



## 文章産出と実行機能との関連における研究の現状と課題

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-04-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松下, 裕幸, 北村, 博幸 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/00006965">https://doi.org/10.32150/00006965</a>

## 文章産出と実行機能との関連における研究の現状と課題

松下 裕幸・北村 博幸\*

北海道教育大学大学院教育学研究科

\*北海道教育大学函館校

## Trends and Research Issues in Relation to Writing Composition and Executive Functions

MATSUSHITA Hiroyuki and KITAMURA Hiroyuki\*

Graduate School of Education, Hakodate Campus, Hokkaido University of Education

\*Hakodate Campus, Hokkaido University of Education

### 概 要

本研究では、文章産出と実行機能との関連における研究を整理し、現状と課題を考察した。文章産出の研究については、文章産出プロセスとワーキングメモリとの関連を明確にする研究が進められており、実行機能については、可塑性に基づいた様々なトレーニング研究が進められていることなどが明らかになった。文章産出と実行機能との関連については、主に実行機能の単一モデルに基づいた研究が進められていた。一方で、複合モデルに基づいた研究は極めて少ないものの、更新（ワーキングメモリ）、シフティング（認知的な柔軟性）、抑制の実行機能の成績と文章の一貫性や表現との関連があることなどが明らかになった。今後の課題としては、実行機能の複合モデルと文章産出プロセスとの関連を明確にしていくことや実行機能の可塑性を踏まえながら文章産出スキルのトレーニング方法を検討することなどが挙げられた。

### I. はじめに

近年のグローバル化や高度情報化に伴い、コンピュータや情報通信ネットワーク等が普及し、私たちは膨大な情報の中で生活している。文化審議会（2004）は、膨大な情報を適切に活用するためには、情報を速やかに判断・処理する能力や確に文章をまとめて自らの情報を発信する能力などが重要であることを指摘している。また、中央教育審議会（2016）は、高度情報化の影響による文

体の変化に触れながら、学校教育において、整った文章を書く学習や文章を「書くこと」の学習過程に沿って深く考えて書くことが重要であることを指摘している。これは、文章産出スキルの育成や文章産出プロセスを意識した指導の重要性を示唆していると考えられる。このように、グローバル化や高度情報化する社会をよりよく生きるためには、学校教育において、文章産出スキルの育成を図ることが強く求められている。

一方で、実行機能は、仕事や学業、肥満、依存

症、犯罪などの私たちの社会生活との関連がある。実行機能の成績が高い人は、仕事において高いパフォーマンスを発揮したり、肥満を抑制したりするなどの行動ができると考えられている。また、実行機能は学業の成績を予測する (Gathercole & Pickering, 2000) とともに、読解や数学的な問題解決の過程などに関連していることが報告されている (Yeniad et al., 2013)。さらに、実行機能は文章産出に影響を与える制御プロセスであるとされ (Hooper et al., 2002)、文章産出に重要な役割を果たしていることが報告されている (Filippetti, 2015)。

そこで、本研究においては、文章産出と実行機能のそれぞれの研究、また文章産出と実行機能との関連における研究の現状と課題を考察することを目的とする。

## II. 文章産出

心理学においては、コミュニケーションの総体を談話と定義する。談話は、文章・発話の情報媒体と理解・産出の側面の2つに区分される。文章を媒体とした産出の側面を文章産出という。岸 (2010) は、文章産出は、言語に関わる認知活動のうち、文章を書く活動のことと定義している。文章産出は、国語科教育や教育心理学において作文と言われる。文章産出スキルとは、文章を産出するための能力であり、崎濱 (2013) は、これからの社会を生きる上で必要な文章を書くスキルと述べている。

### 1. 学校教育における文章産出スキルの育成

1990年代以降、インターネットや携帯電話等の普及や情報技術の高度化に伴い、文化審議会 (2004) は、膨大な情報を素早く正確に判断・処理する能力や自らの考えや主張を的確にまとめて情報として発信していく能力の重要性を指摘している。さらに、自分の考えや意見などを正確に伝える論理的な文章を書くことや伝統的な形式や書式に従った手紙や通信などの文章を書くこと、様々な情報を収集して、それに基づいて明確な文章を書く必要があることを指摘している。

その後、知識基盤社会の到来やグローバル化の進展などの急速な社会の変化に伴い、中央教育審議会 (2008) は、児童生徒の思考力・判断力・表現力等を育む必要があることを指摘し、各教科等

において記録や要約、説明、論述などの言語活動の充実を図る方向性を示した。また、文章や発話により表現する力を高める必要性があることを指摘している。文章や発話により表現する力とは、表現するテーマや内容、構成、表現形式を検討しながら、考えを形成させたり、深化させたりし、表現する力である。さらに、「テーマ・内容の検討」「構成・表現の検討」「考えの形成・深化」「表現」の「書くこと」の学習過程を示し、各過程において、知識や技能、思考力・判断力・表現力等をはたかせる必要性があることを指摘している。「表現」の過程において、よりよい表現にするためには、文章を推敲したり、発話を調整したりする調整力が重要であることを指摘している。

近年、グローバル化や急速な高度情報化、技術革新等のさらなる社会の変化に伴い、中央教育審議会教育課程企画特別部会 (2015) は、新しい時代を生きる子供たちに育成すべき資質・能力を「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の3つに整理するとともに、国語科においては、伝えたい内容を明確にして表現したり、課題を解決するために、自分の考えをまとめたりする活動の充実を図る必要があることを指摘している。それを受けて、中央教育審議会 (2016) は、国語科「書くこと」の領域については、「テーマの設定」「情報の収集」「内容の検討」「構成・表現形式の検討」「考えの形成・深化」「記述」「推敲」「他者の書くことへの評価、他者からの評価」という学習過程のイメージを示し、書くことに関する資質・能力を育成するためには、これらの学習過程を繰り返すと同時に言語活動の充実を図ることが必要であることを指摘している。さらに、「書くこと」においては、既にもっている知識や経験、感情に統合し、構造化する力や新しい問いや仮説を立てるなどの既にもっている考えの構造を転換する力をはたかせ、考えを形成し深めることが特に重要であることを指摘している。

このように、近年のグローバル化や情報化等の急速な変化に伴い、文章で表現する力の育成の必要性から、学校教育における文章産出スキルの育成が重視されるようになってきている。特に、文章産出スキルを育成するために、文章産出プロセスの各段階を意識した学習指導の必要性が指摘されるようになってきた。

## 2. 文章産出プロセス

Hayes & Flower (1980) は、書く行為には、課題環境や書き手の長期記憶、文章産出プロセスの3つの主要な要素が関与していることを指摘している。また、文章産出プロセスは、計画と文章化、再考の3つのプロセスで構成され、これらの3つの要素はモニターの制御下にあることを指摘している (fig. 1)。

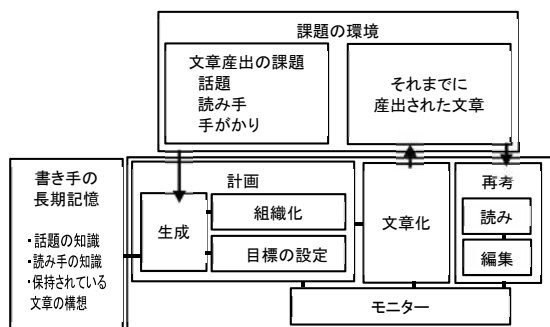


fig. 1 文章産出プロセスモデル (Hayes & Flower, 1980)

その後、Hayes & Flower (1980) は、課題環境が計画と文章化、再考の3つの文章産出プロセスの全てと相互に作用することを踏まえ、モデルを改訂している (fig. 2)。このモデルでは、モニターの中に文章産出のプロセスが含まれている。

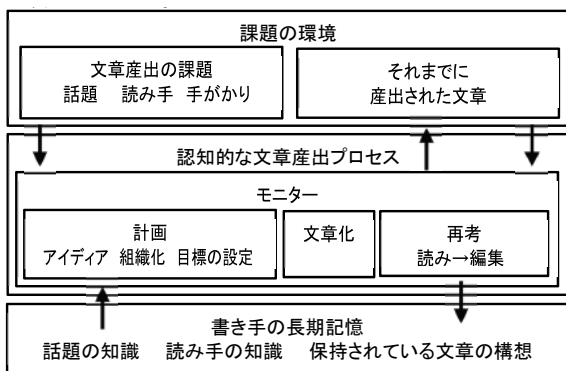


fig. 2 文章産出プロセスモデル (改訂版) (Hayes & Flower, 1980)

