

回転追跡技能学習における
Symbolic movementを伴った
イメージ・リハーサルの効果について

The Effects of Image Rehearsal with a Symbolic
Movement on Learning Pursuit Rotor Skill

猪俣 公 宏*¹ 妹尾 江 里 子*¹

Kimihiro INOMATA*¹ and Eriko SENOH*¹

The role of image rehearsal with symbolic movement in learning pursuit rotor task was examined by comparing subjects' performance of the skill and scores on vividness of imagery for the skill under five different experimental conditions. These were named as control 1(CON1) and 2(CON2), physical practice(PP), and image rehearsal with symbolic movement 1(IR1) and 2(IR2). Seventy five male students were divided into the five equal groups, 15 for each group.

Firstly, all subjects were administered pre-test (five 30 sec-trials with 30 sec-intertrial intervals) on the pursuit rotor task, and then the subjects were engaged in five different training conditions. During training periods, the subjects of CON2 were given a rest and CON1 were given a mental task which was irrelevant to the skill. The subjects of IR1 were required to rehearse mentally with a symbolic hand movement by seeing the target rotation, while ones of IR2 were asked to do in the same way except closed eyes. The subjects of PP were given actual practice (ten 30 sec-trials with 30 sec-intertrial intervals) on the task.

Finally, all subjects were administered post-test and retention-test under the same conditions as to the pre-test.

The vividness of imagery test consists of the four items, which were assumed to measure the vividness of visual and kinesthetic image. It was administered three times, during pre- post- and retention-test periods.

As the main results, in the pre-test no significant differences on performance scores was detected among the five groups, while in the post-test the performances of PP were significantly greater than the other four groups. The performances for both image rehearsal (IR1 and 2) during the training were not significantly differed from the two control groups.

On the other hand, on the scores of imagery test, it was detected that the vividness of visual and kinesthetic image for PP and IR1 in the post-test was significantly greater than the two control groups.

Furthermore, concerning the correlation between the performance and the vividness of image, relatively high correlations were detected for PP but not for IR1 and 2.

It was appeared that although "performing" the skill was imaged in an image rehearsal with symbolic movement, characteristics of the image were essentially different from the actual performance in physical practice, as far as in the early phases of learning a motor skill.

はじめに
運動技能学習におけるイメージ・リハーサル (IR)

の効果についての報告例は多くみられるが、大別
するとIRの効果のみられたとする研究(例えば

*1 名古屋大学総合保健体育科学センター

*1 Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

Vandell¹⁴⁾, Perry⁷⁾, Janes⁵⁾)と、IRの効果がみられなかったとする研究(例えばCorbin¹⁾, Shick¹¹⁾, 猪俣ら³⁾)に分けることができる。特に回転追跡技能学習についてみると、Rawlings⁸⁾, Singer¹²⁾, 岡村⁶⁾らは、IRの効果を見出しており、逆にSmyth¹³⁾, 猪俣ら²⁾, 妹尾ら¹⁰⁾は、IRの効果はみられなかったと報告している。これらの研究は被験者の特性、IR条件などの独立変数の設定方法が互いに異なっており、直接的な比較は不可能である。しかしながら、先述した筆者らの研究¹⁰⁾では、一貫してIRの効果は課題についてのイメージの明瞭さには現われるが、実際のパフォーマンスには現われないという結果を得ており、少なくとも筆者らの設けた実験条件、特に学習初期、また顕在的な身体運動を伴わない[IRなどの条件では、IRの効果は回転追跡のパフォーマンス上には現われないという結論が得られる。この結論に対する説明としては、顕在的な身体運動を伴わないIRでは、「何をするか」についての目標イメージは強化されても、目標に対して自己が「どのように遂行するか」という、いわゆる課題遂行の為の運動化のプロセスが生起していないので、実際のパフォーマンスに効果を及ぼさないという説明が成り立つと考えられる。特に学習初期においては、Schmidt⁹⁾のシマ理論で示唆されているResponse specification(反応の特殊化)が、うまく機能せず、このように動作したら、このような運動の感覚が起きるだろうというようなフィードバックについての予測(Expected sensory consequence)などが困難であると考えられる。従って、IRに顕在的な運動をある程度伴えば、上述した運動化のプロセスは強化され、また実際のパフォーマンスの向上もみられると考えられる。Jacobson⁵⁾が報告しているイメージを描いている際中の筋電図は、IRに顕在的な運動を伴わせなくても、上述した運動化のプロセスが生起することを示唆しているが、筆者らの研究結果²⁾では、筋電図上にIRの効果がみられたにもかかわらず、なお実際のパフォーマンスにはその効果がみられなかった。これは、顕在的な運動を伴わないIRでは、運動化のプロセスがある程度生起したとしても、実際のパフォーマンスを向上

