

情報処理プロセスの可視化による説明活動の向上

Improving explanatory activities by visualizing information processes

山川 真由[†], 小島 一晃[‡], 横山 真衣[‡], 三輪 和久[†]
Mayu Yamakawa, Kazuaki Kojima, Mai Yokoyama, Kazuhisa Miwa

[†]名古屋大学, [‡]帝京大学
Nagoya University, Teikyo University
yamakawa.mayu@nagoya-u.jp

概要

本発表では、大学の認知心理学の授業における学習者の説明活動に関する実践について報告する。系列位置効果を題材とし、その情報処理プロセスを可視化したグラフを提示することの効果を検討した。その結果、学習者にこのグラフを観察させることにより、情報処理プロセスに基づく説明が促進されることが示された。

キーワード：科学教育 (science education), 説明 (explanation), 可視化 (visualization)

1. はじめに

科学において「なぜ」その現象が生じるのかを説明することは重要である[1]。科学教育においては、主に自然科学の領域において、科学的説明の習得に関する様々な教育実践が行われてきた[2][3]。本研究では、大学の認知心理学の授業における学習者の説明活動に関する実践について報告する。

認知心理学における説明では、ある現象が観察される背景に人のどのような情報処理プロセスが生じているのかを考える必要がある。本研究で題材とした記憶の系列位置効果実験と二重貯蔵モデル[4]を例に説明する。まず、現象である系列位置効果実験は、人は順番に提示された単語を記憶すると、系列の最初の方の単語と、最後の方の単語で再生率が高くなり、中盤の語は再生率が低くなるというものである。これを、二重貯蔵モデルに基づいて説明すると次のようになる。まず、最初の方に入力された語は、短期記憶に入り、リハーサルを繰り返すことで長期記憶に情報が符号化される。長期記憶に移行しているため、のちの再生フェーズでも再生することができる。一方、中盤の語は、短期記憶に入ってもリハーサルが困難になり、長期記憶に符号化されず、忘却してしまう。そのため、のちの再生フェーズでは再生できない。そして、最後の方に提示された語は、短期記憶には入ってすぐに再生フェーズになるため、忘却する前に再生することができる。

学習者は、現象(系列位置効果実験の結果)を観察し、なぜそのような結果になるのかを、情報処理プロセス(二重貯蔵モデル)に基づいて説明することが求めら

れる。こうした情報処理プロセスに基づく説明を促すためには、そのプロセスを追跡しやすくなるような可視化が有効ではないかと考えられる。本研究では、系列位置効果に関するシミュレーションを活用して、記憶の活性値の推移を可視化するグラフを作成した。学習者にこのグラフを観察させることにより、プロセスに基づく説明が促進されるかを検討する。また、活性値の推移プロセスは、動的に示すことが効果的であると考えられるため、動画で示す場合と、静止画で示す場合を設定し、その効果の差についても検討する。

2. 方法

2.1. 参加者

大学生 109 名が参加した。認知心理学に関する授業の受講者であった。

2.2. 条件

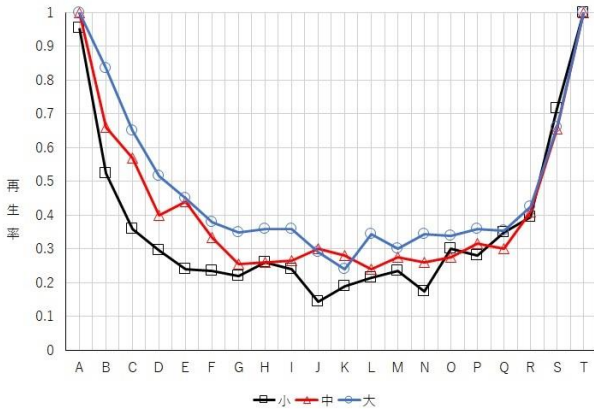
参加者は 3 条件のいずれかにランダムに割り当てられた。U-shape 条件は 29 名、プロセス静止画条件は 32 名、プロセス動画条件は 48 名であった。なお、課題を完了しなかった 1 名(プロセス動画条件)のデータは分析には使用しなかった。

2.3. 手続きと材料

本研究は、授業 1 コマ分を使用して実施された。授業のはじめに、前の回に行った「記憶」の講義内容の復習を行った(20分)。次に、プレテストに回答を求めた(10分)。その後、学習フェーズとしてグラフを観察する演習を行った(15分)。その際、配布したワークシートに「グラフを観察しながら気づいたことや考えたこと」を記入するように求めた。最後にポストテストに回答を求めた(10分)。ポストテストのあと、別の課題にも回答を求めたが、本稿では割愛する。

学習フェーズで提示したグラフ 条件によって異なるグラフを使って学習を行った。図 1 の (a) は U-shape 条件で提示したグラフである。グラフの説明として「このグラフは系列位置効果のシミュレーションの結果です。横軸は提示された順の単語、縦軸は再生率です。再