Scardamalia & Bereiter (1987) は、非熟達者と熟達者の文章産出プロセスをモデル化している。非熟達者の文章産出プロセスを「知識伝達モデル」(fig. 3)として提案している。非熟達者は、課題の心的表象をつくり、知識を伝達する過程で、内容の知識と修辞の知識とを基にしながら話題と

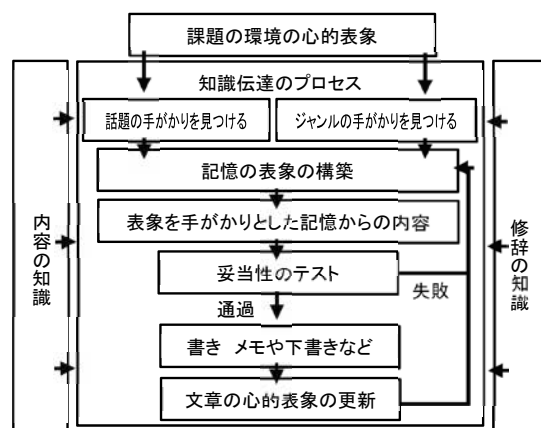


fig. 3 知識伝達モデル (Scardamalia & Bereiter, 1987)

ジャンルに関する表象をつくる。表象は、長期記憶から内容を検索し、検索された内容は、妥当性のテストを受ける。テストを通過しなかった場合には、長期記憶から内容を再検索し、再構築する。テストを通過した場合には、メモや下書きを書く。その後、文章の心的表象を更新する。Scardamalia & Bereiter (1987) は、非熟達者の文章産出は、話題とジャンルの表象を手がかりにしながら文章が産出されると指摘している。

一方で、Scardamalia & Bereiter (1987) は、知識伝達モデルを一つの機能として組み込み、熟達者の文章産出プロセスを「知識変換モデル」(fig. 4)として提案している。熟達者は、まず、課題の心的表象をつくり、問題を分析し、目標を設定する。そして、内容の知識は内容的な問題空間で、修辞の知識は修辞的な問題空間でそれぞれ処理され、問題の解決へと向かう。内容的な問題空間と修辞的な問題空間では、一方の問題空間の出力が、もう一方の問題空間の入力となり、問題の変換を繰り返すとともに、既に書かれた文の修

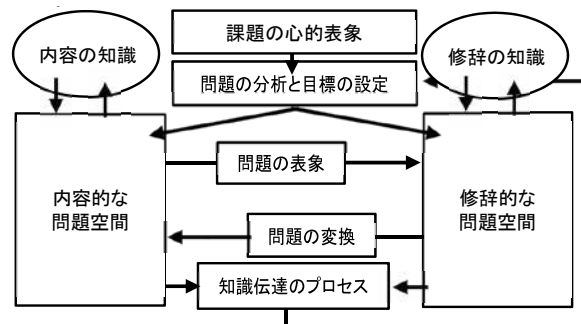


fig. 4 知識変換モデル (Scardamalia & Bereiter, 1987)

正を始める。この過程は、再び問題を設定する可能性があり、書き手の目標に対する考えを具体的に表現する文が形成されるまで続く。知識変換モデルの特徴は、問題を解決しながら、知識と文を継続的に発展させることであり、内容的な問題空間と修辭的な問題空間とが相互に作用することである。

Scardamalia & Bereiter (1987) は、非熟達者と熟達者の文章産出プロセスを比較し、認知活動の違いについて検討した結果、非熟達者については、書いたものの推敲が困難であることを示している。

Hayes (1996) は、文章産出プロセスが、環境と個人との2つの要因が相互に作用することを踏まえ、Hayes & Flower (1980) の文章産出モデルを改訂している。「個人-環境モデル」(fig. 5)において、課題の環境は、社会的な環境と物質的な環境の2つから構成され、個人的な要因は、動機づけ・情意、ワーキングメモリ、認知過程、長期記憶の4つから構成される。Hayes (1996) は、このモデルにおいては、ワーキングメモリが中心的な役割を果たすことを指摘し、ワーキングメモリは、意味ストアをワーキングメモリに含めること以外、Baddeley (1986) のワーキングメモリモデルと同様であると述べている。

Kellogg (1996) は、組織化と実行、モニタリングからなる言語生成プロセスを提案している(fig. 6)。各プロセスは、それぞれ2つからなる。

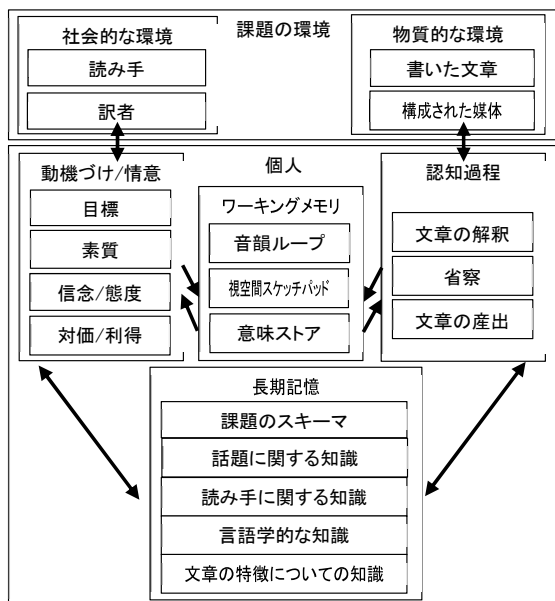


fig. 5 個人-環境モデル (Hayes, 1996)

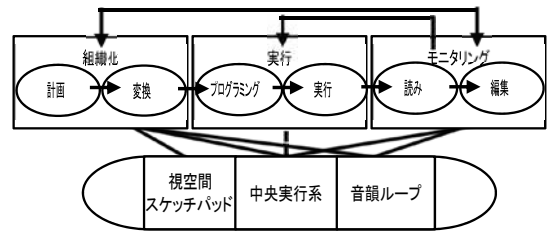


fig. 6 言語生成プロセス (Kellogg, 1996)

組織化はアイデアの計画と文への変換、実行はプログラミングと実行、モニタリングは読みと編集である。Kellogg (1996) は、計画の出力が文への変換へ入力され、文への変換の出力がプログラミングへと入力されるが、計画と変換の出力が読みと編集に送られることがあることを指摘している。これは、文の生成が行われる前に、プロセスの修正が行われることがあることを示唆している。また、Kellogg (1996) は、各プロセスは、少なくともワーキングメモリの1つの要素に要求を課すことを指摘している。

このように、近年、文章産出プロセスは、ワーキングメモリとの関連が指摘され、ワーキングメモリが各プロセスの機能に影響を与えらる考えられている。

### 3. 文章産出の評価

文章産出を評価する際、「分かりやすさ」が評価基準の一つとなるが、「分かりやすさ」は、文章の種類によって異なる。平山 (1993) は、あるテーマで書き手が自由に文章を産出するような拡散的な課題は、文章の質の分析が困難であることを指摘している。梶井 (2001) は、作文の評価項目の妥当性と信頼性を検討した結果、学習指導要領を反映させた生活文は、評価が直感的になりやすく困難であることを指摘している。また、文章産出を評価するための対策として、意見文や説明文などの収束的な課題に目を向ける必要があることを指摘している。

Graesser & Goodman (1985) は、伝達される知識の観点から説明文を区分し、事実や概念などの宣言的知識の伝達を目的にした論文や説明文、報道文などを宣言的説明文と定義している。また、手続的知識を伝えるマニュアル文などを手続的説明文と定義している。また、Mayer (1985) は、説明文をエピソード的な内容と意味的な内容、手続的知識を伝える内容の3つに分類している。

岸・綿井(1997)は、文法の知識や言語への理解、表現力などの基礎的な技能とともに、説明する対象についての知識などの書き手の要因に着目しながら、手続的説明文と宣言的説明文の分かりやすさについて検討した。その結果、手続的説明文の分かりやすさは、目的との適合や段落ごとの意味内容の明確さ、説明の順序、具体例による説明の補助が関係していることを示した。また、宣言的説明文の分かりやすさは、目的との適合、語彙の適切さ、具体例のわかりやすさ、指示語の適切さが関係していることを示した。これらの結果から、説明的な文章の分かりやすさの基本的な評価項目として、語彙の適切さと具体例のわかりやすさ、説明順序の適切さ、目的との適合の4項目が設定できることを示唆している。

