

イメージトレーニングが両手間学習転移におよぼす影響

粟 木 一 博

Effects of image training on intermanual transfer of learning

Kazuhiro Awaki

To assess the effects of image training, the paradigm of intermanual transfer in the mirror drawing task was adopted. It is assumed that effect of image training should be transferred to the unpractice hand, since learning of the determination of the trajectory of hand during arm movement is provided by image training.

Subjects were divided into three groups. Physical Training group (PT) received physical practice, Image Training group (IT) imagined the performance and Control group (CT) were asked to add one-digit numbers.

The data showed a negative transfer in PT and positive transfer in IT and CT. The findings suggested that the image training caused learning of determination of the trajectory of a hand in Cartesian coordinates. But the result can not make clear the difference between IT and CT.

Key words: Image training, Intermanual transfer

目 的

イメージトレーニングによって獲得される技能の性質を明らかにすることが本実験の目的である。生体の運動制御機構を計算論的に考えた場合、関節角度が与えられたときに、手の位置を求める過程である順キネマティクス、手の位置を得るために必要とされる関節角度を求める過程である逆キネマティクスという2つの段階が存在する⁴⁾。これを今回使用した鏡映描写課題に置き換えて考えれば、視覚を通じて得られた作業座標（外部座標）と手の位置との協応と、手の軌道の、筋の長さや関節角度など（身体座標）への変換ということになる。一方の手を使っている運動を訓練した場合、まだ訓練を実施していない側の手の作業成績が向上する現象を両手間転移という。今回の実験で用いられた鏡映描写課題では非常に高い両手間学習転移が認め

られることが知られている¹⁾²⁾。Imamizu & Shimojo (1995) は運動学習が外部座標の段階で生じたか、あるいは身体座標の段階で生じたかによって両手間学習転移の結果が異なることを明らかにしている³⁾。これは、認知された外部座標に自分の手の位置を対応させるレベルでは左右どちらの腕を使っても軌道の表現は同じとなるが、自分の筋の長さや関節角度によって手の位置を決定づけるレベル、つまり、身体座標系に変換されて獲得された技能の軌道の表現は左右でまったく異なることになる。

イメージトレーニングは実際の身体活動をともしない訓練である。この方法では、視覚によって得られた座標と手の位置の対応関係が学習されることになるものと考えられる。一方、実際に身体を動かすことによって行われた練習では、視覚的な座標に対応した手の位置を身体座標に変換することが学習されることになるであ

ろう。したがって、イメージによる練習では、外部座標系での学習が促進されるため両手間学習転移が生じ、身体的練習では身体座標系に変換された技能が習得されることからその獲得技能は学習した側に限られ、学習転移が生じないものと考えられる。したがって、練習終了後の作業成績においては身体的練習とイメージトレーニングに差は見られないが、両手間転移試行においては身体的練習と比較してイメージトレーニングの作業成績が向上する交互作用が生じるという仮説のもとに両者の描記運動を比較し、以下の知見を得たので報告する。

方 法

(1) 被験者：対象は18歳から22歳までの健康な大学生30名(男性18名、女性12名)で、これを実際の身体活動をともなう練習を実施する群(これをPhysical Training群、以下略してPTと呼ぶ事にする)、イメージを用いた練習を実施する群(これをImage Training群、以下略してITと呼ぶ事にする)、対象群(これをControl群、以下略してCTと呼ぶ事にする)の3群に無作為に振り分けた。各群10名で男女比は均等(男性6名、女性4名)となるようにした。被験者は全員右利きで、鏡映描写課題を経験したことがないことを条件とした。