(a) U-shape 条件



(b) プロセス静止画面条件

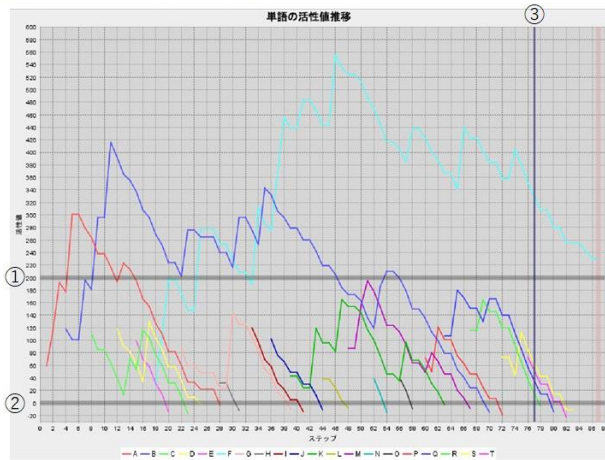


図 1 提示したグラフ

再生率は、実験に参加した人の中で、その語を再生した人の割合を示しています。このシミュレーションでは、1 回のリハーサルによる活性値の上がり方が小さい場合（黒線）、中程度の場合（赤線）、大きい場合（青線）の 3 パターンを行っています。それぞれの場合で、200 回のシミュレーションの結果を平均してグラフ化しています。」を示した。

図 1 の (b) はプロセス静止画面条件で提示したものである。グラフの説明として「これから見ていただくグラフは、短期記憶に入力された各単語の活性値の推移を表しています。このグラフは 1 試行中の単語の活性値の推移についてのシミュレーションの結果です。横軸は時間経過を、縦軸は単語の活性値を表しています。200 のところに引かれた太線（線①）は、長期記憶に転送される閾値を表しています。0 のところに引かれた太線（線②）を下回ると完全に忘却することを意味しています。右側の濃い青の太線（線③）は、単語の提示が終了し、単語の再生を始めるタイミングを表しています。」を示した。

プロセス動画条件では図 1 の (b) の動画バージョンを PC 画面上に示した。静止画面条件と同じ説明に加えて

「動画を止めたり、戻したりすることが可能ですので、自由に操作して観察してください。」と教示した。

説明課題（プレ・ポストテスト） 系列位置効果が生じる理由について説明する課題を使用した。学習フェーズの前後で同じであった。問題の説明として、「系列位置効果の実験について、ここでは便宜上、提示された 20 個の単語を順に A~T と表します。以下の 3 つの質問に回答してください。」と提示した。各問の内容は次の通りである。問 1 「2 番目に提示された単語「B」は再生率が高くなりました。なぜでしょうか。」、問 2 「11 番目に提示された単語「K」は再生率が低くなりました。なぜでしょうか。」、問 3 「19 番目（最後から 2 番目）に提示された単語「S」は再生率が高くなりました。なぜでしょうか。」であった。

3. 結果

説明課題の記述について、表 1 に示す採点項目に従って第一著者が採点を行った。各項目と一致する記述があれば 1、なければ 0 として採点した。

表 2 に、項目毎の記述人数を条件別に示した。条件間で記述した人数に偏りがみられるかを確認するため、Fisher の直接確率法による検定を行った。この検定により有意な偏りが確認された場合、どの条件間に差があるのかを明らかにするため、Hochberg 法による p 値調整済み多重比較を行った。

プレテストについて、問 3 - 項目 2 「忘却する前に再生する」という項目のみ有意傾向であり、それ以外の項目では、人数に有意な偏りはみられなかった。有意傾向であった問 3 - 項目 2 について多重比較を行ったが、

表 1 説明課題の採点項目

| 問 | 項目 | 採点項目 |
|-----|------|---------------------------|
| 問 1 | 項目 1 | リハーサルが十分できる |
| | 項目 2 | 活性値が閾値を超過し、長期記憶に転送される |
| 問 2 | 項目 1 | リハーサルが困難である |
| | 項目 2 | 活性値が閾値を超過せず、長期記憶に転送されない |
| | 項目 3 | 活性値が減衰し、忘却する |
| 問 3 | 項目 1 | 短期記憶にある |
| | 項目 2 | 忘却する（活性値が 0 を下回る）前に再生できる |
| | 項目 3 | 活性値が閾値を超過し、長期記憶に転送される（誤答） |

