

# 観察学習を促す手本の習熟度の検討

川崎 翼, 荒巻 英文

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

## 要旨

本研究の目的は、新規な運動を学習する際の手本は、習熟した映像と拙劣さの残る未習熟な映像、どちらが効果的かを検討することとした。健康若年者25名を対象とし、未習熟手本観察群と習熟手本観察群とに割り付けた。未習熟手本観察群には20分のみ練習した後の拙劣さが残る映像を呈示した。一方、習熟手本観察群には、掌での鉄球回しにおいて、習熟後の円滑な映像を呈示した。その後、パフォーマンス測定として、鉄球回しを10回転行うのに要する時間（運動時間）と落下回数を測定した。この観察と測定を3回繰り返し、パフォーマンスの経過を分散分析によって検討した。実験の結果、運動時間は、未習熟手本観察群の方が習熟手本観察群より有意に早くなった。この傾向は1回目の観察後から認められた。一方で、落下回数は両群間に違いがなかった。本研究結果によって、未習熟の手本は、運動時間に表される円滑性向上に直後から効果的であるが、落下回数に表される失敗の減少には効果を認めないことが明らかになった。

キーワード：観察学習, 手本の習熟度, 手指巧緻運動

## Effective Model in Observational Learning

Tsubasa Kawasaki, Hidefumi Aramaki

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Ryotokuji University

## Abstract

The purpose of this study was to investigate whether the clumsy non-skilled model is more effective compared to the skilled model in observational learning. Twenty-five young male adults participated. The participants were randomly assigned to two groups (non-skilled model observation group and skilled model observation group). At first, the participants' performance of rotation of iron balls (Chinese medication balls) on the left hand was measured (the time required for 10 rotations and the number of dropping balls). The non-skilled model observation group observed a non-skilled model of the iron ball rotation; the person had practiced for only 20 minutes with his left hand. On the other hand, the skilled control observation group observed a skilled control of the iron rotation; the control person had practiced for 10 consecutive days (15 minutes per day). After the observation, the participants' iron ball rotation performance was measured again. This observation-performance procedure was repeated 3 times to determine the motor learning process. Results showed that, for the time required for 10 rotations, the non-skilled model observation group significantly performed quicker than the skilled control observation group in all the post-observation performances. Such a difference was not obtained for the number of dropping. These results suggest that the observation of the non-skilled model has an advantage in terms of the 10-rotation speed, which exhibits motor smoothness, but not in terms of the number of dropping, which exhibits motor error.

Keyword : observational learning, model's skill level, finger coordination

## I. 背景と目的

リハビリテーション現場では、運動学習を目的として高齢者に動作を教示する際、手本として療法士が完璧に近い動作を見せて模倣を行わせることがある。この背景には、対象者が模倣する時に活動するミラーニューロンシステムという脳内ネットワークに活性化（腹側運動前野－下頭頂小葉－上側頭溝）が起こることを想定している場合が多い。ミラーニューロンシステムの活性化は、具体的な運動イメージ想起による運動関連領域の賦活を促し、運動の学習に寄与することが可能となる<sup>1-3)</sup>。

このような運動観察後の模倣によって運動学習を促す試みは観察学習と呼ばれ、様々な運動パフォーマンスにおいて改善効果が報告されている。例えば、Heyesらは、順序立てられたキーボードのタッピング課題において、運動観察を行うと、その後成績が向上することを報告している<sup>4)</sup>。またBadetsらは、指定された時間にスイッチを押すというタイミング課題において、運動観察後の効果を示している<sup>5)</sup>。以上のように、運動観察による学習は、運動パフォーマンスを向上させることができるツールとしての可能性を示しており、リハビリテーション対象者への応用が示唆される<sup>6)</sup>。特に、身体に負荷をかけることがなく行えるアプローチ法として、身体的負担をかけることが困難な対象者への有用性が高いといえる。さらには、療法士とのリハビリテーション実施時間外においても行える、自己トレーニングとしての可能性も秘めている。

