

対面モデルに対する観察方略が観察学習効果に 及ぼす影響と α 波パターン

石倉 忠夫¹, 藤本 愛子²

Effects of observational strategy for model demonstration on observational learning and alpha wave patterns

Tadao Ishikura¹, Aiko Fujimoto²

Since the observational strategy to a model demonstration affects the observational learning effect, it is expected that the cognitive loads at that time also differ. The aim of this study was to examine the effect of three different observational conditions on observational learning and brainwave patterns. The three conditions were: the Recognition condition in which participants were instructed to recognize the poses, the Reversal condition in which participants were instructed to recognize the poses from a reversed angle, and the Recall condition in which participants were instructed to reproduce the poses while observing a model demonstration of seven poses from the front. Forty undergraduates (22 males, 18 females) were assigned to one of these three conditions and asked to observe a sequential gross movement from the front 30 times follow instruction of each condition. We recorded brainwaves using electrodes placed according to the international 10-20 system. The recall test conducted after observation showed, although there was no significant difference between the three conditions, male reproduced poses more than female. Brain wave of alpha band (8-13 Hz) analysis showed that the potential in the first three trials was smaller than that in the last three trials, and the alpha attenuation was observed in the first three trials of all conditions. These results suggested that although the observational strategy did not affect observational learning effects in this study and not show brainwave pattern reflecting the cognitive load, the same brain region is activated on the first three observational trials more than last three observational trials.

[Keywords] observational learning, electroencephalogram (EEG), mental rotation, alpha attenuation

モデル・デモンストレーションの観察方略は観察学習効果に作用するため、この時の認知的負荷は異なるものと予想される。そこで本研究は、7つのポーズをモデルの正面の角度から観察する場合の3つの観察方略条件の観察学習効果と脳波パターンを比較検討した。3つの観察方略条件は、モデルポーズの正面の角度から再認できるようになることを教示した再認条件、モデルポーズの背面の角度から再認できるようになることを教示した反転条件、そしてモデルポーズを再生できるようになることを教示した再生条件であった。40名の大学生（男性22名、女性18名）が3つの条件のうちの一つに振り分けられ、各条件の教示に従って大筋の系列動作を30試行観察した。脳波は国際10-20法に従って電極を配置し、測定した。観察後に実施した再生テストの分析から、3つの条件間に有意差は認められなかったが、男性は女性よりもポーズを再生した。また、脳波の α 波（8-13Hz）分析の結果から、始めの3試行は終わりの3試行よりも振幅が小さく、全ての条件下で始めの3試行に α 波減衰が観察された。これらの結果から、本研究では観察方略は観察学習効果と認知的負荷を反映する脳波パターンに及ぼす影響は認められなかったが、同じ脳領域で終わりの観察試行よりも始めの観察試行の方が活性化していたことが明らかにされた。

[キーワード] 観察学習, 脳波, 心的回転, α 波減衰

I. 緒言

運動技能の習得におけるモデル・デモンストレーションの提示方法は能率的な学習効果を促進する上

で重要である (McCullagh & Weiss, 2001; Williams, 1993). それ故に、スキルの提示条件はスキル習得の能率に影響を及ぼすと言える。例えば、Ishikura & Inomata (1995) はスキル習得におけるモデル観察角

1 同志社大学スポーツ健康科学部 (Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University)

2 同志社大学大学院スポーツ健康科学研究科博士後期課程 (Graduate school of Health and Sports Science, Doshisha University)

