

文章産出における制御機能の役割*

名古屋大学大学院教育発達科学研究科 山 川 真 由**
愛知教育大学 藤 木 大 介***

人間の言語行動は、大きく分けると、読むことや聞くことといった理解の側面と、書くことや話すことといった産出の側面とに分けることができる。この内、理解の側面については、文や文章の理解として非常に多くの研究が行われ、知見も蓄積されている。これに対し、産出の側面についてはまだまだ検討が不十分な点が多い。

文章産出過程に関するモデル

文章産出のメカニズムに関する先行研究としては、Hayes & Flower (1980), Flower & Hayes (1981), Hayes (1996), Scardamalia & Bereiter (1987) 等がある。この中でも特にHayes & Flower (1980), Flower & Hayes (1981) は、以後の文章産出研究の基準となったものである。このモデルは、発話思考の結果に基づき、文章を書く際の心的処理や行動を整理したもので、文章産出過程は課題環境や書き手の長期記憶と相互作用しながら起こるものだとしている。またこの文章産出過程は、プランニング、文章化 (translating)、再考 (reviewing) という3つの主要な過程からなるとしている。

これに対し山川・藤木 (2014a, 2015) は、これらの研究で提案されたモデルはいずれもその説明の対象が主として文章産出における認知的な活動であり、文章産出過程における表象変化についての説明が不十分であることを指摘した。つまり、文章産出過程のモニターや知識変形といった心的処理、あるいは推敲といった行動については説明しているが、文章産出過程でどのような表象が

形成され、どのように表象変化が起こるのかは説明されていないということである。また、心的処理や行動といった認知的な活動を説明するだけでは、文章産出時に何がなされるかを予測することは出来ても、認知的な活動の変化に伴って文章がどのように変化するかを予測することが出来ないことも指摘した。その上で、表象変化過程を説明する構築展開モデルを提案した。

このモデルは文章理解における表象変化過程を説明したKintsch (1998) の構築統合モデルを参考としている。構築統合モデルでは、文章の入力に伴い表層的表象が作られ、その命題ごとに命題表象としてのマイクロテキストベースが作られる。また、いくつかのマイクロテキストベースの要約的表象としてマクロテキストベースが作られる。この際、マクロ規則と呼ばれる3つの規則によって表象が形成される。具体的には、不要な命題を削除する「削除」、複数の命題を上位概念を表す命題に置き換える「一般化」、複数の命題が表している意味を別の命題で表す「構築」という規則である。さらに、これらのテキストベースと長期記憶とから推論などを通して形成される状況モデルという表象が作られるとしている。

山川・藤木 (2014a, 2015) の構築展開モデルでは、このプロセスを逆転させ、状況モデルからテキストベースが作られ、外的表象としての文章が産出されると仮定している。また、Kintsch (1998) が示した表象の構築過程と山川・藤木 (2014a, 2015) が加えた表象の展開過程は循環的に起こり、文章の推敲等もこれによって説明できるとしている。加えて、山川・藤木 (2015) は、状況モデルの構築やその状況モデルからテキストベースが作られるまでがおおよそHayes & Flower (1980), Flower &

* The role of executive function in writing

** YAMAKAWA Mayu (Nagoya University, Graduate School of Education and Human Development)

***FUJIKI Daisuke (Aichi University of Education)

Hayes (1981) のモデルのプランニングに対応し、テキストベースから外的表象が産出される過程は文章化、その外的表象が再び入力され、状況モデルが更新される段階が再考に対応するとしている。

さらに、展開過程の内、マクロテキストベースからミクロテキストベースが作られる際は、構築統合モデルにおけるマクロ規則に対応した3つの規則に従うと仮定している。まず、構築に対応するものとして、連想的に複数のミクロ命題を生成する「連想」が起こる。これに続いて削除に対応するものとして、既に生成されているミクロ命題に情報を加える「付加」や、一般化に対応するものとして、既に生成されているミクロ命題に具体的な情報を加える「具体化」が起こる。

