

# 観察学習におけるモデルの課題遂行成績が 学習者の課題遂行成績に与える影響

田中 観自<sup>1,2,3</sup>, 河合 隆史<sup>1</sup>, 渡邊 克巳<sup>1,2</sup>  
Kanji Tanaka, Takashi Kawai, Katsumi Watanabe

<sup>1</sup> 早稲田大学 理工学術院

Waseda University, Faculty of Science and Engineering

<sup>2</sup> 東京大学 先端科学技術研究センター

The University of Tokyo, Research Center for Advanced Science and Technology

<sup>3</sup> 日本学術振興会

Japan Society for the Promotion of Science

kanji.t9@gmail.com

**Keywords** — **Observational learning, Sequence learning**

## 1. はじめに

キーボードのタイピングといった連続的な動作を必要とする行為は日常生活において重要な役割を担っている。これまで、連続的なボタン押しを必要とする系列学習課題を扱った研究において（例えば、系列反応時間課題, serial reaction time task; Nissen & Bullemer, 1987）、モデルが課題を遂行している様子を、身体的運動なしに観察するだけで、観察者はその系列を学習できることが示されてきた(Bird & Heyes, 2005)。その一方で、観察者が観察するモデル選定については不明な点が多い。例えば、Heyes and Foster(2002)の研究では、モデルの平均反応時間は約 300ms で、エラー率は 5%未満だったと記されているが、例えば、モデルは元々速く反応できる特性だったのか、あるいは系列の学習によって速くなったのかなど不明な点が多い。系列学習では、学習が進むにつれて、系列の要素がチャンキングされて、強化されていく(e.g., Hikosaka et al., 1999)。そのため、モデルのパフォーマンス水準は、観察者の学習効果に大きな影響を与えると思われる。そこで本研究では、モデルの課題遂行成績が学習者の課題遂行成績に与える影響について検討した。

## 2. 実験 1

### 2.1. 方法

本研究には、大学生または大学院生 20名(男性 8名, 女性 12名)が参加した。すべての参加者は健常であり、実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した。

ターゲット刺激が出現する可能性のある場所を示

すため、モニタの黒色の背景上に 4本の白線を水平に並べるように引いた。ターゲット刺激は白色の円で、4本の白線のいずれかの上に呈示された。反応装置には 4つのボタンが備わっており、参加者は左手の中指と人差し指と右手の中指と人差し指を使用するよう伝えられた。反応ボタンはターゲット刺激と空間的に対応させた状態に配置された。例えばターゲット刺激が最も左側に表示された場合、対応する反応ボタンも最も左側に位置していた。ターゲット刺激は、ボタンが押されるまで呈示され、次のターゲット刺激は反応から 200ms 後に呈示された。反応が間違っていた場合、画面の中心に“×”が 400ms 表示され、次のターゲット刺激が呈示された。本研究では、2つの second-order conditional 系列を採用した。系列は、121342314324 と 341243142132 であった。各数字は反応ボタンの場所を指しており、1は最も左の反応ボタンであり、4は最も右の反応ボタンを指している。一つ目の系列は学習用に採用し、残りの系列はテスト用として採用した。

実験は全 14 ブロックで構成されており、各ブロックは 96 試行であった。まず、第 1 ブロックでは、同じターゲット刺激が連続で繰り返さない条件で、ランダムに系列が作成された。第 2 ブロックから 13 ブロックまでは、学習系列(121342314324)が使用された。各ブロックが開始するときに、系列の開始場所はランダムに決定された。第 14 ブロックでは、テスト系列(341243142132)が使用された。

実験参加者はモニタから約 60 cm離れた場所に座り、呈示されたターゲット刺激に対して、できる限り速く正確に反応するように教示された。なお、課題中に特定の系列が繰り返されていることは伝えな

かった。そして、実験参加者は彼らの作業風景を肩越しに撮影することに同意した後に、課題を開始した。

課題終了後、第2ブロックから第13ブロックまでの間、ある特定の系列が繰り返されていたことを参加者に伝え、どの程度気づいていたのかについてウェアネステストを行った。Inclusion テストでは、実験参加者は、学習した系列をできる限り再現しながら100試行を遂行した。なお画面上に刺激は一切呈示されず、反応に関する時間制限も設けなかった。その後、exclusion テストとして、inclusion テストで入力した系列内容を入力しないようにランダムに100試行入力するように伝えた。

## 2.2. 結果

まず、第2ブロックから第13ブロックまでのパフォーマンスを、第2ブロックから第7ブロックと第8ブロックから第13ブロックまでの2つのセッションに分類した。第1セッションにおいて平均エラー回数と反応時間の中央値について参加者で順位付けを行い、その順位和が最も少なかった参加者を優等モデル、順位和が最も多かった参加者を非優等モデルとして選定した(図1)。

