

Stull, A. T., & Mayer, R. E. (2007). Learning by doing versus learning by viewing: Three experimental comparisons of learner-generated versus author-provided graphic organizers. *Journal of Educational Psychology, 99*, 808-820.

グラフィックオーガナイザーが提示されたときと、自分で作ったときでは、テキストを読んだ後のリテンションテストと転移テストにおいて、異なる結果が出るかを実験したものである。実験1(複雑性の高い)では、27のグラフィックオーガナイザーを提示、または自分で書くための余白が与えられた。実験2(複雑性が中間)では、18のグラフィックオーガナイザーが提示、またはそれに対応する18のグラフィックオーガナイザーのテンプレートが提示された。実験3(複雑性が低い)では、10のグラフィックオーガナイザーを提示、または10のテンプレートが提示された。転移テストでは、提示されたグループの方が、作成グループよりも効果が高かった。(p < .01)リテンションテストでは、有意差はなかった。これらの結果は、認知負荷理論と一致しているが、活動理論には一致しないものになった。

Two Ways to Induce Generative Processing of Scientific Text

■「見ることによる学習」 learning by viewing

- ・グラフィックオーガナイザーが提示されたとき(author-provided)、生徒の能動的学習につなげることができる。
- ・グラフィックオーガナイザーの要素が、もとのテキストからどのように選ばれ、構成されているかを考えなければならないから。

■「することによる学習」 learning by doing

- ・自身でグラフィックオーガナイザーを作成したとき(learner-generated)、学習を促進する。
- ・テキストからどのような情報を選び構成するかを、深く考えなければならないから。
→しかし、することによる学習は、学習者に無関係な認知的処理を課すこともある(Mayer & Moreno, 2003; Sweller, 1999)

Two Theoretical Frameworks

■グラフィックオーガナイザーデザインの2つの理論の比較

理論	Author provided	Learner generated
認知負荷理論	無関係な認知処理を減らし、生成的な処理を促す。	無関係な認知処理を増やし、生成的な処理を制限する。
行動理論	生成的な処理を促さない。	生成的な処理を促す。

Review of Research on Graphic Organizers

■グラフィックオーガナイザーは空間的なテキストの整理である。

- ・グラフィックオーガナイザーの要素は、語、または語のグループで表される。
- ・要素の関係性は、空間的配置で表される。
- ・テキストの概念的構成を表している。

- グラフィックオーガナイザーとして捉えられるもの
概念地図、知識地図、階層、行列、フローチャート、アウトライン、リストなど
- グラフィックオーガナイザーの効果
読解、ノートへの筆記、学習障害者の助け、数学的な問題解決、学習者の理解の評価、教師訓練の評価、ビジネスマネージメントなど
- Author-provided
 - ・ 統合された概念に焦点を置くことができる
 - ・ 限界：学習者の理解を超えた不必要な複雑性を持つことがある
学習者自身の知識構造との衝突が起こると混乱が生じる可能性がある
- Learner-generated
 - ・ 生成的処理を促進し、より正確に学習者の理解を反映する
 - ・ 限界：生成するためのトレーニングが必要・認知的負荷がかかる・間違った場合、生成したものの修正が必要になる
- 無関係な処理を減らし、生成的な処理に認知資源を当てられるように、グラフィックオーガナイザーを使用する必要がある
- 本研究の目的：author-provided と learner-generated の条件下によるグラフィックオーガナイザーの効果の違い
 - ・ リテンションテストと転移テストで学習者の読解を測る
 - ・ マテリアル：生物学の教科書から選択した 1133 語からなる章の読解
 - ・ 実験 1～3 で複雑性を操作
 - ・ 実験 1(複雑性高)author-provided→506 単語を含む 27 個のグラフィックオーガナイザー
learner-generated→テキストを基にグラフィックオーガナイザーを作成
 - ・ 実験 2(複雑性中) author-provided→44 単語を含む 18 個のグラフィックオーガナイザー
learner-generated→対応する 18 個のグラフィックオーガナイザーの穴埋め
 - ・ 実験 3(複雑性低) author-provided→28 単語を含む 10 個のグラフィックオーガナイザー
learner-generated→対応する 10 個のグラフィックオーガナイザーの穴埋め

Experiment 1 (Highest Complexity)

Method

Participants and design

- 心理学専攻のカリフォルニア大学の大学生 156 人(29.5%が男性)、平均年齢 19.4 歳、SAT スコアの平均は 1184.5。
- author-provided : 51 人、learner-generated : 51 人、コントロール : 54 人