山川・藤木 (2014a) は、これらの3つの規則適用の内、連想は自動的な処理であり、付加と具体化は制御的な処理であるとした。このことを検証するため、作業記憶内の中央実行系の働きとしての制御機能が文章産出過程に及ぼす影響について検討した。その結果、書き手の制御機能の働きの良さや連想の適用によって生成された文の数との間に相関がないこと、制御機能の働きの良さや付加の適用によって生成された文の数との間に正の相関があることを示した。また、制御機能の働きを妨害する二重課題状況においてはそうでない状況と比べて連想の適用によって生成された文の数に差はなく、付加の適用によって生成された文の数は減少することも示した。これらの結果は連想が自動的な処理で付加が制御的な処理であるとする仮定を裏付けるものである。

文章産出と作業記憶

これまでに作業記憶と文章産出との関係を扱ったモデルとしてはKellogg (1996)、Kellogg, Whiteford, Turner, Cahill, & Mertens (2013) のものがある。このモデルでは、Hayes & Flower (1980)、Flower & Hayes (1981) のモデルの内、プランニングは中央実行系と視空間スケッチパッド、文章化や再考内の読み (reading;あるいは評価evaluating) は中央実行系と音韻ループ、再考内の

編集 (editing;あるいは修正revising) は中央実行系のみが資源を使うとしている。また、言語を表出するための運動のプログラミングも中央実行系のみが資源を使うとされ、この運動の実行にはそれが自動化されていれば処理資源は使われないと仮定されている。

このように、作業記憶内の各コンポーネントが文章産出に影響しているとされているが、その中でも中央実行系に関わる実証的研究としてRansdell, Levy, & Kellogg (2002) は、様々な二重課題状況下での文章産出時のパフォーマンスを比較し、負荷が高まるにつれ、タイピングの流暢性が下がり、1文の長さが短くなり、文章の質が下がっていくことを示している。この結果は、二重課題状況下では書き手が残された資源を文章の質を下げないよう配分するためだと解釈されている。また、Vanderberg & Swanson (2007) は、中央実行系の個人差が文章構造の質、句読法の正確さ、文法力、語彙力を予測し、また、プランニング能力や文章化の質、編集の質も予測することを示した。

ただ、Ransdell, Levy, & Kellogg (2002) やVanderberg & Swanson (2007) 等はプランニングをひとまとめにして処理資源を要するとしているが、それはいささか大ざっぱすぎるだろう。厳密にはHayes & Flower (1980)、Flower & Hayes (1981) はプランニング内の下位過程である生成 (generation) は連想的な過程としており、また、山川・藤木 (2014a) の実験結果から、展開規則の内の連想は自動的な処理であると考えられる。これらのことを踏まえると、プランニング内の全ての処理が資源を要するとは言えないだろう。文章産出過程を正確に知るためには、山川・藤木 (2014a) が検討したように、文章産出時の心内の表象状態と、それがどのように処理資源を消費しながら文単位で表出されるのかを細かく見なければならぬ。

本研究の課題と目的

しかしながら、山川・藤木 (2014a) の実験は、展開規則の適用過程を出来るだけダイレクトにとらえるため、

文章の書き直しを極力抑えることを目的に、実験参加者にボールペンをういた文章産出を求めている。これにより、Hayes & Flower (1980), Flower & Hayes (1981)の言うプランニングでの表象変化過程を詳細に説明出来ている。一方、この状況下では、通常の記事産出過程で行われるような、書きながら、まさに書いている文章をモニターし、必要に応じて修正するといったことがあまり行われなかったと考えられる。このような過程は、山川・藤木 (2014a, 2015) のモデルでいうと、展開過程のマイクロ構造から外的表象へ表象が変換される過程に相当し、Hayes & Flower (1980), Flower & Hayes (1981) のモデルでは、文章化に相当する。文章化はRansdell, Levy, & Kellogg (2002) やVanderberg & Swanson (2007) においても中央実行系が関わることを示されているが、どのような文が表出される時に制御機能がいかに働くのかについては明らかではない。文章産出過程の全貌を明らかにしていく上では、このような文章化の過程のモニターが容易な状況下で、展開規則の適用によって形成されたマイクロテキストベースがどのような形で外的表象として現れるのかを検証しておくことも有用であろう。

