

## 力量調整課題の短期記憶における筋感覚的イメージの干渉効果

瀬瀬智宏\* 羽柴祐之介\* 室伏由佳\* 猪俣公宏\*\* 小山 哲\*\*\* 武田 徹\*\*

The Interference Effects of Kinesthetic Imagery in Short-term Memory of Force Reproduction

Tomohiro KOUKETSU, Yunosuke HASHIBA, Yuka MUROFUSHI, Kimihiro INOMATA, Satoshi KOYAMA and Toru TAKEDA

### Abstract

The purpose of this study was to examine the functional equivalence of kinesthetic imagery and movement in experiments using an isometric force task. This experiment involved the reproduction of a pressure control task (2 kg). Three independent groups (N = 48) were included: 1 kg force group (1 kgFG), 2 kg force group (2 kgFG), 3 kg force group (3 kgFG). The experimental protocol consisted of four parts: 1) original learning session (40 trials); 2) pretest session (3 trials); 3) 10 trials with experimental session (1 kgFG = 10 trials with actual trial 1 kg; 2 kgFG = 10 trials with actual trial 2 kg; 3 kgFG = 10 trials with actual trial 3 kg); 4) recall (post) test session (3 trials). Constant errors were examined between groups by ANOVA. CE of 3 kgFG in recall test were significantly larger than those of 1 kgFG and 2 kgFG.

### I. 目 的

運動技能学習においてイメージ練習の有効性を指摘した研究はこれまでに多く行われてきた。しかし、その機能的等価性は研究者によって見解が異なり、不透明な部分が残されている。また、これまでのイメージリハーサルに関しての説明では、課題に対するイメージが実際の身体活動で認知される知覚（過去の知覚体験）に類似したものであれば、パフォーマンスに対して効果があるとされており、イメージと視覚の認知プロセスの類似性を実証した Finke (1979)<sup>1)</sup> や、イメージが実際の運動と同等の運

動情報を持つとする Johnson (1982)<sup>6)</sup> の実験は、イメージと運動の機能的等価性を支持するものである。これらの実験において、課題が視覚要因と強く関わっているために想起するイメージも視覚優位の運動イメージといえる。逆に、視覚的なイメージが困難なアイソメトリックな力量調整課題を用いた伊藤 (1985)<sup>5)</sup> や笹川 (1980)<sup>8)</sup>、筋感覚的残効を用いた Inomata (1987)<sup>2)</sup> の実験では、イメージと筋感覚の機能的等価性は支持されていない。

筋感覚的イメージの存在としては選択的干渉法（例えば Meudell）を用いて、筋感覚的イメージが視覚や言語・聴覚的イメージとは独立した

\*大学院生, \*\*教授, \*\*\*助教授

存在であることを実験的に確認する試みがなされてきている。伊藤 (1985)<sup>5)</sup> は視覚が再生の手がかりにならないようなアイソメトリックによる力量調整課題をとりあげ、力量情報の短期記憶における心的イメージの形態を調べる実験を行った。被験者は一定の力量を記録し、保持期間に内潜在的な維持リハーサルをおこないながら、同時に視覚的、言語・聴覚的、筋感覚的干渉課題を行うように指示された。仮説は、力量情報が短期記憶内で筋感覚的イメージリハーサルの形態をとっているなら、挿入された力量課題は内潜在的イメージリハーサルに干渉し、忘却を促進する。一方、他の干渉課題では筋感覚的イメージと競合しないため、リハーサルは干渉されず忘却は認められないというものであった。その結果、視覚と筋感覚干渉条件のもとで著しい忘却が認められた。このことから、力量情報は短期記憶内で視覚と筋感覚という多様相的なイメージ形態をとっていることがわかった。ただし視覚的イメージは力量に関する情報を含むとは考えられないため、筋感覚的イメージを誘発する条件的刺激としての役割を持つに過ぎないと結論している。したがって選択的干渉パラダイムによるより直接的な方法から、筋感覚的イメージが存在するという仮説がほぼ指示された。また、力量情報の短期記憶のパラダイムに Finke の基本的手続きを導入した場合、筋感覚的イメージが実際の運動との間に機能的等価性を持つなら、一定の目標値の記録後、保持期間に目標値と異なる力量を発揮するかイメージによってリハーサルした場合、再生時に類似した誤反応のパターンが生じることの仮説が支持された。このような観点から、力量調節の課題を学習したことに対して干渉を与えた場合、その後の力量発揮を遂行する上で忘却反応が見られるということが予想された。