(2) 実験の具体的方法および装置：実験課題は山本(1988)⁵⁾の方法を参考にした。コンピュータのディスプレイ上に表示される2本の線で描かれた4つの頂点を持つ手裏剣形の図形(Fig. 1)をマウスと呼ばれるポインティングデバイスを用いてその2本の線からはみ出さないようにできる限り早くスタートからゴールまでなぞることである。ただし、マウスを移動させることによってできる軌跡は鏡映描写法と同じく上下左右に180°反転して表示されるようにプログラムされている。被験者に与えられた教示は「ディスプレイ上の図形をできる限り逸脱しないように、なるべく早く1周してくだ

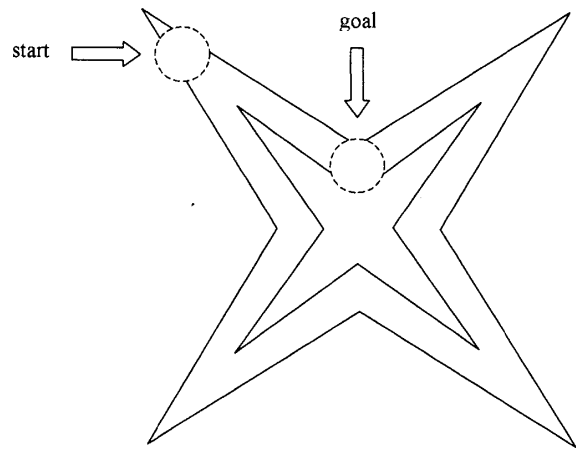


Fig. 1 Figure used for the drawing test.

さい。」というものであった。描写記録はスタート地点からゴールまでのマウスの軌跡をXY座標で記録した。これをもとにして、移動距離、所要時間、逸脱距離、逸脱時間を算出した。ただし、この場合の時間とはマウスの座標を記録し、軌跡を提示するプログラムのループが一回回る時間を1単位としたものである。

(3) 実験手順：被験者はまず実験室に入室後、課題の説明を受けた。図形を右手(利き手)で反時計回りになぞる2回の事前テストの後、各群の実験条件で5分間のトレーニングを実施した。続いて、事前テストと同様に事後テストを2回実施し、最後に左手(非利き手)による時計回りの転移試行を2回実施した。

(4) 実験条件：練習は回数を限定すると被験者によって要する時間に差が生じることになり、これが練習条件の統制を阻むことになるため時間条件を設定することにした。① PTはトレーニング期間中に実際にマウスを動かして課題の練習をすることが求められた。ディスプレイに提示される図形やマウスを移動させることによって得られる軌跡は事前テストとまったく同様である。ただし、この条件には、軌跡がゴール地点に達するとすべての軌跡が消え、新たにスタート地点に軌跡が提示される状況が繰り返され、5分間の練習時間が終了すると同時にディスプレイ上の図形も消えるというプログ

ラムが用いられた。② ITはトレーニング期間中にディスプレイに表示された図形が見ながら身体活動をともなわないイメージによる練習が求められた。この条件では5分が経過するとディスプレイ上の図形が消えるというプログラムが用いられた。③ CTはトレーニング期間中、イメージによる練習を防ぐために1桁数字の暗算作業をするように求められた。

結 果

(1) 被験者の等質性の確認：事前テストにおける各群の被験者の等質性を確認するために、実験課題の諸指標(所要時間、逸脱時間、移動距離、逸脱距離)について、各群ごとに事前テスト2回の平均値を求め、1要因の分散分析を実施した。その結果、いずれにおいても有意な差は認められず、被験者の等質性が確認された。この結果はTable 1に示した。

(2) トレーニング効果と転移試行：各指標における各群の試行ごとの平均値をプロットしたものが、Fig. 2～Fig. 5である。なお、グラフの縦軸の単位として、所要時間、逸脱時間ではコンピュータのディスプレイ上にマウスの位置を示す点が表示される回数(dot)を用い、移動距離、逸脱距離には、連続して表示される2点から計算された距離(dot to dot)を用いた。仮

