する促進効果を調べるために、直後テストにおける R 群と 2つのブロック群の成績を比較してみると、R 群は距離の VE と EAE では 2つのブロック群より優れており、角度の AE では B 12 群より優れていた。また 2つのブロック群間では、角度の AE と距離の VE で B 6 群の方が B 12 群より優れていた。これらは、保持に対する促進効果ほど明確ではないが、分脈干渉は転移に対しても促進的に作用することを示している。

最後に、2回のテストにおけるプログラミング時間について考察する。直後、保持いずれのテストセッションにおいても、プログラミング時間の群間差はみられなかった。このことは少なくとも、練習条件の相違が転移課題遂行のためのプログラミング時間には影響しないこと、またプログラミングの時間の長さそのものは、動作の正確性には影響しないことを示すものである。Lee, et al.¹⁸⁾は、練習セッション、テストセッションともに準備時間（今回のプログラミング時間に相当）に条件差がみられたと報告しているが、以上の結果は、テストセッションに関しては明らかに異なっている。一方工藤は^{12),13),15)}、一定の経験を積んだ動作においては、プログラミングの時間的な長さは動作の正確性に影響しないことを示しているが、今回の結果はこれらと共通している。ところで、Lee, et al.の研究では準備時間が計測されることは被験者にいっさい知られていないのに対し、本研究では実験装置の配置の関係上、ターゲット

提示から反応開始までの時間が計測されていることが、被験者にはわかるようになっている。このような違いが、テストセッションにおける結果の相違の原因になっているのではないかと考えられる。

プログラミング時間に関しては更に、保持インターバルによって短縮するという結果が得られた。これとテスト時のパフォーマンスの結果とを対応させると、動作の忘却が生じることと、プログラミング時間が短縮することの間になんらかの関係があることが想像される。すなわち、入念なプログラミングは、プログラミングすべきものがある程度はきりきりしていてこそ意味があるのであって、プログラミングの材料が曖昧になれば、いくら時間をかけても無駄な努力となる。被験者のこのような認識が、保持テストの動作開始時間に影響したものと思われる。

V. ま と め

全体的に見ると、再生と再認においてきわめて類似した結果が得られた。したがって、その原因は別としても、練習に多様性をもたせること、あるいはスケジュールを変えることは、再生と再認それぞれにほぼ同様の効果をもたらすといっていよう。

さて、今回の結果から、多様性練習仮説を明確に支持する結果を得ることはできなかった。唯一、転移の促進効果に関しては、角度に関する測度において検証されたに過ぎない。

これに対して、分脈干渉による影響については、ある程度明確な結果が得られた。練習の多様性において等しく、分脈干渉の程度の異なる 3 群の比較を要約すれば、R 群が直後、保持テストいずれにおいても 2つのブロック練習群より優れており、しかもほとんどの測度において忘却がみられなかったのに対し、2つのブロック練習群ではコンスタント条件と同様の忘却がみられたということである。また分脈干渉の程度の異なる 2つのブロック練習群間にも、明確ではないが、予想されるような方向での差がみられた。本研究で得られた以上の結果は、多様

性練習による転移と保持に対する促進効果は、主として練習スケジュールによる分脈干渉によって生じたものであることを強く示唆している。

さて、今回はプログラミング時間、KR 処理時間の両方を測定したが、前者に関しては、練習セッションにおける時間が長いほど、保持において優れているという結果であった。このことは、分脈干渉による動作遂行前の試行ごとのプログラミングが、動作の保持と転移を促進するという Lee, et al.¹⁸⁾の考えかたを支持している。これに対し、KR 処理時間については明確な結果は得られなかった。

ところで、今回の実験も含め、これまでの実験では、分脈干渉による事前の情報処理の仕方は、練習スケジュールの違いによって間接的に操作しているに過ぎない。今回のように反応時間をとることは、これらの実験操作の客観化の 1 つの方法ではあるが、明確な結論を得るためには、より直接的な実験操作を工夫する必要があるだろう。また、KR 処理時間については明確な結果は得られなかったが、練習のごく初期ではあるが、R 群のみが他の 3 群よりも KR 処理時間が長いという結果が得られている。また最近、動作終了後の情報処理活動と保持との関係についても積極的に分析されるようになってきていることなどから (Swinnen)²⁸⁾、KR 処理をも含めたこれらの情報処理活動が動作の習得に与える影響について、今後更に検討する必要があると思われる。

