

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：34315

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25580143

研究課題名(和文)日本人英語学習者(中高生)の英語脳内賦活メカニズム解明縦断・横断研究

研究課題名(英文)English skill improvement and brain activation in Japanese learners of English: An fNIRS three-year longitudinal study

研究代表者

田浦 秀幸(TAURA, Hideyuki)

立命館大学・言語教育情報研究科・教授

研究者番号：40313738

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文): 中学入学後英語学習を開始した日本人英語学習者12名から3年間縦断的に、(1)英語力(スピーキングとライティング)データと(2)英語使用時の脳賦活データを収集した。英語力の向上につれて脳賦活様態がどのように変化するかを観察した。サンプル抽出データ分析の結果、英語語彙力・正確さ・流暢性・ライティング力は中学3年生時に急激な向上が見られた。英語力が向上するにつれて右脳が徐々に活性化され、3年目には左脳とほぼ同じ賦活量が観察された。今後も追跡調査を継続することで、英語産出もある程度自動化に至る(母語同様に左脳に収束する)のかどうかについての示唆が得られる可能性がある。

研究成果の概要(英文): Twelve Grade 7 Japanese learners of English were tracked for three years with a special focus placed on their brain activation, using functional Near-Infrared Spectroscopy data (fNIRS henceforth) as their oral and written proficiency improved in English. Collected data were analyzed in terms of vocabulary level, accuracy, fluency, and overall writing skills and a sharp improvement in English was observed after two years of English learning when they were in Grade 9. The fNIRS data, on the other hand, revealed that the right hemisphere gradually become more activated as English skills improved until there was virtually no hemispheric differences in brain activation in the third year. In the future, a follow-up longitudinal study targeting the same participants may disclose whether using the L2 eventually activates the same brain area as the L1.

研究分野：応用言語学

キーワード：日本人英語学習者 縦断的発達段階 脳内外国語メカニズム fNIRS(機能的近赤外分光法) 外国語学習
縦断研究 英語学習開始当初3年間

1. 研究開始当初の背景

アルファベット言語を母語とする話者が、第2言語や外国語として他のアルファベット言語を習得・学習する過程を記述した研究は既に多くなされている。例えば、日本人英語学習者のスピーキング・ライティングデータを大規模コーパス化して語彙や形態素の習得状況を横断的に研究したものや(投野, 2007)、1被験者を縦断的に追った研究(Hakuta, 1987)等である。また、表象言語である日本語母語話者がアルファベット言語である英語を習得・学習する過程を記述するバイリンガル研究や英語教育研究もなされてきている。一方、90年代以降の急速な科学技術の発展により、脳機能イメージング機器性能が飛躍的に向上し、ブレインイメージング手法を用いてアルファベット言語話者が、別のアルファベット言語を習得する際にどのような脳賦活の差異が生じるのかに関する(英仏語対象等の)研究も、90年代後半から盛んになさるようになってきた。日本語のような表象言語の母語話者がアルファベット言語を第2言語として習得した早期バイリンガルの日英語の脳内賦活様態も、本研究代表者による一連の研究(下記参考文献参照)で徐々に解明されつつある。しかしながら、外国語として学校教育で英語学習を始めた日本人中学生1年生が、英語力の向上とともに母語と外国語(英語)をどのように脳内で処理しているのかを縦断的に、ブレインイメージング手法を用いて調査した研究は皆無である。小学校高学年に英語が教科として2011年度正式導入され、英語教育の重要性が以前にも増して声高に叫ばれている現在、英語力の発達段階だけを調査するのでは何ら新規性がない。本研究は、脳内賦活様態を容易に計測できる非侵襲性(安全)機器である fNIRS(functional Near-Infrared spectroscopy: 機能的近赤外光スペクトロスコピー)機器を用いることで、英語力の推移と英語脳内賦活様態の両面からメカニズムを探る研究である。既に言語習得臨界期を過ぎて脳内母語ネットワークが確立した中学生に、どのような第2言語賦活ネットワークが形成されるのかを調査することで、表象言語母語話者がアルファベット言語学習を通して脳内に形成される第2言語習得メカニズムを更に一般化しようとするチャレンジ性も本研究は有している。

