

# Practice Variability の構造に関する研究

森 司朗\*, 杉原 隆\*\*

## The Study on the Structure of Practice Variability

Shiro MORI\*, Takashi SUGIHARA\*\*

### Abstract

The purpose of this study was to examine the structure of the practice variability in motor learning. The structure of the practice variability were also analyzed with reference to two viewpoints: one is the aspect of quality of passive or possitive, whether a stopper is fixed on a distance for the target or not, other is the aspect of quantity of variabilies.

Subjects were 60 general undergraduate students, which were 30 males and 30 females. The task administered is to recall the distance from left to right in right arm linear movement with the linear positioning task. Number of learning trails were 40, pretest trials were 15, and post test trials were 15. Subjects were randomly assigned to six groups according to learning conditions:

- (1) Target only group (stopper)
- (2) Low variability group (stopper)
- (3) High variability group (stopper)
- (4) Target only group (no stopper)
- (5) Low variability group (no stopper)
- (6) High variability group (no stopper)

The results were as follows;

- 1, As a whole, with respect to the both pretest trials and posttest trials, there were no singnificant in two factors, which were quality and quantity of the variables. The results didn't support the assumpte of this study.
- 2, In this study which used adult as subject and with the stopper, as the past studies practiced a fixed distance with the stopper, there were no significant between variability groups and constant group. The result of practice variability with the stopper tended to be superior to constan group, but this saggested to be in agreement with the past views which disappeared the effect of practice variability in compared with child.
- 3, In respect with the quality on the structure of practice variability, this study saggested

---

\* 鹿屋体育大学 National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Kagoshima, Japan

\*\* 東京学芸大学 Tokyo Gakugei University, Tokyo, Japan

that constant group without stopper was similar in effect learning to practice variability, because this group practiced a given distance in trial and error.

KEY WORDS: *Practice variability, Schema, Motor learning*

## 目 的

最近の代表的な運動学習の理論の1つとしてSchmidtが提唱したSchema理論がある。<sup>8)</sup>この理論は、初期条件(initial condition), 反応明細(response specification), 感覚経過(sensory consequence), 反応結果(response outcome)の4つの情報源から形成される、抽象的なルールとしての運動schemaを想定している。この運動schemaは、再生schemaと再認schemaから構成されており、運動学習が進むにつれて、このschemaが獲得され、強化されていくとするものである。<sup>8)</sup>

これまでに、このschema理論に対しては、数多くの検証実験が行われ、その理論を支持する多くの結果が得られている(Kerr and Booth,<sup>1),2)</sup> Williams and Rodney,<sup>11)</sup>長山,<sup>4)</sup>Magil and Reeve, 筒井, 杉原<sup>10)</sup>。しかし、逆に、いくつかの問題点もあげられている。この問題の1つとして、この理論の特徴の1つである多様性練習(Practice Variability)における構造の問題が考えられる。Schmidtは、彼の理論の中で、“schemaの強度は多様性の正の関数である”と述べられるにとどまっている。すなわち、このことは、多様性が増大すれば、それに伴って抽象的な運動のルールであるschemaの強度が強くなっていくというものである。ところが、この表現はあまりにも概略的なものであり、具体的な多様性の範囲については、なにも述べられていない。この点に関して、タイミング課題を用いたNewell and Shapiro,<sup>5)</sup>エラー経験の有無について検討したParther,<sup>6)</sup> Linear-Positioning課題を用いたMagill and Reeve, 長山,大筋系の課題を用いた筒井, 杉原らも同様の指摘をしている。つまり、彼らは、多様性練習の効果を多様性の正の関数と考えるよりはむしろ、より適切な多様性の構造において、多様性練習の効果がより効果的に発揮されるのではないかと考え、Schmidtのこの

様な考えについては支持的な限界があると報告している。

また、Williams and Rodneyらのように、従来のLinear Positioning課題を使用した実験では、ストッパーによって、厳密に距離を固定し、受動的な形で多様性練習の効果を検討している。しかしながら、学習者が自分自身の持っている再認schema(recognition schema)にもとづいて反応していると考えられるならば、ストッパーによって距離を厳密に限定せずに自らのschemaを受動的でなく、むしろ、能動的に構成する方法で学習させた方が、学習者にとっては、より効果的ではないかと考えられることができる。

そこで、本研究においては、以上のことを踏まえて、Linear Positioning課題を用いて、多様性の構造に関して、ストッパーによって距離を固定するか、しないかという、受動的、能動的な質的面と、課題を学習させる時の多様性の量的面の2つの側面から問題にし、さらには、多様性の把持効果についての仮説にも検討を加えた。