そこで本実験では、伊藤の実験 (1985)<sup>5)</sup> をもとに、アイソメトリックな力量発揮ではイメージと運動感覚の等価性は認められないという仮説を設定し、力量調節課題を用いて挿入学習の異なる3群間の差異を検討した安永ら (1998)<sup>3)</sup> や村井ら (1999)<sup>9)</sup> の研究方法をモ

デルにし、新たに挿入学習においても視覚的干渉を考慮して視覚的フィードバックを与え、(① 1 kg force group: 力量発揮の目標値が1 kgの群 ② 2 kg force group: 力量発揮の目標値が2 kgの群 ③ 3 kg force group: 力量発揮の目標値が3 kgの群) の3群間の力量発揮の差異を検討することを目的とした。検討の内容は原学習の直後に行われるプレテストと挿入学習後に60秒の休憩を挟んだ再生テストであった。なお、挿入学習の必然性については先行研究において示されているため、それを考慮した上で本実験ではコントロール群を設けなかった。

## Ⅱ. 方 法

1. **被験者**: 力量調節課題に対して未経験な、中京大学体育学部生48人 (男子27名、女子21名、年齢19-21歳)

2. **実験場所**: 中京大学14号館302実験室

3. **実験装置**: 力量調節課題器 (T. K. K モデル No. 1269L) の指圧盤に加圧したときに力量がストレインアンプ (DSA-605C) で増幅されるようにし、データをコンピューター① (EPSON PC-286LS, AD Converter Box) で取り込み、モニターに表示された。力量発揮の合図はコンピューター② (EPSON PC-286LS, AD Converter Box) に等間隔で鳴るようにプログラミングされた。各セッション間の休憩60秒はストップウォッチで計測された。

### 4. 実験手順および実験条件

実験課題は、装置に右前腕部を2つのベルトで固定された状態で、2 kgの力量を3本の指先 (人差し指、中指、薬指) で指示されたタイミングで連続的に (1秒間) 発揮するアイソメトリックなり力量調整課題とした。

被験者は男女の比率がほぼ等しくなるように以下の3群にランダムな振り分けがされた。

1) 1 kg force group (1 kg群): 挿入学習期において1 kgの力量を学習する群

2) 2 kg force group (2 kg群)：挿入学習期において2 kgの力量を学習する群

3) 3 kg force group (3 kg群)：挿入学習期において3 kgの力量を学習する群

各被験者には、実験装置の前に設置してある椅子に着席するように指示し、実験の流れと課題遂行の要領を書いた用紙を正面に掲示しながら説明を行った。

実験を遂行する際の注意事項として、力量の発揮は開眼で行うこと、指を加圧盤に乗せた状態から加圧することが注意された。内容が理解できたか確認を取り、以下の手順で実験が進められた。

セッション1 (原学習期)：すべての被験者は原学習として開眼状態で2 kgを目標値とした力量発揮を40試行を行った。1試行終了する毎にモニターに表示された結果をフィードバック情報として観察するよう指示された。

セッション2 (プレテスト)：全ての被験者は原学習の直後にプレテストとして力量発揮を3回行った。その際、視覚的フィードバックは与えられなかった。

セッション3 (挿入学習期)：全ての群において原学習同様に力量発揮を行った。1 kg 群は kg を目標値とした力量発揮を10試行行った。1キログラム群同様、2キログラム群は2キログラムで、3キログラム群は3キログラムでそれぞれ10試行力量発揮を行った。その際、視覚的フィードバックが与えられた。

セッション4 (再生テスト)：全ての被験者は開眼状態で2 kgを目標値とした力量発揮を3試行を行った。その際、視覚的フィードバックは与えられなかった。

全ての力量発揮は試行間隔20秒で行い、前セッションの短期記憶を消去させるためにセッション間の休憩は60秒であった。休憩中は何も考えずリラックスするよう指示された。実験終