## 3. 実験2

実験1では、系列反応時間課題において反応時間とエラー回数に基づいて、優等モデルと非優等モデルを選定した。実験2では、これらのモデルが系列学習している様子を観察することで、モデルの違いによって学習効果に差が見られるのかどうについて検討した。

### 3.1. 方法

実験2には、実験1に参加していない大学生または大学院生37名(男性20名、女性17名)が参加した。すべての参加者は健常であり、実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した。そして、実験参加者は優等モデルを観察する群(N=19; 優等モデル群)と非優等モデルを観察する群(N=18; 非優等モデル群)に分類された。

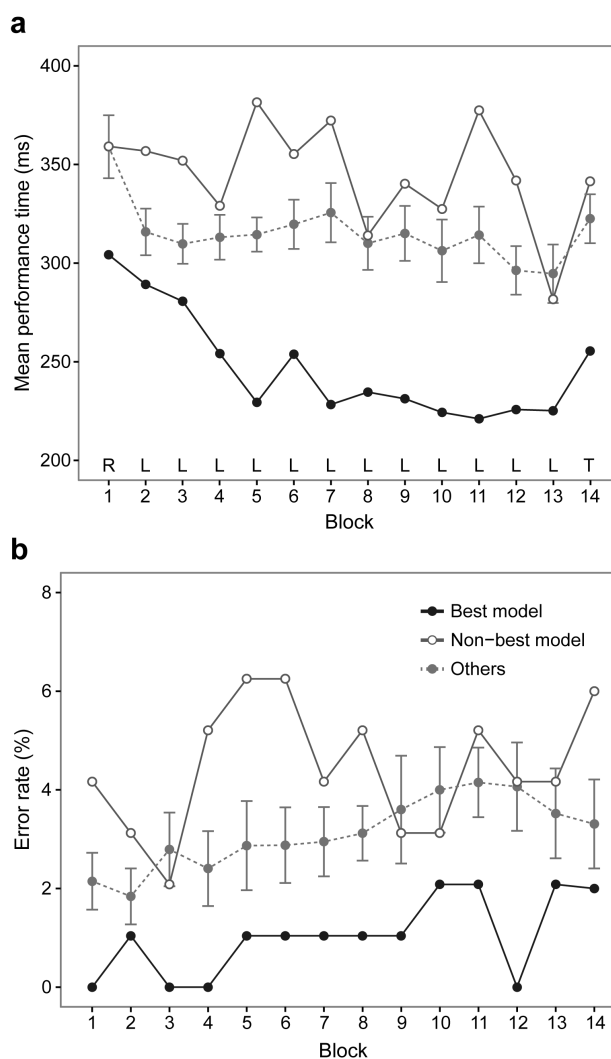


図1. 参加者の課題遂行成績. 選定された優等モデル(Best model)と非優等モデル(Non-best model)とそれ以外の参加者の平均を示す. (a) 各ブロックの平均遂行時間. (b) 各ブロックのエラー率.

実験2の系列学習において使用した刺激は、実験1と同じであった。まず、すべての参加者は第1ブロックとして、ランダムに生成された系列を遂行した。そして、優等モデル群は、優等モデルが系列を遂行している様子を収めた動画を観察し、同様に、非優等モデル群は、非優等モデルが系列を遂行している様子を収めた動画を観察した。これらの動画は、各モデルの第2ブロックから第7ブロック目までの計6ブロックの作業風景を含んだものであった(以後、第一セッションと呼ぶ)。

参加者は動画を視聴している間、モデルの手および指の動き、刺激が呈示されているスクリーン、および反応ボタンを観察することができた。なお、参

加者は、モデルの観察をまるで自分が遂行しているように感じながら観察するように求められたが、指等の動きは一切行わないように教示された。観察後は、観察した系列と同じ系列を6ブロック分遂行し（第8ブロックから第13ブロックとする）、その後観察した系列とは異なるテスト系列を遂行し、最後に、系列のアウトアネステストを行った。

### 3.2. 結果と考察

各参加者の第1ブロックの平均反応時間を **baseline** として、その他ブロックにおける速度指標を以下の計算式で求めた： $(\text{Baseline} - \text{各ブロックの平均反応時間}) \times 100 / \text{Baseline}$ 。速度指標が大きければ大きいほど、**baseline** に比べて反応時間が速くなっていることを示唆している。