しかしながら、学習者にとって不慣れ（あるいは新規）な運動を観察する場合では、習熟済みの完璧に近い映像であると、ミラーニューロンシステムを含めた運動関連領域の活動は低くなる。例えば、Calvo-Merinoらは、バレエの初心者は、熟練者に比べてバレエ演技中の映像を観察している時のミラーニューロンシステムの働きが有意に小さいことを報告している<sup>7)</sup>。またAgliotiらは、バスケットボールの初心者は、熟練者に比べてフリースローを行う映像観察中の運動神経の興奮性（皮質脊髄路の興奮性）が低いことを報告している<sup>8)</sup>。ミラーニューロンシステムと運動関連領域の活性化は観察学習の基盤となるため<sup>3)</sup>、これらの領域の賦活が抑えられる習熟済みの完璧に近い観察映像は、観察学習に有益とならない可能性を示している。

逆に自身の身体状況に親近性のある映像呈示は、ミラーニューロンシステムを活性化させやすいという報告があり<sup>7, 9)</sup>、観察学習の効果を高める可能性がある。そこで本研究では、効果的な観察学習の手本の呈示方法を提案することを目的として、呈示する手本の習熟度の違いによる手指巧緻運動の学習過程を検討した。

## II. 方法

### 1. 対象

鉄球回し経験のない若年成人男性25名であった（平均年齢 $21.5 \pm 0.7$ 歳、表1）。参加者は全員エディンバラの利き手テスト<sup>10)</sup>にて、右利きであるというを確認している。全員参加者には、実験を行う前にヘルシンキ宣言に

表1. 各群の基本情報

	未習熟手本観察群 (N=11)	習熟手本観察群 (N=14)	p値
年齢(歳)	21.4 ± 0.5	21.6 ± 0.7	0.29
母指から小指の距離(cm)	20.4 ± 1.4	20.0 ± 0.7	0.35
エディンバラの利き手指数	87.2 ± 24.1	92.5 ± 7.8	0.45

平均値 ± 標準偏差

基づき、インフォームドコンセントを行った。その後、書面にて同意を得て実施した。なお本研究は、了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認を得ている（承認番号：2622）。

## 2. 手続き

参加者は、ランダムに2群に割り付けられた（未習熟手本観察群11名と習熟手本観察群14名，表1）。手続きは以下の通りである。まず観察前の評価として，鉄球回し10回転に要する時間と，その間の鉄球落下回数を測定した。次に，未習熟手本観察群には，20分のみ練習し，鉄球回しが一応行えるという状態での鉄球回し映像（10回転に要する時間：30秒，10回転あたりの落下回数：2回）を1分間呈示した。習熟手本観察群には，呈示する映像のモデルが1日あたり15分間を合計10日間練習した後の鉄球回し映像（10回転に要する時間：7.5秒，10回転あたりの落下回数：0回）を1分間呈示した。その後，鉄球を10回転させるのに要する時間を測定した。この映像観察と鉄球回し測定の手続きを3回繰り返し，鉄球回しのパフォーマンスがどのように向上していくかについて検証した（図1）。

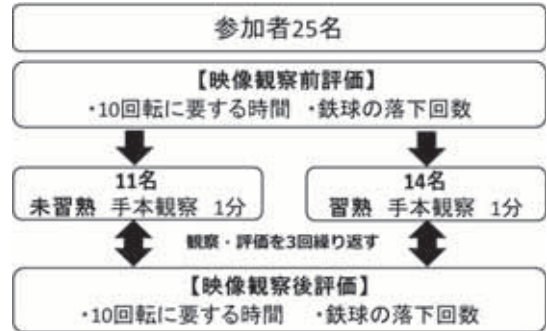


図1. 実験フローチャート

鉄球回し課題に用いた鉄球は，直径5cm，重さ37グラムであった。2つの鉄球を非利き手（左手）で時計回りに回す課題を運動学習課題とした。鉄球回しのパフォーマンスの測定には，時間を刻んでいるストップウォッチと共に，鉄球を回している動画を撮影した（図2）。10回転に要する時間は，験者が撮影した動画から，鉄球回しの開始時間と終了時間をストップウォッチに表示されている数値から算出した。なお，落下に伴う時間は，運動時間から減じた。落下回数も同様に動画からカウントした。すべての実験終了後，それぞれの手本観察時の感想を聴取した。



図2. 鉄球回しパフォーマンス測定の様子

## 3. 従属変数と統計分析

従属変数は，観察後の10回転に要する時間と落下回数とした。それぞれの従属変数において，二要因の混合計画による分散分析（参加者間要因：観察群 [未習熟手本観察群，習熟手本観察群] × 参加者内要因：セッション [pre, post 1, post 2, post 3]）を行った。なお，すべての統計における有意水準は5%とした。

