

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：11601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25370615

研究課題名(和文) 外国語としての英語情報処理におけるワーキングメモリの構成要因に関する基礎研究

研究課題名(英文) Fundamental studies on factors composed in working memory in the processing of English as a foreign language

研究代表者

佐久間 康之 (Sakuma, Yasuyuki)

福島大学・人間発達文化学類・教授

研究者番号：90282293

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ワーキングメモリ内の機能である実行機能(中央実行系)及び音韻ループに焦点を当てて、英語活動の経験者である小学校高学年及び中学生を対象に接触頻度の高い言語刺激に限定し、母語(日本語)と外国語(英語)に関するストループ及び逆ストループ効果の特徴を中心に研究を進めた。特にワーキングメモリ内の実行機能(中央実行系)を中心とする言語(日本語及び英語)への注意力及び選択的注意力、抑制機能及び言語の自動化において学年間(認知発達段階)の特徴を探った。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the cognitive developmental features associated with first (Japanese) and foreign (English) languages, including attentional and selective attention abilities, and language processing in children participating in elementary foreign (English) language activities (5th-9th grades). Basic data were obtained on the effectiveness of English learning in elementary and junior high schools. A total of 566 students participated; their performance on reverse-Stroop tasks, and Stroop tasks using matching responses, was measured. The principal results were as follows: First, attentional abilities for both languages increased commensurate with grade. Second, reverse-Stroop interference rates (indexing selective attention to language) were higher in junior high vs. elementary school students, for both languages. Third, Stroop interference rates (indexing selective attention to colors) were lower in the older junior high school students.

研究分野：英語教育学, 心理言語学

キーワード：ワーキングメモリ 英語 注意 認知発達 記憶

### 1. 研究開始当初の背景

小学校外国語(英語)活動に関する研究において、言語習得に重要とされるワーキングメモリ(Working Memory:以下WM)の機能に特化した研究が極めて少ない現状にある。2011年度より小学校の高学年で外国語活動が必修化となり、小学校外国語活動の研究が増えつつあるものの、先行研究の大半は高学年のみを対象にしており、小学校の全学年や外国語活動の影響に伴う長期間の変容や外国語活動を体験した中学生も含めた学年別の相違に関するWMに基づく研究は見当たらないのが現状である。

### 2. 研究の目的

本研究では、WM内の機能である実行機能(中央実行系)及び音韻ループに焦点を当てて、英語活動の経験者である小学校高学年及び中学生を対象に接触頻度の高い言語刺激に限定し研究を進めた。特にWM内の実行機能(中央実行系)を中心とする言語(日本語及び英語)への注意力及び選択的注意力、抑制機能及び言語の自動化において学年間(認知発達段階)の特徴を探った。

### 3. 研究の方法

(1)参加者:某附属小学校であるA小で外国語活動に参加している5、6年生と同中学校で英語を学習しているA中の全学年を対象とした。A中にはA小以外の児童が1割ほど入学している。A中の生徒はいずれも全員が小学校の高学年時に外国語活動の経験を有している。A小の外国語活動はクラス担任が定期的にALTとのTTを実施している。A中の英語学習もA小と同じALTと定期的にTTを実施している。本調査に協力頂いた児童・生徒の英語への接触時間数は、1回の授業時数を1時間と表記するが、小学校の1時間は45分、中学校は50分の授業である。小学校の外国語活動は週1時間、中学校の英語は週4時間でそれぞれ年間35週である。このことから、学年別の英語接触時間数は、小学5年生が35時間、小学6年生は70時間、中学1年生は210時間(小学校での年間35時間×2年間+中学1年の週4時間×35週)、中学2年生は350時間(小学校での年間35時間×2年間+週4時間×35週×2年間)、中学3年生は490時間(小学校での年間35時間×2年間+週4時間×35週×3年間)である。なお、本調査の対象者である小学5、6年生が学校以外(塾や家庭学習等)で英語に触れている割合は、それぞれ69.0%、75.3%と学年が上がるに従い増加する傾向にあり、事前のデータ確認として両者(学校以外での英語への接触の有無)の二言語版の各課題及び両干渉率に殆ど差はなかったことから、学校以外での英語学習の有無を区別することなく、学年毎のデータとして取り扱っていく。調査データ数に関しては、のテストを適切に受験し、なおかつ右利きの学習者のみを神

