

# イメージ・トレーニングの認知的メカニズムに 関する基礎的研究

北海道大学 菱谷晋介

## A Fundamental Study on the Cognitive Mechanisms of Imagery Training

by

Shinsuke Hishitani

*Graduate School of Letters, Hokkaido University*

### ABSTRACT

Two experiments were conducted to investigate the cognitive mechanisms of imagery training using an image reconstruction task (Experiment 1) and a guided image transformation task (Experiment 2). Both experiments examined how performance in these tasks is affected by participants' drawing action and imagery ability. The critical factor for performance quality was image formation in the reconstruction task and image operation in the transformation task. The results show that in both tasks the performance of good imagers is relatively accurate under both nonaction and drawing action conditions. On the other hand, under the drawing action condition in both tasks the performance of poor imagers is similar to that of the good imagers, but less accurate under the nonaction condition. It is suggested by the results that imagery ability is functionally equivalent to drawing action in imagery tasks. The results also suggest that the formation and operation of mental imagery is intimately linked to motor programs, that motor programs can be activated by drawing action, and that such activation induces performance enhancement in imagery tasks. Accordingly, it is implied that the Psychoneuromuscular Hypothesis may be more appropriate to a fundamental theory for imagery training than the Symbolic Perceptual Hypothesis, and that a slight action or an intention of acting might enhance imagery

training for poor imagers. Finally, a model of the underlying imagery processes in imagery training is proposed.

## 要 旨

イメージ・トレーニングの認知的メカニズムを検討するために2つの実験が行われ、描画動作とイメージ能力が、イメージにおける多義図形反転課題（実験1）と、誘導イメージ課題（実験2）の成績に及ぼす効果が検討された。その結果、高イメージ群の成績は、描画動作の有無にかかわらず高かったが、低イメージ群は描画動作がある時に限って、高イメージ群と同等の成績であり、動作がない場合は低成績であった。これらの結果は、イメージ能力が描画動作と同等の機能を有していること、およびイメージの形成、操作が運動プログラムと密接に関連しており、そのプログラムが描画動作によって活性化され、イメージ課題の成績の向上を導くことを示すものと考えられる。このような解釈に基づき、Psychoneuromuscular理論の方が、Symbolic Perceptual理論よりも妥当であり、低イメージ群のためのイメージ・トレーニングとしては、運動もしくは動作意図の随伴が有効であろうという示唆がなされた。また、最後に、イメージ・トレーニングの基礎をなすイメージ処理過程のモデルが提案された。

## 緒 言

運動技能の獲得においては、フィジカル・トレーニングのみならず、イメージ・トレーニングも有効であることが、いくつかの研究によって示されている（e.g., Hall & Hard, 1991; Kim & Tennant, 1993）。また、技能の熟達者においては、動作のイメージが、実際の運動時と同様な自律神経系の活動を引き起こすという知見もある（e.g., Deschaumes, Dittmar & Vernet, 1991, 1992）。

Psychoneuromuscular理論（Annett, 1988）の立場に立てば、これらの結果は、運動産出システムと密接に関連した、内的モデル（=身体・運動感覚イメージ）によって、遂行過程の制御が可能であることを示唆するものと考えられる。しかし、イメージには運動産出システムが関与してはいないという、Symbolic Perceptual理論の立場でも、イメージ・トレーニングの効果を説明することは可能である。すなわち、イメージ・トレーニングは、遂行のためのプランもしくはイメージを吟味し、それを修正することによって、遂行の改善を導くという解釈であり、実際、その解釈を支持する結果も報告されている（Johnson, 1982）。これら2つは、イメージ・トレーニングの効果を説明する主要な基礎理論であるが、少なくとも現時点では、どちらがより妥当かという問題に決着はついていない。

その基礎的なメカニズムがどのようなものであれ、イメージ・トレーニングが有効か否か、あるいは、どのような条件でより効果があるかという問題が解決されれば十分であるという立場からの研究も、実践的な観点からは意義を有している。事実、イメージ・トレーニングの有効性に影響を与えるパラメータに関する研究なども行われてはいる（e.g., Murphy, 1994）。しかしながら、たとえ実践的な立場からの研究であっても、基礎的なメカニズムが不明なままでは、パラメータの探索も非効率的であろうし、理論的な裏付けがない経験知のみでは、大きな発展は望めないのではないかと思われる。そこで、本研究では、イメージ・トレーニングの認知的メカニズムを明らかにするために、イメージの生成、操作と動作の関係性について検討を行う。