このように文章産出の評価については、評価規準の設定の困難さと文章の種類に応じた複雑さが指摘されている。そのため、文章の種類に応じた文章産出スキルの測定課題が必要となる。

#### 4. 文章産出スキルの測定課題

Cuetos Vega et al. (2002) は、PROESC (ライティングプロセス評価バッテリー) を開発した。PROESCは、8歳から16歳を対象とし、音節や語、疑似的な語句、語句の書き取り、文学的な文章の産出、説明的な文章の産出の8つの課題から構成される。これらの課題では、音韻やアクセントのルール、綴りの知識、単語の表記、文字や句読点の使用、文学的な文章や説明的な文章の構成力を測定する。音韻やアクセントのルール、綴りの知識、単語の表記、文字や句読点の使用は、1~10点、文学的な文章は、一貫性と内容を1~15点、説明的な文章は、一貫性と内容を1~5点で評価する。

日本語の文章産出スキルの測定課題としては、一般社団法人日本語能力試験実施委員会が開発したJPT (日本語能力試験) がある。JPTは、日本語を母語としない日本語学習者や社会人等を対象としている。JPTは、聴解と読解との2つの観点で、日本語の能力を測定する。読解では、誤文訂正を行うことを通じて、基本的な作文能力を間接的に測定することができる。

文の産出スキルの測定課題としては、Kaufman & Kaufman (1983) によって、開発されたK-ABC II (Kaufman Assessment Battery for Children) がある。日本版は、12歳11か月までを測定できる

ように標準化されている。K-ABC II は、認知的処理過程と知識や言語概念、教科学習に関する技能の習得度、継時処理、同時処理等の知的能力が測定できる。また、書き尺度により、言葉を書き、文を構成する能力を測定することができる。

森(2018)は、文章産出の量的な測定方法として、テキストマイニングを提案している。テキストマイニングとは、定型化されていない文章の集まりを自然言語解析の手法を使って単語やフレーズに分割し、それらの出現頻度や相関関係を分析して有用な情報を抽出する手法やシステムのことである。テキストマイニングには、膨大に蓄積されたテキストデータを単語やフレーズに分解し、一定のルールに従って分析することにより、単語間の関係や時系列の変化などを抽出することができるという特徴がある。森(2018)は、テキストマイニングにより語彙や文法の分析が可能になることを示唆している。

このように、日本語の文章産出スキルの測定課題は極めて少ない。その理由としては、文章の種類に応じて、評価規準が異なり、評価が複雑であることが考えられる。

#### 5. 文章産出スキルの発達

Kellogg (2008) は、文章産出スキルが思春期後期から成人期の初めにかけて、通常20年以上かけて発達することを指摘している。また、初心者の書き手の段階「knowledge-telling」から成人の書き手の段階「knowledge-transforming」、熟達した書き手の段階「knowledge-crafting」へと発達することを指摘している。さらに、「knowledge-crafting」の段階においては、ワーキングメモリ内で内容の表現や文章、予想される読者の解釈が操作されることを指摘している。「Knowledge-transforming」の段階や「knowledge-crafting」は、複数の表現の保持や文章化、内容と文の確認など、高度な認知的制御を伴うために、十分な注意制御の容量がある場合にのみ行われることを指摘している。

Grahamら(1997)は、小学校1年生頃までは、書字の仕組みを自動化させるための期間であり、それによってワーキングメモリ容量を柔軟に分配できるようになることを示唆している。

岸(2004)は、Hayes & Flower (1980) の文章産出プロセスを基に、手続的説明文の産出の発達について検討した。その結果、再考については、

小学校2年生から4年生で発達的な変化が起こることを示した。

このように、文章産出スキルは、児童期から発達が始まり、青年期後期まで緩やかに発達が続くと考えられる。その際、書字や綴りの技能、ワーキングメモリの発達に影響を受けると考えられている。

## 6. 文章産出スキルが受ける影響

文章産出スキルは自己効力感や知識量、ワーキングメモリの発達等の要因に影響を受けると考えられている。

Zimmerman & Bandura (1994) は、大学1年生を対象に、自己効力感と文章産出スキルとの関連を調査した。その結果、自己調整が目標の設定と関連するとともに、文章産出の成績に影響を与えていることを示した。

中村・岸 (1996) は、小学校2年生と5年生を対象に、手続的説明文の産出に影響を与える要因を検討した。その結果、読み手への配慮と説明する対象に対する知識量と文章の様式に関する知識量が手続的説明文に影響を与えることを示した。

McCutchen (1996) は、Hayes & Flower (1980) の文章産出プロセスを基に、計画や文章化、再考の調整を行うためには、手書きと綴りの習得とワーキングメモリの年齢に伴う発達が必要であることを指摘している。

Kellogg (2008) は、子供が12歳頃までに、流暢にかけられるまで手書きを発達させない限り、その後の文章産出スキルの発達は大幅に低下することを指摘している。

このように、文章産出スキルには、様々な要因が影響を及ぼす。文章産出スキルの育成を図るためには、文章産出に影響を及ぼすと考えられている要因を踏まえながら、トレーニングを行う必要がある。

## 7. 文章産出スキルのトレーニング

文章産出スキルのトレーニングは、文章産出を繰り返しトレーニングする方法と文章産出の認知的な処理にアプローチする方法との2つがあると考えられている。

金子 (1998) は、短期大学の学生を対象に、繰り返し200字の文章を書くことで、文章産出スキルの変化を検討した。その結果、書き手の情報の選択スキルに向上したことを報告している。

崎濱 (2008) は、大学生を対象に、高校1年生

に向けて600字程度で教育心理学の時間に学習した内容について紹介する文章を書かせ、字数制限と文章産出の評価と時間との関連を検討した。その結果、字数制限を設けることで、文章産出の評価得点が上昇し、文章の完成までの時間が短縮されることを示した。また、文章産出スキルの低い書き手は、評価得点の上昇が見られることを報告している。さらに、文章産出の評価については、情報選択の適切さや情報同士のつながり、適切な表現の使用の3つの観点を設定したところ、情報選択の適切さと情報同士のつながりの2つの観点において、評価得点が上昇したことを報告している。

Kellogg (2008) は、文章産出のトレーニングには、認知的な実践と認知的な観察の2つの方法が必要であり、効果的な訓練においては、この2つの方法が調和していることを指摘している。認知的な実践とは、「やって学ぶ」という試行錯誤の方法である。認知的な観察とは、熟達者の文章産出を観察する方法である。

山川・藤木 (2015) は、筆記の援助や訓練、自動的な処理と制御的な処理とを切り分けて順番に行うことが文章産出スキルのトレーニングに有効であることを示唆している。これらを行うことで、文章産出に係る認知的な負荷を下げ、産出速度を上げることができ、書き出されない文が少なくなることを指摘している。

このように、文章産出スキルのトレーニングに関する研究の多くは、繰り返しトレーニングを行うものであり、認知的な機能のトレーニングは、その有効性が示唆されながらも報告が少ない現状がある。

## Ⅲ. 実行機能

実行機能は、行動的な側面と認知的な側面の2つに焦点を当てた研究が進められている。行動的な側面については、主に神経心理学分野で、認知的な側面については、主に認知心理学分野で研究が行われている。

行動的な側面に焦点を当てた研究において、神田ら (2018) は、実行機能を目的のためのプランニングをして効率的に実行するための機能であると定義している。

認知的な側面に焦点を当てた研究において、

Zilazo (1997) は、実行機能を高次の認知制御および行動制御に関わり、目標の達成を実現する能力であると定義している。また、Miyakeら (2000) は、実行機能を目標志向的な認知や行動の制御に関わる高次の心的機能と定義している。さらに、Lezak (1983) は、実行機能が注意機能や記憶機能などの認知機能を目的志向的に正しく機能するようにコントロールする役割を果たしていると述べている。

このように、実行機能は、目標を達成するために、認知や行動を制御する心的機能と考えられている。

土田・坂田 (2019) は、実行機能の特徴として、可塑性をもつことや予測性があること、関連性があることを指摘している。可塑性とは、トレーニングや介入により、実行機能の成績が向上することである。予測性とは、実行機能の成績が将来の認知機能の発達を予測することである。関連性とは、他の心的機能と関連していることである。