そこで本研究では、山川・藤木 (2014) と同じ条件下でシャープペンシルと消しゴムを用いた文章産出を求める。これにより、消しゴムを用いた文の修正が可能となるため、文の生成と、生成されつつある文のモニターという2つの処理を同時に行いやすくなる。つまり、展開規則によってマイクロテキストベースに出力された命題表象を外的表象や作業記憶内に表出する際、その内容をモニターし修正を図るための自由度が上がるということである。このような二重課題状況では、制御機能のよく働く書き手は連想の適用によって生成されたマイクロ命題やその外的表象としての文をモニターし、結果的に過剰となる文を文章中に残さないようにすることが出来ると考えられる。その結果として、外的表象として産出される文の数は制御機能のよく働く書き手ほど少なくなると予測される。また、これに付随し、連想に続く付加や具体化の適用を反映する文の数も影響を受け、山川・藤木

(2014a)のように制御機能が直接付加の適用を反映する文の数を予測するという関係にはならないものと考えられる。

方法

実験参加者

愛知教育大学教育学部の2, 3年生29名(男性10名, 女性19名)であった。

材料

制御機能の働きの個人差の測定 制御機能の働きの個人差の測定には、苧阪 (2002) の日本語版リーディングスパンテストを使用した。リーディングスパンテストは、文を音読しながら文中の指定された単語を記憶する課題である。音読という処理と記憶する単語の保時を同時に行わなければならない、認知資源の量が成績に反映される。リーディングスパンテストで読み上げる文は縦13cm, 横18cmの白紙のカードに1行に収まるように黒文字で印刷した。文字のフォントは日本語がMSゴシック, 数字はArialであった。ターゲット語には赤い下線を引いた。課題文は2文条件, 3文条件, 4文条件, 5文条件が各5セットあるので、全部で74文(練習用4文を含む)である。各セットの間には白紙カードを入れた。

作文課題 作文課題で用いる筆記具はシャープペンシル1本と消しゴム1個のみとし、どちらも実験者が用意した。作文用紙はA3の用紙に400字詰めの横書き原稿用紙を2枚分と作文課題を印刷したものであった。

手続き

実験は個別に実験室で行った。制御機能の働きの個人差の測定としてリーディングスパンテストを行った後、作文課題を実施した。

制御機能の働きの個人差の測定 リーディングスパンテストの実施は苧阪 (2002) に従った。第一著者が実験者としてテストを実施した。実験参加者と実験者は机を挟んで向かい合せに座った。机にはカードと音声を記録

するためのレコーダー、タイマーが置かれた。まず、テストの実施について実験者から説明を行った。テストでは、実験者がカードをめくったところですぐに書かれている文を声に出して読みながらカード内の赤線の引かれている単語を覚えるように教示した。いくつかの文を読み終え、白紙のカードが出てきたところでそれまでに覚えた単語を報告するように求めた。報告する際には、新近性効果を防ぐため、最後に覚えた単語を最初に報告することが禁止された。また、報告の時間は単語1つにつき5秒程度を使用してよいこととし、2文条件で10秒、3文条件で15秒、4文条件で20秒、5文条件で25秒という時間制限を設定した。忘れてしまった場合でも実験者の方から時間にあわせて「次にうつります」と声をかけるまでは再生しようとするように求めた。テストを行っている間は、実験参加者の同意の上で記録のために回答を録音した。実験者は、実験参加者の再生した単語の正誤を手元のチェックリストにチェックし、実験終了後に、録音した音声データを用いて確認を行った。ただし、テストの最中には、その正誤は実験参加者には伝えなかった。

作文課題 リーディングスパンテストの実施後、作文課題を実施した。作文のテーマは「子ども達の学力向上のために教師が出来ることはどのようなことだと思いますか」であった。制限時間は15分であった。なお、メモ書きや下書きは禁止とした。