イメージに関する、これまでの認知心理学的な研究によれば、作業記憶における視空間スケッチパッドにおいて、イメージの生成、操作は行われると考えられている。さらに、最近の研究によれば、視空間スケッチパッド内のinner scribeと呼ばれる、視空間的な動作のプランニングに關与する機能によって、イメージの操作は行われるのではないかと指摘されている (e.g., Pearson, Logie, & Gilhooly, 1999). このような立場に立てば、イメージ・トレーニングにはイメージの操作が含まれるので、必然的にinner scribeによる動作プランの使用が生じることになる。したがって、そのような動作プランの使用が、運動産出システムと結びついているか否かが明らかになれば、イメージに運動産出システムが關与しているかどうかという、Psychoneuromuscular理論とSymbolic Perceptual理論の間の主要な論点を整理するための、重要な手がかりが得られるものと期待される。

もし、動作プランの使用が運動産出システムと結びついているのだとすると、イメージの生成や操作が、それに対応した動作によって促進されると予想される。実験1では主としてイメージの生成と動作の関係を明らかにするため、図形描画動作が、イメージにおける多義図形の解釈の転換におよぼす効果を検討する。実験2ではFinke, PinkerおよびFarah (1989) の誘導イメージ課題を用い、イメージの操作と動作の關係について検討を行う。

### 1. 実験1

多義図形(図1)は、それが実際に提示されているならば、図形を觀察し続けているうちに、觀察当初とは異なる見え方が可能になる。しかしながら、その視覚イメージを觀察する場合には、このような多義図形の解釈の転換ないしは反転が、非常に困難であるという結果をChambersとReisberg (1985) は報告している。ところが、彼

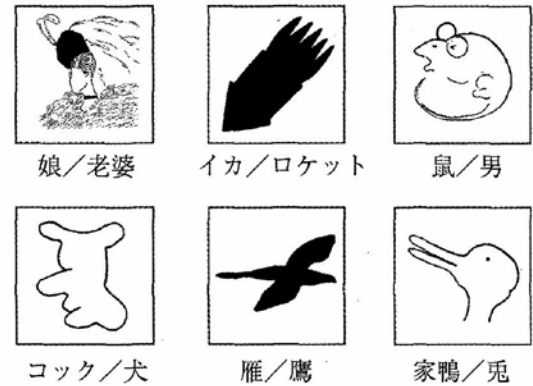


図1 実験1で用いられた多義図形

らは、イメージしたものを紙に描き、それを觀察するという描画的なサポートが行われる場合には、反転が非常に容易に起こることも同時に明らかにした。

ChambersとReisberg (1985) の報告は、イメージは対象を解釈した結果の表象であり、通常、イメージの形成は解釈された対象の意味に基づいて行われると考えれば、矛盾なく解釈することができる。すなわち、見えの転換が起こるためには、図に対する元の解釈を捨て、新しい解釈を行うことが必要になる。しかしながら、元の解釈を捨てるということは、イメージ形成のための意味の手がかりがなくなるということであり、イメージの維持自体がきわめて難しくなる。ところが、知覚条件や描画サポート条件では、元の解釈を捨てても、刺激対象は眼前にあり続けるので、それをさまざまな視点から調べ、いろいろな解釈を試すことができる。その結果、見えの転換が生じやすくなるということである。したがって、たとえ刺激図形の提示や描画サポートがなくても、元の意味とは独立にイメージの維持が可能であれば、見えの転換=新しい解釈も容易になるだろう。

それでは、意味から離れてイメージを維持することは可能だろうか?もし、イメージ形成に動作プランの使用が関わっており、かつ、それが運動産出システムと結びついているのなら、動作によってイメージの形成が促進され、その維持も意