度の影響について検討している。その結果、モデル背面の角度から観察した被験者は、モデル正面の角度から観察した被験者よりも学習効果が速やかに現れたことを報告している。つまり、モデル正面の角度から観察した被験者は、モデルとの身体位置関係が 180° 反対方向になることから、モデルのイメージ像を左右にまたは 180° 回転する必要があるために学習が遅れて現れたと解釈している。更に Ishikura & Inomata (1998) は 7 つのポーズで構成されるモデル動作を正面の角度から観察したときの観察方略が学習に及ぼす影響について検討している。その結果、モデルの背面から見たポーズを正しく再認することを求められた“反転”条件の被験者は、“再認”条件（モデルの正面から見たポーズを正しく再認することを被験者に求めた条件）と“再生”条件（観察したモデル動作を正しく再認することを被験者に求めた条件）の被験者よりも多くポーズを再生したことを報告している。Ishikura & Inomata (1998) はモデル・デモンストレーションの観察中のモデル動作に関する視覚情報処理や観察したモデル動作の再生は、モデル・デモンストレーション観察中の認知的負荷の水準に関連する観察方略から影響を受け、その結果として観察学習効果の能率の差となって現れたと考察している。

Hei (2002) と Zacks et al (1999) はモデル像の反転操作に伴う認知的負荷の存在は脳皮質の活性化の差として観察されることを報告している。したがって、反転操作の方略は脳皮質の活性化（脳波、electroencephalogram : EEG）の差として観察され、認知的負荷に作用することが予想できる。例えば、Roberts & Bell (2003) は大学生を対象とした 2 次元の心的回転課題において、課題遂行に男女差は認められなかったものの、男性の左頭頂葉は右頭頂葉よりも活性化し、女性は左側よりも右側の頭頂葉が活性化していたことを報告している。さらに彼らは、複雑な 3 次元の心的回転課題において、男性は女性よりも課題遂行が優れ、男性と女性の大学生の右頭頂葉皮質は左頭頂葉皮質よりも活性化していたことも報告している。すなわち、これらの結果は男性と女性では 2 次元と 3 次元の心的回転課題において異なった神経方略を用いていたことを示唆するといえよう。

認知的脳研究において、 α 波 (8-13Hz) における EEG 振幅の変動が着目され、認知的処理の必要性が増すと α 変動の振幅が減少することが明らかにされている (Gevins & Smith, 2000; Neubauer & Fink, 2009; Stipacek et al, 2003)。この現象を α 減衰 (alpha attenuation) あるいは α -ブロッキング (alpha-blocking) と呼んでいる。Cooper (1976) は、心的回転課題において、回転角度が増すほど一致判断に要する時間は

比例して遅くなるが、被験者に回転角度を心的回転課題実行前に伝えると回転角度が反応時間に及ぼす影響は見られなくなることを報告している。被験者が心的回転前に回転角度が知らされると視覚的イメージの回転処理のための心的準備は事前に整うため、回転角度が事前に知らされる条件は事前に知らされない条件に比べて認知的負荷が少なくなると言えよう。したがって、視覚的情報が提示される前に観察方略が知らされると認知的負荷が少なくなると考えられるため、Ishikura & Inomata (1998) が用いた 3 つの観察方略（反転条件、再認条件、再生条件）の認知的負荷は異なり、そして各条件の EEG に差異が認められることが予想される。そこで本研究は、モデル・デモンストレーション観察における観察方略が観察学習の能率と、それぞれの観察方略下における脳波 (α 波減衰) を手掛かりとした認知的負荷を比較検討することを目的とした。

II. 方法

(1) 被験者

本実験は同志社大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会規程に基づく審査に申請し、承認を得た上で実施した。40 名の大学生（男性 22 名、女性 18 名；平均年齢 21.8 歳、標準偏差 0.9 歳）が本実験に参加した。

(2) 課題と手順

被験者に実験について説明し、同意書に署名させた後、被験者の頭部に国際 10-20 法 (10-20 electrode system) に従った脳波測定用電極キャップ (Electro-Cap International, Inc., USA) を装着した。本実験で測定した電極は Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3 そして P4 であった。脳波 (electroencephalogram : EEG) と眼球電位図 (electrooculography : EOG) を EEG-1200 system (Nihon Kohden, Inc., Japan) を用い、単極導出法 (monopolar recording) によりサンプリング周波数 500Hz, 0.15-60Hz の帯域フィルターで測定した。全電極の抵抗値は 10 k Ω 以下とした。

