

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 24 日現在

機関番号：37101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26370685

研究課題名(和文) 小学校英語の学年に応じたライティング教育と教材：脳科学の観点を加えて

研究課題名(英文) English Writing Education for Elementary School Students: An Analysis using fNIRS

研究代表者

中野 秀子 (NAKANO, HIDEKO)

九州共立大学・私立大学の部局等・研究員

研究者番号：20309735

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：小学校3～6年の英語学習時の脳活動について、アルファベットや語彙のスペルをなぞる活動が過度の負担になるのか、近赤外光脳機能イメージング(fNIRS)を使って調べた。その結果、小学校6年生の英語語彙記憶実験では「文字有」>「なぞり」>「文字無」の順で点が高く、「文字有」の語彙学習のほうが記憶を強化し、3,4年生の「英文をなぞる」課題では繰り返して行くと、負担なく効果的に学習できることが分かった。

研究成果の概要(英文)：Brain activation was recorded during the elementary school students' English lesson using fNIRS measurement. The results suggest that listening and watching the picture cards with spelling on them was the most effective, spell-tracing was the second most effective, and listening and watching the picture cards without spelling on them was the least effective for six graders. In addition, tracing spelling and sentences is also effective for 3 & 4- graders as well as 6-graders.

研究分野：神経言語学、英語教育、応用言語学

キーワード：小学校英語教育 Phonemic Awareness fNIRS 英語文字表記 なぞり ライティング 右脳・左脳

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 2020年に小学3年生から英語が必修化され、小学5年生からは教科化される。英語教育の早期化についてはこれまでに様々な議論がなされているが、本研究では3年生から6年生の英語語彙学習で、特にライティング中の脳変化について学年と教材によってどのような違いがあるかを調べ小学校英語の学年に応じたライティング教育と教材について検討する。

### (2) 先行研究

萩原らは、小学生約500人の母語・英語復唱時の脳活動をfNIRSを使って測定し、母語を処理する場合は比較的脳活動は低く、左半球の角回の活動が顕著で、知らない英単語の処理では右半球の縁上回が活発で、ブローカ野の右半球側も活発であったことを報告した。これ等の結果から、音声言語処理には左右両半球が関与し、特に語彙獲得の初期には右半球が重要な役割を担っており、子供たちの脳は未知の言語を習得する際に、音のリズム、アクセント、イントネーションなどを頼りにして処理していることを示唆した(Sugiura, Ojima, Matsuba-Kurita, Dan, Tsuzuki, Katura & Hagiwara, 2011)[1]。

さらに、著者らは、小学校5年生3学期の参加者の未修語の語彙学習中の脳活動について、①特徴的な脳波、②語彙学習との関連、③英語文字表記と英語語彙学習との関連について調べた。その結果、参加者の測定した脳波のうち、語彙学習中に前頭部で出現する $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 波では「文字有無」の両実験とも $\theta$ 波に有意な顕著な増加があり(①)、「文字有」の学習中に出現した $\theta$ 波は文字無の $\theta$ 波より有意に高いことが分った(②)。語彙記憶テストとスペル記憶テストの結果間に高い相関があり、音と物事の関連付けが出来る段階の学習者は文字との関連付けもできてきていることが示唆された。加えて、5年の3学期の時点で既に音の認識と文字認識(音素認識)能力に上位群と下位群が存在した。

以上の結果から、音素認識能力が十分習得できていない生徒には文字無の教材では学習効果が不十分で、文字有の教材を使用した学習の方が、 $\theta$ 波の出現も増大し、効果がある可能性が示された(中野, 2013)[2]。

## 2. 研究の目的

本研究では小学校3~6年の言語活動時の脳活動について特に、本研究では初めて学ぶ英語の文字や語彙のスペルをなぞる活動が過度の負担になるのか、空間的分解能が高い近赤外光脳機能イメージング(fNIRS)を使って脳内変化を調べ、英語を学ぶ小学校から中学1年までのアルファベット文字表記・語彙・英文の学習モデルを作成することを目的とする。さらに、大学生と大学院生の右利き男子の参加者が初めて学ぶスペイン語の語彙学習中においてアルファベット表記・語彙・スペイン語文の学習中の脳血流変化を調