味とはある程度独立した状態で可能になるので、イメージにおける見えの転換も容易になると推測される。本実験の第1の目的は、この仮説の検証である。第2の目的は、描画動作の効果とイメージ能力の関係を検討することである。一般に、鮮明なイメージを形成する能力が高いほど、イメージ・トレーニングが有効であることが、経験的に知られている (e.g., Isaac, 1985; Richardson, 1994)。したがって、イメージ能力の性質を、描画動作の効果との関連で吟味することは、イメージ・トレーニングの実践に対して、何らかの有効な示唆を与えてくれると期待されるからである。

### 1.1 方法

**被験者:** 大学生126名を手固定群と描画動作群に、ほぼ半数ずつランダムに割り当てた。

**材料:** 図1上段の3つが練習用図形であり、下段の3図形が本試行用の図形であった。

**手続き:** どれくらい鮮明なイメージを形成できるかという、イメージ能力測定のための質問紙 (VVIQ: The Vividness of Visual Imagery Questionnaire, Marks, 1973) を実施し、その1週間後にイメージ課題を行った。イメージ課題では、まず最初に、娘/老婆図形を用いて多義図形とその反転について説明が行われた。被験者が反転図形について理解していることを確認した上で、鼠/男、イカ/ロケット図形による練習試行が実施され、その後、コック/犬、雁/鷹、家鴨/兎図形を用いた本試行へと移った。練習試行および本試行では、刺激図形がスクリーン上に2秒間、次いで、全面白のブランク画面が3分間提示された。被験者はブランク画面提示直後に、図形が何に見えたかを回答用紙に記入し (知覚フェーズの反応: 複数可)、それが終了した時点で閉眼のうえ、刺激図形のイメージを観察した。観察中に見えの変化が生じた場合には、その都度、新しい見えを回答用紙に記入し (イメージ・フェーズの反

応)、その後、再びイメージ観察へと戻った。イメージ観察期間中、手固定群は両手のひらを上に向けて机の上に固定しており、描画動作群は、提示図形の形を、利き手の人差し指を使って机の上に描く動作を行っていた。

### 1.2 結果と考察

**分析対象者:** 被験者によっては、知覚フェーズにおいて何も反応がなかったり、あるいは2個以上の反応を行う場合があった。前者の場合、刺激図形の情報が十分にに取り込まれていない可能性がある。また、後者では、知覚フェーズにおいてすでに異なる複数の解釈が行われている。イメージにおける純粋なイメージの反転、ないしは転換について検討するため、3試行とも、知覚フェーズの反応数が1つの被験者57名を分析の対象とした。

VVIQのように主観的評定によってイメージ能力を測定する場合、通常は、得点分布の上下1/3あるいは1/4ずつを高イメージ群、低イメージ群として採用することが多い。これは、イメージ能力の効果をも、より鋭敏に検出するためである。しかし、実験1では、分析対象者の数が少ないため、このような被験者選択を行うと1条件あたりのサンプルが少数となり、信頼性のある結果が得られなくなる危険性があった。そこで、便宜上、分析対象者を折半して高、低イメージ群とした (表1)。

表1 実験1における各群の被験者数、VVIQ得点、SD

群	人数	VVIQ	SD
高イメージ・固定	15	33.2	4.9
高イメージ・描画	14	33.7	5.3
低イメージ・固定	14	45.2	2.6
低イメージ・描画	14	47.5	5.3

**正反応の分析:** 知覚条件では、たとえば、家鴨/兎図形に対し、家鴨 (兎) から兎 (家鴨) へ の見えの転換が生じる。これは、顔方向の変化のような急激な反転を伴う、最も典型的な転換反応である。図1には、このような典型的な転換反応

が生じる場合の、名称のセットが示してある。本実験では、知覚フェーズ、イメージ・フェーズとも、これら各名称セットのどちらか一方が答えられていれば正反応とした。また、知覚フェーズでの正反応に対する、イメージにおける急激な見えの変化の指標として、各フェーズにおける総正反応数の比率（イメージ/知覚）を用いた。イメージにおける見えの転換が、イメージ能力や方略によってどのような影響を受けるかを検討するため、この指標について、イメージ能力（高-低）×方略（固定-描画動作）の分散分析を行った。その結果、有意となったのは、方略とイメージ能力の交互作用 ( $F(1,53) = 4.20, p = .046$ ) のみであった（主効果は、イメージ能力で  $F(1,53) = .65$ 、方略で  $F(1,53) = .82$ ）。そこで、単純主効果の検定を行ったところ、手を固定した場合には、低イメージ群よりも高イメージ群の方が比率が大きく ( $F(1,53) = 4.07, p = .049$ )、描画動作の場合には、イメージ能力間に有意差はなかった ( $F(1,53) = .77$ )。また、低イメージ群では、手を固定した場合より描画動作を行う場合の方が比率は大きかったが ( $F(1,53) = 4.37, p = .041$ )、高イメージ群では方略間に差は見いだされなかった ( $F(1,53) = .65$ )。