2. 研究の目的

日本人英語学習者が外国語としての英語学習を進めることで、脳内に英語ネットワークがどのように形成されるのかを脳イメージング技法である fNIRS を用いてメカニズム解明することが本研究の目的である。脳内賦活メカニズムが学習期間でなく英語力と関連性があるのかを検証の為、各被験者から英語産出データ(スピーキング・ライティングデータ)を収集して、英語運用能力も同時に計測する。具体的には、日本の英語教育を中学

校で3年間受けることで英語力がどのように推移し、それにつれて脳内での英語賦活部位にどのような変化が見られるのかを、中学1年生20名を対象として、3年間追跡調査する。

3. 研究の方法

中学1年生12名より、6ヶ月間英語学習を本格的に中学で行った10月に第1回データを収集し、その後は1年後、2年後の10月に第2回目(中2生時)と第3回目(中3生時)にも縦断データを収集した。英語力の推移を把握するために、英語スピーキングデータとして"Frog, where are you?" (Meyer, 1969)を用いたストーリーテリングタスクと、Test of Written Language ver.3 (Larsen and Hamill, 1997)を使った英語ライティングデータを収集した。脳賦活(fNIRS)データとしては言語流暢性(語流暢性と範疇流暢性)タスクを日英語で実施した(下図1)。更に日本語・英語・日英混交の順に口頭インタビューを行った。

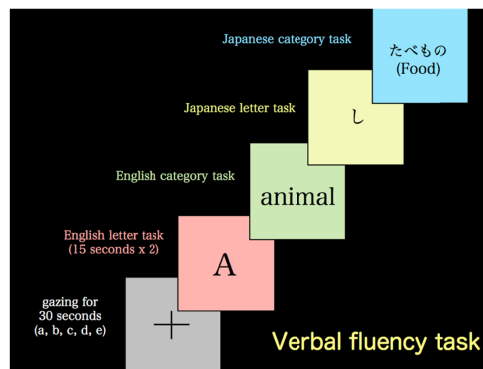


図1. 言語流暢性タスク使用スライド

各被験者ごとに個別にデータ収集を行ったが、fNIRS データ収集に当たっては下図2の通り42チャンネルの OMM-3000(島津製作所)を用いて Fpz 計測後 Broca 野及びその右脳相当部位を同定した。

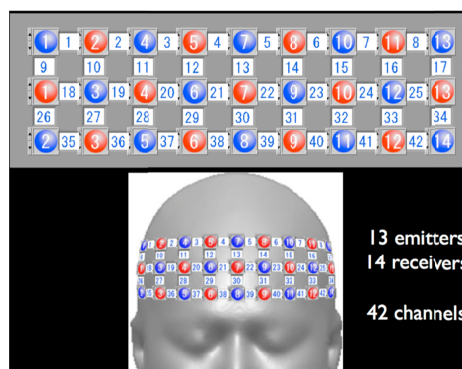


図2. 42プローブ装着図

言語データは書き起こし後、流暢性・正確性・語彙分析とライティングデータはマニュアルに従って採点を行った。130ms 毎に収集した fNIRS 脳賦活データ(酸素化ヘモグロビン値・脱酸素化ヘモグロビン値・トータルヘ

モグロピン値)は標準化後、レストタスクとの差分を産出し、4タスクデータとした。各被験者の通学する中学校長・保護者・本人からは書面で研究参加同意書を得て実験を実施し、事後謝金を図書カードとして支払った。尚、立命館大学衣笠キャンパスにおける研究倫理審査委員会による承認を得て(衣笠-人-2012-4)本研究を行った。

4. 研究成果

英語力の3年間の推移及び脳賦活に関しては個人差が非常に大きく、12名の平均値を記載するよりも典型的な1被験者データ分析結果をここに記載する。

(1) 英語力の3年間の推移

英語ライティング力

TOWL-3を用いることで北米の同年齢の中学生の英語ライティング力と比較することができる(80-110が同年齢の平均点域)。図3で示されているように、年々3下位項目の総合点であるQuotient得点が向上した。