その多くの特徴から実行機能は社会生活との関連が指摘され、様々な分野において研究が進められている。

### 1. 実行機能と社会生活との関連

実行機能は、仕事や学業、言語能力や肥満などの私たちの社会生活との関連がある。

Yam et al. (2006) は、職場の上司が部下に与える影響について検討した。その結果、実行機能の成績の低い上司は、顧客とのやりとりから自分のコントロールができなくなり、従業員を罵倒する行動をとりやすいことを示した。実行機能の高い上司は、顧客とのやりとりからの影響を受けにくく、うまく仕事を管理することが指摘されている。

Gathercole & Pickering (2000) は、6歳と7歳の83人の子供を対象に、実行機能と7歳の全米カリキュラム評価の達成度との関連について調査した。その結果、カリキュラムの達成度が低い子供は、実行機能の低さがあることを示した。これは、実行機能が、就学初期の子供の学業の進歩と密接に関連していることを示唆している。

Yeniad et al. (2013) は、20の研究のメタ分析を通じて、実行機能と読解、数学との関連について検討した。その結果、実行機能の成績が高い子供は、読解や数学の成績が高いことを明らかにした。

Fuhs & Day (2010) は、幼児の実行機能と言

語能力との関連について検討した。その結果、2歳時点の言語スキルと注意は、3歳時点での実行機能の成績を予測することを示した。また、実行機能と言語能力との強い相関を報告している。

De Ridder et al. (2012) は、自己制御に関する行動の効果を調査する102件の研究のメタ分析を通じて、自己制御と行動との関係を検討した。その結果、自己制御と行動は、ダイエットの分野において、習慣を形成したり壊したりする行動に関連していることを示した。

このように、実行機能と様々な社会生活との関連が指摘されている。しかし、これらの研究は実行機能の一部と社会生活との関連を示したものである。そのため、社会生活との関連がある実行機能の要素を明らかにする必要がある。

### 2. 実行機能の要素

実行機能の要素を明らかにするために、単一モデルと複合モデルの2つのモデルを概観する。

実行機能の単一モデルは、ワーキングメモリの下位要素の中央実行系を実行機能として捉える考え方に基づいている。Baddeley et al. (2011) は、ワーキングメモリが中央実行系やエピソード・バッファ、視空間スケッチパッド、音韻ループの4つの要素から構成されることを指摘している (fig. 7)。中央実行系は、注意の切り替えを行い、音韻ループと視空間スケッチパッドの働きを制御し情報を更新する。エピソード・バッファは、言語や音韻、視空間的な情報、長期記憶の知識を統合したり一時的に保持したりする。視空間スケッチパッドは、視空間的な情報を保持し、音韻ループは、言語や音韻の情報を保持する。

このような機能から、単一モデルにおいては、ワーキングメモリの下位要素の中央実行系が実行機能であると考えられている。

Zilazo & Müller (2011) は、抑制をホットな側面とクールな側面に分けた。ホットな側面とは、情動的な側面であり、クールな側面とは、認知的

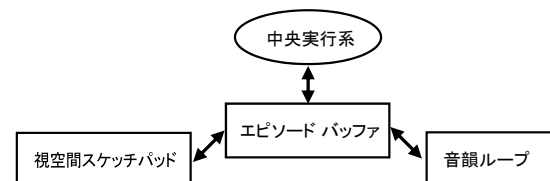


fig. 7 ワーキングメモリの改訂モデル (Baddeley et al., 2011)



な側面である。ホットな側面について、森口 (2019) は、感情の実行機能と定義し、目標のために欲求や衝動を制御するとともに、本能的な欲求や感情をコントロールして目標を達成する力であると述べている。また、クールな側面について、思考の実行機能と定義し、目標のために習慣や癖を制御するとともに、欲求や衝動が関わらず、無意識的な行動や習慣、癖などをコントロールする力であると述べている。さらに、思考の実行機能は、その状況において必要とされる目標を保持することと、いくつかの選択肢から1つの行動を優先することの2つの要素があると述べている。

認知的な側面に焦点を当てた研究において、実行機能は、機能の複合体と考えられている。

Denckla (1996) は、実行機能が開始の行動、持続的な行動、抑制・停止行動、セットシフトの4つの要素から構成されることを指摘している。行動の開始とは、計画と組織化、戦略の使用、柔軟さ、ワーキングメモリが関与する。持続的な行動とは、時間をかけて注意を維持する行動である。抑制・停止行動とは、目標を達成するための潜在的な反応や過剰に学習された反応を抑制または遅延させる規制的な行動である。セットシフトとは、問題解決の効率性や認知的な柔軟性、自己のモニタリングが関与し、課題の要求に応じて、ある刺激から別の刺激へと注意と反応を切り替える能力である。

Miyake et al. (2000) は、実行機能がシフティングと更新、抑制の3つからなることを指摘している。シフティングとは、複数の課題の間で心的な構えを切り替えることである。更新とは、受け取った情報と課題との関連性を確認し、関連性のない古い情報を新しい関連性の高い情報に置き換えることにより、情報の内容を適切に更新することである。抑制とは、優勢で自動的または強力な反応を意図的に抑制することである。

実行機能の抑制については、レベルやプロセスの違いによって、下位要素に分けられている。Friedman et al. (2004) は、抑制には、反応レベルと情報レベル、記憶レベルの3つがあることを指摘している。反応レベルの抑制とは、自動化された優勢な反応を抑えることである。情報レベルの抑制とは、課題にとって無関連な情報を抑えることである。記憶レベルの抑制とは、以前は有効だったが、既に無効になった過去の情報を抑える

ことである。Munakata et al. (2011) は、抑制には、能動的な抑制と受動的な抑制とがあることを指摘している。能動的な抑制とは、直接的に優勢な反応を抑制することである。受動的な抑制とは、目的にあった反応を強化することを通じて、間接的に優勢な反応を抑えることである。これらは、プロセスの違いによって分けられている。

Miyake & Friedman (2012) は、実行機能の3つの要素には、単一性と多様性があり、3つの要素すべてに共通している共通実行機能とその要素固有の更新固有、シフティング固有から構成されることを指摘している (fig. 8)。共通実行機能とは、課題の目標と目標に関連する情報を保持し、その情報を使って低レベルの処理に効果的にバイアスをかける機能である。シフティング固有とは、柔軟性を反映し、新しい課題表象への移行を容易にする機能である。更新固有とは、長期記憶から制御的に検索したり情報を効果的に表出したりする機能である。

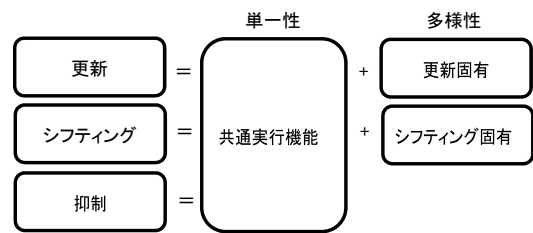


fig. 8 実行機能の単一性と多様性 (Miyake & Friedman, 2012)

Diamond (2013) は、実行機能は、抑制の制御とワーキングメモリ、認知的な柔軟性からなることを指摘している。

抑制の制御は、反応抑制と干渉制御とに分けられる。反応抑制とは、誘惑に抵抗し、衝動的な行動に抵抗することである。干渉制御とは、選択的な注意と認知的な抑制を制御することである。認知的な柔軟性とは、枠にとらわれないで創造的に考えたり異なる視点から見たり変化した状況に迅速かつ柔軟に適応することである。

Diamond (2016) は、実行機能の主要な要素がワーキングメモリと抑制の制御の2つであることを指摘している。また、これらの2つの要素が関連することにより、認知的な柔軟性を可能にする述べている。さらに、実行機能の3つの要素から推論や問題解決、プランニングなどの高次の実

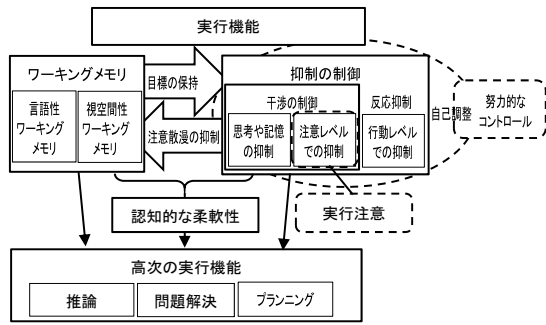


fig. 9 実行機能を構成する要素と他の関連する概念との関係 (Diamond, 2016)