了後、全ての被験者に対して、実験に関するの内省報告のインタビューを行った。

### Ⅲ. 結 果

#### 1. 原学習について

図1は各群の学習過程を比較する目的で5試行1ブロックとして、恒常誤差 (CE)、標準偏差を示したものである。原学習において恒常誤差の条件間要因 (1 kg FG、2 kg FG、3 kg FG) × 時間要因 (5試行1ブロック × 8) の分散分析を行った。その結果、恒常誤差において5%水準で有意差は認められなかった。(F = 0.709、P = 0.76)

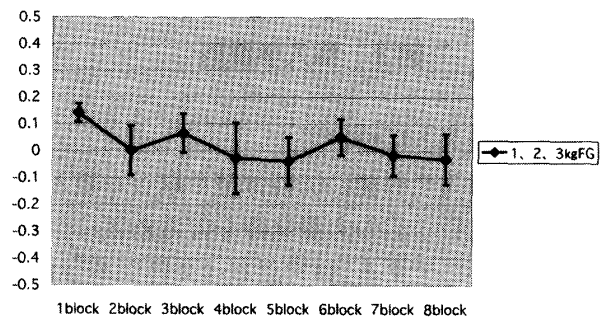


図1 原学習期

#### 2. プレテストについて

図2は、原学習の40試行目の直後に行われた各群のプレテスト試行3回の力量発揮を恒常誤差について示したものである。恒常誤差においては条件間要因 (1 kg FG、2 kg FG、3 kg FG) における分散分析を行った。その結果、恒常誤差において5%水準で有意差は認められなかつ

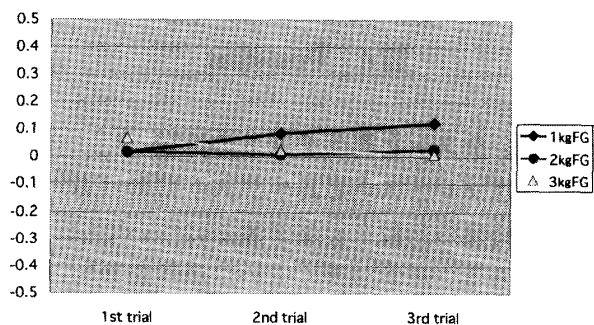


図2 Pre-test

た。(F = 2.051、df = 2)

### 3. 挿入学習について

図3はプレテスト後に60秒休憩を取った後の挿入学習における恒常誤差を表したものである。各群の力量発揮を2試行1ブロックとして示した。

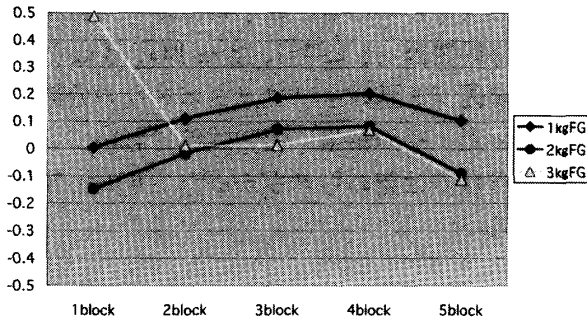


図3 挿入学習期

### 4. 再生テストについて

図4は挿入学習後に60秒休憩を取った後の再生テスト試行3回の力量発揮を恒常誤差について示したものである。恒常誤差は条件間要因(1 kg FG、2 kg FG、3 kg FG)において分散分析を行った。その結果、条件間要因において5%水準で有意差が認められた(F = 0.031、df = 2)

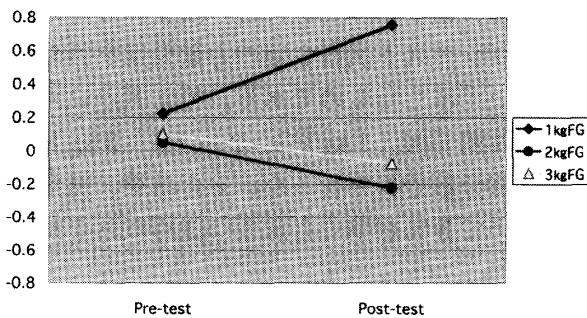


図4 Post-test

### 5. プレテストと再生テストの比較

図5はプレテストと再生テストにおける力量発揮の結果の比較を、恒常誤差について示したものである。恒常誤差について条件間要因(1 kg FG、2 kg FG、3 kg FG)×時間要因(pre-post)の分散分析を行った。その結果、条件間要因に