させるまでには至らないことを示唆している。また、もう一つの可能性としては、IRに伴う運動化のプロセスが質的に実際の運動のプロセスと異なっているということを示唆しているものと考えられる。

本研究では、上述した視点から、顕在的な運動(ここでは実際の課題遂行に伴う運動と区別してSymbolic movement)を伴ったIRは、筋感覚的なイメージの明瞭さを高め、運動化のプロセスを強化し、実際のパフォーマンスを向上させるという基本的仮説を立て、これを検証する目的で以下の実験を実施した。

方 法

- 1) 被験者：右利きの男子大学生75名。年齢範囲18~20歳。
- 2) 実験装置及び学習課題：実験装置(Fig. 1)は、T.K.K. 追従動作検査器で、固定式スタイラスを用いた。学習課題は、座位姿勢で回っている回転円盤上の標的にできるだけ長い時間、右手に持ったスタイラスの先を接触することである。この際の標的の回転速度は55 rpmで、回転方向は右回りとした。また標的の直径は12 mmであった。試行時間30秒間内における積算接触時間をパフォーマンス得点とし、デジタルストップウォッチ

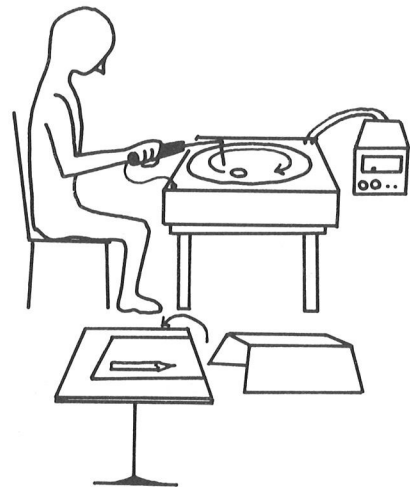


Figure 1. Illustrations of experimental apparatus.

(T.K.K. 式)により1/100秒単位まで計測した。
 3) 実験条件: Fig. 2は実験デザインを図式化したものである。被験者は、イメージ・リハーサル1群(IR1群), イメージ・リハーサル2群(IR2群), 身体練習群(PP群), コントロール1群(CON1群)及びコントロール2群(CON2群)の5群にそれぞれ15名ずつランダムに分けられた。まずプリテストでは, 全群の被験者は実際の回転追跡を5試行(1試行30秒, 試行間休憩30秒)を行った。その後, 全群は回転追跡課題のイメージ明瞭度チェックリスト(VI)に1分以内で答えた。このチェックリスト(付表1)は, 視覚的イメージ内容に関する項目と, 筋感覚的イメージ内容に関する項目, それぞれ2項目から構成されており, 5段階の評定尺度によって応答するものである。

次にトレーニング期では, 各群それぞれ異なる実験条件下で, CON2群を除き10試行(1試行30秒, 試行間休憩30秒)を行った。なおCON2群は, 他群の10試行に相当する時間中, 休憩をとり実験者と雑談していた。試行中の条件は, IR1群では実際に回っている標的を見ながら, 利き手に持った鉛筆で追跡するイメージを描きながらSymbolic movementを行った。またIR2群では閉眼して回っている標的とそれを追跡するイメージを描きながら, IR1群と同様にSymbolic movementを行った。PP群は, プリテストの条件と同じく実際の回転追跡を行った。さらにCON1群は, 回転

追跡課題とは全く関係がないと考えられるイメージ・リハーサルを行った。特にこの群の条件は, 描かれているイメージ内容にかかわらず, ただ単にIRを行うことが効果をもつという, いわゆるホーソン効果(Hawthorne effect)を統制するために設けられたものである。