べ、その特徴と、英語を学ぶ小中学生との比較も試みる。

## 3. 研究の方法

(1) 日本人小学生6年生の英語語彙学習中の脳血流の変化について、①「音+絵+文字無」(「文字無」)、「音+絵+文字有」(「文字有」)、「音+絵+文字なぞり」(「なぞり」)の課題実施後の語彙記憶テストの差、②3つの課題実行中の脳血流変化について、LABNIRS(島津製作所)を使って調べた。

(2) 大学・大学院生(22~25歳)の右利き男子の参加者が初めて学ぶスペイン語の語彙学習中において①「文字無」,「文字有」,「なぞり」課題実施後の語彙記憶テストの差、②3つの課題実行中の脳血流変化について、LABNIRS(島津製作所)を使って調べた。

(3) 日本人小学生3年(4人),4年(3人)6年(2人)の日本語と英語語彙学習中の教材の違いによる脳血流の変化についてLABNIRS(島津製作所)を使って以下の課題実行中の脳活動について調べた: ①リズムを聴く, ②音を聴く, ③日本語を聴く, ④日本語を復唱する, ⑤既修英語を聴く, ⑥既修英語を復唱する, ⑦未修英語を聴く, ⑧「未修英語+音」を復唱する, ⑨「未修英語+音+絵」を復唱する, ⑩直線をなぞる, ⑪ひらがなをなぞる, ⑫日本語単語をなぞる, ⑬日本文をなぞる, ⑭アルファベットをなぞる, ⑮既修英単語をなぞる, ⑯未修英単語をなぞる, ⑰未修英単語+音をなぞる, ⑱未修英単語+音+絵をなぞる, ⑲英文をなぞる。

## 4. 研究成果

(1) 課題学習後の英語単語記憶テストの結果は、「文字有」>「なぞり」>「文字無」で「文字有」—「文字無」間および「なぞり」—「文字無」間に有意差があったが、「なぞり」—「文字有」間には有意差はなかった。左側頭部のoxyHB血流量は「文字無」ではやや増加し、「文字有」になるとさらに増加し、「なぞり」でも増加した。右側頭部では「文字無・有」でやや増加し、「なぞり」では急に増加した。血流量は「なぞり」>「文字有」>「文字無」の順で、「文字有」—「文字無」間および「なぞり」—「文字無」間に有意差はあったが、「なぞり」—「文字有」間にはなかった。さらに、「文字無」,「文字有」,「なぞり」の3つの学習中の聴覚野, ウェルニック野, ブローカ野を含む左脳・右脳両側頭部のoxyHB血流量は左脳と右脳間で有意差がなく、英語の音を聞いている時、右脳も活性化しており、言語としてではなく音としてとらえているのではないかと思われる。小学校6年の後半では「文字無」より「文字有」の語彙学習のほうが記憶を強化し、脳活動に関しては「文字有」の学習はある程度慣れているので「なぞり」より節約されていたのではないかと考えられる。

(2) 「文字無」,「文字有」,「なぞり」のス

ペイン語語彙記憶テストの結果は、「なぞり」>「文字有」>「文字無」の順で得点が高く、「なぞり」—「文字有」,「なぞり」—「文字無」間にそれぞれ有意な差があった。

血流量は「文字無」,「文字有」,ではあまり増大しなかったが,「なぞり」では左側頭部ブローカ野付近,聴覚野付近が特に増加した。右側頭部では「文字無」,「文字有」では増大せず,「なぞり」ではブローカ野付近がやや増加した。

