

視覚性短期記憶における Hebb 反復効果

上田 祥行

京都大学こころの未来研究センター

Tsung-Ren Huang

Department of Psychology, National Taiwan University

Su-Ling Yeh

Department of Psychology, National Taiwan University

齊藤 智

京都大学教育学研究科

何度も同じ情報が呈示されると、再生成績や親近性が上昇したり、その情報を使って効率的に探索したりできるようになる。聴覚・言語ドメインでは、アイテムがどの系列位置に呈示されやすいかという効果と、どういった組み合わせで呈示されるかという効果が、反復によってそれぞれ別に記憶成績の上昇に貢献していることが知られている。本研究では、視覚ドメインにおいてこれらが記憶成績に与える影響を検討し、反復学習メカニズムのドメイン共通性について明らかにする。実験 1 では、4 つの色が同時に 200ms 呈示され、参加者は遅延期間後に画面を再生した。その結果、同じ画面を反復しても記憶成績の上昇は見られなかった。実験 2 では、4 つの色が順に 200ms ずつ呈示された。その結果、反復によって記憶成績が上昇したが、どういったアイテムがともに呈示されやすいかという効果は、成績上昇にほとんど影響していなかった。これらの結果は、1) 反復呈示によって記憶が頑健になるには注意の移動が関与していること、2) 反復による記憶の向上はドメイン共通のメカニズムではなく、ドメイン特有のメカニズムで成立している可能性、を示唆している。

Keywords: visual working memory, Hebb repetition learning, temporal learning, spatial learning, attention.

問題・目的

Hebb 反復効果とは、直後系列再生課題において同じリストが反復して呈示されると成績が向上する現象である (Hebb, 1961)。この効果は聴覚・言語ドメインにおいて、長期の音韻学習の基盤となると考えられている。Nakayama & Saito (2017) は、言語性短期記憶課題を用いて反復呈示の効果がどのように学習に影響するのかを検討したところ、呈示されるアイテムがどの順序位置に呈示されやすいか (positional effect) と、リスト全体が繰り返される効果は別々に記憶成績の上昇に貢献することを明らかにした。視覚ドメインにおいても何度も同じ情報が呈示されると、再認成績や親近性が上昇したり、その情報を効率よく使用して探索したりできることが知られている (e.g., Chun & Jiang, 1998; Fizer & Aslin, 2001)。また、視覚ドメインでも位置に応じた呈示確率の情報や順序情報は潜在的に記憶されている (Geng & Behemann, 2005; Higuchi, Ueda, Ogawa, & Saiki, 2016)。これら視覚ドメインにおける研究の多くは 1~2 秒程度と比較的長い時間呈示されており、アイテムの呈示位置の効果や刺激全体の反復が短期の視覚記憶にどのように寄与しているのかはまだ明確ではない。また、聴覚言語ドメインにおけるこれらの効果と視覚ドメインにおける効果と同じパラダイムを用いて検討した研究はない。

そこで本研究では、視覚性短期記憶課題において、Nakayama & Saito (2017) の方法を適用し、アイテムの呈示確率や刺激の組み合わせの繰り返しが視覚性短期記憶に与える影響を検討した。なお、聴覚・言語ドメインで検討した Nakayama & Saito (2016) は、リスト全体を繰り返す Hebb 反復条件で最も記憶成績が高くなり、続いて頻繁に同じ順序位置に呈示されるアイテム

の記憶成績がその他の記憶成績よりも高くなることを示している。

方法

実験参加者 実験 1 に 20 名、実験 2 に 19 名の大学生・大学院生が実験に参加した。

刺激および装置 視覚刺激として、10 色の色パッチが用いられた。色パッチは互いに 90 度ずつ離れた 4 ヶ所に呈示された。呈示場所は、参加者によってランダムに決定され、同一参加者では決められた同じ場所に実験を通じて繰り返し呈示された。

デザイン Nakayama & Saito (2017) で用いられた mixed frequency design を変更して用いた。4 ヶ所の呈示場所はそれぞれ提示される出現頻度が高い 2 色が決まっており、それらの色は他の場所ではほとんど呈示されなかった。これらを組み合わせ、4 ヶ所すべてで同じ組み合わせが反復される場合 (Hebb 反復呈示)、2 ヶ所で出現確率の高い色が、2 ヶ所で出現確率の低い色が呈示される場合 (混合呈示)、4 ヶ所すべてで出現確率の低い色が呈示される場合 (フィルター呈示) を設定した (Table 1 参照)。16 試行を 1 ブロックとして、16 ブロック計 256 試行が行われた。Hebb 反復に用いられる色の組み合わせはブロック毎に変化したが、各場所の出現確率は実験を通じて変化しなかった。

手続き 実験 1 では、4 色の色パッチが同時に 200ms 間呈示された。その後、2000ms 間のブランクの後に、参加者は位置ごとにどの色が呈示されたかを全 10 色の中からマウスクリックで選択した。実験 2 では、色パッチは 1 色ずつ、それぞれ 200ms 間呈示された (刺激間のブランクは 300ms)。その後、2000ms 間のブランクを挟んで、実験 1 と同じの方法で参加者は呈示画面を再生した。実験 1, 2 ともに、参加者は任

意の場所から色を再生することができたが、一度色を選択した後は変更することはできなかった。色は比較的言語化しにくいものを選び、言語による記憶をしないように参加者に教示した。

Table 1. An example of presentation color.

