

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2014～2016
課題番号：26730072
研究課題名(和文) 系列学習における共同学習に関する研究

研究課題名(英文) Joint learning of sequence learning

研究代表者

田中 観自 (Tanaka, Kanji)

早稲田大学・理工学術院・日本学術振興会特別研究員

研究者番号：20727086

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：系列学習と呼ばれる連続的な行為の学習は、航空機の操縦などの非日常的なシーンにおいても見られる。そして、航空機の操縦などでは、系列の操作は複雑かつ慎重に遂行されるため、複数の人数で系列を操作する機会が多い。これまで、車の運転などの個人で遂行される系列学習の認知過程は検討されてきたが、共同学習における認知過程については不明な点が多かった。そこで本研究では、系列学習における共同学習の認知基盤の構築を目指した。複数の研究成果により、人が外界情報を活用して系列学習する際の認知過程、より効率の良い学習方法、観察するモデルの課題遂行成績が観察者の学習効果に与える影響について明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Sequential behaviors can be seen not only in our daily life such as typing a keyboard, but also in an unusual situation such as operating an airplane. In particular, as operations of the airplane require complex and careful executions, several people simultaneously operate the system. Previous studies have investigated cognitive and motor processes of sequence learning when a single person performs a sequence, but few studies have investigated the processes of joint behaviors. In the present study, to understand mechanisms of joint sequential behaviors, we firstly focused on effects of redundant information on sequence learning. A series of research projects demonstrated cognitive processes when people use a redundant cue such as color in sequence learning, a more sufficient learning method in terms of speed and accuracy, and effects of model's performance on observer's performances.

研究分野：認知科学

キーワード：系列学習 共同学習 観察学習 冗長情報

1. 研究開始当初の背景

一般的に系列学習と呼ばれる連続的な行為の学習は、日常生活における車の運転だけではなく、航空機の操縦などの非日常的なシーンにおいても見られ、系列学習が必要とされる範囲は広い。航空機の操縦などでは、系列の操作は複雑かつ慎重に遂行されるため、複数の人数で系列を操作する機会が多い。これまで、車の運転などの個人で遂行される系列学習の認知過程は検討されてきたが、共同学習における認知過程について明らかになっていることは少なかった。

共同学習に関する社会心理学の先行研究では、視覚刺激に対する弁別閾の類似している二人の参加者が、低次の視覚刺激を弁別する課題を行った場合、一人で行うよりも正しく弁別できることを明らかにし、共同学習の有益性を示した (Bahrami et al., 2010)。この場合、低次の視覚刺激を使用したことで、課題を遂行する際に生じる認知処理過程の考慮の必要性をなくし、共同学習相手とのインタラクションの検討を可能にした。

しかしながら、系列学習は連続的な手続き操作の高次認知処理過程を伴うため、得られる結果には、系列学習の認知過程、共同学習に対する認知、および学習相手とのインタラクションといった要因の混絡が想定された。

2. 研究の目的

そこで本研究では、高次認知処理過程を伴う共同学習の認知基盤構築を目指すために、以下の目的を検討するために系列学習に関する研究を遂行した。

- (1) 系列遂行の観察学習の効果がモデルの技能レベルによって変化するかどうかを検討した。
- (2) 系列学習の学習方法によって学習効果が変わるのかどうか検討した。
- (3) 冗長な系列操作による学習効果を検討した。

3. 研究の方法

- (1) 実験 1 では、観察対象となるモデルの選

定を行なった。20 名の実験参加者が系列学習を行い、速度と正確性が最も優れた参加者を優等モデルとし、最も悪い参加者を非優等モデルとした。実験 2 では、実験 1 に参加していない大学生または大学院生が実験に参加し、優等モデルまたは非優等モデルが系列を遂行している動画のいずれかを観察した。観察後に実験参加者は、モデルが遂行していた系列と同じ系列を遂行し、観察したモデルの課題遂行成績によって系列学習の効果がどのように異なるのかを検討した。

(2) 本研究では、 $m \times n$ 課題と呼ばれる視覚運動学習課題を採用した (Hikosaka et al., 1999)。すべてのボタン刺激はタッチパネルモニタ (Elo Touch Solutions, ET1928L) に呈示された。16 個のボタン刺激が 4×4 のマトリクスで配置されており、その下にホームボタンが配置された。各ボタンの大きさは 3.5×3.5 cm で、ボタン間の間隔は 1.5 cm であった。各試行において、点灯しているホームボタンが押されると、3 つのボタンが同時に点灯した。この点灯している 3 つのボタンには予め押すべき正解の順番が設定されており、参加者は試行錯誤をしながらその順番を学習した。本研究では、6 組の 3 つのボタン押しパターンを用意することで 3×6 系列を作成した。学習方法の違いを表現するために、2 種類の系列を作成し、all-back 系列と zero-back 系列と呼んだ。これらの系列の違いは、ボタン押しを間違えたときの対応である。参加者は all-back 系列を遂行中に、ボタン押しを間違えた時、次の試行では系列の最初からやり直しすることが求められた。一方で、zero-back 系列では、次の試行は前の試行で間違えたボタン組み合わせから始まった。系列の最初から最後まで一度のエラーもなく成功したときのみ、その試行は成功であると認めた。なお参加者は、なるべく速く正確に課題を遂行するように求められた。all-back 系列と zero-back 系列を遂行する際の学習効果の違いについて検討した。