Materials

- 実験で用いたシート
 - ・ 参加者質問シート(年齢, 性別, SAT score)、プレトレーニングシート (author-provided learner-generated 用 / コントロール用)、読解用シート(author-provided 用 /

learner-generated 用 / コントロール 用)

- short-answer テスト 6 題(リテンションテスト 1 問、転移テスト 5 問)
穴埋めテスト 8 題 (すべてリテンションテスト)
- プレトレニングシート(見開き 2 ページ)

Author-provided・learner-generated 用

左ページ: 4 タイプのグラフィックオーガナイザー(概念リスト, 概念階層, 概念フロー
チャート, 比較対象行列)

右ページ: 2 段組み→左の段: 生物学の教科書(読解用と同じ) から 4 段落を抜粋

右の段: 左ページのグラフィックオーガナイザーの説明

コントロール用: 右ページの左の段の 4 段落のみ

- 読解用シート

コントロール用: 6 ページ, 1,133 単語が 12 段落を構成

テキスト理解に必要な 3 つのグラフ、4 つの白黒写真画像を含む

ページは 2 段組みになっており、左側のみに印刷されている

author-provided 用: コントロール用のシートの右の段に 27 個のグラフィックオーガ
ナイザーが内容に関連するテキストの側に配置

learner-generated 用: control 用と同じ

- short-answer テスト 6 題と文章完成テスト 8 題

1 ページにつき 1 問で、ページの下部に「ストップといわれるまで、考え続けてくださ
い。前の問題に戻ってもいけません」という指示あり。

Procedure

- プレトレニングシートを注意深く読むように口頭で指示 (5 分間)

author-provided: テキストと対応するグラフィックオーガナイザーを比較しながら読む
ように指示

learner-generated: テキストと対応するグラフィックオーガナイザーを比較しながら読
み、自分でも描いてみるように指示

コントロール: テキストを注意深く読むように指示(グラフィックオーガナイザーなし)

- 読解シートに取り組む(計測するが時間制限なし)

learner-generated: 余白に自分で作ったグラフィックオーガナイザーを書き込んでもよ
く、それは理解の助けとなると指示される

- short-answer テスト 6 題の冊子の配布・解答

指示があるまで問題を解き、ページはめくらない・後戻り不可・1 問につき 3 分

- 穴埋めテスト 8 題の冊子の配布・解答

指示があるまで問題を解き、ページはめくらない・後戻り不可・1 問につき 1 分

- フィードバック

Result and Discussion

Scoring

- リテンションテスト(計 20 点)
 - └ short-answer テスト 1 題 : 4 点
 - └ 文の穴埋めテスト 8 題 : 16 点
- 転移テスト(計 60 点) — short-answer テスト 5 題 : 1 題につき 12 点
- 評価者間信頼性 $r = .826$ ($p < .001$)

Data analysis

- 一元配置分散分析(転移テストスコア、リテンションテストスコア、読解時間の 3 つ)
- t 検定で author-provided と learner-generated を比較
- 効果量を Cohen's d を基に測定した。

グラフィックオーガナイザーは提示されるよりも作った方がいいか？

- 転移テストにおいて
 - ・ 3 つのグループにおいて有意差なし
 - ・ author-provided と learner-generated の t 検定の結果も有意差なし
- リテンションテストにおいて
 - ・ 3 つのグループにおいて有意差なし
 - ・ author-provided と learner-generated の t 検定の結果も有意差なし
- 読解時間 ・ author-provided < learner-generated ($p < .001$)
⇒ グラフィックオーガナイザーを自作した方が、時間がかかるが、結果に差はない
- 提示されたグラフィックオーガナイザーの数 : 27 個、506 語
⇨ 自作したグラフィックオーガナイザーの平均 : 5.1 個、84.2 語 → 形式や質に差がある
- learner-generated のなにもないところから作る条件 → 過剰な要求、混乱
- control グループと比べて、グラフィックオーガナイザーの効果は見られなかった
→ どの図がテキストのなにを表しているか探すのに、無関係な認知処理を要求した可能性
- 実験 2、3 → グラフィックオーガナイザーの数を減らす・自作する場合は穴埋め

Experiment 2 (Intermediate Complexity)

Method

Participants and design

- 心理学専攻のカリフォルニア大学の大学生 116 人(40.5%が男性)、平均年齢 18.8 歳、SAT スコアの平均は 1183.5。
- author-provided : 38 人、learner-generated : 38 人、コントロール : 39 人