始めに被験者は閉眼で 1 分間リラックスさせ、その後開眼にて 1 分間リラックスさせた。次に、被験者に大筋的系列動作 (図 1) をモデルの正面の角度から 30 回観察させた。大筋的系列動作は 7 つのポーズで構成し、1 つのポーズあたり 2 秒間提示した。系列の始めと終わりを明らかにするため、モデルが映し出されない映像を 2 秒間挿入した。観察後、被験者に観察したように 1 ポーズあたり 2 秒の間隔で、大筋的系列動作を 3 回繰り返し再生することを求めた。大筋的系列動作は心理実験ソフト E-Prime 2.0 (Psychology

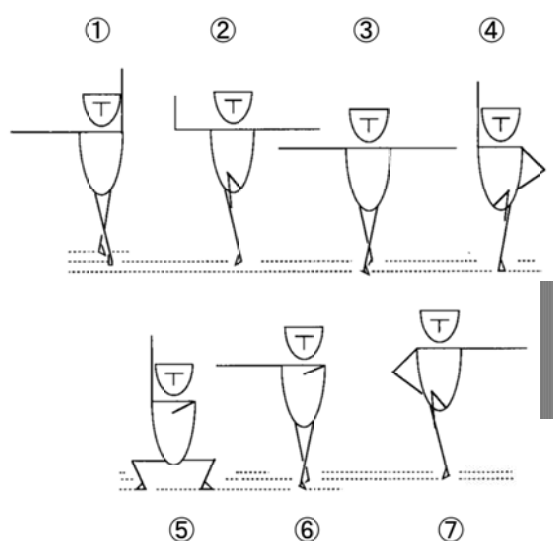


図1 大筋的系列動作
(番号は提示順を示す。各ポーズ2秒間提示した)

Software Tools, Inc.) を用い、パーソナルコンピュータの19インチモニター上に映し出した。

(3) 教示

被験者を次に上げる3条件のうちの一つにランダムに振り分け、各条件の教示文を与えた。その結果、反転条件は男性9名、女性4名に、再認条件は男性6名、女性7名、そして再生条件は男性7名、女性7名となった。なお、モデル観察時にはモデル動作に合わせて動いてはならないことを指示した。

- 1) 反転条件：教示文「この実験はモデルの背面から見た3種類の系列動作が正しく再認できるまで終了しません。」
- 2) 再認条件：教示文「この実験はモデルの正面から見た3種類の系列動作が正しく再認できるまで終了しません。」
- 3) 再生条件：教示文「この実験は観察した動作を3回繰り返して再生できるまで終了しません。」

(4) データ分析と依存変数

再生テストで再生された動作は、各ポーズの右上肢、左上肢そして下肢で正しく再生されるときに各1点とした。つまり、1ポーズが正しく再生されると3点を与えた。したがって、最高得点は63点(7ポーズ×3点×繰り返し3回)となる。2秒以上遅れて再生したポーズは得点の対象から外した。

EEGデータはATAMAP II (Kissei Comtec, Inc., Japan) を用い、FFT (Fast Fourier Transforms) ポイントは512にて周波数分析を行った。Rawデータは脳波にアーチファクトが混入していないデータ区間を

選び、分解能0.98Hzで分析した：平均回数8回、分析時間8.19秒、単位時間1.02秒、スペクトル単位は電位(uV)。開眼リラックス時、始めの3観察試行(第1から第3観察試行)、終わりの3観察試行(第28から第30観察試行)における α 波(8-13Hz)を分析対象とした。次に始めの3観察試行と終わりの3観察試行の平均電位を算出し、開眼リラックス時と始めの3観察試行、開眼リラックス時と終わりの3観察試行の電位差を求めた。したがって、電位差がマイナス値を示すと観察時よりも開眼リラックス時の電位が高く、プラス値を示すと開眼リラックス時よりも観察時の電位が高いことを意味する。