文字のなぞりの正答率が高かったのは血流量が増大し,ブローカ野の活動が活性化したからであると考えられる。また左脳と右脳の血流量に差があり,スペイン語初心者であってもすでに英語を10年以上も学んでいるため,アルファベットを使用する外国語に対する言語野は左半球に局在していると考えられる。

(3) 小学生3・4年,6年の実験では,未修語の復唱時(UER)の賦活は6年生>小学3,4年( $p>.05$ )であった。未修語+絵の復唱時(UER-P)の賦活量では,小学3,4年の左脳の賦活が増大し,小学6年生と間に有意差はなかった。さらに,小学3,4年の左脳の賦活が増大し右脳の賦活量との間に有意差があった( $p^*>.05$ )。これらの結果から「音声+絵」の教材で小学3,4年は言語活動(学習)が可能であることが示唆された。

さらに,「なぞり」では既修語のなぞり+音(UWT-S)の賦活が既修語のなぞり(UWT)より3,4年,6年とも有意に増加( $p<.05$ )し,小学3,4年の左脳の賦活が増大し,小学6年生と間に有意差はなかった(図3,UEWT-S-P)。これらの結果から,小学3,4,及び6年では「既修語のなぞり+音(UWT-S)」の教材は有効であることが示された。さらに,本実験では英語と日本語とも両半球で脳血流が賦活し,Sugiura et al. (2011)の報告と同様に,英語を言語としてではなく音やリズムとして分析していたのかもしれないことが示唆された。さらに「英文なぞり」課題はそれまでに「直線なぞり」,「ひらがななぞり」,「日本語単語なぞり」,「日本文なぞり」,「アルファベットなぞり」,「既修英単語なぞり」,「未修英単語なぞり」,「未修英単語+音+なぞり」,「未修英単語+音+絵+なぞり」の課題を順番に行った後の課題であったことから,このようにライティング課題の難易度を徐々に高め,繰り返して行うことが小学3,4年生にとっても負荷の大きさを低下させ,「英文をなぞる,ESW」課題が効果的に学習できるのではないかとと思われる。

(4) 小学校英語で行うライティング・カリキュラムのモデル

本研究で明らかになったことは以下のとおりである。

①小学校6年生の英語語彙学習では「文字有」>「なぞり」>「文字無」の順で語彙記憶の点が高かった。

②左側頭部のoxyHB血流量は「文字無」で

はやや増加し,「文字有」になるとさらに増加し,「なぞり」でも増加した。右側頭部では「文字無・有」でやや増加し,「なぞり」では急に増加した。血流量は「なぞり」>「文字有」>「文字無」の順であった。さらに,「文字無」,「文字有」,「なぞり」の3つの学習中の聴覚野,ウェルニッケ野,ブローカ野を含む左脳・右脳両側頭部のoxyHB血流量は左脳と右脳間で有意差がなく,英語の音を聞いている時,右脳も活性化しており,言語としてではなく音としてとらえているのではないかとと思われる。

③これらの結果から,小学校6年の後半では「文字無」より「文字有」の語彙学習のほうが記憶を強化し,脳活動に関しては「文字有」の学習はある程度慣れているので「なぞり」より節約されていたのではないかと考えられる。

④大学生のスペイン語課題では,スペイン語初心者であってもすでに英語を10年以上も学んでいるため,血流量は「文字無」,「文字有」ではあまり増大しなかったが,「なぞり」では左側頭部ブローカ野付近,聴覚野付近が特に増加した。アルファベットを使用する外国語に対する言語野は左半球に局在していると考えられる。

⑤小学生3・4年,6年の実験では,未修語の復唱時(UER)の賦活は6年生>小学3,4年であった。未修語+絵の復唱時(UER-P)の賦活量では,小学3,4年の左脳の賦活が増大し,小学6年生と間に有意差はなかった。さらに,小学3,4年の左脳の賦活が増大し右脳の賦活量との間に有意差があった。これらの結果から「音声+絵」の教材は小学3,4年にとって有効な教材であることが示された。

