

エピソード記憶の検索過程 —非連合記憶の活性化と想起—

Retrieval process of episodic memory: Activation and recall of unassociated memory

分部利紘[†], 綿村英一郎^{†‡}, 高野陽太郎[†]

Toshihiro Wakebe, Eiichiro Watamura, and Yohtaro Takano.

[†] 東京大学大学院人文社会系研究科, [‡] 日本学術振興会

The University of Tokyo, the Japan Society for the Promotion of Science.

wakebe@L.u-tokyo.ac.jp

Abstract

It has been widely accepted that memory retrieval involves selective activation of memory associated with retrieval cues and that a memory is sequentially recollected from among activated memories. This study investigated whether unassociated memory remains inactivated during target retrieval and whether all activated memories can be recollected. Study 1 revealed that unassociated memory was activated if its activation level was already high at the beginning of target retrieval. Study 2 showed that activated foils were not recollected and did not disrupt target retrieval unless they were associated with cues of the target. The present results would contribute to elucidating the memory system.

Keywords - activation, episodic memory, retrieval

1. 序論

“昨日の昼は研究室でうどんを食べた”など、自分が経験した出来事の記憶をエピソード記憶と言う (Tulving, 1983)。エピソード記憶を思い出す過程 (検索過程) については、①個々の記憶には活性値があり、活性値の高い記憶ほど思い出されやすい、②検索を試みると、手がかりと連合している記憶に限って活性値が高くなる (活性化)、③閾値以上に活性化された記憶が一つずつ思い出されていく (想起) という考えが一般的である [1][2][3]。例えば昨日の昼食を検索する場合であれば、最近の食事の記憶や昨日の出来事の記憶に限って活性化された後、その中の一つとしてターゲットの“うどん”が想起されることになる。

しかし、手がかりと連合していない記憶 (非連合記憶) は活性化されないという想定や、活性化

された記憶が想起されるという想定には、十分な実験的裏付けがあるわけではない。そこで本研究ではエピソード記憶の検索過程を明らかにすべく、これらの想定を再検証した。

2. 研究 1

昨日の昼食を検索すべき際に夕食を誤って想起することがあるが、その頻度は低い [4]。このことから先行研究では、検索の際には手がかりと連合している記憶 (連合記憶) のみを活性化していると言われる [5]。しかし誤想起の分析は閾値以上に活性化された記憶しか検討できないため [6]、活性化の過程を調べるには不十分である。また、活性化は検索の下位過程であるため、連合記憶のみが活性化されるという想定は「連合記憶のみが検索に向けた処理を受ける」ということを意味する。そのため、仮に非連合記憶まで活性化されれば、それは非連合記憶まで検索の処理を受けること、ひいては、記憶検索には連合以外の原理が働いていることになる。以上の重要性を踏まえて本研究では、閾値未満の活性化も検出可能な手法を考案し、非連合記憶の活性化の有無を検証した。

方法 参加者 (36 名) は、まず「①de__ : 減少、②de__ : 決定」などの 12 個の英単語を作成した。次に場所を移し、「オレンジ」などの 12 個の画像 (第一画像) を覚えた。妨害課題を挟んだ後に、「アイロン」などの別の 12 個の画像 (第二画像) を覚えた。妨害課題を挟み、検索群では作成した各英単語を検索し、暗算群では簡単な暗算課題を

行った。最後に両群が画像を検索した。

仮説 暗算ではエピソード記憶は活性化されないこと、および活性化された記憶ほど想起されやすいことを踏まえると、英単語を検索する際に画像まで活性化されていれば画像の想起数は検索群の方が多いと考えられる。反対に画像が活性化されなければ、画像の想起数は検索群と暗算群で同等になると考えられる。

結果 第一画像の想起数は、検索群では 5.25 個、暗算群では 5.13 個であった。第二画像の想起数は、検索群では 7.19 個、暗算群では 5.94 個であった。分散分析の結果、両群の間で第一画像の想起数に無く ($F(1,28) = 0.07, p = .80$)、第二画像には差が観察された ($F(1,28) = 5.13, p = .03$)。

考察 英単語を検索した後の方が第二画像を多く想起した。活性化された記憶ほど検索されやすいため、この結果は英単語を検索した後の方が第二画像の活性値が高いこと、即ち英単語を検索する際に第二画像まで活性化されたことを意味する。第一・第二画像の内容 (e.g., オレンジ、アイロン) は相殺されていた点や、第一画像の方が英単語と時間的に近い点を考えると、意味的・文脈的に連合していたために英単語検索に伴って第二画像が活性化された可能性は低い。

一方、第二画像は覚えてからの経過時間が短い状態で英単語検索が行われているため、英単語を検索する時点で活性値が高かったことになる [1]。このことから先の結果は、検索を行う時点で活性値が高い記憶は非連合記憶でも活性化されること、ひいては活性値の高さが記憶検索の重要な力学となることを示している。