結果

リーディングスパンテストの得点化

リーディングスパンテストの得点として正再生率を算出した。これは、テストの各文条件における正答の割合の平均値である。正再生率は、リーディングスパンテストの複数ある得点化方法の内、得点分布の正規性が認められることと再検査信頼性係数が他の得点化方法と比べて最も高いことが示されている（大塚・宮谷，2007）。なお、正再生率の全実験参加者の平均は、0.70 ($SD=0.13$) であった。

産出された文章の基礎的なデータ

産出された文章に含まれる文字数の平均は408.31 ($SD=136.74$) で、山川・藤木 (2014a) の実験1の455.64 ($SD=92.12$) と比べると、統計的には有意ではない ($t(61)=1.58, p=.12$) が、減少している。また、文の数の平均は8.21 ($SD=3.25$) で、これも山川・藤木 (2014a) の実験1の8.85 ($SD=2.03$) と比べると統計的には有意ではない ($t(61)=0.93, p=.36$) が、減少している。

文章内の文の分類

産出された文章を文単位で連想、付加、具体化に分類した。分類基準(表1)、及び以下の分類の手続きは山川・藤木 (2014a) と同様であった。

表1 展開規則に基づく文の分類基準

連想	文章・段落の書き出しの文、またはトピックセンテンス
付加 具体化	前の文について情報を付け加えている文 前の文についてより具体的で詳細な情報を付け加えている文、または「例えば」、「具体的には」というような具体例を示す時の書き出しが含まれる文

評定者は第一著者と、実験の目的を知らない教育学部で心理学を専攻する3年生1名で独立に行った。評定には、文章のみをワードプロセッサで打ち込んで印刷した冊子を用いた。これは、字の美しさなどの効果を統制するためである。その際、参加者による誤字はそのまま入力した。独立の評定の後、評定が一致しなかった箇所は協議により決定した。両者の評定の単純一致率は80%で、 κ 係数が $\kappa=.64$ であり、おおよそずれのない結果であると言える。なお、展開規則に基づいて分類した文の数の平均は、連想が3.55 ($SD=1.57$)、付加が4.21 ($SD=1.92$)、具体化が0.45 ($SD=0.74$) であった。

表2 リーディングスパンテストの得点と展開規則の適用によって生成された文の数との相関

連想	付加	具体化
-.39	-.18	-.14

リーディングスパンテストの得点と規則適用との関連

リーディングスパンテストの正再生率と、連想、付加、具体化、それぞれの適用を反映する文の数との相関係数を算出した(表2)。その結果、正再生率と連想の適用を反映する文の数とでは、有意な負の相関 ($p < .05$) が見られた。一方、正再生率と付加、及び具体化の適用を反映する文の数とでは、有意な相関は見られなかった。

なお、山川・藤木 (2014a) の結果との比較のため、相関係数の差の検定を行った。山川・藤木 (2014a) の実験1における相関係数は、連想が $r = .09$ 、付加が $r = .37$ 、連想が $r = -.16$ であったが、連想においては有意傾向 ($z = 1.89$, $p = .06$)、付加については有意 ($z = 2.13$, $p < .05$) で、具体化については有意ではなかった ($z = 0.09$, $p = .46$)。

考察

本研究の目的は、文章産出過程において、産出しつつある文のモニターが促進されない状況下での実験(山川・藤木 (2014a) の実験1) との比較として、モニターが促進される状況下での実験を行い、制御機能のよく働く書き手は過剰な文の生成を抑える傾向があるのかを検証することであった。この検証を行うため、内的表象がダイレクトに外的表象として産出されやすくしていたボールペンでの作文(山川・藤木 (2014a) の実験1) から、本研究では産出過程に注意が向きやすくするよう、シャープペンシルを用いた作文へと変更した。この操作は、統計的には有意ではなかったが文字数や文数が減少させており、産出が抑制されるという点で想定と齟齬のない効果をもたらしたことがうかがえる。また、リーディングスパンテストの正再生率と展開規則の適用によって生成された文の数との相関係数(山川・藤木, 2014a) と、

