# 運動スキルの異なる運動観察中の視線行動

川崎 翼，荒巻 英文，兎澤 良輔，盆子原 秀三
了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

**要旨**

本研究は，未習熟な手本の観察が運動学習を促進する背景を検討するために視線行動を分析した．健常成人7名が対象となり，鉄球回し映像における未習熟手本と習熟手本を観察した．両手本の観察後には，実際に鉄球回しを経験するが，その前後にどちらの手本が有益な手本と思うか質問した．観察中の視線行動は指，鉄球，掌に分けて視線を向けている割合から，未習熟手本と習熟手本の視線行動の違いを検証した．手本の有益性に関しては，選んだ手本の人数を分析した．実験の結果，未習熟手本と習熟手本には視線行動に有意な違いを認めず，鉄球に視線が有意に向いていた．観察後の鉄球回しを行った後は，未習熟手本が有益と答える人数が有意に多かった．本研究結果は，未習熟手本観察による運動学習効果の背景に視線行動は関与しないことを示唆した．また，未習熟手本が有益と考える人数が多いという結果は，未習熟手本には視線行動には表れない観察者と手本のパフォーマンスレベルの類似性が運動イメージ想起を促すことなどの認知的な優位性の存在を示唆した．

キーワード：視線行動，運動観察，運動スキル

## Eye Behavior During Action Observation Differing Model's Skill

**Tsubasa Kawasaki, Hidefumi Aramaki, Ryosuke Tozawa, Shuzo Bonkohara**
**Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University**

**Abstract**

As a part of research of background of beneficial effects of an unskilled model for motor learning, this work was conducted to identify two objectives. The first was to examine eye movement difference during observation of skilled or unskilled finger coordination tasks. The skilled performance showed smoothness, while the unskilled performance exhibited clumsiness. The second was to test a difference in subjective impression regarding the two models. Seven young adults participated in this study. Participants' eye movements were measured during observation of unskilled and skilled model for 30 seconds. After the observation, they executed a ball rotation task. Before and after the execution, the participants were asked which model was more efficient in teaching the ball rotation task. The results showed that there was no eye movement difference during observation of the two models. After the observation, the unskilled model was significantly more efficient based on the participants' choice. In conclusion, a beneficial effect of the unskilled observation is not related to eye behavior. However, taking into consideration the participants' choice, in the process of acquiring motor skills, the unskilled model may be related to some cognitive processes which do not involve eye movement.

Keywords：eye behavior, action observation, motor skill

## Ⅰ. はじめに

運動を観察することは，動作の学習を目指してリハビリテーション現場で頻回に用いられる方法である．この運動観察を行うことによって運動学習が促進されることは，学術的に多くの報告から明らかになっている．Bellelliら は，下肢の整形外科疾患患者に対して，下肢運動に関する日常動作の映像を3週間観察したところ，バランス能力や日常生活活動能力が向上したことを報告している[1)]．また，Erteltらは，上肢の運動麻痺を有した脳卒中患者に対して，4週間の上肢の日常生活場面の映像の観察後は，手指や前腕の上肢機能が改善することを報告している[2)]．これらの報告を踏まえ，我々は短時間の運動観察だけでも手指の巧緻運動である鉄球回しのパフォーマンスが改善することを報告した[3)]．

その後，我々は観察させる手本に着目し，習熟済みの（ミスがない）手本と未習熟の（拙劣さが残る）手本のどちらが効果的なのかについて検討した．その結果，未習熟な手本を観察した方が習熟した手本を観察するよりも運動学習が促進されることについて，若年者[4, 5)] および高齢者（Kawasaki, 2015, 投稿中）で明らかにした．これらの内，若年者に対する検討[5)] においては，どこに注意を向けて観察していたかという主観的評価において，鉄球よりも指が有意に高く注意を向けていることが示された．この結果から，未習熟な手本が習熟した手本より効果的に運動学習される背景に，注意を身体に向けて観察していることが，「どのように動作（運動）を行うのか」についての運動戦略の提供につながった可能性があるのではないかと考えた．運動学習の初期段階における，身体に注意を向けることの有益性については，古くから論じられており[6)]，新規な発想でないことが広く認知されている．