経心理学の脳機能の立場(Knecht et al. 2000)から取り扱っているため、学校に在籍する児童・生徒総数ではない。また、各学年の小学校外国語活動及び中学校英語の授業時間数はデータ収集時点で児童が英語の授業に参加した総時間数ではない。

(2)マテリアル:日本語版の箱田・渡辺(2005)の「新ストループ検査」(以下、日本語版検査)と英語版のHakoda、Watanabe、& Matsumoto(2007)の「Stroop and Reverse-Stroop Test」(以下、英語版検査)を使用した。これらは視覚反応によるもので、いずれも集団測定用に作成されたテストで、ストループ干渉と逆ストループ干渉の両方を測定できるものである。ストループ及び逆ストループのテストの両言語版ともに注意力及び選択的注意力を調査するもので、各言語版ともに4つの各課題を60秒で回答する設定となっている。両言語版のテストは、言語(日本語もしくは英語)の違い以外、全く同一の内容で、各テストに4種類の課題(課題1から4)が含まれている。課題1(逆ストループ統制課題)は黒インクで示されている単語(日本語版は平仮名で「あお」「あか」「みどり」「きいろ」「くろ」と表記、英語版ではアルファベットで“blue”“red”“green”“yellow”“black”と表記)の意味に対応する色パッチを5つのうちから1つ選択するものである。課題2(逆ストループ干渉課題)は課題1で前述した5つの色のうちのいずれか1つのインクの色で書かれている単語のインクの色を無視して単語の意味に対応する色パッチを5つのうちから1つ選択するものである。逆ストループテストにおける課題1と2は注意力を評価し、書かれた単語に焦点を当てるものである。課題1と2に関する逆ストループ干渉率は言語に関する選択的注意力を反映している。課題3(ストループ統制課題)は色パッチ自体に対応する色名を黒のインクで示された単語5つのうちから1つ選択するものである。課題4(ストループ干渉課題)は5色のインクのいずれかで示されている単語のインクの色に該当する色名を黒インクで示している5つの単語のうちから1つ選択するものである。ストループテストにおける課題3と課題4は注意力を測定するもので、色への注意に焦点を当てている。課題3と課題4のストループ干渉のスコアは、色に関する選択的注意力を評価しているものである。

(3)手順:日本語版と英語版の検査は、A小では各クラスでクラス担任が一定の期間内に実施した。また、A中では英語の授業時間内に教科担任がA小と同じ期間に実施した。いずれも各課題の本番に入る前に練習問題で内容を確認し、必要に応じて補足説明を行った。二つの言語版を実施するにあたり、日本語版と英語版の実施順番において学年毎にカウンターバランスを取った。

(4)評価:正しく選択回答されている数

を各課題の正答数として採点した。

#### 4. 研究成果

詳細は5の主な発表論文等の文献に譲るものとする。

日本語版と英語版の逆ストループテスト及びストループテストを小学5年生から中学3年生を対象に4種類の課題の正答数、二言語版それぞれの二種類の干渉率を分析した。4種類の正答数は、日本語版の一部(小学6年の課題2、課題3、課題4の正答数は中学1年よりも若干高い)を除き、各課題条件の二言語ともに小学5年から中学3年まで右肩上がりのパターンを示していた。この両言語版における各課題の年齢群の比較において上昇する傾向が見られた。今回の調査における年齢群(小学5年から中学3年)の学年の上昇に伴う注意力の増加は、検査の日本語版を使用した松本他(2012)や検査の日本語版と英語版を使用した Sakuma(2011)と酷似しており、認知発達段階に伴い、二言語の注意力は上昇していると言える。また、両言語間の各課題の相関は、言語への注意を要求される課題1及び課題2に関しては、総じて小学生よりも中学生のほうが高い傾向にあるものの、色への注意を要求される課題3及び課題4は、小学5年は、中学1、2年よりも低いものの、小学6年よりも高く、中学3年とはほぼ同じであった。この結果から、言語への注意(課題1及び課題2)については、一定の傾向の可能性が見られたと言える。また、色の意味表象に関わる課題3と課題4の相関が、言語自体の意味表象に関わる課題1や課題2よりも高い結果は、二言語に共通の意味の概念化を示唆している可能性がある。この点に関して、今後、学習者の英語熟達度の相違による相関についても調査していく必要がある。さらに、今回の調査は刺激及び反応の言語は同一であり、言語内干渉を測定したが、今後、新たな組み合わせとして、日本語刺激に対する英語反応やその逆のパターンである言語間干渉も含め比較検討していくことが必要である。