要約すれば、図2に示されているように、イメージ能力が高いか、あるいはイメージ能力が低くても描画動作によってイメージ生成の支援が行われれば、イメージの再解釈、あるいは見えの急激な変化が同程度生じるが、イメージ能力が低く、イメージ生成の支援が何も行われなければ、このような見えの変化は非常に低い確率でしか生じないということである。

正反応の分析結果から、低イメージ群においては、描画動作がイメージの生成を支援し、そのことによってイメージの転換が生じやすくなることが示された。このことは、イメージ形成に、動作プランの使用が何らかの形で関わっていること、

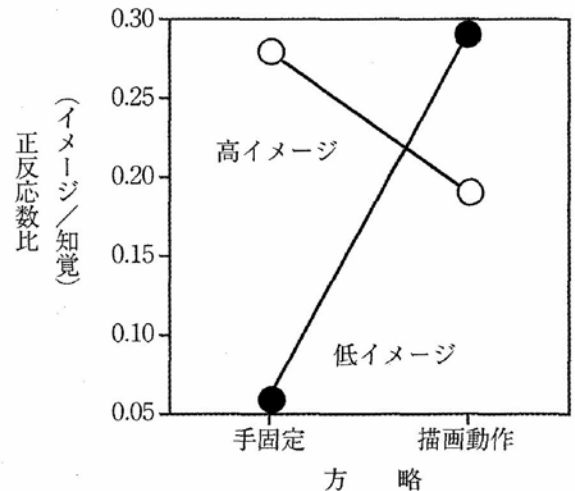


図2 高、低イメージ群の正反応数比と方略の関係

また、実際の動作によるその積極的な使用がイメージの形成を促進し、新しい意味の付与を可能にすること、を示唆している。このような、イメージにおける認知的枠組みの変換という現象は、Symbolic Perceptual 理論と矛盾するものではない。しかし、より重要なことは、それが運動システムの実行によって生じたという点であり、これは、イメージには運動産出システムが関与しているという、Psychoneuromuscular 理論への強い支持となっている。一方、イメージ能力が高い被験者では、このような描画動作の効果は観察されなかった。高イメージ群は、おそらく、動作のためのプラン、あるいは、それを使うための inner scribe 機能が優れているため、描画動作によるイメージ形成への支援効果が、顕在化しなかったのであろうと考えられる。

## 2. 実験2

本実験では Finke et al. (1989) の誘導イメージ課題を用い、イメージの操作と動作の関係について検討する。この課題では、複数の要素図形（英数字、あるいは単純な2次元幾何学図形）を組み合わせ、最終的にできあがる図形を答えなければならない。1つの有意味な図形を形成するため、被験者は実験者の指示にしたがって、要素図形に対

して回転，反転等の操作を正しく行わねばならないという点が，この課題の重要な特性である．本実験の主たる目的は，このような課題のパフォーマンスに，描画動作がどのような効果を持つかを検討することである．また，実験1と同様の理由により，イメージ能力の効果についても吟味する．