## Ⅲ. 結果

10回転に要する時間は，観察群に主効果を認め，未習熟手本観察群の方が習熟手本観察群より有意に高かった（ $F(1, 23) = 4.52, P = 0.04$ ）（図3）。一方で，落下回数は両群間に違いを認めなかったが（ $F(1, 23) = 0.06, P = 0.81$ ），セッションに主効果を認めた（ $F(3, 69) = 3.34, P = 0.02$ ）（図4）。多重比較の結果，観察前（pre）に比して，二回目観察終了後（post 2）および三回目観察終了後（post 3）に有意な落下回数の減少を認めた（pre vs. post 2:  $t[69] =$

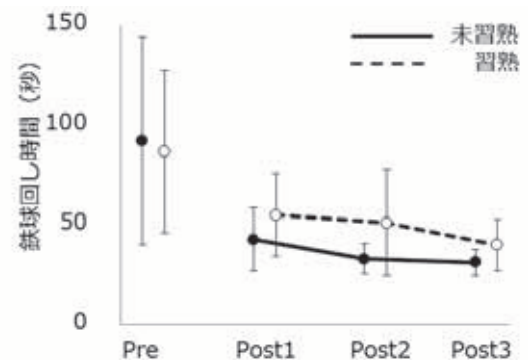


図3. 10回転に要する時間

2.52,  $p=0.01$ , pre vs. post 3:t [69] =2.73,  $p=0.008$ ). 実験終了後に聴取した手本観察時の感想では、習熟手本観察群の特徴的な感想は「回すのが早くてすごいが、どのように行ってよいかわからない」や「早くてただ見ているだけだった」であった。一方で、未習熟手本観察群の特徴的な感想は、「スムーズでなく、自分に近い運動であった」や「頑張ればできそうな程度の手本に見えた」であった。

#### IV. 考察

本研究から、10回転に要する時間は、未習熟な手本を用いた方が習熟済みの手本を観察するよりも早くなりやすいという結果が得られた。しかしながら、落下回数に関しては手本の習熟度による違いは認められなかった。それぞれの手本観察時における内省報告において、未習熟な手本観察時は、運動をより理解していると解釈できるものであった。

習熟手本観察群と比べて未習熟手本観察群の方が10回転に要する時間が早くなったという結果は、未習熟な手本は習熟した手本よりも参加者の学習状況に近かったため、手指運動の理解を促進させた可能性が示唆される。通常、運動学習の初期は、身体運動の理解が行われるということが古くからいわれている<sup>11)</sup>。未習熟手本観察群の内省報告は、運動を理解することにつながったと解釈できるものであった。つまり、未習熟な手本は、参加者自身の運動に近いこと、鉄球回し運動の学習初期において、どのように手指を動かすかについての理解につながったのではないかと考えられる。一方で、習熟手本観察群による内省では、運動の理解が促されたという報告はなく、運動の理解を促すには至らなかった可能性が考えられる。以上のことを踏まえると、未習熟な手本は、参加者との習熟状況が近いために、より自身の動きに近い運動のイメージを促し、運動学習につながったのではないかと推察される。

次に、手本観察時の脳活動の観点から未習熟な手本の効果を考察する。先行研究によると、運動を観察している最中、自身が行うイメージを想起することによって、ミラーシステムや運動関連領域が活性化することが報告されている<sup>12)</sup>。一方で、単に運動を観察しているだけであると、これらの領域の活性はほとんど認められない。つまり、効果的な観察学習を実現するためには、自身が行うイメージを想起させる手本がふさわしいと考えられる。また、学習者と観察映像の運動習熟度が一致している場合は、ミラーシステムや運動関連領域の活動が高まることも明らかになっている<sup>7)</sup>。以上の報告を踏まえると、未習熟な手本は、習熟した手本よりもイメージ想起に関与するミラーシステムや運動関連領域の活性化を導き、結果的に運動の理解を促して学習を促進させたことが示唆される。