説を検証するためには3つのトレーニング群の事後テストから転移試行にかけての作業成績の変化率を比較し、PTの作業成績の低下を明らかにしなければならない。平均値を見ると、いずれの指標においてもPTが事後テストから転移試行にかけて作業成績が低下していることがわかる(いずれの指標もプロットが上昇すればするほど作業成績が低下したことになる)。そこで、このことを統計的に明らかにするためにトレーニング条件(IT, PT, CTの3条件)×試行(事後テスト, 転移試行それぞれ2回の試行の平均)の2要因分散分析(後者は被験者内要因)を実施した。その結果、所要時間($F=3.66$, $df=2/54$, $p<.05$)と移動距離($F=3.83$, $df=2/54$, $p<.05$)について有意な交互作用が見られた。つまり、これら2つの指標においてIT, CTの作業成績が事後テストから転移試行にかけて変化しなかった事に対して、PTの作業成績が事後テストから転移試行にかけて低下したことを統計的に明らかにした事になる。諸指標の試行ごとの平均値と標準偏差をTable 2に示した。

考 察

実験の結果、所要時間と移動距離に有意な交互作用が見られた。これは、いずれもPTの作業成績が他の2群よりも低下したことを示すも

Table 1 Comparison of parameter's value of the pretest measured for the three groups.

	PT		IT		CT		F value
	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	
Split Time	4,736.9	1,561.3	5,517.1	1,676.3	5,340.4	1,254.2	0.59
Split Length	1,583.1	186.9	1,612.4	394.2	1,545.7	164.9	0.12
Split Error Time	1,877.0	882.9	1,900.6	1,112.0	1,579.7	647.5	0.32
Split Error Length	676.7	315.6	594.4	404.1	537.6	310.1	0.41

Significant differences among the three groups were not observed. $p<0.05$

Note. PT=Physical Training Group
IT=Image Training Group
CT=Control Group
a.m.=arithmetic mean
s.d.=standard deviation

イメージトレーニングが両手間学習転移におよぼす影響

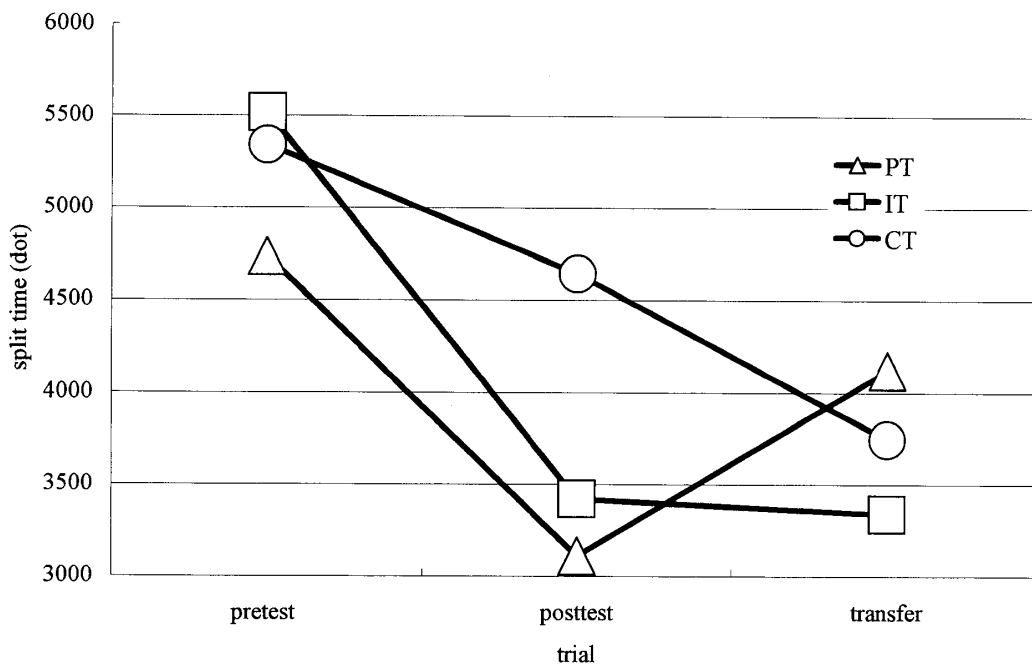


Fig. 2 Comparison of mean value of split time among the three groups. (Significant interaction between the post-test and the transfer test was noticed. $p < 0.05$)