各干渉の二言語の結果に関して、先行研究の議論を踏まえて主に3つの視点(抑制機能、言語発達、刺激と反応の連合強度)から考察した。逆ストループ干渉の日本語版に関して、小学5、6年の干渉率は、ほぼ同じ数値で中学生の全学年よりも低く、中学生のほうが高い干渉率となった結果は松本他(2012)と類似している。また、逆ストループ干渉の英語版に関しては、中学1年から中学3年の数値の違いは多少あるものの有意差はなく、一方、小学5年と中学生の全学年間及び小学6年と中学1年、中学3年との比較においては有意差があった。総じて、中学生の全学年は小学5年よりも干渉率が大きい点は、日本語版の松本他(2012)及び本調査の日本語版と類似している。逆ストループ干渉の日本語版に関して、中学生のほうが高い干渉率は、中学

生が小学生よりも無関係の色情報に対して色への抑制機能が非常に弱いとの理由によるものとは考え難く、むしろ言語発達に伴い色と色命名の連合強度が増加し、連合強度が増すことで色情報からの干渉が増加したものの(Blais & Besner, 2006)と思われる。また、逆ストループ干渉の英語版に関して、日本語版の結果と同様に中学生のほうが高い干渉率であり、中学生が小学生よりも無関係の色情報に対して色への抑制機能が非常に弱いとの理由よりは、むしろ英語の発達に伴い色と色命名の連合強度が増加し、連合強度が増すことで色情報からの干渉が増加した可能性があると思われる。しかし、その一方で、日本語版と英語版のこの干渉率に関する相関が弱いことは、二言語の自動化の発達(日本語と比較して英語の自動化の低さ)を示唆していると推察される。中学生の学年が上がるごとに低い相関ではあるものの、その数値が少しずつ高くなる傾向を考慮すると、言語に関与する認知能力の発達が影響している可能性も残されている。小学5年から中学3年の調査対象者の英語への接触の仕方(小学校英語の単なる活動として音声に慣れ親しむことが要求される言語処理水準の浅さ、中学校英語の教科として言語の正確な理解及び産出が求められる言語処理水準の深さ)や接触量(小学校英語に比べ中学校英語の時間数の多さ)の相違を考慮すると、日本語同様に英語における微視的レベルでの自動化の発達を示唆している可能性があるのかもしれない。

ストループ干渉の日本語版に関しては、小学5年の干渉率が最も大きく、中学3年が最小の傾向にあった。この傾向は、小学6年の干渉率が最大であった松本他(2012)の結果とは若干異なるものの全体的には大差はなく、特に中学3年の干渉率が最小であることは渡辺他(2011)や松本他(2012)とも類似していた。また、ストループ干渉の英語版に関しては、日本語版と同様に小学5年が最も大きく、中学3年が最小の傾向にあり、渡辺他(2011)や松本他(2012)とも類似していた。学年間の比較では、中学3年を除き有意差がなかった。干渉率が最も低い中学3年と他学年間の比較では、小学6年との比較のみ有意差がなく、それ以外の学年とはそれぞれ中学3年が有意に低かった。上記の二言語版ともに中学3年でストループ干渉率が激減した。ストループ干渉の日本語版の結果の解釈として、子供のストループ干渉が強まるのは、抑制機能の未発達(La Heij & Boelens, 2011)によるもので、この機能は課題に無関係の言語情報のみの抑制に限定されている(松本他, 2012)。刺激と反応の連合強度において、刺激が色の場合、色の名前を読む行為は単語の読みに比べ頻繁には行われないことから、刺激と反応の連合強度が相対的に弱く、連合強度の強い言語処理から干渉を受けることになる。言語発達においても、小学