⑥「なぞり」では「既修語のなぞり+音」(UWT-S)の賦活が「既修語のなぞり」(UWT)より3,4年,6年とも増加し(図1,UEWT-S-P),小学3,4,及び6年では「既修語のなぞり+音」の教材は有効であることが示された。

⑦「英文なぞり」課題はそれまでに「直線なぞり」,「ひらがななぞり」,「日本語単語なぞり」,「日本文なぞり」,「アルファベットなぞり」,「既修英単語なぞり」,「未修英単語なぞり」,「未修英単語+音+なぞり」,「未修英単語+音+絵+なぞり」の課題を順番に行った後の課題であったことから,このようにライティング課題の難易度を徐々に高め,繰り返して行うことが小学3,4年生にとっても負荷が軽減され,「英文をなぞる,ESW」課題が効果的に学習できるのではないかとと思われる(図2)。

⑧英語・日本語とも両半球で脳血流が賦活し,Sugiura et al. (2011)の報告と同様に,英語を言語としてではなく音やリズムとして分析していた可能性が示唆された。

これ等の結果を踏まえて,アメリカと韓国の英語教育を参考にして小学校英語のモデルとなるカリキュラムについて考える:リー

パー (2010) [3]によれば、アメリカの小学校における母語としての英語の音声指導は、“phonemic awareness (音素認識)”の能力を高めることに徹底している。アメリカの共通カリキュラム、“STANDARDS FOR English Language Arts” (2010) [4] では K1 (5歳) からの国語教育 (英語) のカリキュラムが学年ごとに示されており、幼稚園最終までに以下のような能力をらせん的に積み重ねて伸ばしていく基準として挙げている。

- ・ Demonstrate phonemic awareness by rhyming, clapping syllables, and substituting sounds
- ・ Understand that the sequence of letters in a written word represents the sequence of sounds (phonemes) in a spoken word (alphabetic principle)
- ・ Learn many, though not all, one-to-one letter-sound correspondences
- ・ Given a spoken word, produce another word that rhymes with it

このようにアメリカの L1 学習者の初期の英語教育では“phonemic awareness (音素認識)”を重視し、文字を含めた学習を初期の段階から行っている。さらに、韓国では 2011 年の教育カリキュラム改訂によって小学校 1 年から外国語教育が導入され、3 年生から教科として教えられている。一方、日本では 2020 年から 3, 4 年生から外国語活動が開始され、5 年生から教科としての英語を学ぶことになる。韓国の 3 年生の英語の教科書では前半から既にアルファベットのライティングと音素認識教育が導入されている [5]。

本研究の結果からも、英語をまだ学んでいない 3 年生でも簡単な文字のなぞりは繰り返して、負荷を与えないようにすれば学習効果があることを示した。3, 4 年生の外国語活動の間に、楽しく音素認識と発音スキルを習得することが重要であると思われる。

以上の結果を踏まえて小学校英語で行うライティング・カリキュラムのモデルを示し (表 1) 以下のように英語教育を進めていくことを提案する。

- ・ 3 年前期：アルファベットと音素認識学習英語に慣れ親しむために音と絵を中心としたアクティビティやゲームを行い、進んで英語であいさつなどのコミュニケーションができる積極性を養う。5 月ぐらいからはアルファベットの大文字小文字をペアにして文字をなぞり、語頭の文字を書き入れるタスクを行いながら 5, 6 文字ずつ学んでいく
- ・ 3 年後期：語中と語末のアルファベットの音素認識
- ・ 4 年前期：1 音節の身近な生活単語を中心としたなぞりとライティング
- ・ 4 年後期：How many～などの表現に呼応する単語の複数形概念、2 音節の生活に身

近な単語のなぞりとライティング

- ・ 5 年前期：複数形、あいさつ文などのライティング
- ・ 5 年後期：形容詞＋名詞句、I like ～などの日常生活表現の英文の意味理解とライティング
- ・ 6 年前期：三人称単数形の英文の意味理解とライティング
- ・ 6 年後期：否定、疑問形、疑問詞の英文の意味理解とライティング

