

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月10日現在

機関番号：56302

研究種目：若手研究（B）

研究期間：平成22年度～平成23年度

課題番号：22720233

研究課題名（和文）シャドーイング法の脳内言語メカニズムの解明
－近赤外光法脳計測装置を用いて－研究課題名（英文）Resolution of the Intracerebral Language Processing Mechanism
during Shadowing with NIRS

研究代表者

望月 肇 (MOCHIZUKI HAJIME)

独立行政法人国立高等専門学校機構 弓削商船高等専門学校 総合教育科 准教授

研究者番号：80509737

研究成果の概要（和文）：本研究では、英語学習法として注目を集めているシャドーイング（聞こえてくる音声をほぼ同時にあるいは少し遅らせて、できるだけ正確に繰り返して発音する英語学習法）に焦点を当て、シャドーイング学習中の脳内言語処理メカニズムの解明を目的として、外国語として英語を学ぶ日本人を対象に、NIRS（近赤外光法脳計測装置）による英語学習中の脳内血流および酸素消費変化に関する計測実験を実施した。COE（脳酸素交換機能マッピング：Cerebral Mapping of Oxygen Exchange）による解析の結果（本報告書の提出時点ではCOE解析は中間報告段階）、シャドーイング学習時において酸素消費量が増加した脳内部位は、リスニングまたはリピート学習時において酸素消費量が増加した脳内部位とは異なる傾向にあることが明らかになった。さらに、高等専門学校専攻科1年生（一般の大学3年生に相当）を対象に5日間の英語集中授業を実施した結果、シャドーイング学習はリスニング内容理解力の向上に有意な効果がある一方、シャドーイングと速読を組み合わせた学習は、リスニング内容理解力とリーディング内容理解力の両方を有意に向上させるという結果が得られた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to resolve intracerebral language processing mechanism while Japanese English learners go through ‘shadowing,’ a method for training both listening and speaking skills by repeating sounds as accurately and quickly as possible. While Japanese native speakers that studied English as a foreign language were practicing shadowing, repeating, and listening, changes of bloodstream and oxygen consumption in cerebral cortex were measured with NIRS: near-infrared spectroscopy. The result (progress report) of COE analysis (Cerebral Mapping of Oxygen Exchange) showed that the cerebral cortex in which oxygen consumption increased during shadowing tended to be different from the brain part in which oxygen consumption rose during listening or repeating. Next, five-day intensive English lessons were executed for 1st year students of *Kosen* college (college of technology): equivalent to third year university students. The result revealed that a combination between shadowing and rapid reading was effective for improving both their listening and reading comprehension skills with a significant difference, while shadowing training improved only their listening comprehension skill with a significant difference.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	2,000,000	600,000	2,600,000
平成23年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：外国語教育

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：(1)英語教育，(2)外国語としての英語，(3)シャドーイング，(4)近赤外光法，(5)NIRS，(6)脳機能イメージング，(7)音声知覚，(8)聴覚野，(9)ブローカ野，(10)ワーキングメモリ

1. 研究開始当初の背景

(1) シャドーイングの実践と理論

近年，日本における英語教育で注目されているのがシャドーイング (shadowing) である。シャドーイングとは，「聞こえてくる音声を，ほぼ同時にあるいは少し遅らせて，できるだけ正確に繰り返すこと」であり，当初は同時通訳者養成のための基礎訓練法であった (鳥飼他 2003)。玉井 (1992)，Mochizuki (2006) によって，シャドーイングは，外国語として英語を学ぶ日本人高校生，中学生のリスニング力向上に効果があることが実証され，シャドーイングは同時通訳の基礎訓練から一般の英語教育に普及しつつある。

門田 (2004) は，シャドーイングが一般の英語学習に有効であると考えられるようになった背景には，心理言語学，特に記憶の研究と密接な関係があると指摘しており，さらに Baddeley (1986) が提唱する作動記憶 (working memory) モデル内の音韻ループ (phonological loop) に存在するサブボカリハーサル (subvocal rehearsal) は，能動的に音声情報を繰り返す働きがあり，シャドーイングとの関連がある，と述べている。さらに，門田 (2007) は，シャドーイングが音声知覚の自動化と新規学習項目の内在化に効果があると主張している。