本研究では上記の仮説を検討し，未習熟な手本が効果的となる背景を探索する一環として，観察中に注意を向ける場所に2つの手本間で違いがあるかどうかについて明らかにすることを目的とした．このために，我々は視線解析装置を用いて，それぞれの映像観察中の視線行動の特徴を実験的に検討した．

## Ⅱ. 方法

### 1. 対象

鉄球回し経験がなく，視覚障害を有さない7名の健常若年者とした（男性4名，女性3名，平均年齢22歳）．参加者は全員エディンバラの利き手テスト[7)] にて，右利きであるということを確認している．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：2715）．

### 2. 素材

観察映像は，2種類の鉄球回し映像を使用した（習熟手本，未習熟手本）．両映像共に参加者にとっての非利き手（左手） で直径5 cm，重さ37 gの二つの鉄球を時計回りに回す映像である．未習熟手本は，映像内に映っているモデルが20分間のみ練習した後の映像であり，1分間に20回転し，4回落下する映像である．一方，習熟手本は，10分間の練習を10日間練習した後の映像であり，1分間に80回転し，落下が無い映像である．

### 3. 手続き

参加者には，2つの鉄球を回す手本映像を30秒間観察することを伝え，「観察後には手本のように鉄球回しを行ってもらうので，2つの映像を手本として注意深く観察すること」を教示した．2つの手本を観察し

ている最中の視線行動をアイマークレコーダ（ナックイメージテクノロジー，EMR - 8） によって計測した（図1）．サンプリング周波数は30 Hzとした．観察する順番は，カウンターバランスを取ることで順序効果を避けた．観察後，実際に鉄球回しを行う前後に，「どちらの映像が手本として有用であると思うか」について聴取した．



**図1．視線計測の様子．2つの鉄球を回す映像がパソコン上に呈示される．**

### 4. 分析

モニタ上に映った視線位置を録画し，録画映像をコマ送り再生することによって，指，鉄球，掌，その他（対象物以外に視線がある場合や，視線が計測できていない場合）の内，どこに視線を向けているかを分析対象とした．これらの4 ヵ所の内，「その他」を除いた，指，鉄球，掌の合計を100%として，各部への視線行動を比率で求めた．この比率を逆正弦変換値として繰り返しのある二元配置分散分析（手本 [未習熟手本，習熟手本] × 観察部位 [指，鉄球，掌]）によって検証した．また，参加者が主観的にどちらの方が有用な手本と感じるかについて，2種類の手本間に違いが認められるかを検討するために，実際に行う鉄球回し前後の要因を加えたそれぞれの人数を，Fisherの直立確立検定（手本 [未習熟手本，習熟手本] × 鉄球回し前後）にて検討した．なお，有意水準は全て5%とした．

## Ⅲ．結果

2種類の手本を観察している最中の各部位に視線を向けている割合を表１に示し，分散分析を実施するために，この割合を逆正弦変換した値の結果を図2に示した．分散分析の結果，観察部位の主効果が認められた一方で（$F(2, 12) = 11.96$, $p = 0.001$），手本の要因の主効果および交互作用は認めなかった（$F(1, 6) = 0.05$, $p = 0.84$, $F(2, 12) = 0.01$, $p = 0.98$, respectively）．観察部位の主効果に対する多重比較（Ryan's法）の結果，鉄球へ視線を向ける割合は，指や掌への視線を向ける割合よりも有意に高かった（$t(12) = 4.39$, $p < 0.001$, $t(12) = 4.06$, $p < 0.01$）．その一方で，指と掌には有意な値の違いを認めなかった（$t(12) = 0.33$, $p < 0.74$）．

2種類の手本の内どちらの方が有用な手本と感じるかについては，鉄球回しを経験する前は未習熟手本1人，習熟手本6人であったのに対し，鉄球回し経験後は，人数が逆転し，未習熟手本6名，習熟手本1人であった．Fisherの直立確立検定の結果，鉄球回し前より鉄球回し後の方が，有意に未習熟手本を有用である

と感じる者の人数が増えた（p = 0.01）.