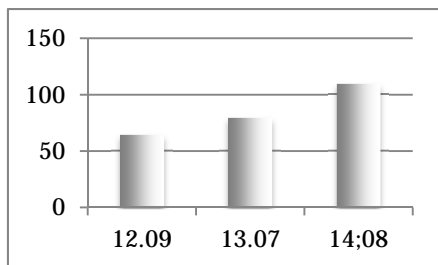


図3. 英語ライティング力年齢推移

語彙力

上記ライティングデータの語彙分析結果、type と token 数及び TTR は1年目 21/30(0.70), 2年目 12/26(0.46), 3年目 55/111(0.50)であった。3年目に type と token に大きな伸びが観察された。

正確さ分析

上記ライティングデータの正確さ分析の結果(図4)、正確さは1年生時 87.6%, 2年生時 60.8%, 3年生時 87.0%と上下したが、使用形態素総数が 37, 32, 140 と圧倒的に3年目が多く、この点から正確さは3年目に大きな向上があったと考えられる。

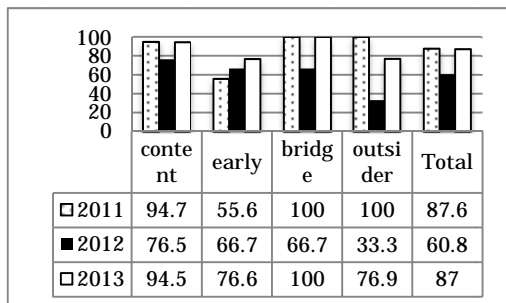


図4. 形態素別正確さ分析結果

流暢さ

インタビューデータの書き起こしデータをもとに1語を発話するに必要な時間を算出し

た結果、1年目 354ms, 2年目 410ms, 3年目 661ms となり、年々流暢さが落ちていることが判明した。これは、語彙・正確さ分析時に判明した通り3年目にはそれまでの3倍以上の単語を産出しながら非常に高い正確率をあげており、より複雑で長い文章を産出するのに流暢性が影響を受けた可能性が非常に高い。

(2) 英語産出時の脳賦活データ分析

2種類の流暢性タスクを実施したが、日英語ともに先行研究同様に語流暢性タスクが範疇流暢性タスクよりも困難なタスクであることが判明した。英語での語流暢性タスク遂行時の結果をまとめたのが以下の図5と6である。

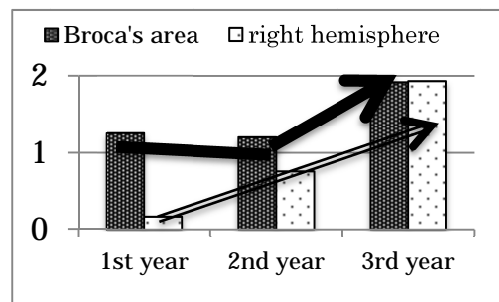


図5 年次別左右脳比較(oxy-Hb 値 mMmm)

当初年間は母語同様に左脳の賦活が右脳に優っていたが、右脳の賦活が年々高まり、3年目には両脳の賦活量に有意差はなくなるレベルまでになった。言語野である Broca 野に注目すると、当初3年目に賦活量の増加は観察されなかったが、3年目に大きな賦活量の増加があった。

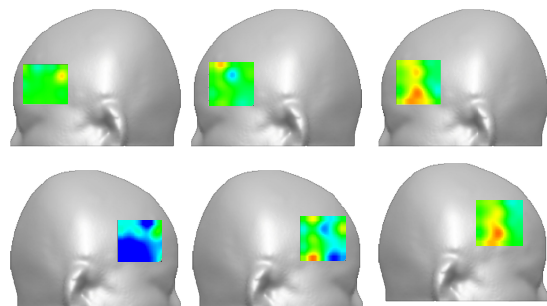


図6 fNIRS 賦活様態(上段は Broca 野、下段は左脳で左から右に年次推移)