5、6年生は中学生に比べ言語能力は低いと考えられる。以上の点から、小学5、6年生が中学生に比べストループ干渉率が高い理由は、小学5、6年生の読みの能力が中学生よりも低く、刺激と反応の適切な連合強度は弱く、不要な情報を抑制する能力も低いことから言語をコントロールする能力が劣ることによるものと考えられる。

ストループ干渉の英語版の結果の解釈は日本語版と同様で、子供のストループ干渉の強さは抑制機能の未発達と関連し、英語の場合、色の名前を読む行為が日本語よりも少なく、刺激と反応の連合強度はさらに弱くなり連合強度の強い言語処理から干渉を受けることになる。以上の点から、英語版においても、日本語版と同様、小学5、6年生が中学生に比べストループ干渉率が高い理由は、小学5、6年生の読みの能力が中学生よりも低く、不要な情報を抑制する能力も低いことから言語をコントロールする能力も劣るものと考えられる。今回の英語の結果が、母語(日本語)と類似した傾向が見られる点では、言語処理の類似した認知発達の特徴を示唆しているのかもしれない。しかし、その一方で、この干渉の両言語間での相関が、小学6年や中学1年では弱く、中学2年では顕著で、中学3年では見られない結果は、逆ストループ干渉とは多少異なる傾向を示している。この特徴は前掲の図1で示したように両干渉の異なる生起プロセスにおいて作用する言語能力や抑制過程の相違を示唆しているものと推察される。

この調査から、小学校外国語活動で触れる英語は基本的な語彙に限られていることを考慮すると、今回刺激材料として使用したわずか5色の言語に関する複数の注意力や選択的注意力の調査は限定的ではあるが、二言語の認知機能の特徴(抑制機能、自動化及び連合強度)を引き出す指標であると言える。

最後に、今後の英語教育の特徴と研究上の課題を以下に記しておく。

小学校英語の教科化の動き(文部科学省、2013)に伴い、小学校、中学校、高等学校及び大学との連携が叫ばれる昨今において、4技能に関する言語能力だけでなく、言語習得の根幹を成すWM内の実行機能に関する認知発達の特徴の視点から、日本語及び英語の処理の数多くの基礎的研究データをもとに英語の指導方法(インプット、インテイク、アウトプット)を探ることも重要と言える。今後の課題として、小学生から大学生までを射程に入れ、英語接触量(時間数)及び接触方法(処理の深さや指導方法)の相違による注意力(4つの課題)や言語及び色への選択的注意力(逆ストループ干渉及びストループ干渉)の特徴について、母語(日本語)及び英語(外国語)の比較検討を行っていきたいと考えている。

## 【引用文献】

- Blais, C., & Besner, D. (2006). Reverse stroop effects with untranslated responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1345-1353.
- 箱田裕司・渡辺めぐみ (2005). 新ストループ検査 . 福岡 : Toyo Physical.
- Hakoda, Y., Watanabe, M., & Matsumoto, A. (2007). *The English Version of Stroop and Reverse-Stroop Test II*. Fukuoka: Toyo Physical.
- Knecht, S., Drager, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Floel, A., Ringelstein, EB., Henningsen H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123: 2512-2518.
- La Heij, W., & Boelens, H. (2011). Color-object interference: Further tests of an executive control account. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 156-169.
- 松本亜紀・箱田裕司・渡辺めぐみ (2012) . マッチング反応を用いて測定したストループ・逆ストループ干渉の発達変化 . 心理学研究, 第 83 巻 第 4 号 .337-346.
- Sakuma, Y. (2011). Cognitive Features of Working Memory in Elementary School Students Participating in Foreign Language Activities. *Annual Review of English Language Education in Japan*, Vol. 22, 233-248.
- 渡辺めぐみ・箱田裕司・松本亜紀(2011). 集団版ストループ検査におけるストループ・逆ストループ干渉率の発達の变化 . 九州大学心理学研究,12,41-50 .