## 2. 1 方法

**被験者：**大学生180名を手固定群と描画動作群に，ほぼ半数ずつランダムに割り当てた．

**材 料：**イメージ形成のための要素材料として，アルファベットの太文字を用いた．図3は最終的に形成されねばならないパターンであり，上段の左端が練習用，残りが本試行用のパターンであった．

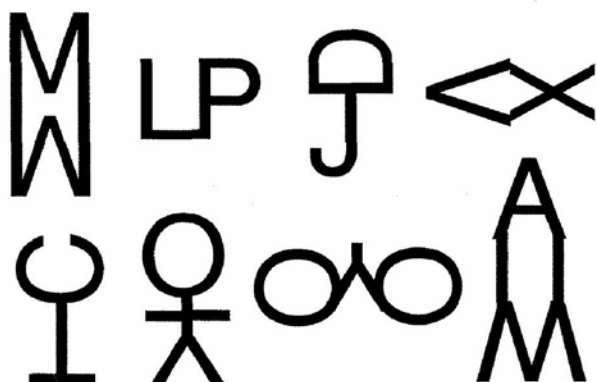


図3 実験2で用いられた刺激パターン

**手続き：**イメージ能力測定のためVVIQ (Marks, 1973) を実施し，その1週間後にイメージ課題を行った．イメージ課題では，まず最初に，全アルファベットの太文字をスクリーン上に提示し，イメージすべき文字の形を被験者に確認させた．その後，文字Rを用いて，イメージの平行移動，左右もしくは上下反転，時計回りあるいは反時計回りに90度回転という操作について説明を行った．これらの説明が理解されていることを確認した上で，1試行の練習を行った．この練習の後，どのようなイメージが形成されているべきかを説明し，実験手順を再確認した上で，本試行に

移った．各試行において，被験者は実験者の口頭による指示にしたがって文字のイメージ化，その操作を行い，最後の操作が指定された後の「ハイ」という合図によって，形成したイメージが何に見えるか，その名称を回答用紙に記入した（第1命名）．その後，さらにイメージの描画と，描画に基づく再命名（第2命名）を行った．実験者による指示の速度は1操作あたり7秒であり，最終操作から第1命名の開始，および第2命名終了までの時間は，それぞれ7秒，70秒であった．試行開始から第1命名までの間，被験者は閉眼しており，手固定群は両手のひらを上に向けて机の上に固定していた．一方，描画動作群は，利き手の人差し指を使って机の上にイメージを描く動作を行っていた．

## 2. 2 結果と考察

**分析対象者：**VVIQ得点をもとに上下1/3ずつを高，低イメージ群としたところ，各群の人数と平均VVIQ得点，SDは表2のようになった．以下の分析は，これらの被験者について行った．

表2 実験2における各群の被験者数，VVIQ得点，SD

群	人数	VVIQ	SD
高イメージ・固定	32	28.0	4.5
高イメージ・描画	25	27.2	4.8
低イメージ・固定	26	46.6	3.2
低イメージ・描画	34	47.9	5.1

**正答の基準：**本実験で用いた刺激パターンに，どの程度一貫した名称が与えられるかを調べるため，実験に参加していない大学生14名に，本試行で用いた7つのパターンを提示し，命名を行わせた．最も頻度の高かった名称は，カップ（100%），傘（79%），魚（93%），グラス（79%），人（100%），眼鏡もしくはサクランボ（79%），ロケット（100%）であった．各パターンとも，かなり高い一致率を示しており，それほど多義的ではないことが明らかになった．そこで，イメージもしくは描画に対して上記の名称が与えられている場合を正



答とし、以下の分析2、3では正答数について分析を行った。

分析1：イメージ形成のための情報が、正しく入力、保持されていることが、正しい命名の前提となる。そこで、先ず、描画の正しさについてイメージ能力（高-低）×方略（手固定-描画動作）の分散分析を行った。その結果、方略 ( $F(1,113) = .34$ )、イメージ能力 ( $F(1,113) = .04$ ) の主効果も、両者の交互作用 ( $F(1,113) = .42$ ) も全て有意ではなく、各群の平均正答数は6.3~6.6の間であった。この結果は、どの群も、最終的なイメージ形成に必要な要素図形に関する情報は十分に持っており、紙と鉛筆を使い実際に描画することで、同じように正しく図形を構成できたことを示している。

分析2：第2命名の正答数について、分析1と同様の分散分析を行った。その結果、方略 ( $F(1,113) = .14$ )、イメージ能力 ( $F(1,113) = .14$ ) の主効果も、両者の交互作用 ( $F(1,113) = .40$ ) も全て有意ではなく、各群の平均正答数は5.3~5.5の間であった。この結果は、いったん、正しく描かれた図形に対しては、どの群も等しく適切な命名が可能であったことを示している。