終わりに、小学校英語教育では様々な活動・ゲームを行いながら、何度も繰り返して楽しく身に着けていくことが望ましいことを付け加えて終わりとしたい。

以上

[引用文献]

[1] Sugiura, L., Shiro Ojima, S., Matsubakurita, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Katura, T., & Hagiwara, H. (2011). Sound to language: Different cortical processing for first and second languages in elementary school children as revealed by a large-scale study using fNIRS. *Cereb Cortex*, 21(10), 2374-2393, doi: 10.1093/cercor/bhr023.

[2] 中野秀子 (2013) 「小学校外国語活動における文字とリズム表示—脳波分析のピロット・スタディを加えて—」『九州英語教育学会紀要』41, 87-96.

[3] リーパー・すみ子 (2008) 『アメリカの小学校ではこうやって英語を教えている』株式会社径書房。

[4] Common Core Standards for English Language Arts & Literacy in History/Social Subjects, Science and Technical Subject (2010), Common Core State Standards Initiative.

[http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/ELA\\_Standards1.pdf](http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/ELA_Standards1.pdf)

2017年3月10日アクセス。

[5] Elementary School English 3, 4, 5, 6 (2013), 천재교육. Korea.

5. 主な発表論文等

[著書] (計 0 件)

[雑誌論文] (計 6 件)

①中野秀子 (2014) 「小学生の初期の英語語彙学習と脳活動」小学校英語教育学会全国大会 (関東学院大学) 発表要綱 (査読有)

②中野秀子 (2015) 「外国語初心者の語彙学習時の脳活動」外国語教育メディア学会 (LET) 全国研究大会 (千里サイエンスセンター, 大阪) 発表要綱, 123-124. (査読有)

③中野秀子 (2015) 「小学生の英語語彙学習中の脳活動—文字有・文字無なぞりの課題について—」全国英語教育学会研究大会 (熊本

学園大学) 発表要綱,8-9. (査読有)

④中野秀子 (2015) 「L2としての英語学習中の脳活動—熟達度に関する研究—」LET (外国語教育メディア学会) Kyushu-Okinawa Bulletin, 16, 11-20. (査読有)

⑤夏目季代久 (2015) 「脳科学から見た英語リズム学習」LET (外国語教育メディア学会) Kyushu-Okinawa Bulletin, 16, 1-10. (査読有)

⑥中野秀子, 宮本和典 (2016) 「小学校英語学習における英語文字表記: 脳科学的考察を加えて」九州共立大学総合研究所紀要, 9, 11-18. (査読有)

[学会発表] (計 8 件)

①中野秀子 (2014 年 7 月 12 日) 「小学生の初期の英語語彙学習と脳活動」小学校英語教育学会全国大会 (関東学院大学) .

②中野秀子 (2015 年 1 月 31 日) 「英語学習と脳変化」2014 年 LET (外国語教育メディア学会) 九州沖縄支部学術講演会 (北九州学術研究都市産学連携センター, 北九州市) .

③夏目季代久 (2015 年 1 月 31 日) 「脳科学から見た英語リズム学習」2014 年 LET (外国語教育メディア学会) 九州沖縄支部学術講演会 (北九州学術研究都市産学連携センター, 北九州市) .

④中野秀子 (2015 年 3 月 6 日) 「小学校外国語活動における英語表記の学習効果: 脳科学的観点を加えて」平成 26 年度九州共立大学総合研究所研究発表会 (九州共立大学, 北九州市)

⑤中野秀子 (2015 年 8 月 6 日) 「外国語初心者の語彙学習時の脳活動」外国語教育メディア学会 (LET) 全国研究大会 (千里サイエンスセンター, 大阪) .

⑥中野秀子 (2015 年 8 月 22 日) 「小学生の英語語彙学習中の脳活動—文字有・文字無なぞりの課題について—」全国英語教育学会研究大会 (熊本学園大学).