トレーニング期の後のポストテストでは, 全被験者ともに, 2回目のイメージ明瞭度チェックリストに答えた後, プリテストと同一の実験条件下で5試行の回転追跡を行った。さらに1週間後の保持テスト(Retention test)では, 全被験者ともに3回目のイメージ明瞭度チェックリストに答えた後, 再びプリテスト, ポストテストと同一の条件下で5試行の回転追跡を行った。なお, 各試行の後に設けられた30秒の休憩中には, 課題についてのIRを防ぐ目的で, 簡単なひき算を声に出して答えるという課題を課した。また, 各試行ごとの結果の知識は, 被験者に与えなかった。

結 果

Fig. 3は, 各群各試行の平均パフォーマンス曲線を示している。まずプリテストでは, 5群ともにパフォーマンスレベルは, ほぼ等しく, 各試行ごとの分散分析の結果にも有意差は認められなかった。従って, プリテストの回転追跡技能においては, 5群は等質であると考えられる。

これに対して, トレーニング期後のポストテストでは, PP群が他群と比較してパフォーマンスがいずれの試行においても高い傾向を示している。次に, この傾向について統計的な検討を行うため, 各試行ごとに一要因の分散分析を実施したところポスト1試行目(F = 3.709, P < .01), 2試行目(F = 2.898, P < .05)及び4試行目(F = 2.996, P < .05)に群間差がみられた。また, 特にScheffé testにより多重比較を行ったところ, 1試行目のPP群と他の4群との間に, 5%水準で有意差がみられた。

さらにポストテスト後の1週間を隔てた保持テストでは, いずれの試行にも有意な群間差は認められず, 保持テストで5群のパフォーマンスは, ほぼ等しい水準にあったといえよう。

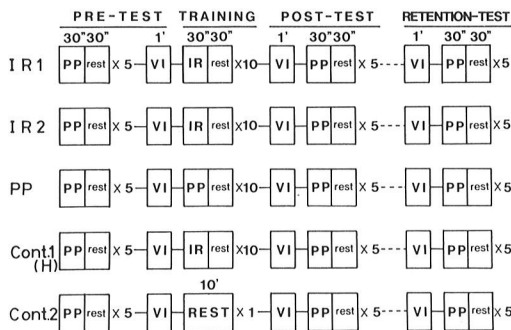


Figure 2. Experimental design.

- PP (Physical practice)
- VI (Vividness of image test)
- IR (Image rehearsal)

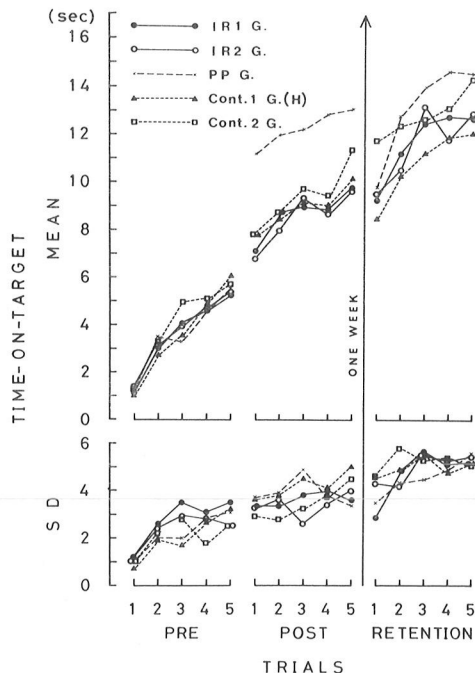


Figure 3. Mean and standard deviation scores on pursuit rotor task for each group.