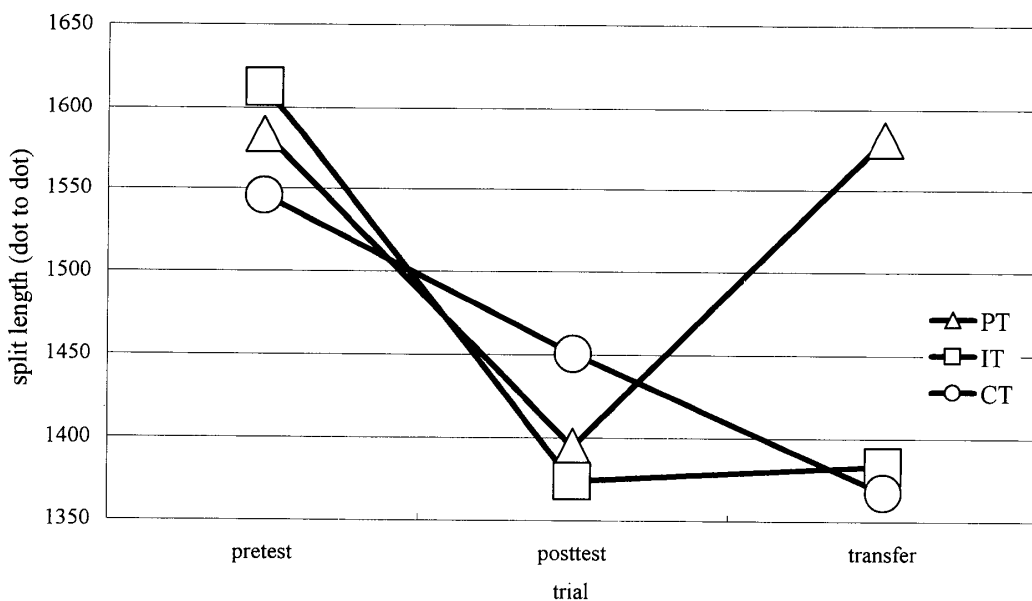


Fig. 3 Comparison of mean value of split length among the three groups. (Significant interaction between the post-test and the transfer test was noticed. $p < 0.05$)

のであった。PT と IT の作業成績にのみ着目すれば外部座標系の技能を獲得した IT の両手間転移試行の作業成績が向上したという仮説を裏付ける結果を得たことになる。しかし、同時に、IT と CT の両手間試行の作業成績が同レベルに達しているということも明らかにされたこと

になる。この CT の作業成績の向上は事前テスト、事後テストにおける各 2 回の試行によって学習が行われたものという説明ができるだろう。したがって、この結果は、外部座標系の技能が獲得されたことよりも、両手間転移に対して身体座標系の学習が阻害要因として働いたと