3. 研究 2

先行研究では、活性化された中から記憶が一つずつ想起されると考えられている [1]。また、この特性により、ターゲット以外の記憶 (フォイル) が活性化されるほどターゲットは想起されにくくなると言われている [7]。しかしこれらは連合記憶のみの活性化を仮定したモデルの適合度から検証されているだけで、どのようなフォイルが活性化

された場合にターゲットの想起が阻害されるのか、即ち、どのような記憶が想起まで至るのが直接検証されたわけではない。また、想起とは記憶が意識にのぼる段階であるため、どのような記憶が想起されうるのかは記憶検索において極めて重要な問題となる。そこで本研究では、ターゲットを検索する際にフォイルを強制的に活性化させる手法を開発し、活性化された記憶がそのまま想起に至るのかを検証した。

方法 まず参加者 (57 名) は、「鳥 - ツル」などの 16 個のターゲット画像を青色の丸と関連付けて覚えた。妨害課題の後、「鳥 - ハト」「虫 - セミ」などの 16 個のフォイル画像を単独で覚えた。妨害課題の後、青丸と「鳥」からターゲット画像 (ツル) を検索した。その際に、連合群では「鳥 - ハ__」、非連合群では「虫 - セ__」、統制群では「◆ - フ__」が背景に提示された。最後に、全群が「ハ__」や「セ__」からフォイル画像 (ハト、セミ) を検索した。

仮説 連合群と非連合群ではフォイル画像の断片が提示されることで、ターゲット画像の検索時にフォイル画像まで強制的かつ付加的に活性化されると考えられる。したがって、活性化された記憶がそのまま想起されうるのであれば、連合群と非連合群では統制群よりターゲット画像の想起時間が長くなる (フォイルの活性化によりターゲットの想起が阻害される) と予想される。

結果 フォイル画像の想起数は連合群では 10.63 個、非連合群では 10.79 個、統制群では 8.79 個で、連合・非連合群と統制群の間にのみ有意差が観察された (順に $p = .04; p = .02$)。一方、ターゲット画像の想起時間は連合群では 5315ms、非連合群では 3992ms、統制群では 3944ms で、非連合・統制群と連合群の間にのみ有意差が観察された (順に $p = .02; p = .02$)。

考察 フォイル画像の想起数の多さが示す通り、連合群と非連合群ではターゲット画像を検索する際にフォイル画像まで活性化されていた。にもかかわらず、非連合群ではターゲット画像の想起が阻害されなかった。即ち、「ツル」を検索すべきと

きに「ハト」が活性化されるなど、ターゲットの手がかりと連合しているフォイルが活性化されない限り、ターゲットの想起は阻害されなかった。記憶が一つずつ想起される点を踏まえると、この選択的な阻害効果はターゲットの手がかりと連合している記憶のみが活性化された後に想起に至ることを示している。裏を返すと、「ツル」に対する「セミ」のように、ターゲットの手がかりと連合していない記憶は活性化されても想起には至らないということである。なお、内観報告もこれらの考察と一致した。

4. 総合考察

以上を総合すると、①連合記憶に加えて、活性値の高い非連合記憶まで活性化される、②活性化された中から連合記憶のみが選別される、③選別された記憶が一つずつ想起される、という検索過程が導かれる。これは既存の検索過程の枠組みを修正するだけでなく、海馬の機能やフラッシュバックの生起機序を解明するための重要な指針を提供する。

参考文献

- [1] Anderson, J. R., Bothell, D., Lebiere, C., & Matessa, M. (1998). An integrated theory of list memory. *Journal of Memory and Language*, 38, 341-380.
- [2] Chappell, M., & Humphreys, M. S. (1994). "An auto-associative neural network for sparse representations: Analysis and application to models of recognition and cued recall." *Psychological Review*, 101, 103-128.
- [3] Raaijmakers, J. G., & Shiffrin, R. M. (1981). "Search of associative memory." *Psychological Review*, 88, 93-134.
- [4] Davis, O. C., Geller, A. S., Rizzuto, D. S., & Kahana, M. J. (2008). Temporal associative processes revealed by intrusions in paired-associate recall. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15, 64-69.
- [5] Zaromb, F. M., Howard, M. W., Dolan, E. D., Sirotin, Y. B., Tully, M., ... Kahana, M. J. (2006). Temporal associations and prior-list intrusions in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 792-804.
- [6] Rohrer, D. (2002). The breadth of memory search. *Memory*, 10, 291-301.
- [7] Wixted, J. T., & Rohrer, D. (1993). "Proactive interference and the dynamics of free recall." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 1024-1039.