(3) 総合考察

3年間の縦断研究の結果、英語力に関しては、ライティング力に年々向上が見られ、流暢性も産出語彙数の点から考慮すると3年目に大きな向上があったと判断される。この中学3年生時の急激な向上は、殊に英語語彙力と正確さに関して顕著であった。脳賦活面から見ると、英語力が向上するにつれて右脳が徐々に活性化され、3年目には左脳とほぼ同じ賦活量が観察された。3年目の両脳における賦活の増大とそれによる脳間差の解消が、さら

に英語力の向上につれて、再度左脳に収束するのか、或いは英語学習開始が言語臨界期以降であるのでこのまま右脳の関与が続くのか更に強まるのか、更には自動化により両脳の関与共に低下するのかがどうかは非常に興味深い点である。日本人英語学習者の英語力向上による脳内ネットワークの質的变化の点で今後も追跡調査の継続が必要である。12名の被験者対象の分析結果には大きな個人差が見られたが、幾つかのパターン化が可能かどうかを今後は探るとともに、更に被験者を増やして量的解析による一般化も今後の課題である。

<引用文献>

Hakuta, Kenji, Basic Books, The mirror of language: the debate on bilingualism, 1987, 288.

Taura, Hideyuki, The Effects of Onset-Age and Exposure Duration on the L2 as Observed in Brain Activation: an fNIRS Study, *Studies in Language Science*, 2, 2012, 19-42.

Taura, Hideyuki, Effects of L2 Immersion Experiences on Translation Task Performance through a Brain-imaging Technique of Functional Near-Infrared Spectroscopy, *Studies in Language Science*, 1, 2011, 31-53.

投野由紀夫、小学館、日本人中高生一万人の英語コーパス 中高生が書く英文の実態をその分析、2007、208

5. 主な発表論文等

【雑誌論文】(計 13 件)

田浦秀幸、第二言語ナラティブ時の脳賦活データによる言語臨界期説検証研究、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、117-125: ISSN0915-7816

田浦秀幸、バイリンガル・コードスイッチ脳賦活データによる臨界期仮説検証研究、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、127-131: ISSN0915-7816

田浦秀幸、大型 fNIRS 機(OMM-3000)と携帯型 fNIRS 機(LIGHTNIRS)との相関性研究、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、133-143: ISSN0915-7816

田浦秀幸、大型 fNIRS 機(OMM-3000)と簡易 fNIRS 機(PocketNIRS)との相関性研究、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、145-148: ISSN0915-7816

田浦秀幸、大型 fNIRS 機(OMM-3000)と簡易携帯型脳波計 (IBVA) との相関性研究、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、149-174: ISSN0915-7816

田浦秀幸、「バイリンガルの言語脳イメージング研究」特集の概要、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、77-89: ISSN0915-7816

田浦秀幸、バイリンガルの言語脳イメー

ジング研究：これまでの研究成果、立命館言語文化研究、査読有、27 巻 2 & 3 号、2016、81-116: ISSN0915-7816

TAURA, Hideyuki, 17-Year Longitudinal Narrative Development in a Non-Dominant Language of Two Japanese-English Bilingual Siblings, 立命館言語文化研究、査読有、26 巻 4 号、2015、1-7: ISSN0915-7816

田浦秀幸、バイリンガル脳を覗く：帰国生と国際結婚家庭の子供達を対象に一日英バイリンガルの言語接触とバイリンガリティ、立命館言語文化研究、査読有、26 巻 2 号、2014、43-63: ISSN0915-7816

田浦秀幸、日英バイリンガル園児のメタ言語発達段階解明研究：日本語モノリンガル園児との比較パイロットスタディー、立命館大学 *Studies in Language Science, Working Papers*, 査読有、4, 2014, 1-12: ISSN2188-6113

TAURA, Hideyuki, Developmental Stages in the First Three Years of English Acquisition in a Japanese EFL junior high school student: an fNIRS case study, *Studies in Language Science*, 査読有、4, 2014, 13-36: ISSN2186-2435