表2 項目毎の記述人数 (カッコ内は各条件における割合)

| | | プレ | | | | ポスト | | | | 多重比較 ²⁾ |
|----|-----|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-------|-------------------------|
| | | U-shape N = 29 | プロセス 静止画 N = 32 | プロセス 動画 N = 47 | p 値 ¹⁾ | U-shape N = 29 | プロセス 静止画 N = 32 | プロセス 動画 N = 47 | p 値 | |
| 問1 | 項目1 | 9 (31.0%) | 13 (40.6%) | 14 (29.8%) | 0.612 | 15 (51.7%) | 14 (43.8%) | 20 (42.6%) | 0.730 | |
| | 項目2 | 2 (6.9%) | 6 (18.8%) | 6 (12.8%) | 0.444 | 13 (44.8%) | 21 (65.6%) | 38 (80.9%) | 0.006 | U-shape < 動画(p = 0.007) |
| 問2 | 項目1 | 10 (34.5%) | 11 (34.4%) | 10 (21.3%) | 0.307 | 10 (34.5%) | 9 (28.1%) | 12 (25.5%) | 0.711 | |
| | 項目2 | 3 (10.3%) | 3 (9.4%) | 1 (2.1%) | 0.285 | 8 (27.6%) | 15 (46.9%) | 29 (61.7%) | 0.015 | U-shape < 動画(p = 0.015) |
| | 項目3 | 5 (17.2%) | 7 (21.9%) | 8 (17.0%) | 0.860 | 6 (20.7%) | 14 (43.8%) | 22 (46.8%) | 0.062 | U-shape < 動画(p = 0.085) |
| 問3 | 項目1 | 3 (10.3%) | 5 (15.6%) | 8 (17.0%) | 0.785 | 6 (20.7%) | 12 (37.5%) | 25 (53.2%) | 0.019 | U-shape < 動画(p = 0.023) |
| | 項目2 | 4 (13.8%) | 1 (3.1%) | 1 (2.1%) | 0.075 | 5 (17.2%) | 11 (34.4%) | 28 (59.6%) | 0.001 | U-shape < 動画(p = 0.001) |
| | 項目3 | 1 (3.4%) | 0 (0.0%) | 1 (2.1%) | 0.740 | 3 (10.3%) | 0 (0.0%) | 0 (0.0%) | 0.018 | U-shape > 動画(p = 0.052) |

1) Fisherの直接確率法による検定を実施, 2) 多重比較はHochberg法によりp値を調整。

どの条件間にも差はみられなかった。

ポストテストについては, 問1 - 項目2, 問2 - 項目2, 問2 - 項目3, 問3 - 項目1, 問3 - 項目2, 問3 - 項目3で条件間の記述人数に有意な偏りが見られた(問2 - 項目3は有意傾向であった)。多重比較の結果, 問1 - 項目2, 問2 - 項目2, 問3 - 項目1, 問3 - 項目2は, U-shape条件よりもプロセス動画条件の方が記述した人数が有意に多かった。問2 - 項目3はU-shape条件とプロセス動画条件の間の差が有意傾向であった。また, 誤答の項目である問3-項目3は, 有意傾向ではあるが, プロセス動画条件に比べて, U-shape条件の方が多かった。

4. 考察

本研究では, 心内での記憶の活性値の推移プロセスを可視化したグラフを提示することがプロセスに基づく説明を促進するかを検討した。その結果, プレテストでは条件間に差は見られなかったが, ポストテストでは, U-shape条件, プロセス静止画条件, プロセス動画条件の順にプロセスに基づく説明を記述した人数の割合が多く, いくつかの項目でプロセス動画条件とU-shape条件との間には有意差が見られた。このことから, 活性値の推移プロセスを可視化したグラフを提示することによって, U-shapeのグラフを提示するよりも, プロセスに基づく説明を促進することが示された。

活性値の推移プロセスのグラフでは, 長期記憶に移行するラインと, 忘却するラインを明示しており, 活性値がそれらのラインを上回ったり下回ったりする様子

が可視化されていた。このグラフを観察した学習者は, 該当する単語の活性値の推移から, 心内でのリハーサル, 符号化, 忘却というプロセスを追跡しやすくなったのではないかと考えられる。

また, 活性値の推移は, 静止画で提示するよりも動画で提示する方が, プロセスを表現するのに適していると考えられることから, 静止画と動画の効果の差についても検討した。多重比較の結果ではプロセス静止画と動画の間には有意な差はみられなかったが, プロセス静止画条件よりもプロセス動画条件の方がプロセスに基づく説明を記述した人数の割合が多くなっていることから, 活性値の推移プロセスは, 静止画で提示した場合にも一定の効果があるが, 動画で提示した場合の方が, より有効である可能性が示唆された。

5. 文献

- [1] Simon, H. A. (2000). Discovering explanations. In F.C. Keil & R.A. Wilson (Eds.), *Explanation and Cognition*, pp.21-59. MIT Press.
- [2] Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science education*, 95, 639-669.
- [3] Manz, E., Lehrer, R., & Schauble, L. (2020). Rethinking the classroom science investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 57, 1148-1174.
- [4] Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*, pp.89-195. New York: Academic.