行機能が構築されることを示した (fig. 9)。

実行機能の単一モデルと複合モデルとの間においては、ワーキングメモリの位置づけが異なる。しかし、実行機能とワーキングメモリは、注意の切り替えや思考の制御など、密接に関連していると考えられている。最近の研究においては、Miyake et al. (2000) が指摘する実行機能の3つの要素のうちの更新がワーキングメモリに相当し、更新は情報の制御に重要な役割を果たしていると考えられている (湯澤ら, 2019)。

### 3. 実行機能の測定課題

行動的な側面に焦点を当てた研究において、古谷野ら (1987) は、高齢者の実行機能を手段の日常生活動作 (IADL: Instrumental Activities of Daily Living) 尺度を用いて測定できることを示した。IADL尺度は、電話や買い物、食事の準備、家事、洗濯、移送の形式、服薬管理、財産取扱い能力の8つの評価項目で構成されており、それぞれの評価項目を5段階で評価する。IADL尺度による高齢者の実行機能の測定は、質問紙法による自己評価で行う。そのため、無意識的な行動に対する質問に回答することが難しかったり自分をよく見せようとしたりするなど、測定に課題があると考えられている。

認知的な側面に焦点を当てた研究において、Miyake et al. (2000) やFreidman et al. (2008) は、成人の実行機能の測定課題を示している。

シフティングは、数字文字シフティング課題 (Rogers & Monsell, 1995) や色形シフティング課題 (Miyake et al., 2004) などで測定される。数字文字シフティング課題とは、刺激の数字を判断する数字課題と刺激の文字を判断する文字課題を同一実験の中でランダムな順序で行い、課題が繰り返される場合と課題が代わる場合の成績を測定す

るものである。色形シフティング課題とは、刺激の色を判断する色課題と刺激の形を判断する形課題を同一実験の中でランダムな順序で行い、課題が繰り返される場合と課題が代わる場合の成績を測定するものである。同じ課題を繰り返す場合より、課題が入れ替わる場合は、負荷が大きいため、反応時間やエラーの回数などの切り替えの負荷がシフティング能力の指標となる。

更新は、文字記憶更新課題 (Morris & Jones, 1990) やnバック課題 (Kirchner, 1958; Freidman et al., 2008) などで測定される。nバック課題とは、提示される刺激がn個前の刺激と同じかどうかを回答するものである。文字記憶更新課題とは、提示される文字刺激のうち、直近の3つを順序どおりに覚えておくものである。

抑制は、アンチサカード課題 (Hallet, 1978) やストループ課題 (Stroop, 1935) などで測定される。アンチサカード課題とは、画面の中央に映される標的刺激に視線を送り続けるものである。標的の左右に他の刺激が提示されるため、衝動的な視線の動きを抑える必要がある。ストループ課題とは、赤色で「あお」と表示された文字や白色で「きいろ」と表示された文字など、異なる色で書かれた文字を読むものである。被験者は文字と色との2つの情報のうち、色の情報を抑制しながら文字の情報を選択し、解答する必要がある。

Diamond (2013) や森口 (2012) は、子供の実行機能の測定課題を示している。

シフティングは、DCCS (Dimensional Change Card Sort) 課題 (Zelazo et al., 1996) で測定される。DCCS課題とは、色と形の組み合わせが異なる絵が描かれた標的カードと分類カードを、色を基に分類したあと、形を基に分類するものである。被験者がルールの変更に対応できるかを測定するものである。

抑制は、昼夜ストループ課題 (Gerstast et al., 1994) で測定される。昼夜ストループ課題とは、夜空を描いたカードを見た時に昼と、昼間の空の写真を見た時に夜と言うように指示され、知覚刺激に関連した優勢な反応を抑制しながら、劣勢な反応を選択して回答しなければならないものである。

子供の実行機能は、幼児期に出現し、シフティング、更新、抑制の3つの要素に徐々に分化する (Wiebe, 2017) ため、測定課題の選択や使用に留

意する必要がある。また、実行機能の3つの要素は、多様性をもつため、実行機能を測定する際には、測定している機能と別の機能に影響を受けていることに留意する必要がある。

神田ら(2018)は、更新とシフティング、抑制の3つの要素の独立した部分と課題間の重なり合った部分の測定を考慮しながら、実行機能検査を開発した。神田ら(2018)は、更新とシフティング、抑制の3つの要素に対応しながら、課題間に適度の相関と内的整合性が確認され、実行機能全体を測定できると述べている。

#### 4. 実行機能の脳内機構

実行機能は、外側前頭前野と頭頂葉の一部から構成される中央実行系回路が重要な役割を果たしており、これらの脳領域が協調して活動していると考えられている。

Konisi et al. (1998)は、大人を対象としたDCCS課題の際の脳活動の測定を通じて、ルールの切り替え時に、外側前頭前野と後部頭頂葉などの中央実行系回路の主な領域が強く活動することを示した。

Fair et al. (2007)は、実行機能を支える脳内機構は、前頭前野または前部帯状回皮質等の領域内の局所的な接続の可能性が低く、前頭前野と頭頂皮質などの比較的遠い脳領域間の接続の可能性が高いことを示した。

Moriguchi & Hiraki (2009)は、3歳から5歳までの子供を対象に、fNIRS(機能的近赤外分光装置)を用いてDCCS課題中の脳機能を測定した。その結果、ルートを切り替えられる子供は外側前頭前野を強く活動させていることを明らかにした。

Mortonら(2009)は、小学校高学年の子供のDCCS課題中における脳活動を測定した。その結果、小学校高学年の子供は、外側前頭前野と頭頂葉を活動させていることを明らかにした。

これらの研究から、外側前頭前野の一部が目標の保持の機能を、外側前頭前野の別の領域が切り替えの機能を担っており、これらは協調していることが示唆された。

#### 5. 実行機能の発達

Wiebe et al. (2017)は、遅延記憶測定課題時における脳波の測定を行った。その結果、実行機能の処理に主要な関連のある前頭頭頂ネットワークの出現の可能性を示し、8~12か月頃において、

情報の保持や優勢反応の抑制を行う機能が発達することを指摘している。また、幼年期に、ワーキングメモリと抑制の初歩的な形態が出現することを指摘している。

森口(2019)は、実行機能は、3歳以降に劇的に変化することを示唆している。Deobel & Zelazo (2015)は、幼児を対象にDCCS課題の測定を行った。その結果、4歳までに大多数の幼児がDCCS課題に合格できるようになることを明らかにした。また、幼児は、4歳までにシフティングや抑制の機能が高まることを指摘している。森口(2019)は、シフティングについて、5歳頃までにルートを切り替えることができるようになり、小学生頃から柔軟性が高まることを指摘している。

Carlson (2005)は、3歳から5歳の子供は、反応する能力や練習した反応とは逆の言葉を発する能力が劇的に増加することを指摘している。これは、この頃における抑制の急速な発達を示唆している。Romine & Reynolds (2005)は、抑制の成長は青年期まで続くことを示唆している。

Wiebe et al. (2008)や森口(2017)は、実行機能の3因子は、6歳以前では未分化であり、幼年期には、ワーキングメモリの初歩的な形態が出現することを指摘している。

Lee et al. (2013)は、6歳から15歳児の実行機能を測定することを通じて、実行機能は、幼児期の間は2つの因子であるが、思春期にかけて3つの因子に分化することを指摘している。また、5歳から13歳児の実行機能は、抑制と認知的な柔軟性とを組み合わせた因子やワーキングメモリと認知的な柔軟性を組み合わせた因子からなる2つの因子が最良のモデルであることを示唆している。

Carriedo et al. (2015)は、7歳、11歳、15歳、若い成人の実行機能の測定することを通じて、ワーキングメモリが15歳までに漸進的に発達し、青年期後期まで安定して発達することを示唆している。また、抑制の制御は、若年期まで継続して発達することを示唆している。

De Frias et al. (2009)は、老年期以降については、老化の影響を受けて、再び未分化(脱分化)の構造となり、高齢期には1因子の構造になると述べている。

このように、実行機能は、乳児期に発達が始まり、幼児期、特に3歳頃から急激に発達する。1

因子構造であった実行機能が発達に伴い、2因子構造となり、児童期に3因子構造になると考えられている。また、老年期においては、老化の影響を受けながら1因子構造に発達していくと考えられている。