Fig. 4は、3回実施したイメージ明瞭度チェックリストの平均値を、各群ごとに視覚的イメージと筋感覚的イメージとに分けて示したものである。まずプリテスト（1回目）では、2つのイメージともに明瞭度において5群間に有意差はみられず、5群は等質であったと考えられる。次にポストテスト（2回目）では、2つのイメージともにPP群、IR 1群及びIR 2群の明瞭度が上昇傾向を示しているのに対して、CON 1群、CON 2群はともに下降する傾向を示している。また分散分析の結果、まず筋感覚的イメージでは、0.1%水準 ($F = 6.583$) で有意な群間差がみられ、さらに Scheffé test を実施したところ、PP群及びIR 1群とCON 1群及びCON 2群との間に、5%水準で有意差がみられた。また視覚的イメージでは、5%水準 ($F = 2.563$) で一応群間差は有意であったが、Scheffé testの結果では、特に有意差はみられなかった。さらに1週間後の保持テスト（3回目）では、いずれの群も視覚的イメージ及び筋感覚的イメージの明瞭度

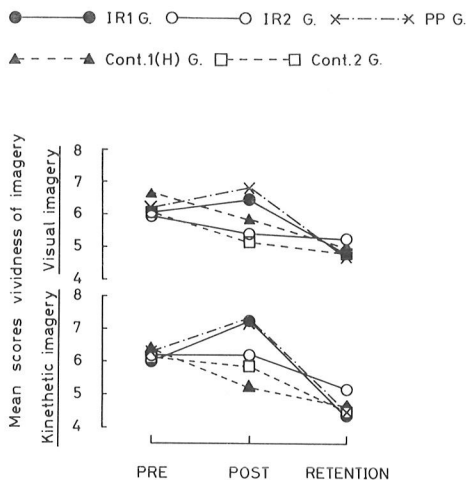


Figure 4. Mean scores on the vividness of image test for the four groups in the three different test periods.

がともに、ポストテストに比べて減少する傾向がみられた。また分散分析の結果では、2つのイメージともに有意な群間差はみられなかった。

次に、パフォーマンスとイメージの明瞭度（視覚、筋感覚）との関連を相関係数により検討した。まずプリテストでは、全被験者が同一の条件下で回転追跡を行っていることから、5群まとめて各試行のパフォーマンスと視覚的及び筋感覚的イメージの明瞭度との相関係数を求めた (Table 1)。その結果、各試行のパフォーマンスと筋感覚的イメージの明瞭度との間に、0.215~0.430の範囲で有意な正の相関がみられた。これに対して、視覚的イメージとの間には、有意な相関はみられなかった。ポストテスト及び保持テストでは、各群別に各試行のパフォーマンスと視覚的及び筋感覚的イメージの明瞭度との相関係数を求めた (Table 2)。その結果、ポストテストにおいてPP群は他群に比べて視覚的及び筋感覚的イメージの明瞭度とパフォーマンスとの相関が、相対的に高い傾向にあった。特に、ポストテストの4試行目では、相関が有意であった。一方、他の4群すなわちIR 1及び2群、CON 1及び2群では、視覚的及び筋感覚的イメージの明瞭度とパフォーマンスとの間に有意な相関はみられず、相関係数もPP群と比べて相

Table 1. Correlation coefficients between performance scores and image scores for all subjects, during the pre-test period.

Image test \ Trials	Pre test (Performance)				
	1	2	3	4	5
Vividness of kinesthetic imagery	0.316**	0.216*	0.296**	0.431***	0.343***
Vividness of visual imagery	-0.058	-0.011	0.024	0.088	0.044

* P < .05 ** P < .01 *** P < .001

Table 2. Correlation coefficients between performance scores and image scores for each group, during the post and retention-test periods.

Image test \ Trials		Post test					Retention test				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
IR1	VK1	0.132	0.078	0.017	0.278	0.064	0.115	0.354	0.024	0.495*	0.117
	VV1	0.193	0.019	0.040	0.243	0.144	0.326	0.659**	0.151	0.544*	0.122
IR2	VK1	-0.198	-0.164	-0.305	-0.097	-0.175	-0.180	-0.120	-0.112	-0.150	-0.049
	VV1	-0.133	-0.006	0.060	0.081	-0.124	-0.061	-0.175	0.210	0.006	0.049
PP	VK1	0.228	0.195	0.246	0.549*	0.260	0.007	0.408	0.185	0.240	0.188
	VV1	0.272	0.392	0.251	0.667**	0.257	0.339	0.336	0.291	0.345	0.340
CON1	VK1	0.344	0.057	0.215	0.163	0.017	0.275	0.204	0.292	0.139	0.191
	VV1	-0.034	-0.008	-0.093	0.013	-0.174	0.263	0.232	0.374	0.212	0.149
CON2	VK1	0.040	0.124	-0.041	0.026	0.014	0.092	-0.019	0.023	-0.072	-0.168
	VV1	0.277	-0.015	0.146	-0.134	0.115	0.175	-0.005	0.160	-0.040	-0.125