**表1. 手本観察中の各部位へ視線を向けていた割合の平均値（%）**

| | 指 | 鉄球 | 掌 |
|---|---|---|---|
| 未習熟手本 | 25.0 | 58.6 | 16.4 |
| 習熟手本 | 24.8 | 59.6 | 15.6 |

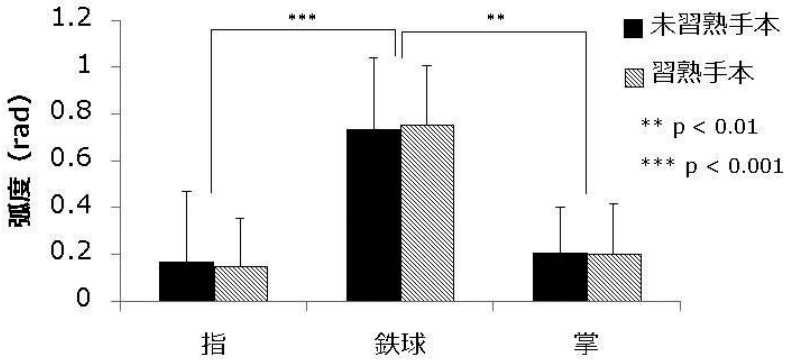



**図1. 2種類の手本観察中の視線行動分析結果**
**指，鉄球，掌へ視線を向けていた割合を逆正弦変換して分析した.**

## Ⅳ．考察

視線分析の結果，2種類の手本観察中の視線を向ける割合には，有意な違いを認めなかった．これは，両手本の観察中の視線行動は同様の特徴を持つことを示している．両手本に共通する視線行動の特徴は，指や掌よりも鉄球へ視線が向いているということである．すなわち，このことは身体の動きに注意を向けるよりも，身体外（エクスターナル）に注意を向けて手本を観察していたということを意味する.

エクスターナルに注意を向けているという本研究結果は，鉄球回しの運動学習の際，手本を観察すること自体（観察学習）の効果[5]の背景を示していると考えられる．エクスターナルに注意を向けることの利点について，運動学習過程には様々な形態があり，学習する課題の難易度が異なると有益となる注意を向けるべき箇所が異なるということを報告している．例えば，パーキンソン病患者に難易度の異なる立位バランス保持課題を課し，身体外に注意を向けること（エクスターナルフォーカス）の影響を検討した研究によると，最も難易度の高い立位バランス保持課題においてエクスターナルフォーカスが効果的となったことが報告されている[8, 9]．Wulfらは，同様の結果を若年者において報告している[10]．これらの研究から，Wulfは，課題の難易度が高い運動学習段階では，エクスターナルフォーカスが有効であると結論付けている[11]．本研究で使用した観察映像の課題は，手指の巧緻性が求められる難易度の高い鉄球回し課題であったと考えられ，エクスターナルに注意を向ける戦略をとり，運動学習に有効な手段をしていたことが推察される.

この鉄球へ注意が向くという結果は，単純に観察映像に占める鉄球の面積が大きいことに起因している可能性は低いと考える．なぜなら，日本人の手の大きさは平均約140cm$^2$ であり[12]，直径5センチの鉄球2つの平面上の面積は39.25cm$^2$ である．つまり，両者のパソコン上に映し出されている鉄球の面積は1/3以下であり，偶発的に鉄球に視線が向けられる可能性は手指や掌より低いと考えられる．表1に示した割合によると，鉄球へ視線を向ける割合は指の2倍以上である．実際に分散分析の結果においても，指や掌と比較すると意図的に鉄球へ視線を向けている傾向は明らかであり，映像上の鉄球の大きさが影響した効果ではないことが類推される．

視線行動に関する本研究結果は，我々の先行研究における2種類の手本観察中にどこに注意を向けていたかについての主観データ[5]との違いを認めた．具体的には，本研究では手本映像がどちらかに関わらず，手本観察中に鉄球を見ていたという結果が得られた一方で，先行研究における主観データでは，未習熟手本の方が習熟手本より指を見ていたという相違である．この点については，十分な考察は困難である．考えられる可能性として，先行研究ではどこを見ていたかについての聴取は，観察後であったことの影響が挙げられる．観察後の聴取は，どこを見ていたか思い返す必要があるため，正確に視線を向けていた場所の回答ができなかった可能性が否定できないと考えた．