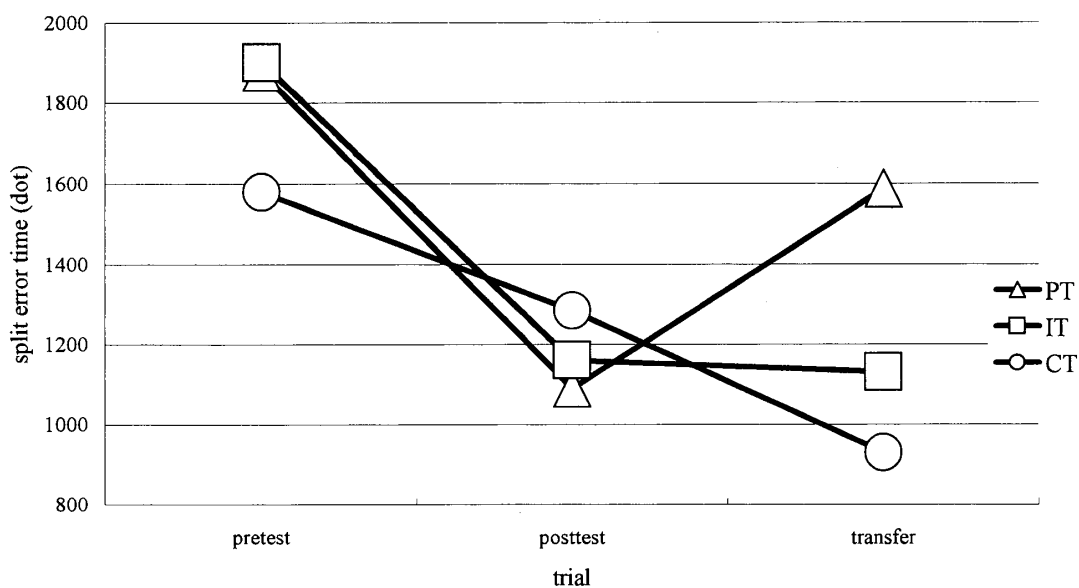


Fig. 4 Comparison of mean value of split error time among the three groups.
 (Significant interaction between the post-test and the transfer test were not observed. $p < 0.05$)

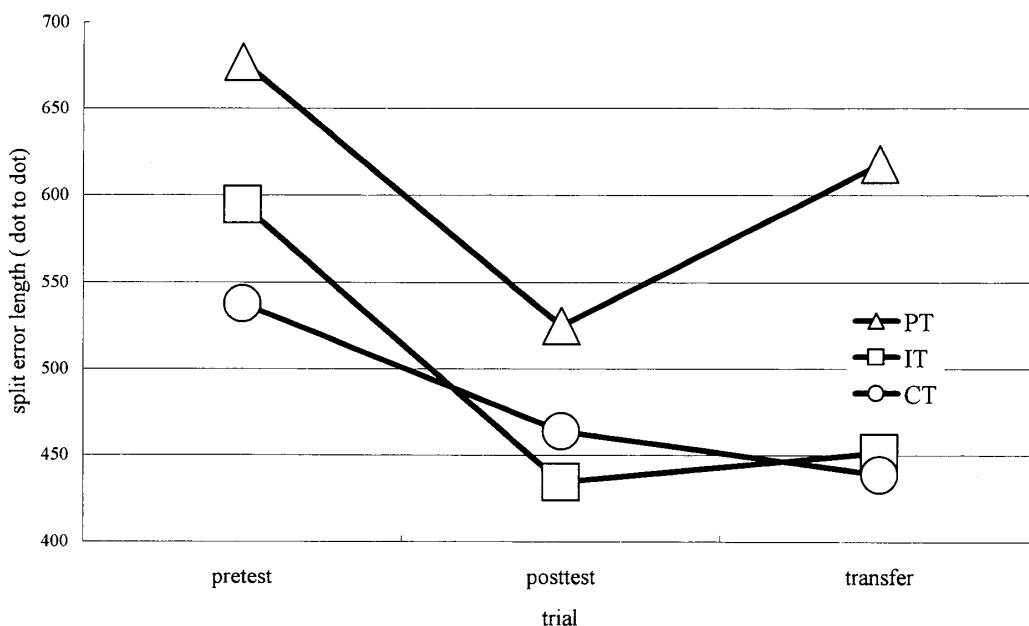


Fig. 5 Comparison of mean value of split error length among the three groups.
 (Significant interaction between the post-test and the transfer test were not observed. $p < 0.05$)

考える方が妥当かもしれない。Imamizu & Shimojo (1995) は運動学習段階が外部座標の段階から身体座標の段階へ進み、それによって両手間転移の現われ方に違いが生ずることを明らかにしている。したがって、本実験で生じた

両手間転移は学習段階の違いによるものとも考えられ、イメージトレーニングによって獲得される技能の性質を完全に明らかにすることはできなかった。

また、逸脱時間、距離に有意な交互作用が見

Table 2 Difference of parameter's value between the post-test and the transfer test in the three groups.