分析3：第1命名の正答数について、これまでと同様の分析を行った。その結果、方略の主効果は有意ではなかった ( $F(1,113) = .88$ )。しかし、実験1とは異なり、イメージ能力の主効果に関しては有意差が得られ ( $F(1,113) = 6.09, p = .015$ )、低イメージ群よりも高イメージ群の方が高い成績を示した。その主な原因は、本実験の方が、群間のイメージ能力の違いが、相対的に大きかったためであろうと考えられる。また、図4に示されているように、イメージ能力×方略の交互作用も有意となったので ( $F(1,113) = 4.40, p = .038$ )、単純主効果の検定を行ったところ、以下のような結果が得られた。すなわち、イメージ能力が低い場合は、描画動作がある方がない場合よりも成績がよ

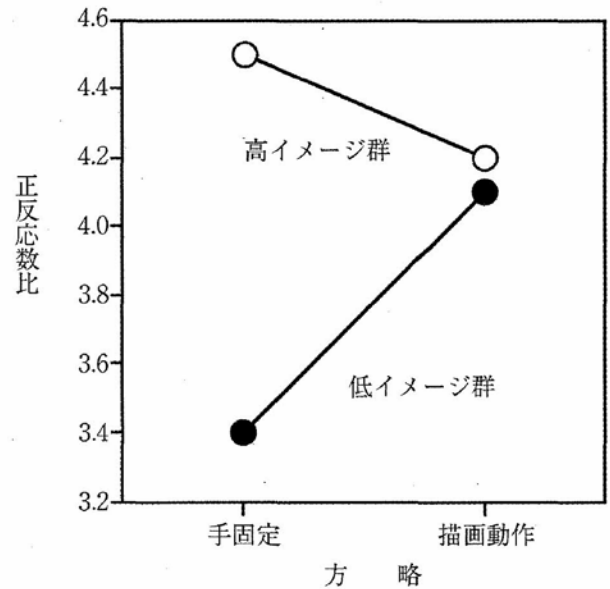


図4 高、低イメージ群の平均正答数と方略の関係  
いが ( $F(1,113) = 4.61, p = .034$ )、イメージ能力が高ければ、描画動作は成績に影響を与えなかった ( $F(1,113) = .67$ )。また、描画動作がない場合は、イメージ能力が高い群の方が低い群よりも成績がよいが ( $F(1,113) = 10.42, p = .002$ )、描画動作があれば、イメージ能力は成績に影響を与えなかった ( $F(1,113) = .07$ )。

分析1と2の結果は、どの条件の群も、イメージ形成に必要な情報を十分に持っており、紙と鉛筆を使い実際に描画することで、同じように正しく図形を構成できたこと、および外的に表現されたイメージに対しては、適切な命名が可能であったことを示していた。したがって、他に比べ、低イメージ群の手固定条件において、第1命名の正答数が少ないという分析3の結果は、イメージ要素を適切に操作し、全体として統合されたイメージを正しく形成することが、完全にはできなかったためであろうと推察される。ところが、低イメージ群であっても、描画動作を行うことによって、パフォーマンスは上昇し、高イメージ群と同程度の成績を示した。一方、高イメージ群では、描画動作の有無によって、成績が変化することはなかった。これらのことは、イメージ能力の高さや描画動作が、イメージの操作、形成を促進する機能

を有することを示しており、実験1と一致する結果であった。

### 総合考察

実験1, 2をとおして明らかになったことは、イメージの解釈の転換や、複数の要素図形を操作し、それらを1つの有意味なイメージへ統合する課題の成績は、低イメージ群では描画動作によって促進されるが、高イメージ群では、描画動作の有無にかかわらず良好だということであった。この結果は、イメージ・トレーニングのメカニズムを理解するための、いくつかの重要な示唆を含んでいる。

第1は、運動プログラムを、動作行為によって実際に遂行することで、イメージの形成、操作が促進されるという事実から示唆されることであり、イメージの処理とは動作の内的な表象であり、運動産出システムと分かちがたく結びついているということである (Jeannerod, 1995)。同様のことを示唆する結果は、心的回転などの課題を用いた研究でも報告されており (Oliver & Mendoza, 2000; Wexler, Kosslyn & Berthoz, 1998; Wohlschlaeger & Wohlschlaeger, 1998)、これらの結果から総合的に判断すると、イメージ・トレーニングの効果を説明する2つの主要な理論のうち、Symbolic Perceptual理論よりも、Psychoneuromuscular理論の方が、より妥当であろうと考えられる。ただ、このことは、実験1の考察でも述べたように、イメージ・トレーニングによる表象の修正が、遂行の改善を導くという前者の主張を否定するものではない。Symbolic Perceptual理論の問題点は、イメージと運動産出システムを、分離したものとしてとらえているところにあると思われる。