(5) 統計分析

統計分析パッケージソフトIBM SPSS Ver.23.0J (IBM SPSS Japan, Inc., Japan) を用い、2要因と4要因の分散分析を行った。全ての有意水準を5%とした。なお、多重比較にはBonferroni testを用いた。

III. 結果

(1) 再生テストについて

観察方略が観察学習効果へ及ぼす影響を検討するため、性別(男性、女性)×条件(反転、再認、再生)による2要因1繰り返し分散分析を行った。表1は各条件下の男性及び女性の平均値と標準偏差をまとめたものである。その結果、性別要因による主効果が有意であり($F=10.13_{1,34}, p=.003$)、男性の再生得点は女性の再生得点よりも高得点であった。条件要因による主効果、交互作用に有意差は認められなかった。

表1 各条件における再生テスト得点の平均と標準偏差

観察方略条件	性別	平均値	標準偏差
再認条件	男性	30.34	13.81
	女性	24.72	15.45
反転条件	男性	26.45	12.86
	女性	8.25	9.61
再生条件	男性	25.00	15.12
	女性	16.58	14.34
総和	男性	27.05	13.36
	女性	17.89	14.66

]*
* $p<.05$

(2) 脳波について

α 波の電位を比較するために、性別(男性、女性)×条件(反転、再認、再生)×測定部位(Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4)×観察試行(始めの3試行、終わりの3試行)による4要因2繰り返しによる分

散分析を行った。その結果、観察試行要因による主効果が有意であり ($F=17.77_{1,34}, p=.001$)、始めの3観察試行は終わりの3観察試行よりも電位が低かった(表2)。観察試行×条件×性別による交互作用が有意であり ($F=3.53_{2,34}, p=.040$)、多重比較の結果から再生条件における男性は始めの3観察試行は終わりの3観察試行よりも電位が低かった(表3)。この他の主効果および交互作用に有意差は認められなかった。

表2 始めの3試行と終わりの3試行における α 波電位

(単位: uV)		
試行	平均値	標準偏差
始めの3試行	-0.42	2.67
終わりの3試行	0.76	2.86

* $p<.05$

表3 各条件下における始めの3試行と終わりの3試行の α 波電位

(単位: uV)				
観察方略条件	性別	試行	平均値	標準偏差
再認条件	男性	始めの3試行	0.70	2.41
		終わりの3試行	0.67	1.37
	女性	始めの3試行	-0.20	2.35
		終わりの3試行	0.66	4.14
反転条件	男性	始めの3試行	-1.09	1.45
		終わりの3試行	-0.36	1.49
	女性	始めの3試行	-0.38	2.92
		終わりの3試行	0.86	2.39
再生条件	男性	始めの3試行	-1.48	1.07
		終わりの3試行	1.61	2.72
	女性	始めの3試行	0.27	4.60
		終わりの3試行	1.32	4.24

* $p<.05$

IV. 考察

観察学習効果について検討した結果、男性は女性よりも再生テスト得点が高かった。その他に有意差は認められなかったことから、男性は女性よりも観察学習効果が見られたが、観察方略による影響は本研究では示されなかった。本研究では観察回数を Ishikura & Inomata (1998) の研究よりも少ない30回としたが、積極的にモデル像を反転操作して観察する反転条件は観察学習に有利であるとする Ishikura & Inomata (1998) の結果を支持することはできなかった。

一方、本研究では観察学習方略が認知的負荷に作用することを仮定し、モデル観察時の α 波を測定した。認知的負荷が大きくなると α 波の振幅が減少するという α 波減衰を手掛かりに検討する意図のもと取り上げた。分析の結果から、始めの3観察試行の電位が終わ

りの3観察試行の電位に比べて有意に低いという結果が得られたため、始めの観察試行の方で認知的負荷が大きかったと解釈できる。本研究では教示を操作することによって観察方略を統制したため、認知的負荷と学習の進捗との関連性について詳しく検討することが出来なかった。つまり、 α 波減衰が高ければ認知的負荷が高いと解釈できるが、認知的負荷が高ければ学習の進捗が加速するのか、逆に減速するのか、今後の検討課題の一つとして上げられる。