* P < .05 ** P < .01 VK1: Vividness of Kinesthetic Imagery
 VV1: Vividness of Visual Imagery

対的に低いものであった。しかし、例外的なケースとして、保持テストにおいては、IR 1群のみに有意な相関がみられた。

考 察

本研究の結果は、IRに顕在化された Symbolic movementを伴わせた方法を用いても、実際の技

能遂行上には、明確なIRの効果が現われないことを示している。従って、Jacobsonが主張しているように、IR中の神経-筋のコントロール条件が、実際の運動における条件と類似しているため、IRの効果を生ずるという考え方は、少なくとも回転追跡などの学習初期においては、成立しないものと考えられる。つまり、学習初期において学習者

は、主として課題について「何をするか」ということに関する認知（目標イメージと考えられる）が中心となり、具体的に「どのように遂行するか」については明確なイメージが持てないと推察される。特に、Schmidtのシエマ理論などから考えれば、まず学習者は回転している標的をスタイラスで追跡し、両者を接触させるという正しい動作についてのイメージを持つことになる。そして、練習を積みにつれ次第に具体的にどのように動くかについての遂行イメージが強化されていくものと推察される。本研究の結果で、特にポストテストにおいて、PP群及びIR1群の筋感覚的イメージの明瞭度が、CON群に比べて有意に高くなったことは、上記の推察が妥当なものであることを裏づけているといえよう。しかしながら、IR群での遂行イメージの強化においては、主としてRecall schemaの強化が中心となり、Recognition schemaの強化が伴っていないのではないかと考えられる。すなわち、イメージの中で運動を遂行することにより、一定の筋収縮がそれに伴い、さらに顕在的な運動が生起したとしても、その反応の結果生じてくる感覚(Sensory consequence)は、目標とする動作の結果生起する感覚とは大きく異なり、両者の共通性を認知することは、学習初期段階では大変困難なことであると考えられる。学習初期段階の被験者が、目標とする動作遂行の結果生起するフィードバックを予測する場合、上述したイメージ上の不明確なフィードバック情報(Sensory consequence)を手がかりにするか、あるいは過去の一般的な経験に基づいて予測するかのいずれかが考えられる。しかし、いずれの場合においても、実際の運動のフィードバックを予測することは大変困難であり、従って、学習初期段階のIRではRecognition schemaが強化されにくいものと考えられる。

シエマ理論では、目標とする動作と自己の実際の動作遂行とのズレ、すなわち誤差は、実際の動作遂行の結果生起する感覚情報(Response-produced sensory information)と、Recognition schemaから生ずると仮定されるところの予測された感覚情報(Expected sensory consequences)と

の比較によるものと考えられている。本研究のポストテストで見出されたように、IR1及び2群で、技能についての筋感覚的イメージの明瞭度とパフォーマンスとの相関が低かった事実は、IR群における筋感覚的イメージの明瞭度の高まりが、パフォーマンスの向上にそのまま反映されていないことを示していると考えられる。これは上述したように、IRではRecognition schemaが強化されにくく、遂行的なイメージを描いても、描いた動作についての“誤り情報”が得られず、従って誤差の修正過程が欠除してしまい実際の技能の向上にはつながらないものと考えられる。これに対して、実際の身体練習条件、すなわちポストテストのPP群では、筋感覚的イメージの明瞭度とパフォーマンスとの相関が他群に比べて相対的に高くなっており、両者の関連性が高いことが予測される。この傾向は、PP群ではある程度Recognition schemaが強化されるため、誤差の検出も可能となり、筋感覚的イメージにより実際の動作のプロセスに近いかたちで明瞭になることを示していると考えられる。一方、技能の保持については、群間差を見出すことができなかった。しかし、PP群の技能レベルが、ポストテストでは他群より高かったにもかかわらず、保持テストでは他群の技能レベルにまで低下したことは、注目される。この点については、保持期間と技能の習熟度との関連性などを問題にして、今後さらに検討を加える必要がある。