第2は、高イメージ群は描画動作を行わなくても高い成績を示す、すなわち、イメージ能力が描画動作と機能的に等価だという結果から示唆されることであり、イメージ能力の高さとは、動作の

ためのプラン、あるいは、それを使う機能が優れているのであろうということである。このことと、イメージの処理が運動産出システムと分かちがたく結びついているという、上述の示唆を併せて考えると、イメージ能力が高いほど、イメージ・トレーニングの効果が高いであろうという予測が導かれる。事実、Isaac, Marks および Russell (1986) は、そのような結果を報告している。したがって、イメージ能力が低い被験者がイメージ・トレーニングを行う場合は、動作の随伴が効果的であろうと予想される。

ただ、1つ留意しておきたい点は、実験1, 2とも描画動作群の指の動きは、必ずしも大きなものではなく、被験者によっては、非常に微妙な動きしか示さなかった、ということである。また、実験1において、知覚フェーズで観察された図形は、イメージ・フェーズにおいて正確に描画されるというよりは、むしろ、大雑把なアウトラインがなぞられていた。定量的な測定を行ってはいないので即断は避けなければならないが、動作そのものよりも、動作しようという「意図」が重要なかもしれない。

動作意図の重要性は、過去の研究からも推測される。たとえば、SheikhとKunzendorf (1984) は、動き自体をイメージする場合には筋電が増加するが、動きを観察するようなイメージの場合には変化しない、と報告している。これは、イメージ・トレーニングにおいては、観察イメージよりも動きのイメージを選好する被験者の方が、効果を示しやすいという知見 (Richardson, 1994) とも符合する結果である。したがって、イメージ・トレーニングに動作を随伴させるとしても、実際の身体運動を正確に行わせるというよりは、動作意図の喚起を促進するような教示が重要であり、単に、動作意図を持たせるような指示か、あるいは、必然的に動作意図を伴う動きのイメージを強調するような教示で十分かもしれない。



ここまで、イメージ・トレーニングのメカニズムに関して示唆される点について、議論を行ってきた。それでは、その背景にあるイメージ処理過程は、どのようなものだと理解すればよいのだろうか。本研究の結果から示唆、もしくは推測されるイメージの形成、操作と動作の関係を整理すれば、以下のようなになる。

1) 知覚刺激あるいは聴覚的な指示によって、イメージの形成、操作のための運動プランが起動され、それに基づいて動作の内的表象としてのイメージ形成、操作が行われる。

2) 運動プランは運動産出システムと結びついており、実際の動作によって、プランの活性度は高まり、イメージの形成、操作が促進される。

3) イメージを心的に観察 (inspect) した結果に基づいて、その解釈が行われたり、あるいは意図どおりにイメージの処理が行われているか比較が行われ、必要に応じて修正のための運動プランが起動される。

図5は、上述の仮説的機構を模式的に現したものである。従来の作業記憶モデルでも、動作のプランニングに参与する inner scribe と呼ばれる機能によって、イメージの操作は行われるのではない