おいて5%水準で有意差が認められた(F = 2.847、df = 2)。

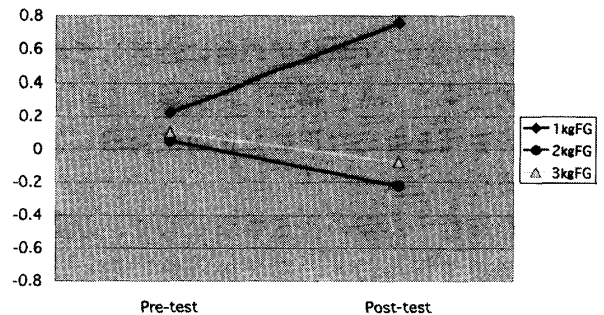


図5 pre-test

### 6. 内省報告

実験終了後に内省報告のインタビューを行った。その結果、実験全体の疲労感について肉体的疲労感があったと答えた者が48名中31名、精神的疲労感があったと答えた者が25名、集中の持続が困難であったと答えたものが5名であった。この他に、単調な課題であったため「眠くなった」「ぼんやりしてしまった」と答えた者が4名であった。

挿入学習時の1 kg群(16名)において実験全体を通して「肉体的・精神的疲労感」があったと答えた者が10名、再生テストにおいて何を手がかりにして力量を発揮したのかという質問に、「腕を固定していたベルトの張り具合」と答えた者が5名、「原学習の感覚を頼りにした」と答えた者が5名、「1 kgを強く押す感じ」と答えた者が4名、「指の曲げる角度」、「手の甲や指先に力が入っているのを目で見て判断」と答えた者がそれぞれ1名、正確に押せたかという質問に対し「正確に押せた」と答えた者がプレテストでは16名中5名、再生テストでは4名であった。

挿入学習時の2 kg群(16名)において実験全体を通して「肉体的・精神的疲労感」があったと答えた者が14名。再生テストにおいて何を手がかりにして力量を発揮したのかという質問に、「原学習と同じ感覚で」と答えた者が7名、「原学習における指先の感覚のイメージ」と答えた者が4名、「原学習における筋感覚のイメー

ジ」と答えた者が3名、「腕を固定していたベルトの張り具合」と答えた者が、2名、正確に押せたかという質問に対し「正確に押せた」と答えた者がプレテストでは16名中5名、再生テストでは5名であった。

挿入学習時の3 kg群（16名）において実験全体を通して「肉体的・精神的疲労感」があったと答えた者が12名。再生テストにおいて何を手がかりに力量を発揮したのかという質問に、「原学習と同じ感覚で」と答えた者が8名、「3 kgから少し力を抜く感じ」と答えたものが6名、「腕を固定したベルトの張り具合」、「原学習における指先の感覚のイメージ」と答えた者が、それぞれ1名、「正確に押せたか」という質問に対し「正確に押せた」と答えた者がプレテストでは16名中3名、再生テストでは2名であった。

実験を終えての感想では「原学習は20～30回でよかったのでは」「再生テストにおいてテスト前に60秒の休憩を挟んだために、感覚が狂った」「実際の運動場面には応用できるのか」などが挙げられた。

## IV. 考 察

### 1. 原学習について

原学習において恒常誤差の条件間要因×時間要因において分散分析を行ったところ、5%水準で有意差は認められなかった。以上の結果により、原学習の学習効果について各群間に偏りは認められず等質性が認められ、安永（1998）<sup>3)</sup>ら、村井（1999）<sup>9)</sup>らの先行研究を支持することができた。また、各群ともに40試行の学習過程において2 kgを目標値とした力量発揮のスキルが向上したと考えられる。

### 2. プレテストについて

プレテストにおいて条件間要因において分散分析を行った結果、恒常誤差は5%水準で有意差は認められなかった。原学習同様、各群間に偏りは見られず等質性が認められたといえる。