## 6. 実行機能が受ける影響

実行機能は、遺伝的な要因と環境的な要因に影響を受ける。

Moriguchi & Shinohara (2018) は、3歳から6歳児を対象に、前頭前野のドーパミンの調節に関連する遺伝子と前頭前野との関連を調査した。その結果、COMT (カテコール-O-メチルトランスフェラーゼ) 遺伝子の変異が実行機能の課題におけるパフォーマンスや前頭前野の活性化と関連していることを示した。また、COMT遺伝子の多型 (Val158Met) は、3歳から6歳児の前頭前野の活性化と認知的な柔軟性との関連があることを示した。COMT遺伝子の多型をもつ子供は、別の型をもつ子供よりも、認知的な柔軟性の課題中に側方前頭前野領域が活性化することを明らかにした。これは、柔軟にルールを切り替える能力が高いことを示唆している。

一方で、実行機能は母胎へのストレスや乳幼児期の子育て等の環境的な要因に影響を受ける。

Kolb et al. (2012) は、母胎にストレスを与えると、前頭前野の一部の領域において、神経細胞の一部が過剰生産されたり過少生産されたりするなどの影響があることを示した。乳児期における脳へのストレスにより、前頭前野の構造と活動が変化する可能性があり、実行機能の発達に影響を与えると考えられている。

Bernier et al. (2016) は、親子のパズル遊びを通じて、子供の自主性を尊重しようとする支援的な子育てが実行機能に与える影響を検討した。その結果、支援的な子育てが実行機能を育む可能性があることを示した。これは、母親の熱心な子育てや肯定的な感情、自律性への支援などの乳幼児期の積極的な育児が実行機能の発達を促すことを示唆している。

このように、実行機能は、遺伝的な影響や環境的な影響を受けやすいと考えられているため、実行機能の評価やトレーニングを行う際には、影響を受けている要因を明確にする必要がある。

## 7. 実行機能のトレーニング

実行機能は、可塑性をもつと考えられており、

測定課題の反復練習や教育プログラム、コンピュータを用いた活動等、様々な分野での研究が行われている。

Karbach & Kray (2009) は、子供に切り替えテストと同様のゲームを用いて反復練習をさせた。その結果、反復練習後に実行機能の成績が向上することを示した。また、Espinete et al. (2013) は、子供に切り替えゲームを行い、ミスをした原因について振り返らせることを通じて、振り返りが実行機能の成績を向上させることを示した。

Diamond et al. (2007) は、幼児を対象にした教育プログラムを実施することを通じて、絵などの物理的な道具による補助や友人の行動の観察、独り言、劇の活動が実行機能を向上させることを明らかにした。

Diamond & Lee (2011) は、コンピュータを用いた活動やゲームが実行機能の成績を向上させることを報告している。Webb et al. (2018) は、48の実行機能の研究のメタ分析を通じて、コンピュータを用いた反復練習がわずかに実行機能を高めることを示した。

様々な分野における実行機能のトレーニングの研究が行われ、その効果が示唆されている一方で、その効果が一時的なものであることも指摘されている。

Wiebe & Kaebach (2017) は、更新は、コンピュータを使ったトレーニングによって向上させることができるが、効果は一部の領域に限られ、遠距離の効果に対しては一貫性がないことを示唆している。しかし、坪見ら (2019) は、19の更新課題のメタ分析を通じて、実行機能の要素の1つである更新のトレーニングは、流動性知能や注意、長期記憶などに、わずかながら遠転移する可能性があることを示唆している。

このように、実行機能のトレーニングの効果の検討がされるとともに、トレーニングの必要性和時期についても検討されている。

Wiebe et al. (2017) は、年齢に相応な実行機能の成績より低い場合については、トレーニングの必要があると述べている。しかし、幼児期の実行機能は、適応的である可能性があり、それにより自由に環境を探索することができ、学習を促し、言語や社会的習慣などの認知が獲得されると述べている。そのため、幼児期の過度の実行機能のトレーニングが、中年期の社会的無口や不安の助長

につながることを危惧し、適切なバランスのとれた発達が必要であることを指摘している。

実行機能は、そのトレーニングの効果が期待され、研究が進められている現状がある。しかし、トレーニングの必要性と時期について、十分に検討されていないことが課題である。

#### IV. 文章産出と実行機能との関連

これまでに、文章産出と実行機能について、それぞれの研究について概観した。ここでは、それらの関連についての研究を概観する。

Ransdell et al. (1996) は、年長と年少の子供を対象に、Hayes & Flower (1980) のモデルの計画や文章化、再考のそれぞれのプロセスとワーキングメモリとの関連について検討した結果、特定の年齢での文章産出スキルは、ワーキングメモリによって予測されることを示した。

Swanson & Berninger (1996) は、ワーキングメモリ課題が文章産出に関連したものと文章産出とは異なる尺度とのどちらにも有意な相関があることを示した。これは、文章産出プロセスにおいて、ワーキングメモリが重要な役割を果たしていることを示唆している。ワーキングメモリは、特に文の生成に差異をもたらすことを指摘している。また、熟達した書き手は、情報の処理と同時に、ワーキングメモリへの保持の能力が高いことを指摘している。さらに、熟達した書き手は、低次の文章産出プロセスに対して、ワーキングメモリをほとんど要求せず、計画や修正において、生成や編集、目標の設定のためにより多くのワーキングメモリを使えることを示唆している。

Kellogg (1996) は、文章産出プロセスのうちのプランニングは、ワーキングメモリの中央実行系と視空間スケッチパッドに要求を課すことを指摘している。また、組織化は中央実行系と音韻ループ、視空間スケッチパッドに要求を課すと指摘している。さらに、変換は中央実行系と音韻ループに、読みと編集は中央実行系に要求を課すと指摘している。これに対して、Swanson & Berninger (1996) は、文法エラーの解説と変更、段落内の構造エラーのチェック語彙の増強など再考中に使われる課題の多くは、ワーキングメモリの中央実行系に大きな要求を課さず、編集がワーキングメモリの中央実行系に大きな要求を課すことを指摘

している。

Olive et al. (2008) は、文章産出について、高レベルの文章産出プロセスが実行機能のワーキングメモリに要求を課すことを指摘している。

Swanson & Berninger (2007) は、ワーキングメモリは、文章の種類に関わらず文章産出に関連することを示した。また、綴りや句読点などの低次の文章産出スキルは、ワーキングメモリの影響を受けず、プランニングや文章化、再考の高次の文章産出スキルがワーキングメモリの影響を受けることを示した。さらに、文章化の過程において、長期記憶に貯蔵された記憶を取得したり、文章産出中に使われる様々なスキルを制御したりするために、注意を切り替え、制御する中央実行系の働きが必要であることを示唆している。

Kellogg (2008) は、言いたいことや文章で表現していることを記憶しておくために、計画や文章化、再考のプロセスには、ワーキングメモリが関与していることを示唆している。また、十分に発達したワーキングメモリとともに、表象を保持し、無関係な情報を抑制するための注意制御が必要であることを示唆している。さらに、ある文章産出の過程から次の文章産出の過程への移行を調整したり、モニターしたりするために、注意制御の切り替えが必要になることを示唆している。

このように、文章産出の各プロセスと実行機能との関連が指摘されている。その多くは、実行機能の単一モデルに基づいた研究である。一方で、実行機能の複合モデルに基づいた研究もある。

Delis et al. (2001) は、ヘイズ (1996) の改訂版モデルについて、読解力と言語生成力が文章産出に強く関与していることと問題解決能力や言語の柔軟性が言語生成に関与し、長期記憶から迅速かつ体系的に検索し、単語を表出していることを踏まえ、実行機能の働きが必要であると述べている。Hooperら (2002) は、実行機能を文章産出に影響を与える制御プロセスとして定義し、小学校4年生と5年生を対象に、Denckla (1996) の実行機能のモデルに基づき、アイディアと順序立てられた内容、まとまり等を評価することを通じて、実行機能と文章産出との関連を検討した。その結果、文章産出には、抑制・停止行動とセットシフトとが関連していることを示した。

Altmeier et al. (2006) は、小学校3年生と小学校5年生を対象に、D-KEFS (Delis et al., 2001)