展開規則の適用を反映する文の数との相関係数(本研究)の差を検定した結果、その差が連想では有意傾向、付加では有意であったことから、文の産出過程に何らかの変化をもたらしたことは確認できる。

実験の結果、予測の通り、制御機能のよく働く書き手ほど連想の適用を反映する文の数が少なくなることが示された。自動的処理である連想の適用がダイレクトに文の数として現れるような状況下(山川・藤木 (2014a) の実験1) では、制御機能の働きの良さで連想の適用によって生成される文の数との間に有意な相関は認められなかった。このことと考え合わせると、制御機能のよく働く書き手は文章を産出しながらその文をモニターし、一旦書き始めた文を修正、または削除しながら文章を完成させていくと推測される。

また、制御機能の働きの良さで付加の適用を反映する文の数とに有意な関連は認められなかった。付加の適用は制御的な処理であり、山川・藤木 (2014a) の実験1では制御機能のよく働く書き手ほど付加の適用によって生成される文の数は多かった。このことと、付加や具体化が連想に続いて適用される規則であることを考え合わせると、制御機能のよく働く書き手は連想の適用を反映する文の数が少なかったにもかかわらず、制御機能のよく働かない書き手と同程度の数の文を付加の適用によって産出したと言えるだろう。

なお、制御機能の働きの良さで具体化の適用によって生成される文の数にも有意な関連は認められなかった。これについては、山川・藤木 (2014a) と同様、具体化は適用数が少なく、制御機能との関連が見られなかったものと考えられる。

以上から、文章産出過程において制御機能は、自動的に適用される連想によって生成される文を文章化する際にオンラインでモニターする役割や、その結果として産出された文に基づき、制御的に付加を適用して文を生成する役割を担っていると言える。Ransdell, Levy, & Kellogg (2002) やVanderberg & Swanson (2007) は一様に中央実行系がプランニングや文章化に関わるとだけして

いるが、本研究の結果から、特に文章化のモニタリングに中央実行系が関わる可能性が示唆されたと言える。

今後の課題

山川・藤木 (2014a) やそれを受けて行った本研究は、文章産出のオンライン過程に近い段階を検討の対象としている。しかしながら、文章産出の過程の全貌を明らかにするためには、一旦書き上げられた文章がどのように推敲されるのかといったよりオフラインな過程も検討する必要があるだろう。特に、制御機能の働きの良さや推敲の過程、特にどの規則が適用された箇所に加筆や修正、削除が行われるのかを検討することが求められる。また、山川・藤木 (2014a) や本研究とは異なり、制限時間を与えない場合、より多くのストラテジーを用いることができるようになり、その結果、上手い方略を補償的に使うことができる書き手も現れ、作業記憶容量の大小が直接的に外的表象として産出された文章に反映されないといったことも考えられるだろう。

また、構築展開モデルの妥当性についても今後も検討していく必要がある。構築展開モデルは山川・藤木(2014a, 2015)で提案されたが、文章の産出過程を説明するための作業仮説的な役割を果たす事が期待される。本研究は構築展開モデルの妥当性そのものを検討するというよりは、その妥当性を一旦認めた上で、作文状況が変化した場合も条件の変化に応じた出力が得られるかを検討したものと位置づけられる。しかしながら、このモデル自体にまだまだ検討の余地は多く、例えば構築された状況モデルの質の差により展開規則の適用状況が変わるのか(山川・藤木, 2014b)といった検討が今後も加えられなければならないと言える。

特に、このモデルに含まれる展開規則についてはより詳細に検討していくべき点がいくつかある。例えば、マクロ規則との対応について検討する必要がある。その中でも具体化については、山川・藤木 (2014a) と同様、規則の適用数が少なかった。このため、定義上、付加と具体化は異なるものとなっているが、実際に質的に異なる