田浦秀幸、機能的近赤外光法 (fNIRS) の原理とバイリンガル第 1 言語保持に関する 4 年間の縦断実験研究、*Studies in Language Science, Working Papers*, 査読有、3, 2013, 13-34: ISSN2188-6113

田浦秀幸、清水つかさ、張旋、バイリンガル第一言語発達疑似縦断研究：言語学的・脳イメージング技法を用いて、*Studies in Language Science, Working Papers*, 査読有、3, 2013, 59-68: ISSN2188-6113

【学会発表】(計 11 件)

田浦秀幸「日英バイリンガル園児のメタ認知力の発達と脳賦活」オーガナイズドセッション 03 バイリンガルと認知」の 1 本。日本認知科学会第 32 回大会。2015.9.18-20. 千葉大学(千葉県・千葉市)

TAURA, Hideyuki & HATAO, Mika "Silent-reading vs. Being read-to: A brain-imaging study" 2014 年度 JACET 関西支部秋季大会。2014.11.29. 龍谷大学大宮キャンパス(京都府・京都市)

TAURA, Hideyuki, "Supplementary use of fNIRS data in psycholinguistic research: A Japanese-English bilingual attrition case study" fNIRS 2014. 2014.10.10-12, Montreal (Canada)

TAURA, Hideyuki, "Longitudinal narrative development in a non-dominant language" "Symposium: Bilingualism as a first language in the Japanese context" The 17th World Congress of Applied

Linguistics.2014.8.10-15,Brisbane
(Australia)

TAURA, Hideyuki, "Critical period hypothesis tested by brain-imaging data from early Japanese-English bilinguals" The 17th World Congress of Applied

Linguistics.2014.8.10-15,Brisbane
(Australia)

田浦秀幸「言語(LA 英語)保持・喪失研究における言語データ vs. fNIRS データ」第 17 回日本光脳機能イメージング学会.2014.7.26. 星陵会館(東京都・千代田区)

田浦秀幸,張旋「トライリンガルの言語スイッチ・コスト:機能的近赤外分光法(fNIRS)を用いて」第 1 言語としてのバイリンガリズム研究会(BiL1)2014 年度春期大会. 2014.5.31. 立教大学池袋キャンパス(東京都・豊島区)

田浦秀幸「バイリンガル第 1 言語の保持と喪失:3 年間縦断言語データと脳イメージングデータの総合考察」第 1 言語としてのバイリンガリズム研究会(BiL1)2013 年度秋期大会. 2013.10.20. 関西学院大学梅田サテライト(大阪府・大阪市)

田浦秀幸「バイリンガル脳を覗く:帰国生と国際結婚家庭の子供達を対象に」立命館大学国際言語文化研究所主催連続講座「バイリンガリズムをほりさげる」2013.10.18. 立命館大学(京都府・京都市)

TAURA, Hideyuki & SHIMIZU, Tsukasa & 張旋 "Bilingual First Language Development from Linguistic and Neuro-Imaging Perspectives" 4th International neuroELT Conference.2013.7.6. 南山大学(愛知県・名古屋市)

TAURA, Hideyuki, "Language attrition through the two lenses of conventional and brain-imaging analyses" 9th International Symposium on Bilingualism,2013.6.10-13, Nanyang Technological University Singapore (Singapore)

〔図書〕(計 2 件)

田浦 秀幸、マイナビ出版、科学的トレーニングで英語力は伸ばせる!、2016、208

田浦 秀幸他、大修館書店、バイリンガリズム入門、2014、「243 (67-80, 149-160, 175-190)」

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等(所属機関データベース)

<http://research-db.ritsumeai.ac.jp/Profile/77/0007622/profile.html>

les/77/0007622/profile.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田浦 秀幸 (TAURA, Hideyuki)
立命館大学・言語教育情報研究科・教授
研究者番号: 40313738

(2) 研究協力者

渋川 真理 (SHIBUKAWA, Mari)
茨木市立彩都中学校・英語教諭
前川 哲哉 (MAEKAWA, Tetsuya)
立命館宇治中学校・高等学校・英語教諭