(2) NIRS (近赤外光法脳計測装置)

近年では PET (陽電子放射断層撮影)，fMRI (機能的磁気共鳴画像) など様々な脳機能測定装置が開発され，医療の分野を中心に，機械，食品，心理学，言語学など様々な研究に応用されている。

NIRS (近赤外光法脳計測装置：near-infrared spectroscopy) は，近赤外光法を用いて無侵襲的に脳の血流の変化を計測して脳の活動を調べる医療機器の一つである。NIRS で使われる近赤外光は骨や筋肉，水などを透過しやすく，血液中のヘモグロビンが持っている酸素の量によって吸収される量が変わるといふ特徴がある。部位別に酸化還元ヘモグロビンの変化量を測定することができ，計測される脳血流量の変化は，血液中の酸化還元ヘモグロビンの相対量で表される。このように NIRS は各ヘモグロビン量を計測することで，脳の活動している部位とその活動状態を観察することができる。

(3) 脳内言語処理に関する先行研究

川島 (2003) は，母語である日本語を音読し

た場合，黙読に比べて，大脳の言語中枢をはじめとする左右の前頭前野が活発化することを NIRS 計測によって立証した。

酒井 (2008) は，英語の習得期間が異なる中高生を対象に，fMRI を用いた実験の結果，英語力 (文法，文章理解，単語，音韻) の個人差に関係する脳部位を特定した。

大石 (2003) は，日本人英語学習者が英文リスニングとリーディングの学習中に，NIRS を用いて，左半球言語野 (縁上回，聴覚野，角回，ウェルニッケ野等) および左半球非言語野の脳内血流を測定した結果，次の結果が明らかになった。(1) 中・上級学習者は言語野の活動が，非言語野の活動よりも大きい，(2) 中級学習者の脳内血流量が最も多い，(3) 初級学習者はほとんど活性化せず，上級学習者もあまり活性化しない。

以上を受けて，大石 (2007) は，以下の4つの脳内活性パターンに区別できると結論づけた。(a) 脳の賦活が見られない無活性型，(b) 脳が全面的に賦活する過剰活性型，(c) 角回，ウェルニッケ野など，言語野が部分的に賦活する選択活性型，(d) 賦活があまり見られない自動活性型。さらに，初級者から中級学習者，上級学習者へと英語の習熟度が増すにつれて，さらにリスニングやリーディングの教材が難から易へと変化するに従って，(a) から (d) へと脳の賦活が移行する「逆U字形モデル」を提唱している。

課題として残されたことは，同一学習者による英語学習中の脳内活性を時系列的に観測した場合，英語学習が進むに従って，脳内賦活は意識的処理状態から自動的処理状態に移行するかどうか，ということである。

2. 研究の目的

上記の先行研究を受けて，(1) 外国語として英語を学習する日本人英語学習者を対象に，シャドーイング，リピート，リスニングの3課題の英語学習中における脳内血流の変化を，NIRS を用いて分析し，それぞれの英語学習法によって脳が活発に活動する部位の違いを特定すること，ならびに，(2) 同一学習者による英語学習中の脳内賦活を時系列的に観測した場合，英語学習が進むにつれて，脳内活性が意識的処理状態から自動的処理状態に移行するかどうかを検証すること，これらの研究を通して，とりわけ (3) シャドーイングの脳内言語処理メカニズムを解明することを研究の目的とする。

3. 研究の方法

(1) NIRSによる予備実験とCOE解析

NIRSによる脳内血流および酸素消費変化に関する計測実験を、被験者1名(女性, 30歳代前半, 留学経験なし, 英語専門教育経験なし, 英検2級取得)を対象に実施した。