ま と め

本研究では、従来一般に受け入れられてきた“身体を動かさない条件下でのリハーサル”というIRの定義を一步進めて、“Symbolic movement”を伴ったIR条件を設定し、その効果をイメージレベルとパフォーマンスレベルとに分けて検討してきた。その結果、特にCON1及び2群に比べて、IR1及び2群は視覚的及び筋感覚的イメージともに明瞭度が高まる傾向がみられた。しかし、パフォーマンスについては、両者の条件に有意差はみられなかった。従って、IRによって高まったイメージの明瞭度は、そのまま実際のパフォーマンスの向上に反映されないものといえよう。この理由

として、シマ理論の視点から、運動技能学習初期のIRではRecognition schemaの強化がされにくく、描いたイメージ上の動作遂行の誤差修正が困難であることなどが考えられた。今後、運動技能学習初期においてIRの効果をあげるためには、どのようにしてこのRecognition schemaを強化するか、また、それに伴う誤差検出のメカニズムをどのようにトレーニング過程に組み入れるかなどについての問題を解決していく必要がある。

(付表 1)

「棒で標的を追跡する時の、腕を動かす感じを思い浮かべることができますか」

「標的や円盤が、規則的に回っている様子を思い浮かべることができますか」

「標的を追跡している時の、体で感じる動きのリズムを思い浮かべることができますか」

「回っている標的を追跡する棒の様子を、思い浮かべることができますか」

引用・参考文献

- 1) Corbin, C.B., "Effects of mental practice on skill development after controlled mental practice", *Research Quarterly*, **38-4**: 534-38, 1967.
- 2) 猪俣公宏「運動学習におけるイメージと視覚的モデル」*体育の科学*, **30-6**: 392-96, 1980.
- 3) 猪俣公宏, 伊藤政展, 勝部篤美「背泳の学習初期におけるモデル提示によるメンタルトレーニング効果に関するフィールド研究—その方法論的試論—」*体育学研究*, **24-2**: 101-08, 1979.
- 4) Jacobson, E., "Electrophysiology of mental activities", *American Journal of Psychology*, **44**: 677-94, 1932.
- 5) Jones, J. G., "Motor learning without demonstration of physical practice, under two conditions of mental practice," *Research Quarterly*, **36**: 270-76, 1965.
- 6) 岡村豊太郎「知覚運動技能の学習に及ぼすメンタルプラクティスの効果—知覚痕跡を強化するメンタルプラクティスについての検討—」*日本スポーツ心理学研究*, **7-1**: 29-34, 1980.
- 7) Perry, H. M., "The relative efficiency of actual and imaginary practice in five selected tasks", *Archives of Psychology*, **34**: 5-75, 1939.
- 8) Rawlings, E. I., Rawlings, I. L., Chen, S. S. and Yilk, M. D., "The facilitating effects of mental rehearsal in the acquisition of rotary pursuit tracking", *Psychonomic Science*, **26-2**: 71-73, 1972.
- 9) Schmidt, R. A., "A schema theory of discrete motor skill learning", *Psychological Bulletin*, **82**: 225-60, 1975.
- 10) 妹尾江里子, 武田徹「回転追跡課題の学習初期におけるイメージの機能について」*東海保健体育科学*, **3**: 19-27, 1981.
- 11) Shick, J., "Effects of mental practice on selected volleyball skills for college women", *Research Quarterly*, **41-1**: 88-94, 1970.
- 12) Singer, R. N. and Witker, J., "Mental rehearsal and point of introduction within the context of overt practice", *Perceptual and Motor Skills*, **31**: 169-70, 1970.
- 13) Symth, M. M., "The role of mental practice in skill acquisition", *Journal of Motor Behavior*, **7-1**: 199-206, 1975.
- 14) Vandell, R. A., Davis, R. A. and Clugston, H. A., "The function of mental practice in the acquisition of motor skills", *Journal of General Psychology*, **29**: 243-50, 1943.

(1982年 1月19日 受付)