Materials

- グラフィックオーガナイザーの数が 18 個(階層、リスト、フローチャート)に絞られ、learner-generated には対応する枠組みが載せられた以外は、実験 1 と同じ。

Procedure

- learner-generated グループは、プレトレーニングとしてグラフィックオーガナイザーの穴埋め作業をし、答え合わせをしてフィードバックを得る。他は実験 1 と同じ。

Results and Discussion

Scoring / Data analysis → 実験 1 と同じ

グラフィックオーガナイザーは提示されるよりも作った方がいいか？

■ 転移テストにおいて

・ author-provided の方が、learner-generated よりスコアが有意に高かった ($p < .05$)

→ グラフィックオーガナイザーを提示する方が、より深い学習につながる

■ リテンションテストにおいて ・ 3 条件において有意差なし

■ 読解時間 ・ author-provided < learner-generated ($p < .001$)

→ 自作するのは時間がかかるうえに、転移テストにおいて高い結果を残さない

■ learner-generated グループのグラフィックオーガナイザーの正確性は 86%

■ 5 人が穴埋めを全部完了できていなかった

→ 読解時間が他の 33 人より長いうえに、スコアの平均も低い

■ 5 人を除いて再分析すると、テストスコアに有意差はない

→ 一部の学習者には、まだ認知的負荷が高い → 複雑性を下げる必要あり (実験 3)

Experiment 3 (Lower Complexity)

Method

Participants and design

■ 心理学専攻のカリフォルニア大学の大学生 98 人 (33.7% が男性)、平均年齢 19.3 歳、SAT スコアの平均は 1186.4。

■ author-provided : 33 人、learner-generated : 33 人、コントロール : 32 人

Materials

■ グラフィックオーガナイザーの数が 10 個 (階層、フローチャート) に。

Procedure → 実験 2 と同じ

Results and Discussion

Scoring / Data analysis → 実験 1 と 2 と同じ

グラフィックオーガナイザーは提示されるよりも作った方がいいか？

■ 転移テストにおいて

・ author-provided の方が、learner-generated よりスコアが有意に高かった ($p < .05$)

→ グラフィックオーガナイザーを提示する方が、より深い学習につながる

■ リテンションテストにおいて ・ 3 条件において有意差なし

■ 読解時間 ・ author-provided < learner-generated ($p < .001$)

→ 自作するのは時間がかかるうえに、転移テストにおいて高い結果を残さない

■ learner-generated グループのグラフィックオーガナイザーの正確性は 80%

■ learner-generated グループ 33 人全員が穴埋めを完了させた

⇒ author-provided の方が、転移テストスコアにおいて有意に高かった

→ 行動理論よりも認知負荷理論が支持される結果

- 認知的負荷を最小限にしてグラフィックオーガナイザーを提示するのは、より深い学習につながる

General Discussion

Empirical Findings

- 転移テスト(実験 2 と 3) : author-provided > learner-generated
- グラフィックオーガナイザーの複雑性が低くなるにつれて効果量は大きくなった
実験 1($d = .24$) < 実験 2($d = .43$) < 実験 3($d = .84$)
- 読解時間(実験 1, 2, 3) : author-provided < learner-generated
- グラフィックオーガナイザーが提示された方が、短時間で深い学習につながる

Theoretical Implications

- 受動的な学習と思われる author-provided がどうして深い学習につながったのか。
 - ・認知負荷理論による解釈
 - 提示されたグラフィックオーガナイザーをテキストと一致しながら読むことで生成的な処理に認知資源を当てることができ、extraneous processing を減らすことができた
- 行動理論からこの結果の解釈は不可
- この結果から常に「見ることの学習」が「することの学習」を上回るとは言えない

Methodological Implications

- 本実験の 3 つの変数
 - (a)複雑性(グラフィックオーガナイザーが複雑か→extraneous processing に関わる)
 - (b)学習の測定変数(テストがリテンションか転移か→essential processing に関わる)
 - (c)学習者の事前知識(背景知識をもっているかどうか→低い知識の生徒を採用)