学習系列の速度指標に関する 2（優等モデル群、非優等モデル群） $\times$ 6（第8ブロック目から第13ブロック目までの6ブロック）の分散分析を行ったところ（図2）、モデル群による主効果は見られず（ $F(1, 31) = 0.37, p = 0.54, \eta_p^2 = 0.012$ ）、ブロックの主効果も見られなかった（ $F(5, 155) = 1.53, p = 0.18, \eta_p^2 = 0.047$ ）。また、モデル群とブロックの交互作用も有意ではなかった（ $F(5, 155) = 0.55, p = 0.73, \eta_p^2 = 0.017$ ）。この結果は、観察するモデルによって、後に遂行する学習系列の平均遂行時間に差がないことを示唆している。

次に学習系列の最終ブロックとテスト系列のブロックの速度指標に関する 2（優等モデル群、非優等モデル群） $\times$ 2（第13ブロックと14ブロック）の分散分析を行ったところ、モデル群の主効果は見られなかったが（ $F(1, 31) = 0.29, p = 0.58, \eta_p^2 = 0.009$ ）、ブロックの主効果は有意であった（ $F(1, 31) = 49.51, p < 0.0001, \eta_p^2 = 0.61$ ）。また、モデル群とブロックの交互作用は有意ではなかった（ $F(1, 31) = 0.74, p = 0.39, \eta_p^2 = 0.023$ ）。この結果は、テスト系列の速度は、学習系列の最終ブロックの速度に比べて遅いことを示しており、また交互作用が有意でなかったことから、両群ともに、潜在学習が生じていたことを示唆している。

## 4. 実験3

実験2の結果は、モデルの違いによって系列学習の効果に差がないことを示唆するものであった。しかしながら、実験参加者が観察した動画は、モデルの

学習初期の様子であった。実験3では、モデルの学習後期の様子を観察させることで、モデルによる学習の効果が異なるのかどうかを検討した。

### 4.1. 方法

本研究には、実験1および実験2に参加していない大学生または大学院生21名（男性8名、女性13名）が参加した。すべての参加者は健常であり、実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した。

実験3では、実験2で用いた優等モデルの8ブロック目から13ブロック目までのパフォーマンス（以下、第2セッション）を録画した動画を刺激として使用した。その他の刺激および実験の手続きは実験2と同じであった。

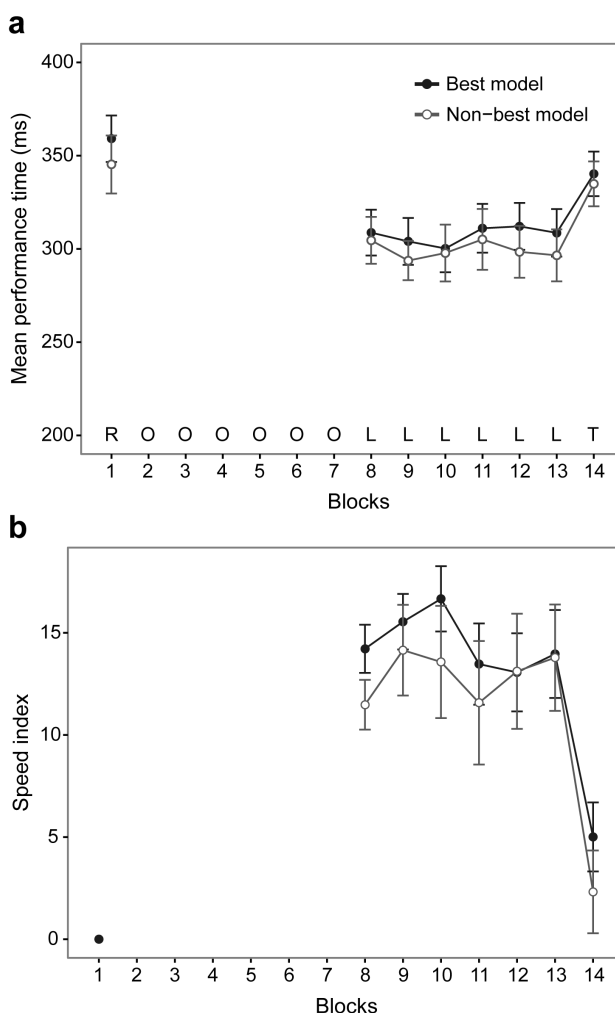


図2. 実験2の結果. 優等モデル群(Best model)と非優等モデル(Non-best model)の課題遂行成績. (a) 平均遂行時間. (b) 速度指標.