## 方 法

### 1, 期 間

昭和60年11月～1月

### 2, 被 験 者

体育科, 美術科, 音楽科を除く右利きの運動部に所属しない一般学部学生60名(男女各30名)

### 3, 課 題

アイマスクを用いて、視覚遮断状態にして左から右へ右腕直線運動における距離再生を行わせた。

### 4, 装 置

Williams and Rodneyらの使用したのと同様のLinear Positioning課題

### 5, 練習試行の実験計画

本研究においては、多様性要因3水準、ストッパー要因2水準の2要因の実験計画法に基づいて、

被験者をランダムに6群に振り分けた。実験条件は、ストッパーで距離を固定する、ストッパー有り条件と、ストッパー無し条件の2つに大きく分けられた。さらに、各条件内で、規準のみを学習するT.O.群(35cm±0)、4種類の長さ(35cm±2, ±4)を学習するLow Variability群であるV.4群、8種類の長さ(35cm±2, ±4, ±6, ±8)を学習するHigh Variability群であるV.8群に分けられた(表1)。

Table 1. The design of practice

	ストッパー有り	ストッパー無し
Target Only	ST0	T0
Low Variability	SV4	V4
High Variability	SV8	V8

練習試行は、Linear Positioningにおけるシーリング効果について検討を行った予備実験の結果を参考にして、第1セッション30試行、第2セッション10試行の合計40試行とした。また、第1セッションと第2セッションの間には、3分間の休息をさせた。また、多様性の数が4つのV.4群では、1つの距離を連続で10試行ずつ学習させ、多様性の数が8つのV.8群では、1つの距離を連続で5試行ずつ学習させた。さらに、2つの多様性練習群においては、学習の順序効果の影響を除くために、各群の半分の人数は上昇系列で、残りの半分は下降系列で学習するように計画された。

#### 6. テスト試行の実験計画

テスト試行として、35cmの基準距離を5試行と練習条件の外側に設定した22cmと48cmの転移課題をそれぞれ5試行ずつの合計15試行を、ストッパーで距離を固定せずに、練習試行と同様の視覚遮断状態で行った。

#### 7. 把持試行の実験計画

把持試行としては、一週間の把持効果を見るために、テスト試行と同一の試行を一週間後におこなった。

#### 8. 得点化

得点については、テスト試行と把持試行の両方において、絶対誤差を用い、各距離での5試行の

平均絶対誤差を各課題における得点とし、その得点に基づいて分析を行った。

## 結果と考察

テスト課題と把持課題についての各条件群の結果は、表2、表3に示す通りであった。

そこで、多様性要因3水準とストッパー要因2水準の2要因の分散分析を行った結果、各要因の主効果、要因間の交互作用は有意ではなかった。しかし、ストッパー有りの場合と、ストッパー無しの場合では、多様性練習群と単一練習群の各群において異なった結果を示した。そこで各試行別に検討してみた。

#### 1. テスト試行に関して

ストッパー有りの場合は、35cmの基準課題において単一練習群(T.O.)と、2つの多様性練習群(V.4, V.8)の各主効果は有意ではなかった。この結果は、基準課題に関して基準距離のみを練習した単一練習の効果の優位性を支持しておらず、従来のPractice Variabilityの効果を消極的に支持する結果が得られた。また、22cmと48cmの転移課題においては、単一練習群であるT.O.より、2つの多様性練習群であるV.4, V.8のほうが少ない誤差で距離の再生をしてはいたが、各条件間の主効果は有意ではなく、直接的には多様性練習(Practice Variability)の効果を支持してはいなかった。

そこで、表4に示したように、単一練習群T.O.の平均絶対誤差と2つの多様性練習群、V.4, V.8をあわせた平均絶対誤差についてのT検定を行ったところ、22cmの転移課題において、V.4, V.8をあわせた多様性練習群のほうが、単一練習群であるT.O.よりも1%水準で有意に誤差が少ないという結果が得られた。これらの結果は、2要因の分散分析においては、主効果は有意ではなかったものの、Linear Positioning課題を用いて、ストッパーで距離を固定させて実験を行った、Williams and Rodneyらや長山の検証研究と同様に、Schmidtのschema理論の多様性練習の効果を支持する傾向を示している。

ストッパー無しの場合も、35cmの基準課題において、主効果、交互作用が有意ではなかった。し

Table 2. The results of test trials (the average scores of absolute errors on each task)