この実験は, シャドーイング学習中における脳内言語処理メカニズムを解明すること, 特にシャドーイング, リスニング, リポート中に活性化する脳内部位の違いの特定, ならびに初出条件(学習していない英文)と既学習条件(学習した英文)でのシャドーイング中に活性化する脳内部位の違いの特定を目的に, 予備実験として実施した。

実験課題はリスニング, シャドーイング, リポートの3課題, それぞれ初出条件, 既学習条件に分け, 合計6課題の計測実験を行った。各課題とも, 開始から30秒間の休憩をはさんで, 同一英文の課題を3試行ずつ実施した。

これらのNIRS計測データに関して, COE(脳酸素交換機能マッピング法: Cerebral Mapping of Oxygen Exchange)による解析を行った。

(2) NIRSによる本実験とCOE解析

NIRSによる脳内血流および酸素消費変化に関する脳科学実験を, 被験者12名(男性6名, 女性6名, 20歳代, 3年以内にTOEIC470~560点取得者)を対象に, シャドーイング, リスニング, リポート(聴取時, 発話時)学習中における学習者の脳内酸素消費, 脳内血流量が変化した部位の違いの特定, ならびに, 各課題において, 同じ教材による学習を5回繰り返すことで, 1回目から5回目の脳内酸素消費, 脳内血流量にどのような変化が生じるかを分析することを目的として実施した。リスニング, シャドーイング, リポートの3課題, それぞれ異なった英文を用いて, 各課題とも初出条件で, 開始から30秒間の休憩をはさんで, 同一英文の課題を5試行ずつ実施した。

これらのNIRS計測データに関して, COE(脳酸素交換機能マッピング法: Cerebral Mapping of Oxygen Exchange)による解析を行った。

(3) シャドーイングによる英語集中学習

高等専門学校専攻科1年生(一般の大学3年生に相当)を対象とした5日間の英語夏季集中講座において, 60分授業4回をシャドーイングのみで学習したグループ(13名), シャドーイングと速読(短時間で英文の大意を把握する読解学習)を組み合わせ学習したグループ(12名), TOEIC対策問題集による語彙・文法, 読解, リスニング対策を行ったグループ(11名)に分け, 3つの異なった英

語学習法の間で, リスニング内容理解力ならびにリーディング内容理解力の向上に, どのような効果の違いが表れるかを検証した。

4. 研究成果

(1) NIRS予備実験のCOE解析結果

COE(脳酸素交換機能マッピング法: Cerebral Mapping of Oxygen Exchange)による解析の結果, リスニング課題では初出条件において左聴覚野の酸素消費が減少したが, 既学習条件において左聴覚野の酸素消費が増加した。シャドーイング課題では, 初出条件において左聴覚野と運動系領域およびBA40の酸素消費が増加した。既学習条件では, 初出条件と比較して, 左聴覚野の酸素消費が減少傾向であった。リポート課題では, 他課題と比較して, 聴覚野, 運動性言語野, 口腔運動領域を含む広い領域において, 初出と既学習の両条件で, 広範に強い酸素消費が生じた。

総括として, リポート課題では, 聴覚野と運動性言語野(ブローカ野)付近の酸素消費について, 聴取時と発話時とで違いがあることが確認された。シャドーイング課題では, 聴覚野と運動系領域において同時に酸素消費が行われており, 両者の繋がりを強化していることを示す知見が得られた。

(2) NIRS本実験のCOE解析結果(中間報告)

COE(脳酸素交換機能マッピング法: Cerebral Mapping of Oxygen Exchange)による解析を行ったが, 全ての解析を完了していないため, 代表被験者1名による解析結果から得られた結果を報告する。

ウェルニッケ野での酸素消費量はリスニング課題では増加したが, シャドーイング課題では減少した。

脳血流量はシャドーイング課題とリポート課題の両課題において, 両側運動野とブローカ野で増加した。

総括として, シャドーイング課題ではウェルニッケ野での酸素消費が減少したため, じっくり聞くことができるリスニング課題よりも意味理解が低下する可能性が考えられる。また, シャドーイング課題とリポート課題では, 脳血流量の増加部位は同様の傾向を示したが, 酸素消費量の増加は異なる脳部位に局限していた(図1参照)。