本研究では，未習熟手本が習熟手本よりもパフォーマンスを改善させること[4, 5]の背景を検討するために，両手本の観察中の視線行動を検討したが，違いを認めなかった．これは，未習熟手本の観察後にパフォーマンスを改善させる要因として，視線行動に基づく注意の効果が関与していないことを示唆する．しかしながら，観察後に鉄球回しを経験することによって，有益と考える手本が未習熟手本であったということから，視線行動以外の要因が影響していることが想定される．想定される要因として，視線行動には表れない観察者と未習熟手本のパフォーマンスの親近性の高さがミラーシステムを中心とした神経ネットワーク[13]や観察学習の基盤となる運動イメージ[14-16]に影響を与え，その後の運動学習を促進させた可能性が挙げられる．この点については，今後磁気共鳴機能画像法を用いて映像観察中の脳活動を測定することにより，未習熟手本がパフォーマンスを改善させる要因についてさらなる検討を行う予定である．

## Ⅴ．まとめ

本研究では，二つの映像を観察している最中の視線行動に基づく注意配分に違いを認めなかったということから，未習熟な手本を観察することの効果の背景として，注意を向ける場所は関与しないと推察した．一方で，未習熟手本は習熟手本よりも運動学習に有効であると感じる人数が多かったため，視線行動には表れないような要因が関与している可能性が高いと考えられた．

## Ⅵ．謝辞

本研究は，科学研究費補助金（若手B：15K16402）の助成を受けて行った．

## 文献


1）Bellelli G, Buccino G et al（2010）Action observation treatment improves recovery of postsurgical orthopedic patients: evidence for a top-down effect? Arch Phys Med Rehabil.91, 1489-1494.

2）Ertelt D, Small S et al（2007）Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. Neuroimage.36 Suppl 2, T164-73.

3）川崎翼, 荒巻英文 他（2015）短期的な観察学習効果とその基盤となりうるワーキング・メモリの影響の検討. 理学療法学. 42, 569-574.

4）川崎翼, 荒巻英文（2015）観察学習を促す手本の習熟度の検討 了徳寺大学研究紀要. 9, 165-170.

5）Kawasaki T, Aramaki H et al（2015）An Effective Model for Observational Learning to Improve Novel Motor Performance. Journal of Physical Therapy Science. 27, 3829-3832.

6）Fitts PM（1964）Perceptual-Motor Skill Learning. Categories of human learning. 243-285.

7）Oldfield RC（1971）The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologia. 9, 97-113.

8）Landers M, Wulf G et al（2005）An external focus of attention attenuates balance impairment in patients with Parkinson's disease who have a fall history. Physiotherapy. 91, 152-158.

9）Wulf G, Landers M et al（2009）External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson disease. Physical Therapy. 89, 162-168.

10）Wulf G, Töllner T et al（2007）Attentional focus effects as a function of task difficulty. Research Quarterly for Exercise and Sport. 78, 257-264.

11）Gabriele Wulf（著）水健翻, 沼尾 拓（翻訳）（2010）運動の効果への注意の利点 注意と運動学習―動きを変える意識の使い方, 市村出版, 東京. 81-103.

12）服部恒明, 大槻文夫（1974）成人の手部平面積の非対称性について. 体育學研究. 19, 133-136.

13）Calvo-Merino B, Glaser DE et al（2005）Action observation and acquired motor skills: an FMRI study with expert dancers. Cerebral cortex. 15, 1243-1249.

14）Fadiga L, Fogassi L et al（1995）Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. Journal of neurophysiology. 73, 2608-2611.

15）Rizzolatti G and Craighero L（2004）The mirror-neuron system. Annual Review of Neuroscience. 27, 169-192.

16）Conson M, Sara M et al（2009）Action observation improves motor imagery: specific interactions between simulative processes. Experimantal Brain Research. 199, 71-81.



（平成27年11月30日稿）

査読終了日　平成27年12月21日