Practical Implications

- 知識の低い生徒→グラフィックオーガナイザーの提示が効果的
- 知識の高い生徒→グラフィックオーガナイザーを作ることも効果的

Limitations and Future Directions

- グラフィックオーガナイザーを作る練習が少なかった
- 学習者のトピックに関する親近性を調べる必要性あり
- 直後テストだけでなく、時間を置いたあとの学習効果を見る必要がある
- 学習中の無関係な処理を直接的に測定していない
- 被験者が作ったグラフィックオーガナイザーの正確性とテストとの関連性等の質的な分析が必要

General Conclusions

- グラフィックオーガナイザーを自身で作ることは、深い学習につながらなかった
- グラフィックオーガナイザーが提示されると転移テストにおいて、よい結果を残した
- テキストのグラフィックオーガナイザーのデザインをする際に、認知資源容量に焦点を当てべき

【考察】

今回の論文は、視覚効果を利用したグラフィックオーガナイザーに関する研究である。テキストを読む際に、完成したグラフィックオーガナイザーが提示される場合と、自分でグラフィックオーガナイザーを作る場合では、どちらが効果的であるかを、認知負荷理論と行動理論を基に検証したものである。

グラフィックオーガナイザーは、英文構造を図示したものであり、(a)定義、(b)比較・対照、(c)原因・結果、(d)過程・一連の流れ、(e)問題解決、(f)描写・分類、(g)議論、(h)賛成・反対の 8 種類が紹介されている。グラフィックオーガナイザーの効果を見た研究として、完成されたグラフィックオーガナイザーと、枠組みが段々と埋められていくものを提示した場合ではどちらが効果的かをみた研究があり、その結果としては完成されたものがより読解に役立ったとされている(Suzuki, 2007)。

本研究では、このグラフィックオーガナイザーが提示された場合と、自作した場合で、どちらが効果的であるかを見ている。認知負荷理論の観点から考えると、グラフィックオーガナイザーが提示された方が、生成的な処理に認知資源をより多く当てることができるため、リーディングが促進されると仮定される。一方、行動理論から考えると、学習者自身でグラフィックオーガナイザーを作った方が、重要な情報を選び、図式化しなければならないので、深い学習につながると仮定される。

認知処理には、生成的な処理(*generative processing*)、必要不可欠な処理(*essential processing*)、そして無関係な処理(*extraneous processing*)の 3 つの処理があると本論文では定義されており、この無関係な処理を減らし、生成的な処理に認知資源を多く当てることで、学習者の読解が促進されるとされている。

本実験の結果、生成的な処理に認知資源が使われ、学習者の読解を助けたのは、グラフィックオーガナイザーが提示されたグループであった。提示グループは、テキストとグラフィックオーガナイザーを、照らし合わせて視覚的に読むことで、生成的な処理が促進され、転移テストにおいて、グラフィックオーガナイザーの自作グループよりもよい結果を残した。これは、自作するグループは、学習者にとって負担が大きく、無関係な処理を課してしまった可能性があると考えられる。

しかし、ここで注意したいのが、3 つの実験からわかったように、グラフィックオーガナイザーの複雑性が、提示グループと自作グループに大きな影響を与えていることである。実験 1 では、提示グループのグラフィックオーガナイザーの数が多かった。これは、テキストと照らし合わせて読む負担を多くかけてしまう要因になっている。また、自作グループも何もない余白に、一からグラフィックオーガナイザーを作らなければならなかったので、かなり難しい作業であった。そこで、実験 2、3 では徐々に複雑性を減らしていくことで、両グループにかかる負担が減らされている。その結果、余分な負担が減ることで、生成的な処理が促進されている。実際に、グラフィックオーガナイザーを使用する際には、その複雑性にも留意する必要がある。

また、この実験で検証しきれなかった点として、学習効果を見るテストが直後テストだけだったことが挙げられる。転移テスト、リテンションテストにおいて、読解を測ることができたが、グラフィックオーガナイザーを使用したこと、またどのように使用したかによって、その記憶の保持にも影響を与えたかどうかは興味深い点である。二つ目に、自作グループのグラフィックオーガナイザーが正確であったか、またその正確性が学習者の読解に影響を与えているかも、さらに分析する必要があると思われる。グラフィックオーガナイザーが正確でなければ、自作したとしても効果が表れないのではないだろうか。

今回の実験で、テキストの内容については知識のない学習者が選ばれているが、そのような学習者にとっては内容を読み取ることに注意が向くため、グラフィックオーガナイザーを自作するのは大きな負担を要する作業であった。しかし、テキストの内容に関して知識のある生徒にとって、グラフィックオーガナイザーを自作することは、自身で内容をまとめることにつながるの、効果が見られるのではないかと考えられる。テキストの内容に精通しているかどうか、グラフィックオーガナイザーを用いる際に、気を付けなければならない。