	PT				IT				CT				F value interaction (cond.×trial)
	post-test		transfer test		post-test		transfer test		post-test		transfer test		
	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	a.m.	s.d.	
Split Time	3,109.6	990.6	4,118.9	1,281.6	3,421.2	1,599.4	3,338.4	903.8	4,641.9	1,262.5	3,744.3	801.2	3.66*
Spldit Length	1,394.6	64.6	1,581.0	345.5	1,373.8	105.1	1,383.5	71.7	1,450.5	101.5	1,367.3	61.7	3.83*
Split Error Time	1,089.3	313.5	1,587.3	1,033.3	1,160.7	733.8	1,130.9	272.3	1,284.6	536.2	929.8	282.0	2.07
Spldit Error Length	525.0	145.8	618.1	391.1	434.5	134.9	451.6	145.3	463.9	219.2	438.8	312.2	0.74

*Significant interaction in "Split Time" and "Split Length" was noticed. $p < 0.05$

Note. PT=Physical Training Group

IT=Image Training Group

CT=Control Group

a.m.=arithmetic mean

s.d.=standard deviation

られなかったことについては、被験者が課題に臨む際の方略の問題が関連するものと考えられる。到達地点を決めてそこまで素早く移動するタイプと自分の位置を常に確認しながら進むタイプとでは同じ課題とはいえ、表れる結果が大きく異なると考えねばならないだろう。これが、被験者間の分散を大きくする結果を招いたものと推察される。

今回の実験においてさまざまな問題点が現れたが今後の検討課題としては被験者の方略の介入を極力排除することができる、または方略を検出することが可能な課題が考えられなければならない。また、イメージトレーニングの効果을明らかにするための適切な統制条件が考えられなければならないだろう。

結 語

イメージトレーニングの性質を明らかにするという目的で、鏡映描写課題の両手間学習転移パラダイムを用いて実験が行われた。イメージトレーニングにおいては腕の動きの軌跡の位置を学習する事になるため、練習を実施していない腕への学習転移が生じるものと考えられる。

被験者は身体活動を伴う練習を行う身体的練習群 (PT)、描記動作をイメージするイメージ練習群 (IT) と 1 桁数字の暗算作業を実施する

対照群 (CT) の 3 群に振り分けられた。

データは PT の負の転移と IT および CT の正の転移を示していた。この結果はデカルト座標上の腕の軌跡を学習した事を示している。しかし、この結果からは IT と CT との間の違いを明らかにする事はできなかった。

参 考 文 献

- 1) Bray, C.W. Transfer of learning. *Journal of Experimental Psychology*, **11**, 443-469, 1928.
- 2) Cook, T.W. Studies in cross education, I. Mirror tracing the star-shaped maze. *Journal of Experimental Psychology*, **16**, 679-700, 1933.
- 3) Imamizu, H. & Shimojo, S. The locus of visual-motor learning at the task or manipulator level: Implications from intermanual transfer. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 719-733, 1995.
- 4) 今水 寛, 「運動制御と視覚・自己受容感覚」, 乾敏郎編, 「認知心理学 1 知覚と運動」, 東京大学出版会, 218-248, 1995.
- 5) 山本裕二, イメージトレーニングが転移におよぼす影響, 東海保健体育科学, vol. **10**, 27-40, 1988.

(平成 9 年 11 月 14 日受付, 平成 9 年 12 月 12 日受理)