⑦ Nakano, H. (2015 年 8 月 28 日) “Effective vocabulary learning in CALL: Using fNIRS analysis”, Euro CALL 2015, Euro CALL2015 International Conference, Padova, Italy.

⑧中野秀子 (2016 年 8 月 8 日) 「小学生の英語語彙学習—教材の違いによる脳活動—」外国語教育メディア学会 (LET) 全国研究大会 (早稲田大学, 東京) .

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

中野 秀子 (NAKANO HIDEKO)

九州共立大学・総合研究所・研究員

研究者番号: 20309735

### (2)研究分担者

宮本 和典 (MIYAMOTO KAZUNORI)

九州女子大学・人間科学部・教授

研究者番号: 00295007

夏目 季代久 (NATUME KIYOHISA)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授

研究者番号: 302314921.

[付録]

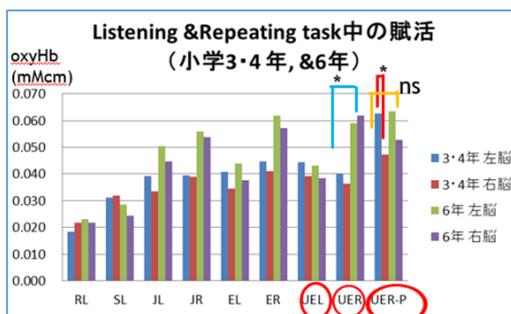


図 1 Listening, Repeating Task 中の賦活 (小学 3・4 年, 6 年)

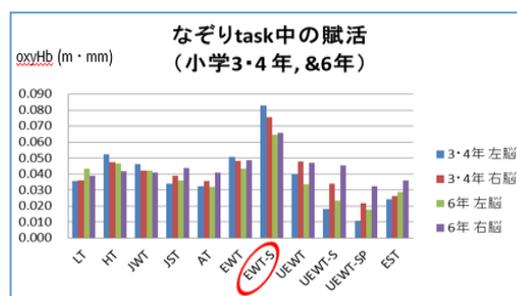


図 2 なぞり task 中の賦活 (小学 3・4 年, 6 年)

[注]

日本語を聴く (Japanese listening, JL), 日本語を復唱する (Japanese repeating, JR), 既修英語を聴く (English listening, EL), 既修英語を復唱する (English repeating, ER), 未修英語を聴く (Unknown English listening, UEL), 「未修英語+音」を復唱する (Unknown English word repeating, UER), 「未修英語+音+絵」を復唱する (Unknown English word repeating with picture, UER-P), 直線をなぞる (line tracing, Line), ひらがなをなぞる (Japanese letters tracing, JLT), 日本語単語をなぞる (Japanese words tracing, JWT), 日本文をなぞる (Japanese sentence tracing, JST), アルファベットをなぞる (English alphabet tracing, EAT), 既修英単語をなぞる (English word tracing, EWT), 未修英単語をなぞる (Unknown English word tracing, UEWT), 未修英単語+音をなぞる (Unknown English

word tracing with sound, UEWT-S), 未修英  
 単語 + 音 + 絵をなぞる (Unknown English  
 word tracing with sound & picture,  
 UEWT-SP)

表1. 小学校英語教育におけるライティング  
 教育のモデル・カリキュラム

		表1 小学校英語におけるライティング教育						
	材料	文字認識		音認識			単語	文
		A-Z(大・小)	音・絵	語頭の音	語中の音	語末の音		
3年	前期 後期	Look L&R	L&R なぞり、W	なぞり、W	なぞり、W	なぞり、W		
4年	前期 後期			なぞり、W	なぞり、W	なぞり、W	なぞり、W	
5年	前期 後期					なぞり、W	なぞり、W	あいさつ文
6年	前期 後期					なぞり、W 単数・複数	W W	日常表現 三人称 否定、疑問