課 提	35cm (基準)			22cm (転移課題内)			48cm (転移課題外)					
	T.O.	V.4	V.8	全体	T.O.	V.4	V.8	全体	T.O.	V.4	V.8	全体
多 様 性												
ス ト ッ パ ー 有 り (cm)	2.88 (1.76)	3.02 (1.89)	3.23 (1.89)	3.05	4.04 (1.79)	2.49 (1.32)	2.60 (1.51)	3.04	4.92 (3.43)	4.50 (1.88)	3.22 (1.84)	4.21
ス ト ッ パ ー 無 し (cm)	1.32 (0.82)	2.90 (1.22)	2.74 (1.50)	2.32	2.70 (1.30)	3.74 (1.79)	2.85 (1.84)	3.10	4.18 (2.87)	2.48 (1.31)	3.25 (1.36)	3.30
全 体 (cm)	2.10	2.96	2.99	2.68	3.37	3.11	2.73	3.07	4.55	3.49	3.23	3.76

Table 3. The results of retention trials (the average scores of absolute errors on each task)

課 題	35cm (基準)			22cm (転移課題内)			48cm (転移課題外)					
	T.O.	V.4	V.8	全体	T.O.	V.4	V.8	全体	T.O.	V.4	V.8	全体
多 様 性												
ス ト ッ パ ー 有 り (cm)	5.25 (1.93)	4.07 (2.23)	4.98 (2.85)	4.76	3.76 (2.44)	3.41 (2.04)	4.02 (1.89)	3.73	6.03 (4.94)	5.26 (3.28)	5.66 (4.26)	5.65
ス ト ッ パ ー 無 し (cm)	3.22 (2.27)	3.75 (1.81)	5.66 (2.65)	4.21	3.47 (2.51)	2.69 (1.65)	3.82 (2.02)	3.33	4.00 (1.77)	6.86 (4.97)	5.85 (3.09)	5.58
全 体 (cm)	4.23	3.91	5.32	4.49	3.62	3.05	3.92	3.53	5.01	6.07	5.75	5.61

かし、ライヤン法を用いて、S.T.O, S.V.4, S.V.8の間の多重比較を行ったところ、S.T.OとS.V.4, T.OとS.V.8の間に5%水準で有意な差が検出された。

Table 4. The diferces of mean scores between constant group (STO) and practice groups (SV4, SV8) with stopper

試行	課題	単一練習群	多様性群	差	t-値
テスト試行	35cm	2.88	3.13	0.25	-0033
	22cm	4.04	2.55	1.49	2.37**
	48cm	4.92	3.86	1.06	1.04
把持試行	35cm	5.25	4.52	1.33	0.75
	22cm	3.76	3.72	0.04	0.05
	48cm	6.03	5.46	0.57	0.34

\*\*...p<0.01

Table 5. The diferces of mean scores between constant group (TO) and practice groups (V4, V8) with no stopper

試行	課題	単一練習群	多様性群	差	t-値
テスト試行	35cm	1.32	2.82	1.50	-3.10**
	22cm	2.70	3.29	0.59	-0.88
	48cm	4.18	2.86	1.32	1.64
把持試行	35cm	3.22	4.70	1.48	-1.54
	22cm	3.47	3.26	0.21	0.25
	48cm	4.00	6.37	2.37	-1.65*

\*\*...p<0.01

また、表5に示すように、単一練習群S.T.Oと2つの多様性練習群、S.V.4, S.V.8を合わせた2グループの平均絶対誤差についてT検定をおこなったところ、1%水準で有意な差が検出された。この結果は、単一練習群のほうが、多様性練習群よりも、より正確に距離を再生していることを示しており、多様性練習の効果とは相反する結果を示している。さらに、22cmの転移課題においても、主効果は有意ではなかったが、単一練習群のほうが多様性練習群よりも少ない誤差で課題を行っており、やはり多様性練習の効果を支持しない傾向を示した。これらの結果は、ストッパーで距離を固定しないために、指定された距離の周辺を試行