(3) シャドーイングによる学習効果検証

シャドーイングのみで学習したグループ, シャドーイングと速読を組み合わせ学習したグループ, TOEIC対策問題集による語彙・文法, 読解, リスニング対策学習を行ったグループ, 以上3グループの英語熟達度の学習前と学習後の伸びの差を, IRT(項目応

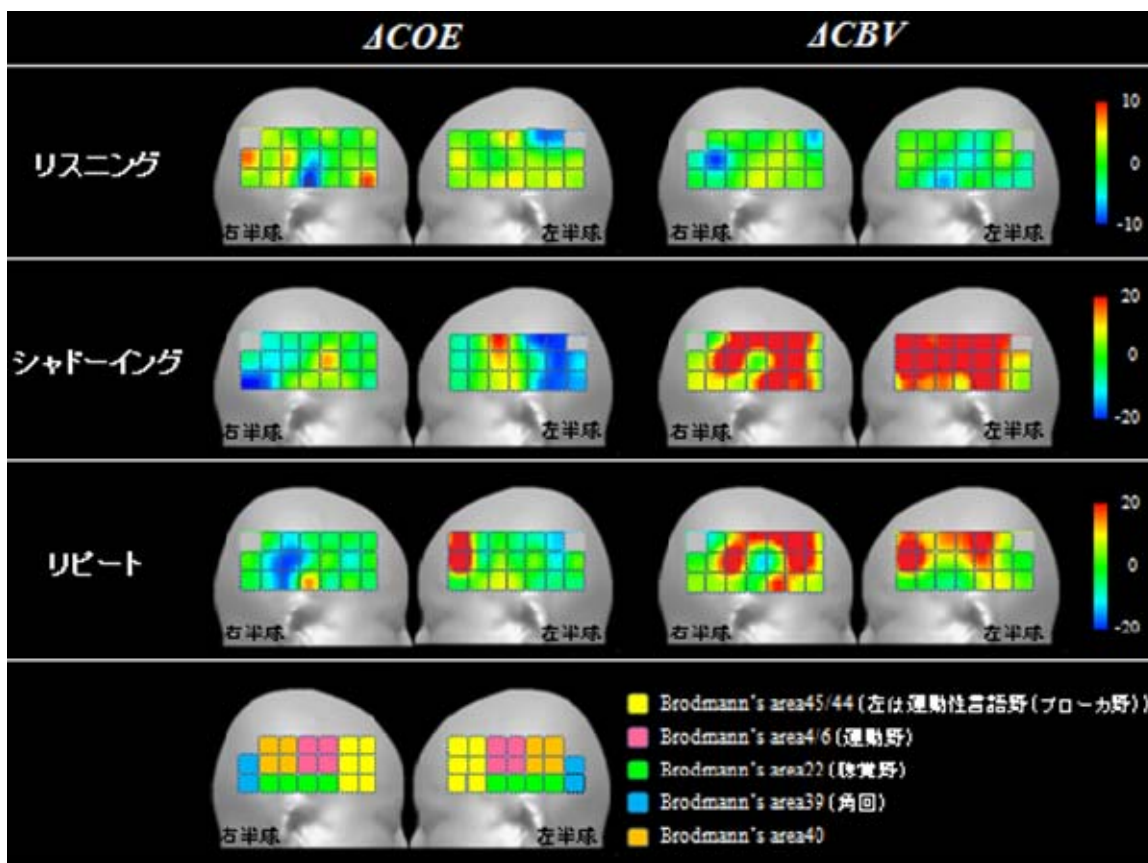


図1 各課題共通の57秒間の積分値マッピング(代表被験者1名)

答理論)に基づいた英語能力判定テストC (財団法人日本英語検定協会主催)を用いて調査し、統計解析を行った結果、次の結果が得られた。(1)シャドーイング学習はリスニング内容理解力を有意に向上させるが、読解内容理解力向上に対する有意な効果はなかった。(2)シャドーイングと速読を組み合わせた学習は、リスニング内容理解力と読解内容理解力の両方を有意に向上させ、3つの学習法のうちで最も学習効果が高かった。