## 4.2. 結果と考察

実験2で、優等モデルの第1セッションの動画を観察した群と、実験3で、優等モデルの第2セッションの録画した動画を観察した群の課題遂行成績を比較した(図3)。

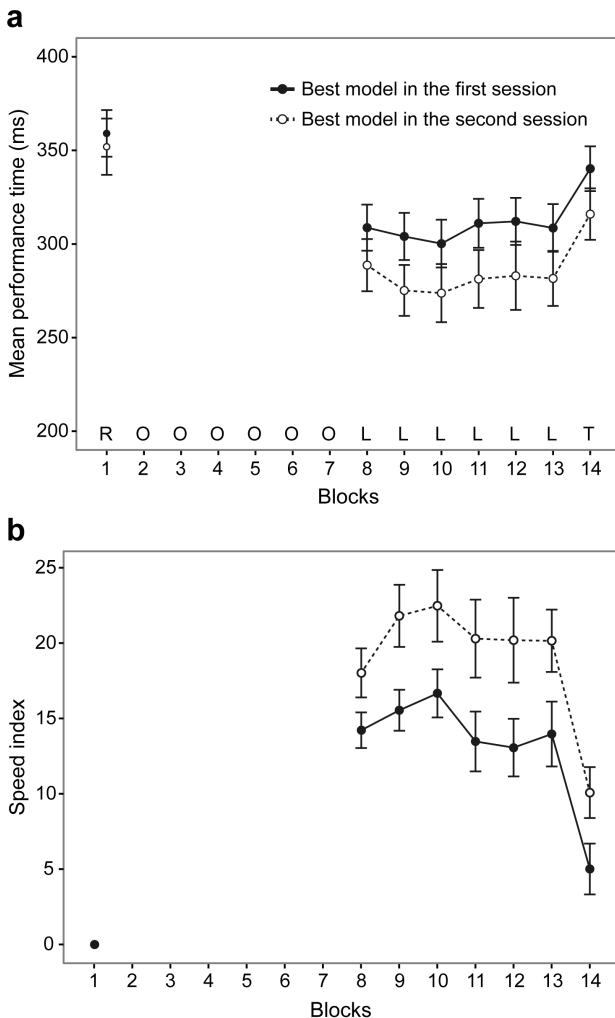


図3. 実験3の結果. 優等モデルの第1セッションを観察した群と第2セッションを観察した群の課題遂行成績. (a) 平均遂行時間. (b) 速度指標.

第8ブロックから第13ブロック目までの速度指標において、2(優等モデルの第1セッションと第2セッション)×6(第8ブロックから第13ブロック)の分散分析を行ったところ、モデルのセッションに関する主効果が見られ( $F(1, 28) = 6.87, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.19$ )、ブロックに関しては主効果の有意傾向が見られた( $F(5, 140) = 2.14, p = 0.063, \eta_p^2 = 0.071$ )。観察セッションとブロックで交互作用は見られなかった( $F(5, 140) = 0.41, p = 0.83, \eta_p^2 = 0.014$ )。これは、優等モデルの学習後期の様子を観察すれば、後

に実際に遂行するパフォーマンスが速くなることを示唆しており、モデルの学習習熟度によって観察学習の効果が異なることを示唆している。

第13ブロックと14ブロックの速度指標において、2(優等モデルの第1セッションと第2セッション)×2(第13ブロックと14ブロック)の分散分析を行ったところ、セッションの主効果が見られ( $F(1, 28) = 5.49, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.16$ )、ブロックの主効果も見られた( $F(1, 28) = 40.30, p < 0.0001, \eta_p^2 = 0.59$ )。しかしながら、優等モデルのセッションとブロックの交互作用は有意ではなかった( $F(1, 28) = 0.13, p = 0.71, \eta_p^2 = 0.0049$ )。これらの結果は、実験2と同様に、潜在学習が生じていることを示唆している。

## 5. 総合考察

本研究では、モデルの課題遂行成績が学習者の課題遂行成績に与える影響について検討した。実験2の結果は、モデルの課題遂行成績に依らず、人は観察学習ができることを示しており、非優等なモデルを観察した場合でも、その中から学習に必要な要素を抽出し、モデルの課題遂行成績による干渉は受けないことを示唆している。その上で、優等モデルの第2セッションを観察した場合は、後の課題遂行時に優れたパフォーマンスに繋がることを示した。これは、第2セッションのパフォーマンスが第1セッションのパフォーマンスに比べて一定しており、それが観察学習にとって有益であることを示唆している。つまり、初学者に観察学習をさせる場合は、初学者のモデルを観察させるのではなく、ある程度学習を行ったモデルを観察させる方が、より効率的であることを示唆している。

## 参考文献

- [1] Bird, G., & Heyes, C. (2005). Effector-dependent learning by observation of a finger movement sequence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(2), 262-275.
- [2] Heyes, C. M., & Foster, C. L. (2002). Motor learning by observation: Evidence from a serial reaction time task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 55(2), 593-607.
- [3] Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M. K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., ... & Doya, K. (1999). Parallel

neural networks for learning sequential procedures.

*Trends in Neurosciences*, 22(10), 464-471.

- [4] Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1-32.