錯誤で学習するために、そのような試行錯誤学習を行うこと自体が、多様性練習と同様の練習条件ではないかと推測される。この点については、35cmの基準課題においてストッパーのあるT.O群とストッパーの無いS.T.O群の間の単純効果には有意な差は検出されなかったが、1,5cmもストッパー無しの条件のほうが、誤差が少なかった点からも推測される。この結果は、単一練習群(基準課題)と多様性練習群に、試行錯誤で課題を学習させたところ、単一練習群が、多様性練習群よりも、転移、把持の両課題で有利であったと報告した、Pease and Rupnow<sup>7)</sup>の結果と一致するものであった。しかしながら、48cmの転移課題においては、主効果は有意でないものの、単一練習群よりも2つの多様性練習群のほうが誤差が少なく、従来の多様性練習の効果の傾向を示していた。このように、22cmと48cmの2つの転移課題に関して多様性練習の効果に違いが認められた。この結果は、22cmと48cmという長さについての運動経験の違いによるものではないかと予想されるが本研究では明確にはされなかった。

## 2. 把持試行に関して

テスト試行での得点を共変量として、ストッパー要因2水準と多様性要因3水準の2要因の共分散分析を行った。その結果、各要因の主効果、要因間の交互作用ともに有意ではなかった。しかし、ストッパーの有無によって以下のような異なった結果がえられた。

ストッパー有り条件では、各課題において、多様性練習群のV.4が最も誤差が少なかった。ところが、ストッパー無し条件においては、基準課題と48cmの転移課題において、単一練習群であるT.O.が最も誤差が少なく、22cmの転移課題では、V.4群が最も誤差が少ないことが示された。さらに、表5に示すように、2つの多様性練習群、V.4, V.8を合わせた平均絶対誤差得点と単一練習群であるT.O.の平均絶対誤差得点の間でT検定を行ったところ、48cmの転移課題において5%水準で、単一練習群であるT.O.の絶対誤差が有意に少ないことが認められた。

## 結 語

本研究においては、運動学習における多様性練習の構造と、把持効果について検討するために、Linear Positioning課題を用いて実験が行われた。

以下のような結果が得られた。

1, 全体としては、テスト試行、把持試行に関して、多様性の構造の質的側面であるストッパーの有無と量的側面である各多様性の数の2要因に有意な主効果は認められなかった。この結果は、本研究の仮説を支持するものではなかった。

2, ストッパー有り条件では、おとなを被験者として求めた本研究においても、ストッパーで距離を固定して行われた過去の研究と同様に、多様性練習優位の傾向を示す結果は得られているが、多様性練習群と単一練習群の間には有意な差は検出されなかった。このことは、被験者がおとなであった場合は、子どもを被験者として使った場合よりも多様性練習の効果が現れにくいという過去の見解(Shapiro<sup>9)</sup>)と一致するものだと考えられる。

3, 多様性練習の構造における質的側面に関して、ストッパー無し条件の試行錯誤学習における単一練習群は、ストッパー有り条件の単一練習群とは異なり、一つの指定された距離を試行錯誤で学習すること自体が、多様性練習と同様の学習効果があるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- 1) Kerr, R. and Booth, B.: Skill acquisition in elementary school children and schema theory, *Psychology of Motor Behavior and Sport*, 2: 243-47, 1977.
- 2) Kerr, R. and Booth, B.: Specific and varied of motor skill, *Perceptual and Motor Skills*, 46: 395-401, 1978.
- 3) Magil, R. A. and Reeve, T. G.: Variability of prior practice in learning and retention of a model motor response, *Perceptual and Motor Skills*, 46: 107-110, 1978.
- 4) 長山くるみ: 練習の多様性の効果の検討, 筑波大学卒業論文, 1979.
- 5) Newell, K. M. and Shapiro, D. C.: Variability of practice and transfer of training, *Journal of Motor Behavior*, 8: 233-43, 1976.
- 6) Parther, D. C.: Trial-and-error versus errorless learning: training, transfer, and stress, *American Journal of Psychology*, 84: 377-386, 1971.
- 7) Pease, D. G. and Rupnow, A. A.: Effects of varying force production in practice schedules of children learning a discrete motor task, *Perceptual and Motor Skills*, 57: 275-282, 1983.
- 8) Schmidt, R. A.: The schema theory of discrete motor skill Learning, *Psychological Review*, 82: 25-60, 1975.
- 9) Shapiro, D. C. and Schmidt, R. A.: The schema theory: recent evidence and developmental implications, in Kelso, J. A. S. and Clark, J. E. (Eds.), *The development of movement control and co-ordination*, John Wiley and Sons Publisher: New York, 1982. pp. 113-50.
- 10) 筒井清次郎・杉原 隆: 運動学習における練習の多様性効果に関する研究, *体育学研究*30-4: 263-271, 1986.
- 11) Williams, I. D. and Rodney, M.: Intrinsic feedback interpolation and closed-loop theory, *Journal of Motor Behavior*, 10: 25-36, 1978.