生成過程を経ているのかの検討をするための十分なデータが得られにくいという側面がある。しかし、このことは裏を返せば具体化という規則適用がまれであることを示しており、間接的には付加との違いを表していると言える。

文章産出に関する研究は、決して少なくはないが、文章理解過程が詳細に検討されてきたことと比べると、まだまだ不明な点が多い。説明的文章と物語文とで生成プロセスにどのような差があるのか、産出される際に様々な情報はどのような一貫性が保持されながら産出されるのか等、まだまだこれからモデル化と検証が必要な事柄が残されている。

引用文献

- FLOWER, L., & HAYES, J. R. (1981). A cognitive process theory of writing, *College Composition and Communication*, **32**, 365-387.
- HAYES, J. R. (1996). A new framework for understanding cognition and affect in writing. In C.M. Levy, & S. Ransdell (Eds.), *The science of writing: Theories, methods, individual differences, and applications*. (pp. 1-27). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- HAYES, J. R., & FLOWER, L. S. (1980). Identifying the organization of writing process. In L.W. Gregg, & E. R. Steinberg (Eds.), *Cognitive Process in Writing: An interdisciplinary approach*. (pp.3-30). Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- KINTSCH, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KELLOGG, R.T. (1996). A model of working memory in Writing. In C.M. Levy and S. Ransdell (Eds.), *The science of writing: Theories, methods, individual differences, and applications*. (pp.57-71). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- KELLOGG, R.T., WHITEFORD, A.P., TURNER, C.E., CAHILL, M., & MERTENS, A. (2013). Working

memory in written composition: An evaluation of the 1996 model. *Journal of Writing Research*, **5**, 159-190.

卒業論文の一部に基づくものである。また、本研究は Psychonomic Society's 55th Annual Meetingにて発表済みである。

McCUTCHEM, D. (1996). A capacity theory of writing: Working memory in composition. *Educational Psychology Review*, **8**, 299-325.

受付：2015.1.13

受理：2015.7.6

苧阪満里子 (2002) 『脳のメモ帳：ワーキングメモリ』新曜社

大塚一徳・宮谷真人 (2007) 日本語リーディングスパンテストにおけるターゲット語と刺激文の検討 広島大学心理学研究, **7**, 19-33.

RANDELL, S., LEVY, C. M., & KELLOGG, R. T. (2002). The structure of writing processing as revealed by secondary task demands. *Educational Studies in Language and Literature*, **2**, 141-163.

SCARDAMALIA, M., & BEREITER, C. (1987). Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics, Volume 2: Reading, writing, and language learning*. (pp.142-175). Cambridge: Cambridge University Press.

VANDERBERG, R. & SWANSON, H. L. (2007). Which components of working memory are important in the writing process? *Reading and Writing*, **20**, 721-752.

山川真由・藤木大介 (2014a) 文章産出における心的表象の表出過程のモデル化：表象表出の自動性・制御性 認知科学, **20**, 485-496.

山川真由・藤木大介 (2014b) 文章産出における課題情報が表象表出過程に及ぼす影響 認知科学会第31回大会発表論文集, 426-429.

山川真由・藤木大介 (2015) 文章産出における心的表象の変化過程モデルに基づいた文章産出方略研究の展望 読書科学, **56**, 124-137.

付記

本研究は第1著者が愛知教育大学教育学部へ提出した

The role of executive function in writing

YAMAKAWA, Mayu (*Nagoya University, Graduate School of Education and Human Development*)

FUJIKI, Daisuke (*Aichi University of Education*)

Abstract

This study investigates the influence of writers' executive function capacities on the processes of translating their ideas as part of creating written compositions. In contrast to previous studies, where participants composed using ballpoint pens in order to limit rewriting, the participants within the present study composed using mechanical pencils and erasers to encourage rewriting. Participants with high scores on a reading-span test produced fewer sentences through associative and automatic processes than those with lower scores. This finding indicates that writers with superior executive functions are more capable of translating their ideas into text and refrain from producing excessive sentences.

Key words: writing, composition, executive function, working memory