やNEPSY Tower (Korkman et al., 1998), Wolf Rapid Automatic Switching (Wolf, 1986) を用いて、実行機能の抑制や言語の流暢性、プランニング等を測定するとともに、資料を読みながら、ノートを取ったりノートからレポートを作成したりすることを評価し、実行機能と文章産出の関連性について検討した。その結果、抑制がメモを取ることに関連するとともに、言語の流暢性がレポートを作成することに関連していることを示した。抑制がメモを取ることに関連しているのは、メモを取る過程において、最も有用な情報のみを選択して記録する必要があるためであると考えられている。言語の流暢性は、言語生成に大きく影響している可能性があるためであると考えられている。

Filippetti & Richaud (2015) は、8歳から15歳の子供を対象に複数の課題を使用して実行機能と文章産出スキルを測定した。その結果、実行機能が文学的な文章と説明的な文章のどちらにも関連していることを明らかにした。実行機能のワーキングメモリ、抑制、認知的な柔軟性の課題の成績が高いほど、文章産出の課題の成績が高いことを報告している。特に、ストループ課題を使用して測定した抑制の成績と文章産出の課題の成績との間に強い相関があることを示している。これは、主に無関係な情報を抑制することに依拠しており、情報を選択する際にワーキングメモリから不必要な情報を削除するプロセスの存在を示唆している。また、実行機能と文章の一貫性や表現とが強く相関していることを報告している。これは、まとまりのある文章を書くためには、実行機能の役割が必要であることを示唆している。さらに、説明的な文章の産出については、年齢や言語IQよりも実行機能の方が強く相関していることを報告している。これらは、実行機能の要素が文章産出スキルに影響を及ぼすことを示唆している。

Graham et al. (1997) は、熟達者と非熟達者と文章産出を比較した。その結果、非熟達者は、産出した内容を言語化したり文章化したりするプロセスの認知的な柔軟性が欠けていることを指摘している。そのために、文章産出の活動によって課される負荷に応えることができないことが原因であることを示唆している。さらに、Scardamaria & Berietter (1987) は、認知的な柔軟性を獲得することができれば、文章の質を高められることを示唆している。

このように、実行機能の複合モデルに基づいた研究においては、実行機能の要素と文章産出スキルとの関連が指摘され、そのトレーニングによる文章産出スキルの育成が期待されている。しかしながら、実行機能の複合モデルに基づいた研究は、単一モデルに基づいた研究と比べ、極めて少ないと言える。

## V. 文章産出と実行機能との関連における研究の課題

近年のグローバル化や高度情報化等の急速な社会の変化に伴い、学校教育における文章産出スキルの育成が重視され、特に文章産出プロセスを通じた指導が必要であることが指摘されている。また、文章産出プロセスの明確化が図られ、各プロセスに影響を与えるワーキングメモリが注目されている。文章産出の評価については、文章の種類に応じる必要があり、評価規準の設定の困難さと複雑さが指摘されており、文章産出スキルの測定課題が極めて少ない。文章産出スキルとワーキングメモリとの関連を明確にするためには、標準化された文章産出スキルの測定課題の作成が必要である。文章産出スキルは、書字や綴りの技能、ワーキングメモリの発達に影響を受ける。文章産出スキルの育成を図るためには、文章産出に影響を及ぼす要因を踏まえながらトレーニングを行う必要がある。文章産出スキルのトレーニングに関する研究の多くは、繰り返しトレーニングを行うものであり、認知的な機能のトレーニングは、その有効性が示唆されながらも報告が少ない。

一方で、実行機能は多様性をもつため、測定課題の選択や使用に留意する必要がある。また、環境的な影響を受けやすいと考えられているため、実行機能の測定やトレーニングを行う際には、影響を受けている要因を明確にする必要がある。実行機能のトレーニングについては、その効果が期待されているが、トレーニングの必要性と時期については慎重な検討が必要である。

文章産出の各プロセスと実行機能との関連についての研究は、そのほとんどが実行機能の単一モデルに基づいたものである。実行機能の複合モデルに基づいた研究は極めて少なく、実行機能の働きを明示した文章産出プロセスのモデルの報告はない。文章産出スキルを育成するためには、文章

産出プロセスと実行機能との関連をいっそう明確にする必要がある。さらに、文章産出スキルを育成するために、実行機能の可塑性を踏まえながら文章産出スキルのトレーニング方法を検討する必要がある。

## VI. 文 献

- Altmeier, L., Jones, J., Abbott, R.D. (2006): Executive Functions in Becoming Writing Readers and Reading Writers: Note Taking and Report Writing in Third and Fifth Graders. *Developmental Neuropsychology*, 29(1), 161-173.
- 一般社団法人日本語能力試験実施委員会. 日本語能力試験. (大久保浩. (2019) : JPT公式ガイドブック, 1.)
- Baddeley, A.D., Allen, R.J., Hitch, G.J. (2011): Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49, 1393-1400.
- Bernier, A., Carlson, S.M., Whipple, N. (2010): From External Regulation to Self-Regulation: Early Parenting Precursors of Young Children's Executive Functioning. 81(1), 326-339
- 文化審議会 (2004) : これからの時代に求められる国語力について
- Carlson, S.M. (2005): Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595-616.
- Carriedo, N., Corral, A., Montoro, P.R., Herrero, L., Rucián, M. (2016): Development of the updating executive function: From 7-year-olds to young adults. *Developmental Psychology*, 52(4), 666-678.
- Cuetos Vega, F., Ramos Sánchez, J.L., & Ruano Hernández, E. (2004): PROESC. Evaluación de los procesos de escritura. Madrid, TEA.
- Doebel, S., Zelazo, P.D. (2015): A meta-analysis of the Dimensional Change Card Sort: Implications for developmental theories and the measurement of executive function in children. *Developmental Review*, 38, 241-268.
- De Frias, C.M., Dixon, R.A., Strauss, E. (2009): Characterizing executive functioning in older special populations: From cognitively elite to cognitively impaired. *Neuropsychology*, 23(6), 778-791.
- Delis, D.C., Kaplan, E., Kramer, J.H. (2001): Delis-Kaplan Executive Function System (DKEFS). Psychological Corporation, San Antonio.
- Denckla, M.B. (1996): A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In G.R. Lyon & N.A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function*. Paul H Brookes Publishing Co. 263-278.
- De Ridder, D.T.D., Mulders, G.L., Finkenauer, C., Stok, F.M., Baumeister, R.F., (2012): Taking Stock of Self-Control A Meta-Analysis of How Trait Self-Control Relates to a Wide Range of Behaviors. *Pers Soc Psychol Rev*. 16-76.
- Diamond, A. (2013): Executive Functions. *Annu. Rev. Psychol*. 64, 135-68.
- Diamond, A. (2016): Why improving and assessing executive functions early in life is critical. *Executive Function in Preschool-Age Children: Integrating Measurement, Neurodevelopment, and Translational*.
- Diamond, A, Barnett, W.S., Thomas, J, Munro, S. (2007): Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*. 318(5855), 1387-1388.
- Diamond, A., Lee, K. (2011): Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 333(6045), 959-964.
- Espinet, S.D, Anderson, J.E., Zelazo, P.D. (2013): Reflection training improves executive function in preschool-age children: behavioral and neural effects. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 4, 3-15.
- Fair., D.A, Cohen, A.L., Power., J.D., Dosenbach, N.U., Church, J.A., Miezin, F.M., Schlaggar., B.L., Petersen, S.E. (2009): Functional brain networks develop from a "local to distributed" organization. *PLoS Computational Biology* 5(5).
- Filippetti, V.A., Richaud, M.C. (2015): Do Executive functions predict written composition? Effects beyond age, verbal intelligence and reading comprehension. *Neuropsychologica, ACTA*, 13(4), 331-349.
- Friedman, N.P., Miyake, A., (2004): The Relations Among Inhibition and Interference Control Functions: A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*. 133(1), 101-135.
- Friedman, N.P., Miyake, A, Young, S.E., De Fries, John, C., Corley, Robin, P., Hewitt, John. K. (2008): Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 201-225
- Fuhs, M.W., Day, J.D. (2011): Verbal ability and executive functioning development in preschoolers at head start. *Developmental Psychology*, 47(2), 404-416.
- 古谷野亘 (1987) : 地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発—. *日本公衆衛生雑誌* 34(3) 109-114.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J. (2000): Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Graesser, A.C. and Goodman, S.M. (1985). *Implicit Knowledge Question Answering and the Representation*