引用・参考文献

- 1) Battig, W.F., "The flexibility of human memory," in Cermak, L.S. and Craik, F.I.M. (Eds.), *Levels of processing and human memory*, N.J. Hillsdale, Erlbaum: 1979. pp. 23—44.
- 2) Benedetti, C. and McCullagh, P., "Post-knowledge of results delay: Effects of interpolated activity on learning and performance," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58: 375—81, 1987.
- 3) Del Rey, P., "Effects of contextual interference on the memory of older females differing in levels of physical activity," *Perceptual and Motor Skills*, 55: 171—80, 1982.
- 4) Del Rey, P., Whitehurst, M. and Wood, J.M., "Effects of experience and contextual interference on learning and transfer by boys and girls," *Perceptual and Motor Skills*, 56: 581—82, 1983.
- 5) Del Rey, P., Wughalter, E., Du Bois, D. and Carnes, M.M., "Effects of contextual interference and retention intervals on transfer," *Perceptual and Motor Skills*, 54: 467—76, 1982.
- 6) Del Rey, P., Wughalter, E.H. and Whitehurst, M., "The effects of contextual interference on females with varied experience in open sport skills," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53: 105—15, 1982.
- 7) Gabriele, T.E., Hall, C.R. and Buckolz, E.E., "Practice schedule effects on the acquisition and retention of a motor skill," *Human Movement Science*, 6: 1—16, 1987.
- 8) Gabriele, T.E., Hall, C.R. and Lee, T.D., "Cognition in motor learning: Imagery effects on contextual interference," *Human Movement Science*, 8: 227—45, 1989.
- 9) Goode, S. and Magill, R.A., "Contextual interference effects in learning three badminton serves," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57: 308—14, 1986.
- 10) Henderson, S.E., "Predicting the accuracy of a throw without visual feedback," *Journal of Human Movement Studies*, 1: 183—89, 1975.
- 11) Koch, C.G. and Dorfman, P.W., "Recall and recognition processes in motor memory: Effects of feedback and knowledge of results delay," *Journal of Motor Behavior*, 11: 23—34, 1979.
- 12) 工藤孝幾「動作の困難性と反応の遅れ」福島大学教育学部論集, 37: 43—52, 1985.
- 13) 工藤孝幾「パリスティック動作におけるプログラミング時間と反応の正確性との関係」福島大学教育学部論集, 40: 25—32, 1986.
- 14) 工藤孝幾「動作プログラムの調整ミス: 範囲効果の検討」体育の科学, 37: 129—33, 1987.
- 15) 工藤孝幾「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, 46: 1—16, 1989.
- 16) Lee, T.D. and Magill, R.A., "The locus of contextual interference in motor skill acquisition," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9: 730—46, 1983.
- 17) Lee, T.D. and Magill, R.A., "Can forgetting facilitate skill acquisition?" in Goodman, D., Wilberg, R.B. and Frnks, I. (Eds.), "Differing

- perspectives in motor learning, memory, and control," North-Holland : Amsterdam, 1985. pp. 13—22.
- 18) Lee, T.D., Magill, R.A. and Weeks, D.J., "Influence of practice schedule on testing schema theory predictions in adults," *Journal of Motor Behavior*, 17 : 283—99, 1985.
 - 19) Moxley, S.E., "Schema : The variability of practice hypothesis," *Journal of Motor Behavior*, 11 : 65—70, 1979.
 - 20) Newell, K.M., "Knowledge of results and motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 6 : 235—44, 1974.
 - 21) Newell, K.M., "Visual flight feedback as a determiner of motor response recognition," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 46 : 235—42, 1975.
 - 22) Newell, K.M. and Chew, R.A., "Recall and recognition in motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 6 : 245—53, 1974.
 - 23) Pigott, R.E. and Shapiro, D.C., "Motor schema : The structure of the variability session," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55 : 41—45, 1984.
 - 24) Schmidt, R.A., "A schema theory of discrete motor skill learning," *Psychological Review*, 82 : 225—60, 1975.
 - 25) Schmidt, R.A. and White, J.L., "Evidence for an error detection mechanism in motor skills : A test of Adams' closed-loop theory," *Journal of Motor Behavior*, 4 : 143—53, 1972.
 - 26) Schmidt, R.A. and Wrisberg, C.A., "Futher tests of Adams' closed-loop theory : response-produced feedback and the error detection mechanism," *Journal of Motor Behavior*, 5 : 155—64, 1973.
 - 27) Shea, J.B. and Morgan, R.L., "Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill," *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 5 : 179—87, 1979.
 - 28) Swinnen, S., "Post-performance activities and skill learning," in Meijer, O.L.G. and Roth, K. (Eds.), "Complex movement behavior : 'The' motor-action controversy," North-Holland : Amsterdam, 315—38, 1988.
 - 29) Turnbull, S.D. and Dickinson, J., "Maximizing variability of practice : A test of schema theory and contextual interference theory," *Journal of Human Movement Studies*, 12 : 201—13, 1986.
 - 30) Wallace, S.A., DeOreo, K.L. and Roberts, G.C., "Memory and perceptual trace development in ballistic timing," *Journal of Motor Behavior*, 8 : 133—37, 1976.
 - 31) Wallace, S.A. and McGhee, R.C., "The independence of recall and recognition in motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 11 : 141—51, 1979.
 - 32) Whitehurst, M. and Del Rey, P., "Effects of contextual interference, task difficulty, and levels of processing on pursuit tracking," *Perceptual and Motor Skills*, 57 : 619—28, 1983.
 - 33) Wrisberg, C.A. and Mead, B.J., "Developing coincident timing skill in children : A comparison of training methods," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54 : 67—74, 1983.

(平成 2 年 9 月 19 日 受付)