

1. 序論

字を書く、自転車に乗る、鍵盤をたたいてピアノを演奏する。日常生活において、我々は学習により習得した多種多様な行動を行っている。このような行動が1つの単発的な動作から達成されることはまれで、ある目的のために複数の動作を決められた順序で組み立てて行うことが求められる。特に、我々の日常生活においては、視覚情報に基づいて決められた動作を行い、行動の目的を達成することが多い。このような行動に関する記憶を視覚運動性手続き系列の記憶と呼ぶ。この視覚運動性手続き系列の記憶に関する研究手法として、Hikosaka et al.(1999)は連続ボタン押し課題を考案したが、まだ十分に検討されているとはいえない。そこで本研究では、ボタン押し課題を利用して、視覚運動性手続き系列の記憶のメカニズムについて心理学実験により検討することを目的とする。

2. 実験 1

実験 1 では、視覚運動性手続き系列の記憶におけるチャンクの存在とその大きさを検討することを目的とした。ここで、本実験で用いたボタン押し課題について、[2 x 12]課題を例にした具体的な手順を図 1 で説明する。このような総行程数 24 のボタン押しからなる課題を、2 ボタン押しからなるセット 12 個で構成される [2 x 12]課題、以下同様に、[3 x 8]課題、[4 x 6] 課題、[6 x 4]課題、[8 x 3]課題の 5 種類準備した。それらの課題を行ったときの反応時間、特に、ボタン押しタイミングに注目し、ボタン提示パターンによりボタン押しがどのようにグルーピングされて記憶されるかを検討した。

実験の結果、1 セット当たりのボタン押し数が 2 あるいは 3 である場合、複数セットからなるグループが形成され、1 セット当たりのボタン押し数が 6 あるいは 8 である場合、動作時間の分析から、逆に 1 セットが複数のグループに分かれる傾向がみられた。このように、ボタン提示パターンによりセット間・セット内にグル

ープが形成され、これをボタン押し数に換算すると、おおよそ 4~6 になることがわかった。これらのことから、このグループはチャンクとみなせると考えられ、多くの場合その大きさが 4~6 のボタン押しの範囲内であるように、適当な大きさを持っていることが示唆された(図 2)。

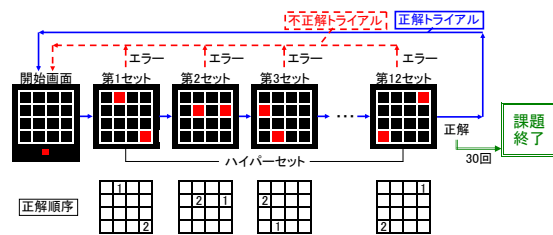


図 1. 2x12 課題の実験手続きの概略：まず、タッチパネルに 4x4 行列のボタン枠と開始ボタンが提示される。開始ボタンを押すと、第 1 セットの 2 つのボタンが赤く点灯する(上段の図の白部分)ことにより、最初の試行(トライアルと呼ぶ)が始まる。2 つのボタンにはあらかじめ順序が割り当てられている(下段の図の数字)。この順序は実験協力者には教示されておらず、試行錯誤により正しい順序を探す必要がある。ボタンを押す順序を間違えると、当該トライアルはその時点で終了し、開始時の画面に戻り、再度開始ボタンを押すことで第 1 セットから次のトライアルとして始める。2 つのボタンを正しい順序で押し終えると、瞬時に第 2 セットが提示される。どのセットにおいても間違えたら開始ボタンからやり直す。実験協力者はこのようなボタン押しを繰り返し、第 12 セットまで正解することを目標とする。なお、トライアルは第 12 セットまで正解する(正解トライアル)か、途中のセットで間違えた時点(不正解トライアル)で 1 回と数える。本実験では、正解トライアルを合計 30 回達成することで課題終了とした。