### 3. 挿入学習について

視覚的フィードバックを与えながら行った挿入学習では、原学習期においてスキルを獲得したものに対して、筋感覚的イメージの干渉を図った。主に1 kg群、3 kg群が画面を見ての視覚的干渉を含めて筋感覚的干渉を受けることを目的として、また2 kg群に関してはスキルアップが期待された。その結果、1 kg群と2 kg群においてt検定の結果は5%水準において有意差は認められなかった。また、3 kg群に関しては5%水準で有意差が認められ、力量発揮のスキルを獲得した傾向が見られたため、原学習において獲得されたスキルに対しての干渉が期待された。また、3 kg群において2試行1ブロック×5セットのうち最初の1ブロックに、over shootingの傾向が見られた。力量の再生がover shootingの反応セットに特徴付けられることはPepper and Herman（1970）<sup>7)</sup>、伊藤（1984）<sup>4)</sup>らの研究によって明らかにされているが、まず、各群に比べ全体を通して3 kg群が最も身体的、精神的疲労を感じていること、また同時に、原学習40試行において正しい力量情報が長期記憶に貯蔵されていなかったことに起因するものと考えられる。

### 4. 再生テストについて

再生テストにおいて恒常誤差で条件間要因において分散分析を行った結果、5%水準で有意差が認められた。また、1 kg群ではover shooting、2 kg群、3 kg群においてはunder shootingの傾向が見られた。これは、再生テストにおいて何を手がかりにして力量を発揮したのかという質問に、1 kg群では「原学習の感覚を頼りにした」、「1 kgを強く押す感じ」、2 kg群では「原学習における筋感覚のイメージ」、3 kg群では「原学習と同じ感覚で」、「3 kgから少し力を抜く感じ」と答えていることから、原学習での力量学習に対して、挿入学習の干渉効果（assimilation effect）によるものと考えられる。

### 5. プレテストと再生テストの比較について

プレテストと再生テストの比較においては、

1 kg群、2 kg群に対して3 kg群の再生テストにおける大幅な over shooting が見られた。これは3 kg群において、2 kgで行った原学習と3 kgで行った挿入学習の間に生じた、assimilation effect によるものと考えられる。

## V. ま と め

実験結果から、3群を比較してみた際、各群間に有意差が認められた。なかでもプレテストと再生テストの比較において3 kg群に大幅な over shooting が見られたことは、3 kg群において2 kgで行った原学習と3 kgで行った挿入学習の間に生じた、assimilation effect によるものと考えられる。これは伊藤(1986)<sup>5)</sup>、笹川(1990)<sup>8)</sup>、そしてInomata(1987)<sup>2)</sup>の前実験を支持するものであると考えられる。本実験では、短期記憶における筋感覚的イメージの干渉効果において、assimilation effect(同化効果)が中心に見られた。今後の課題としては、挿入学習における干渉課題をイメージを用いて行った場合に、同様にassimilation effectが見られるかどうか。また今回設定した3群のうち、3 kg群だけにassimilation effectが明確に見られた理由の検討が挙げられる。

## 謝 辞

最後に、実験を実施するにあたり、多大なるご協力とご迷惑をおかけ致しました、名古屋大学総合保健体育科学センターの山本裕二先生、ならびに中京大学スポーツ認知・行動科学系助手、渡辺英児さんに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) Finke, R. A., "The Functional Equivalence of mental images and errors of movement", *Cognitive Psychology*, 11 : 235-264, 1979.
- 2) Inomata, K. "Theoretical considerations for the effect of mental practice on motor learning" "Proceeding of 3rd International Imagery

Conference, pp78-79, 1987.

- 3) 安永 円・若山裕晃「力量調整課題における筋感覚的イメージリハーサルの干渉効果」中京大学体育研究所紀要, NO. 13 : 77-83, 1998.
- 4) 伊藤政展・三条俊彦「力量情報の短期記憶における直後再生エラーの反応セット特性」*体育学研究*, 29 : 143-51, 1984.
- 5) 伊藤政展「力量情報の短期記憶における筋感覚的イメージと運動の機能的等価性」*体育学研究*, 31 : 113-21, 1986.
- 6) Johnson, P., "The functional equivalence of imagery and movement," *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34 : 349-65, 1982.
- 7) Pepper, R. L. and Herman, L.M., "Decay and interference effects in the short term retention of a discrete motor act", *Journal of Experimental Psychology monograph supplement*, 83 : 1-8, 1970.
- 8) 笹川英生「力量調整課題における筋感覚的イメージ・リハーサルの干渉効果」上越教育大学修士論文, 1990.
- 9) 村井 剛・佐藤敬広・吉田竜彦「力量調整課題における筋感覚的イメージリハーサルの干渉効果 —その2—」中京大学体育研究所紀要, NO. 14 : 91-98, 1999.