Trial	Type	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
1	Mixed	1	3	0	2
2	Hebb	0	2	4	6
3	Mixed	2	6	5	7
4	Filler	6	4	9	5
5	Mixed	1	3	8	0
6	Hebb	0	2	4	6
7	Mixed	3	9	5	7
8	Filler	7	5	3	1
9	Mixed	1	3	7	8
10	Hebb	0	2	4	6
11	Mixed	4	0	5	7
12	Filler	5	7	1	3
13	Mixed	1	3	2	9
14	Hebb	0	2	4	6
15	Mixed	8	1	5	7
16	Filler	9	8	6	4

Note: Each number (0-9) represents each corresponding color. Gray cells indicate higher frequency.

結果

条件ごとの実験1の記憶成績をFigure 1に、実験2の記憶成績をFigure 2に示す。チャンスレベルは0.10であり、いずれの実験もチャンスより有意に高い正答率を示していた。

実験1では、呈示条件による再生成績の違いは見られなかった ($F(3,57) = 1.30, p = .28, \eta_p^2 = .06$)。これは、同じ位置に同じ色が繰り返し呈示されることが短期記憶課題の成績を上昇させなかったことを示している。

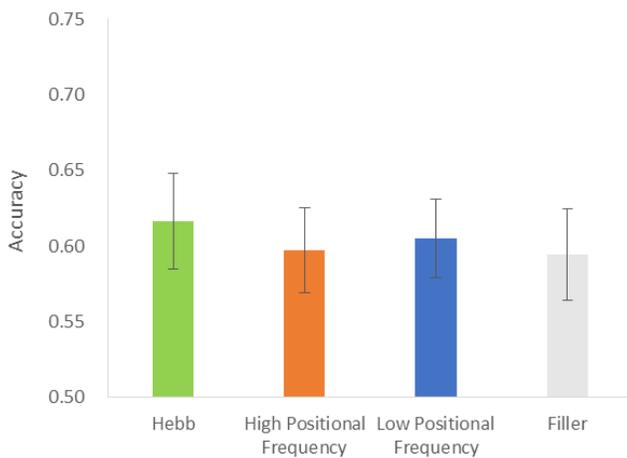


Figure 1. Accuracy in Experiment 1. Bars show standard errors.

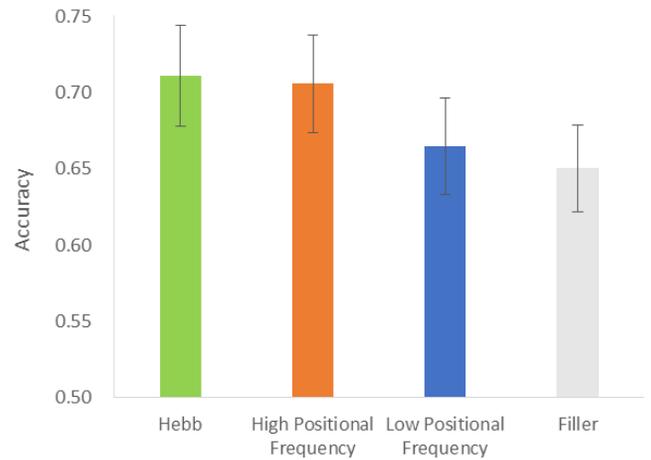


Figure 2. Accuracy in Experiment 2. Bars show standard errors.

実験2では、呈示条件による再生成績の違いが有意であり ($F(3,54) = 8.59, p = .0001, \eta_p^2 = .32$)、Hebb反復画面やある場所において出現確率の高い色が呈示された場合はそうでない場合に比べて有意に再生成績が上昇した。しかしながら、Hebb反復画面と出現確率の高い色の再生成績の間に有意な差はなかった ($\text{adjust } p = .57$)。これは、視覚ドメインを扱った本研究においては、個々の呈示位置ごとに出現頻度が学習されており、呈示される色の組み合わせは記憶成績の向上に寄与していないことを示している。

考察

本研究の結果は2つの示唆をもたらす。第一は、アイテムを同時呈示した実験1では、反復の効果が見られず、継時呈示を行った実験2で反復の効果が見られたことから、反復による記憶成績の促進には、注意が関与している可能性である。聴覚・言語ドメインではアイテムの同時呈示が困難であり、これまでこの可能性については検討されていない。また、視覚ドメインにおいてこれまで反復呈示によって記憶に影響を与えた現象はいずれも呈示時間が長く、注意の移動を含むものであった (e.g., Chun & Jiang, 1998; Fizer & Aslin, 2001)。これらより、反復による学習・記憶成績の向上は注意の移動が必要な要素であると考えられる。

第二は、実験2でHebb反復と出現確率の高い色の再生成績の間に差がなかったことから、視覚ドメインにおいては聴覚・言語ドメインほどにアイテムの共起性を重要視していない可能性である。聴覚・言語ドメインと同じ課題を用いていることから、反復の効果はドメイン共通のメカニズムではなく、各ドメインに特化したメカニズムで得られている可能性があるだろう。

引用文献

Nakayama, M., & Saito, S. 2017 Position-element frequency learning is dissociate from Hebb repetition learning. *Journal of Memory and Language*, 94, 235-253.