また、男性は女性よりも観察学習効果が速やかに現れたが、再生条件における男性は始めの3試行の方が終わりの3試行に比べて α 波の電位が低いという特徴以外には男女間の際立った差異は示されなかった。先に触れたように、Roberts & Bell (2003) は大学生を対象とした3次元の心的回転課題において、男性は女性よりも課題遂行に優れていたが、男女ともに右頭頂葉は左頭頂葉よりも活性化していたことを報告している。本研究で用いた課題は、観察時または再生時に3次元の心的回転が必要とされるため、男性は女性よりも観察学習効果が速やかに現れたという結果は Roberts & Bell (2003) の結果を支持するものと言えよう。しかしながら、本研究で左右の頭頂葉の α 波に差異が認められなかった点は頭頂葉の活性化に左右差が認められなかったと解釈することが出来るため、Roberts & Bell (2003) の結果を支持することはできなかったと言える。

V. 結論

本研究は大学生を対象とし、モデル正面の角度から提示技能を観察する条件下における観察方略が観察学習効果に及ぼす影響と、その時の認知的負荷について α 波減衰を手掛かりに比較検討することを目的とした。観察方略は1) モデルの背面から見たポーズを再認することを教示した反転条件、2) モデル正面から見たポーズを再認することを教示した再認条件、3) 観察したポーズを再生することを教示した再生条件の3条件であった。分析の結果、3条件間の観察学習効果と α 波の電位に差異は認められなかった。したがって、観察方略の違いによる観察学習効果と認知的負荷に差異が生じるという仮説は支持されなかった。しかしながら、男性は女性よりも観察学習効果が速やかに現れたため、観察時または再生時に3次元の心的回転が求められると特徴づけられる本研究の課題においては男性の方が有利であると考察された。そして、 α 波の電位が始めの3観察試行の電位が終わりの3観察試行の電位に比べて有意に低いという結果が得られたため、観察の始めの方が終わりに比べて認知的負荷が

大きかったと推察された。

参考文献

- Cooper, L.A. (1976) Demonstration of mental analog of an external rotation. *Perception & Psychophysics*, 19, 296-302.
- Gevins, A., & Smith, M.E. (2000) Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style. *Cerebral Cortex*, 10, 829-839.
- Heil, M. (2002) The functional significance of ERP effects during mental rotation. *Psychophysiology*, 39, 535-545.
- Ishikura, T., & Inomata, K. (1995) Effects of angle of model-demonstration on learning of motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 651-658.
- Ishikura, T., & Inomata, K. (1998) An attempt to distinguish between two reversal processing strategies for learning modeled motor skill, *Perceptual and Motor Skills*, 86, pp1007-1015.
- McCullagh, P., & Weiss, M. (2001) Modeling: considerations for motor skill performance and psychological responses. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas, and C.M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology*. New York: John Wiley and Sons, pp205-238.
- Neubauer, A.C., & Fink, A. (2009) Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1004-1023.
- Roberts, J.E., & Bell, M.A. (2003) Two- and three-dimensional mental rotation tasks lead to different parietal laterality for men and women. *International Journal of Psychophysiology*, 50, 235-246.
- Stipacek, A., Grabner, R.H., Neuper, C., Fink, A., & Neubauer, A.C. (2003) Sensitivity of human EEG alpha band desynchronization to different workingmemory componts and increasing levels of memory load. *Neuroscience Letters*, 353, 193-196.
- Williams, J.G. (1993) Motoric modeling: theory and research. *Journal of Human Movement Studies*, 24, pp234-279.
- Zacks, J., Rypma, B., Gabrieli, J.D.E., Tversky, B., & Glover, G.H. (1999) Imaged transformations of bodies: an fMRI investigation. *Neuropsychologia*, 37, 1029-1040.