視覚的にテキスト内容を表すグラフィックオーガナイザーは、読解には効果的であるが、どのような内容のテキストが、どのような生徒に、そして、どのようなグラフィックオーガナイザーが、効果があるかをさらに検証する必要がある。実際に授業で使用する際には、様々な要因がグラフィックオーガナイザーの影響を左右するので、その効果を最大限にいかすことが重要である。

【総合考察】

1, 2, 3 学期を通して、視覚情報がリーディングに与える影響を検証した研究を見てきた。1 学期は、アニメーションとナレーションが同時に提示された場合と、連続して提示した場合の効果の違い、また、空間把握能力があるかないかで、アニメーションの効果の違いが見られるかを分析した文献を紹介した。また、夏休み明けの文献紹介では、コミックストリップがテキストと一緒に提示した場合と、提示されなかった場合の読解テストの差を分析した文献を、2 学期には、コンピュータを使ったマルチメディアな語彙学習の効果を検証した文献を紹介した。そして、今回は、グラフィックオーガナイザーが提示した場合と自作した場合の効果进行分析したものであった。

すべてを通して言えることは、視覚情報は確実にリーディングを助ける効果があるが、どのような学習者に、どのように視覚情報を提示するかが、その影響を左右するということである。特に効果が見られるのは、熟達度が低い、もしくはテキストに関する背景知識があまりない学習者である。テキスト内容が、読み取ることが難しい熟達度の低い学習者、そして、テキスト内容の知識がない学習者にとっては、視覚的に絵や、アニメーション、またはグラフィックオーガナイザーなどテキスト内容を図示したものが提示されることによって、リーディングが促進されるのである。熟達度の高い生徒に視覚情報の効果があま

り見られない理由としては、簡略化した視覚情報には、テキスト以上の情報が含まれていないため、テキスト情報だけで十分に内容を読み取ることができるからである。これは、背景知識がある学習者にも同じことが言える。背景知識がある場合、簡略化した視覚情報がなくとも、テキスト情報と既存の知識だけで補えてしまうのである。

では、熟達度の高い生徒、既存の知識がある生徒には、視覚情報はただ無駄なものになってしまうのであろうか。そのような生徒にも全く効果がないとは言い切れないので、これはさらに検証する必要がある分野であると思われる。例えば、グラフィックオーガナイザーを自作するという負担の大きい作業は、熟達度の高い生徒、背景知識のある生徒には可能であると思われる。また、自作をすることで内容を視覚的に整理することができ、長時間開けたテストにおいても効果があるのではないかと考えられる。

また、視覚情報がリーディングだけではなく、記憶の保持にも影響を与えるかは、興味深い研究であると考えられる。紹介してきた文献では、直後テストで視覚情報の効果を見るものが多かったが、その記憶の保持につながるかどうかを検証するべき問題であると考えられる。記憶の保持は、視覚情報を提示することで向上するのか、また、それは熟達度や空間把握能力などの違いがある、様々な生徒にも通用する効果的であるかという研究は、意義があると思われる。

近年、様々なコンピュータ技術の発達に伴い、マルチメディアな視覚情報の提示が多くみられるようになってきた。生徒の興味を引くためにも、視覚的な提示は効果的であると思われる。しかし、すべての情報が学習者にとって有効であるとは限らないことに注意すべきである。特に効果が見られる熟達度の低い生徒に対して行うのか、既習の内容をまとめるために図等を提示するのか、どのような生徒に、どのような目的をもって提示するかが重要である。1, 2, 3 学期を通じて、結論付けられることは、熟達度の低い生徒、背景知識のない生徒には視覚情報は特に効果的であること、アニメーションを提示する場合は空間把握能力もその効果に関わってくること、グラフィックオーガナイザーは完成されたものを見せる方が効果的であるということである。実際に授業で視覚情報を取り入れる際には、このような点に留意する必要がある。生徒のリーディングや記憶の保持を助けるためには、なにが一番効果的なのかを、テキストの内容や生徒の能力、視覚情報の提示方法など様々な要因から考えるべきである。

(参考文献)

卯城祐司(編著) (2009). 『英語リーディングの科学』. 東京: 研究社.

Suzuki, A. (2007). The effects of simultaneous display of information by a graphic organizer in EFL reading. *JACET Bulletin*, 42, 67-80.