- of Expository Text. In Britton, B.K. and Black, J. B (Eds.) Understanding Expository Text. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 109-171.
- Graham, S., Berninger, V.W., Abbott, R.D., & Whitaker, D. (1997): Role of mechanics in composing elementary school students: A new methodological approach. *Journal of Educational Psychology*, 89, 170-182.
- Hayes, J., Flower, L. (1980): Identifying the organization of the writing process. In L.W. Gregg & E.R. Steinberg (eds.), *Cognitive processes in writing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 3-30.
- 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*. 1-27.
- 平山祐一郎 (1993) : 連想を取り入れた作文指導法の効果に関する研究—作文量を中心として—. *Japanese Journal of Educational Psychology*, 41, 399-406.
- Hooper, S.R., Swartz, C.W., Wakely, M.B., de Kruif, R.L., Montgomery, J.W. (2002): Executive functions elementary school children with and without problem in written expression. *Journal of Learning Disabilities*, 35(1), 57-68.
- 梶井芳明 (2001) : 児童の作文はどのように評価されるのか? —評価項目の妥当性・信頼性の検討と教員の評価観の解明—, *教育心理学研究*, 49, 480-490.
- 金子泰子 (1998) : 短期大学での文章表現指導 : 短作文 (二百文字制限作文) 指導の研究. *上田女子短期大学紀要*, 11, 11-26.
- 神田尚, 大川一郎, 吉田甫, 土田宣明 (2018) : 実行機能検査 (Executive Function Examination; EFE) の開発 : 信頼性, 妥当性の検証および効果測定のための適用可能性の検討. *老年精神医学雑誌*, 29(8)
- Karbach, J., Kray, J. (2009): How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12(6), 978-990.
- Kaufman, A.S., Kaufman, N.L. (2004): Kaufman Assessment Battery for Children Second Edition (K-ABC II). Circle Pines, MN: America Guidance Service. (日本版K-ABC II 製作委員会 (2013) 日本版 K-ABC II. 丸善出版.)
- Kellogg, R.T. (1996): A model of working memory in writing. In C.M. Levy & S.E. Ransdell (Eds.), *The science of writing: Theories, methods, individual differences and applications*. Mahwah, NJ: Erlbaum. 57-71.
- Kellogg, R.T. (2008): Training writing skills: A cognitive developmental perspective. *Journal of Writing Research*, 1, 1-26.
- 岸学 綿井雅康 (1997) : 手続き的知識の説明文を書く技能の様相について. *日本教育工学会論文誌 / 日本教育工学誌*21(2), 119-128.
- 岸学 (2004) : 説明文理解の心理学. 北大路書房
- 岸学 (2010) : 談話. 中島義明, 安藤清志, 子安増生, 坂野雄二, 繁栞算男, 立花政夫, 箱田裕二. *心理学辞典*, 有斐閣, 570.
- Kolb, B., Mychasiuk, R., Muhammad, A., Li, Y., Frost, D.O., Gibb, R. (2012): Experience and the developing prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 17186-17193
- Konishi, S., Nakajima, K., Uchida, I., Kameyama, Nakahara, K., Sekihara, K., Miyashita, Y. (1998): Transient activation of inferior prefrontal cortex during cognitive set shifting. *Nature Neuroscience*. 1 (1), 80-84.
- Nature Neuroscience* volume 1, pages80-84 (1998)
- Lee, K., Bull, R., Ho, R.M.H. (2013): Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84, 1933-1953.
- Lezak, D.M. (1983): *Neuropsychological Assessment*. 2nd ed., Oxford U.P., New York 547-559.
- Mayer, R.E. (1985): Structural Analysis of Science Prose: Can We Increase Problem-Solving Performance? In B.K. Britton and J.B. Black (Eds.) *Understanding Expository Text*. Lawrence Erlbaum Associates, 65-87.
- McCutchen, D. (1996): A capacity theory of writing: Working memory in composition. *Educational Psychology Review*, 8, 299.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000): The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Miyake, A., Friedman, N.P., (2012): The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14.
- 森篤嗣 (2018) : 日本語能力の評価と測定 : 作文におけるパフォーマンス評価と質的評価・量的測定を例に. *日本語プロフィシエンシー研究 journal of the Japanese Association of Language Proficiency 日本語プロフィシエンシー研究会編*, 6, 31-51.
- 森口佑介 (2012) : わたしを律するわたし—子供の抑制機能の発達 (プリミエ・コレクション). 京都大学学術出版会
- 森口佑介 (2019) : 自分をコントロールする力 非認知スキルの心理学. 講談社.
- Moriguchi, Y., Hiraki, K. (2009): Neural origin of cognitive shifting in young children. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(14), 6017-6021.
- Moriguchi, Y., Shinohara, I. (2018): Effect of the COMT Val158Met genotype on lateral prefrontal activations



- in young children. *Developmental Science*, 21.
- Morton, J., BBosma, R., Ansari, d. (2009): Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: an fMRI study. *NeuroImage*, 46, 249-256.
- Munakata, Y., Herd, A.S., Chatham, C.H., Depue, B.E., Banich, M.T., O'Reilly, R.C.A (2011): unified framework for inhibitory control. *Trends in Cognitive Sciences*, 15 (10).
- 中村光伴 岸学 (1996) : 児童における手続き的内容の説明文産出技能の様相. *東京学芸大学紀要*, 47, 39-46.
- Olive, T., Kellogg, R.T, Piolat, A. (2008): Verbal, visual, and spatial working memory demands during text composition. *Applied Psycholinguistics* 29(04), 669-687.
- Ransdell, S.E., Levy, C.M., Kellogg, R.T. (1996): The effects of attended and unattended irrelevant speech and a concurrent digit load on writing quality and fluency. Paper presented at the 36th annual Psychonomics Society meeting.
- Romine, C.B., Reynolds, C.R. (2005): A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12, 190-201.
- 崎濱秀行 (2008) : 字数制限文を繰り返し書くことが書き手の文章産出活動や産出文章に及ぼす影響. *日本教育工学会論文誌* 32, 129-132.
- 崎濱秀行 (2013) : 文章産出スキル育成の心理学, ナカニシヤ出版, 117.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., (1987): *The Psychology of Written Composition*, Hillsdale, N.J. Lawrence Erlbaum.
- Swanson, H.L., Berninger, V.W. (1996): Individual Differences in Children's Writing: A Function of Working Memory or Reading or Both Processes? *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 8 (4), 357-83.
- 中央教育審議会 (2008) : 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について
- 中央教育審議会 (2016) : 国語ワーキンググループにおける審議の取りまとめ
- 坪見博之, 齊藤智, 荻阪満里子, 荻阪直行. (2019) : ワーキングメモリトレーニングと流動性知能—展開と制約—. *心理学研究*90(3), 308-326.
- 土田宣明, 坂田陽子 (2019) : 実行機能の形成と衰退: 抑制に注目して. *発達心理学研究*, 30(4), 176-187.
- Vanderberg, R., Swanson, H. L.(2007): Which components of working memory are important in the writing process? *Read Writ*, 20, 721-752.
- Webb, S.L, Loh, V., Lampit, A., Bateman., J. Damian, Birney, P. (2018): *Neuropsychology Review* 28(1)
- Wiebe, S.A., Espy, K.A., Charak, D. (2008): Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44, 575-587.
- Wiebe, S.A., Karbach, J. (2017): Executive function. *Development Across the Life Span*. Frontiers Developmental Science. A psychology press books.
- 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. *The Science of Reading*, 56(3)(4)
- Yam, K.C., Fehr, R. Keng-Highberger, F.T., Klotz, A.C. Reynolds, S.J. (2006): Out of Control: A Self-Control Perspective on the Link Between Surface Acting and Abusive Supervision. *Journal of Applied Psychology*. Advance online publication.
- 湯澤正通, 森口佑介, 土田宣明 (2019) : ワーキングメモリと実行機能の発達. *発達心理学研究*, 30(4), 173-175.
- Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van I Jzendoorn, M.H., Pieper, V., S. (2013): Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, 231-9.
- Zimmerman, B.J., Bandura, A(1994): Impact of self-regulatory influence on writing course Attainment. *American Educational Research Journal Winter*, 31(4), 845-862.

(松下 裕幸 函館校大学院生)  
(北村 博幸 函館校教授)