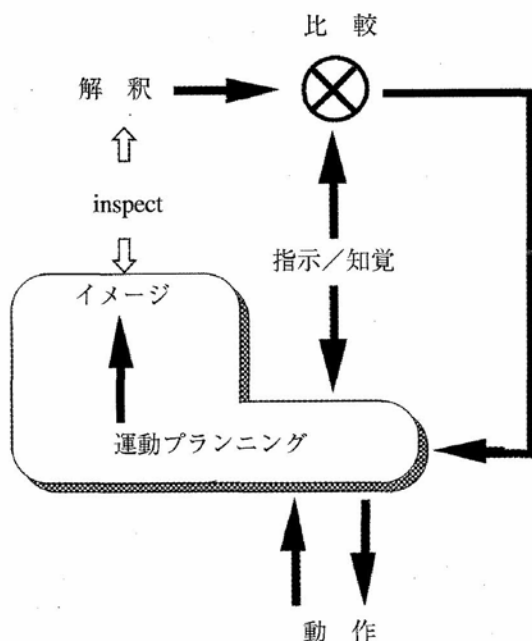


図5 イメージの形成、操作と動作の関係

かと指摘されており (e.g., Pearson et al., 1999), 図5に示したモデルの中核となる動作、運動プラン、イメージの関係を現した部分は、これに類似した機能を現している。ただ、本研究の結果は、動作によってイメージの操作のみならず形成も促進されることを示している。このことは、従来のモデルとは異なり、イメージの形成も運動プランによって行われるということを示唆している。また、イメージ能力が動作のためのプランや、それを使うための機能と等価であることを実証的に示したことも、本研究によって得られた新しい知見である。図5のモデルは、これらの結果に基づいて構成されたものであり、従来のモデルを、さらに進めたものといえよう。その検証と精緻化のための、さらなる研究が期待される。

#### 文献

- 1) Annett, J. Imagery and skill acquisition. In M. Denis, J. Engelkamp, and J. T. E. Richardson (Eds.), *Cognitive and Neuropsychological approaches to mental imagery*. Martinus Nijhoff. pp. 259-268 (1988)
- 2) Chambers, D. and Reisberg, D. Can mental images be ambiguous? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 317-328 (1985)
- 3) Deschaumes, M. C., Dittmar, A., and Vernet, M. E. Relationship between mental imagery and sporting performance. *Behavioural Brain Research*, 45, 29-36 (1991)
- 4) Deschaumes, M. C., Dittmar, A., and Vernet, M. E. Autonomic nervous system response patterns correlate with mental imagery. *Physiology and Behavior*, 51, 1021-1027 (1992)
- 5) Finke, R. A., Pinker, S., and Farah, M. J. Reinterpreting visual patterns in mental imagery. *Cognitive Science*, 13, 51-78 (1989)
- 6) Hall, E. G., and Hardy, C. J. Ready, aim, fire ... relaxation strategies for enhancing pistol marksmanship. *Perceptual and Motor Skills*, 72, 775-786 (1991)
- 7) Isaac, A. Imagery differences and mental practice. D.

- F. Marks and D. G. Russell (Eds.) *Imagery 1*. Dunedin, New Zealand: Human Performance Associates. pp.14-19 (1985)
- 8) Isaac, A., Marks, D. F., and Russell, D. G. An instruction for assessing imagery of movement: The vividness of movement imagery questionnaire (VMIQ). *Journal of Mental Imagery*, 10, 23-30 (1986)
  - 9) Jeannerod, M. Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, 33, 1419-1432 (1995)
  - 10) Johnson, P. The functional equivalence of imagery and movement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 349-365 (1982)
  - 11) Kim, J. and Tennant, L. K. Effects of visualization and Danjeon breathing on target shooting with an air pistol. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 1083-1087 (1993)
  - 12) Marks, D. F. Visual imagery differences in the recall of picture. *British Journal of Psychology*, 64, 17-24 (1973)
  - 13) Murphy, S. M. Imagery interventions in sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 486-494 (1994)
  - 14) Oliver, G. and Mendoza, J. L. J. Motor dimension of visual mental image transformation processes. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 1008-1026 (2000)
  - 15) Pearson, D.G., Logie, R.H., and Gilhooly, K.J. Verbal representation and spatial manipulation during mental synthesis. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11, 295-314 (1999)
  - 16) Richardson, A. *Individual differences in imaging: Their measurement, origins, and consequences*. New York: Baywood Publishing Company (1994)
  - 17) Sheikh, A. A. and Kunzendorf, R. G. Imagery, physiology, and psychosomatic illness. In A. A. Sheikh (Ed.), *International review of mental imagery*. New York: Human Science Press. pp.95-138 (1984)
  - 18) Wexler, M., Kosslyn, S. M., and Berthoz, A. Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68, 77-94 (1998)
  - 19) Wohlschlaeger, A. and Wohlschlaeger, A. Mental and manual rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 397-412 (1998)