(3) 本研究では、 $m \times n$ 課題を使用し、色あり系列と色なし系列を用意した。色あり系列では、8 種類の色が 16 個のボタンに割り当てられ、課題中には色と空間の対応は変わらなかった。そして参加者は色あり系列を遂行する際に、できるだけ色情報と空間情報の両方を使用して学習するように伝えられた。参加者が色あり系列を遂行する場合と色なし系列を遂行する場合を比較することで、色の冗

長情報が系列学習に与える影響を検討した。

4. 研究成果

(1)本研究では、モデルの系列課題の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ところ、モデルの遂行成績に関係なく、観察者は潜在的に観察した系列を学習していたことが明らかになった。これは、学習者がたとえ非優等なモデルを観察した場合でも、観察しながら学習に必要な要素を抽出して学習していることを示唆している。つまり、非優等なモデルの課題遂行成績による干渉が生じないことを示唆している。

さらに、参加者が優等モデルの後半の系列遂行を観察した場合は、より速く系列を遂行できることを示したが、潜在的な学習効果に違いは見られなかった。これは、速度感染の可能性が考えられ、速い動作を観察すると、その影響を受けて、学習効果とは独立して自らの反応も速くなるというものであり (Watanabe, 2008), 本研究では優等モデルの速くて正確な系列遂行を観察すると、観察者も速くて正確な反応ができていた。

つまり本研究の成果を元に、初学者に観察させる場合は、初学者のモデルを観察させるのではなく、ある程度学習を遂行し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。

(2) 本研究では、試行錯誤を伴う視覚運動系列学習課題において、効率の良い学習方法を検討した。その結果、all-back 系列を遂行した場合、zero-back 系列を遂行した場合に比べて少ないエラー回数、速い達成時間、そして短い作業時間で完遂できることが明らかとなった。これは、ボタン押しを間違えてエラーを引き起こしたときは、系列を最初からやり直した時の方が途中からやり直すときにくらべて、学習効率が優れていることを示唆している。提唱されている系列学習のモデルと併せて考えると (Hikosaka, 1999), エラーが生じたとき、エラーが生じたボタン押しパターンでやり直すことは、運動表象の獲得を遅らせることとなり、結果として成功試行時における平均達成時間が遅くなったと思われる。

(3)実験の結果として、色あり系列を遂行した場合、色なし系列を遂行した場合に比べて、

エラー回数は少ないものの、遂行速度は遅いことが明らかになった。これは、色情報という効果器に依存しない学習への注意配分が増えたことで、指の動きなどの効果器依存の学習への注意配分が減少したことが考えられる。

<参考文献>

- (1) Bahrami, B., Olsen, K., Latham, P. E., Roepstorff, A., Rees, G., & Frith, C. D. Optimally interacting minds, *Science*, 329(5995), 2010, 1081-1085.
- (2) Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M. K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., ... & Doya, K. Parallel neural networks for learning sequential procedures, *Trends in neurosciences*, 22(10), 1999, 464-471.
- (3) Watanabe, K. Behavioral speed contagion: automatic modulation of movement timing by observation of body movements, *Cognition*, 106(3), 2008, 1514-1524.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

- (1) TANAKA Kanji, WATANABE Katsumi, Effects of model types in observational learning on implicit sequential learning, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 査読有, 印刷中.
- (2) TANAKA Kanji, WATANABE Katsumi, Effects of an additional sequence of color stimuli on visuomotor sequence learning, *Frontiers in Psychology*, 査読有, 2017, 8:937. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00937
- (3) TANAKA Kanji, WATANABE Katsumi, Impacts of visuomotor sequence learning methods on speed and accuracy: Starting over from the beginning or from the point of error, *Acta Psychologica*, 査読有 164, 2016, 169-180. DOI: 10.1016/j.actpsy.2016.01.010

〔学会発表〕(計3件)

- (1)田中観自,河合隆史,渡邊克巳,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,日本認知科学会第33回大会,2016年9月18日,北海道大学(北海道・札幌市).
- (2)TANAKA Kanji, KAWAI Takashi, WATANABE Katsumi, Effects of adding a color stimulus sequence to a spatial response sequence on visuomotor sequence learning, The 12th Asia Pacific Conference on Vision, 2016年7月16日, Fremantle (Australia).
- (3)田中観自,渡邊克巳,学習方法の違いが視覚運動系列学習に及ぼす影響,日本認知科学会第32回大会,2015年9月19日,千葉大学(千葉県・千葉市).

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

田中 観自 (TANAKA, Kanji)

早稲田大学・理工学術院・日本学術振興会
特別研究員

研究者番号: 20727086

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

()