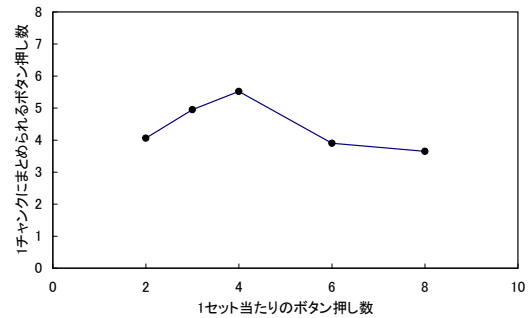


図 2.1 チャンクにまとめられるボタン押し数

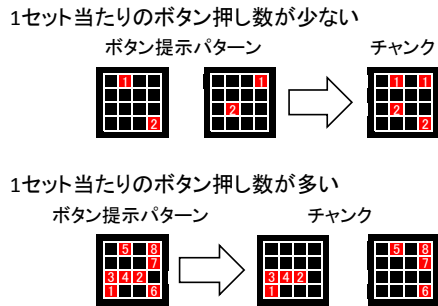


図 3. ボタン提示パターンに依存したチャンク構造

3. 実験 2

実験 2 では、複数の系列を記憶したのちに再生する手法を用いて、実験 1 で確認できたチャンクが、手続き系列の記憶および再生においてどのような役割を果たすのかを検討することを目的とする。まず、4 ボタン押しからなるセット 5 個で構成される [4 x 5]課題を 5 種類用意する。実験協力者は通常のボタン押し課題を行う(これを原学習とする)。原学習終了後、全く同じボタン押し系列をボタンが点灯しない条件で行う(これを再学習とする)。5 種類のボタン押し系列の学習が終わったあと、これらの系列の中からランダムに選ばれたある系列の最初のセットのみボタンを点灯させて系列全体を再生させる(これを再実行とする)。このとき、セットに注目して再実行のときのエラーを分析し、チャンクの役割について検討する。

実験の結果、セットを単位としたエラーが一定の割合で存在すること、系列間に同一セットが存在した場合、それに続くセット同士が侵入するエラーが高い確率で現れること、実行すべきセットと同じ実行順序(実行ステージと呼ぶ)にある他系列のセットが侵入するエラーが高い確率で現れることがわかった。

これらのことから、視覚運動性手続き系列の記憶と再生のメカニズムについて、図 3, 4 のようなモデルが考えられる。まず、系列は、チャンクを構成要素として、チャンクのボタン押し順序とチャンク間の連結関係の情報、および、チャンクの実行ステージが記憶されと考えられる(図 3)。再生時には、チャンク間の連結関係の情報とチャンクの実行ステージの情報にもとづき正しい系列として再生され、チャンク間の連結関係が十分に学習されていないと、チャンク

クの実行ステージの情報にもとづき系列が再構成されることが示唆された(図 4)。

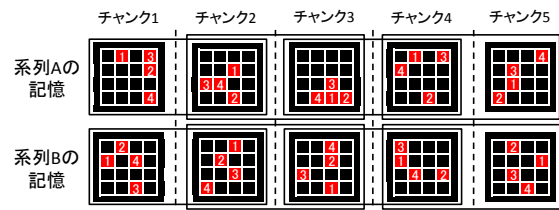


図 4. 手続き系列の記憶のメカニズム

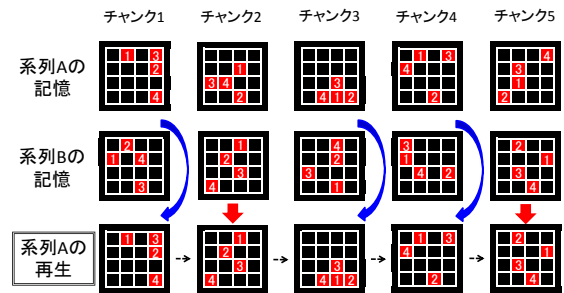


図 5. 手続き系列の再生のメカニズム

4. 結論

本研究では、視覚運動性手続き系列の記憶に関して、そのメカニズムを心理学実験により検討した。実験 1 から、ボタン押し課題においては、ボタン提示パターンに依存してセット間あるいはセット内にチャンクが形成され、そのスパンは 4~6 のボタン押しの範囲内であることが示唆された。実験 2 から、手続き系列は、チャンクを構成要素として記憶され、再生時にはその実行ステージの情報が比較的重要な役割を担っていることが示唆された。このように、視覚運動性手続き系列の記憶においてはチャンクが形成され、手続き系列の記憶や再生における基礎的な構成要素として機能していることが示唆された。

文献

- [1] Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M. K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., Miyachi, S., Doya, K. (1999). Parallel neural networks of learning sequential procedures. *Trends In Neurosciences*, **22**, 464-471.
- [2] Sakai, K., Kitaguchi, K., Hikosaka, O. (2003). Chunking during human visuomotor sequence learning. *Experimental Brain Research*, **152**, 229-242.