(4) 今後の課題

今後は、NIRS 本実験に関する被験者全員の COE 解析を完遂させ、シャドーイング、リピート、リスニング、3課題のそれぞれの英語学習中において、脳が活発に活動する部位の違いを詳細に特定すること、ならびに同一学習者による英語学習中の脳内賦活を時系列的に追跡し、英語学習が進むにつれて脳内活性がどのように移行するかどうかを検証すること、さらにこれらの結果をもとにシャドーイングの脳内言語処理メカニズムの全容解明を目指す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 望月 肇, 「シャドーイング, 速読, TOEIC 対策, 最も効果的な学習法とは? : 高等専門学校専攻科夏期集中講座における3か年の教育効果比較分析」, 関西英語教育学会研究紀要『英語教育研究』, 第35号, pp.127-142, 2012, 査読有.
- ② Hajime Mochizuki, Effective Shadowing Training in English Classes of College of Technology (Kosen) in Japan and Resolution of Intracerebral Language Processing Mechanism while Shadowing: With Wired Headphone System and NIRS, MEMOIRS of the YUGE NATIONAL COLLEGE of MARITIME TECHNOLOGY, No. 33, pp. 88-94, 2011, 査読無.
- ③ 望月 肇, 「日本の学校英語教育におけるシャドーイング実践研究」, 第二言語としての日本語の習得研究(凡人社), 第13号, pp. 71-94, 2010, 査読有.
- ④ 望月 肇, ダワァ ガンバット, 葛目幸一, 坂内宏行, 野口隆, 上江憲治, 「弓削商船高等専門学校「専攻科英語キャンプ2009」の実践」, 全国高等専門学校

英語教育学会研究論集，第30号，
pp. 73-82, 2010, 査読有.

[学会発表] (計3件)

- ① 望月 肇,
「シャドーイング学習時における脳内言語処理メカニズムの解明—NIRS による脳内血流・酸素交換変化計測実験を通して—」, 関西英語教育学会 2011 年度 (第 16 回) 研究大会, 関西大学千里山キャンパス, 2011 年 6 月 4 日.
- ② 望月 肇,
「弓削商船高等専門学校専攻科英語キャンプ 2009 の実践 —夏期集中・少人数形式で英語運用能力向上を目指して—」, 全国高等専門学校英語教育学会第 34 回研究大会, 札幌市教育会館, 2010 年 9 月 19 日.
- ③ Mochizuki Hajime,
Resolution of the Intracerebral Language Processing Mechanism during Shadowing and Application of Shadowing to TEFL in Japan: With NIRS and Wireless Speaker. The 4th International Symposium on Advances in Technology Education 2010 (ISATE2010), 1B10, Flash Memory, September 28th-30th, 2010, Kagoshima, JAPAN.

[その他 (招待講演)] (計2件)

- ① 望月 肇,
「NIRS と COE 解析によるシャドーイングの脳内言語処理メカニズムの解明とシャドーイングの日本の英語教育への応用実践研究」, 生体情報処理と高度情報処理シンポジウム 2012, 長岡技術科学大学, 2012 年 1 月 23 日.
- ② 望月 肇,
「シャドーイング法の脳内言語処理メカニズムの解明と教室への応用—有線ヘッドホンシステムと光トポグラフィを用いて」, 生体情報処理と高度情報処理シンポジウム 2011, 長岡技術科学大学, 2011 年 1 月 24 日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

望月 肇 (MOCHIZUKI HAJIME)

弓削商船高等専門学校・総合教育科・准教授
研究者番号: 80509737

(2) 研究分担者: 該当なし

(3) 連携研究者: 該当なし

本研究の NIRS 計測ならびに COE 解析に関して, 株式会社脳の学校代表 加藤俊徳 医師・医学博士, 吉野加容子 主任研究員, 岡徳之研究員の協力を得た。