## 5 . 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計2件)

Yasuyuki SAKUMA. Positive Influence of English Language Activities in Japanese Elementary School on Phonological Production in Children: A 3-year Cross-Sequential Study . 『東北英語教育学会研究紀要』(東北英語教育学会) . 第 37 号 . 107-122 . 2017. 査読有

佐久間康之. 小学校外国語活動経験者の日本語(母語)及び英語(外国語)の認知発達の特徴—逆ストループ・ストループ効果をめぐって— . 福島大学人間発達文化学類論集 . 第 20 号 . 1-16 . 2014. 査読無

### 〔学会発表〕(計9件)

Yasuyuki SAKUMA. The Positive Influence of Elementary School English-language Activities on Attentional Abilities and

Automatization of English Stroop and Reverse-Stroop Effects: A three-year cross-sequential study. Psychonomic Society's 57th Annual Meeting . 2016.11 . (Boston Sheraton Hotel . USA) 国際学会：査読有

Yasuyuki SAKUMA. The Positive Influence of Elementary School English-language Activities on Attentional Abilities and Automatization of English Stroop and Reverse-Stroop Effects: A two-year cross-sequential study . 2nd International Psychonomic Society . 2016.5 . (Granada . Spain) 国際学会：査読有

佐久間康之. 日本人英語学習者における逆ストロープ及びストロープ課題の認知発達の特徴：小学5年から中学3年 . 第13回日本ワーキングメモリ学会大会 . 『第13回日本ワーキングメモリ学会大会』 . p.11 . 2015.12 . (京都大学吉田キャンパス：京都府京都市) 査読無

佐久間康之. 小学校外国語活動経験の児童・生徒の英語自動化の1年間の変容：逆ストロープ及びストロープ効果 . 第41回全国英語教育学会 熊本研究大会 . 『第41回全国英語教育学会 熊本研究大会 発表予稿集』 . pp.478-479 . 2015.8 . (熊本学園大学：熊本県熊本市) 査読無

佐久間康之. 言語性短期記憶における音韻認知の3年間の変容：非単語反復課題を用いて . 第15回小学校英語教育学会 (JES) 広島大会 . 『第15回小学校英語教育学会 (JES) 広島大会要綱集』 . p.68 . 2015.7 . (広島大学東広島キャンパス：広島県東広島市) 全国学会：査読有

佐久間康之. ワーキングメモリ内の音声情報処理の相違 . 2014年度大学英語教育学会 (JACET) 関西支部秋季大会 シンポジウム (2) . 「英語リスニング研究最前線」 . 2014.12 . (龍谷大学大宮キャンパス：京都府京都市) 招聘

佐久間康之. 小学生全学年の外国語活動におけるワーキングメモリの認知メカニズムの特徴 . 日本心理学会第78回大会 公募シンポジウム 『英語学習×認知心理学』 企画者兼提案者 . 2014.9 . (同志社大学：京都府京都市) 全国学会：査読有

佐久間康之. 全学年児童の英語処理における音韻的ワーキングメモリとリスニング能力との関係 . 第39回全国英語教育学会北海道研究大会 . 『第39回全国英語教

育学会北海道研究大会発表予稿集』 . pp.204-205 . 2013.8 . (北星学園大学：北海道札幌市)

Yasuyuki SAKUMA. The Attentional Abilities of EFL Japanese University Students : Comparison with Japanese Elementary School Students and Native English-speaking University Students . Society for Applied Research in Memory and Cognition X . 2013.6 . (Inntel Hotels Rotterdam Centre: Rotterdam . the Netherlands) 国際学会：査読有

〔図書〕(計3件)

太田信夫・佐久間康之(共著). 『英語教育学と認知心理学のクロスポイント：小学校から大学までの英語学習を考える』 . 北大路書房 . 2016. 総ページ数：305 (pp.i-v, 100-124, 129-148, 269-305)

佐久間康之(分担執筆). 『最新英語学・言語学用語辞典』 . 開拓社 . 2015. 総ページ数：536(pp. 345, 346, 349, 350, 351, 355, 361, 364, 365, 366, 372, 373, 377, 383)

佐久間康之(分担執筆). 全国英語教育学会第40回研究大会記念特別誌 『英語教育学の今 理論と実践の統合』 「リスニングの認知プロセス」 総ページ数：436 (pp. 40-44) . 全国英語教育学会 . 2014.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐久間 康之 (SAKUMA . Yasuyuki)

福島大学・人間発達文化学類・教授

研究者番号：90282293