落下回数に関しては、手本の習熟度による違いは認められなかった。この理由は、手本の落下回数に関連していると考えられる。未習熟の手本の落下回数は、2回と参加者の平均落下回数よりも多かった。Ikegamiらによると、学習者よりも低いパフォーマンス映像を観察すると、その後、学習者のパフォーマンスは変化しないかもしくは低下することが報告されている<sup>13)</sup>。本研究参加者は、新規の運動であったために、繰り返しの経験による一定の学習効果は認められたが、手本観察による効果はなかったのではないかと推察される。もう一つの可能性として、落下回数が観察前から少なかったことが関与している可能性がある。全参加者の落下回数は平均1回強と少なく、床効果が存在したことが強く影響し、手本観察の群間で有意な違いを認めるほどの効果をもたらさなかったためみられた結果かもしれない。

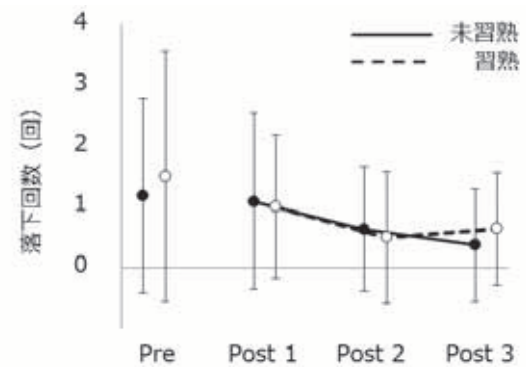


図4. 鉄球回し時の落下回数



以上のことから、落下回数に関する床効果の影響は排除できないものの、未習熟な手本は10回転に要する時間に表される円滑性向上に直後から効果的であり、落下回数に表される失敗には効果を示さないということが明らかとなった。今後は、この未習熟な手本の効果が運動円滑性に対して認められた要因についての詳細な検討が必要となる。

## V. まとめ

本研究では、観察学習に効果的な手本を提案するために、手本の習熟度の違いによる学習効果を検討した。本研究の結果、より効果的に学習を促進させる手本は、未習熟な手本であることが明らかになった。この結果は、リハビリテーション現場において、観察学習を実施する際に、未習熟な手本が効果的である可能性を示唆した。今後は、未習熟な手本の効果的な要因についての検討を行う予定である。

## VI. 謝辞

本研究は、理学療法協会の助成金「平成26年理学療法に関わる助成金」(研究代表者 川崎翼)の支援を受けて行われた。ここに記して謝辞を表す。

## 文献

- 1) Fadiga L, Fogassi L et al(1995)Motor facilitation during action observation:a magnetic stimulation study. *Journal of neurophysiology.* 73 (6),2608-2611.
- 2) Rizzolatti G and Craighero L (2004) "The mirror-neuron system. " *Annu Rev Neurosci* 27,169-192.
- 3) Halsband U, Lange RK (2006) Motor learning in man : a review of functional and clinical studies. *J Physiol Paris.* 99 (4-6),414-24.
- 4) Heyes C and Foster C (2002) Motor learning by observation:Evidence from a serial reaction time task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology.* 55 (2),593-607.
- 5) Badets A, Blandin Y, et al (2006) Intention in motor learning through observation. *The Quarterly journal of experimental psychology.* 59 (2),377-386.
- 6) Ertelt D, Small S et al (2007) Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage.* 36, T164-173.
- 7) Calvo-Merino B, Glaser D E et al (2005) Action observation and acquired motor skills:an fMRI study with expert dancers. *Cerebral cortex.* 15 (8),1243-1249.
- 8) Aglioti S M, Cesari P et al (2008) Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature neuroscience.* 11 (9),1109-1116.
- 9) Watanabe R, Higuchi T et al (2013) Imitation behavior is sensitive to visual perspective of the model: an fMRI study. *Experimental brain research.* 228 (2),161-171.
- 10) Oldfield RC(1971)The assessment and analysis of handedness:the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia.* 9,97-113.
- 11) Fitts P (1964) Perceptual-motor skill learning. In Melton AW (ed) : *Categories of Human Learning*, New York, NY, Academic Press, Inc. 244-285.

- 12) Taube W, Mouthon M, LeukelBrain C (2014) activity during observation and motor imagery of different balance tasks : An fMRI study. Cortex. 64, 102-114.
- 13) Ikegami T, Ganesh1 G (2013) Watching novice action degrades expert motor performance : Causation between action production and outcome prediction of observed actions by humans. Sci Rep. 11(4). 6989.

(平成26年11月28日稿)

査読終了年月日 平成26年12月 3日