

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K02916

研究課題名(和文)外国語教育におけるアクティブ・ラーニングと脳活動

研究課題名(英文)Active learning for tertiary English education : Brain activity analysis

研究代表者

中野 秀子 (NAKANO, HIDEKO)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・博士研究員

研究者番号：20309735

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では脳科学的に以下の事がわかった：習熟度に合った語彙レベルの教材で学習者の脳活動は賦活する。空所付き視覚提示は情報量を制限し、注意の焦点を示すので集中力が増加する。Shadowingは、高次な活動で、学習者のレベルに応じた教材・学習法が必要である。ペア・タスクは協調によって右脳が活性し、知識を応用したDiscussionは協調領域や言語領域が賦活するアクティブな活動であるが、習熟度の低い方が協調性が大きく、相手に頼る可能性もある。個人のレベルに合った学修・教授法による個人の基礎学修後に、グループワークやアクティブ・ラーニングを行うサイクルを繰り返すことが望ましい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって脳科学的に以下を英語教育の指針として提案することは意義がある：習熟度に合った語彙レベルの教材で学習者の脳活動は賦活する。空所付き視覚提示は情報量を制限し、注意の焦点を示すので集中力が増加する。Shadowingは、高次な活動で、学習者のレベルに応じた教材・学習法が必要である。ペア・タスクは協調によって右脳が活性し、知識を応用したDiscussionは協調領域や言語領域が賦活するアクティブな活動であるが、習熟度の低い方の協調性が大きく、相手に頼る可能性もある。個人のレベルに合った基礎学修後に、グループ・ワークやアクティブ・ラーニングを行うサイクルを繰り返すことが望ましい。

研究成果の概要(英文)：In this study, effective teaching method for Japanese students in tertiary English (L2) classroom lessons was assessed in terms of brain activation (BA) using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). Four factors associated with brain activation(BA), level of target words (higher/lower), task (listening/speaking/shadowing), and English proficiency based on their TOEIC score (higher/lower group), were investigated. Suggestions for effective learning include choosing an appropriate word level, focusing on the target word or sentence by using spacing with blanks depending on individual proficiencies, and designing the tasks depending on individual working memory (WM) capacities. During pair work, increase in BA at right IFG and TPJ area showed correlation to corporation between participants and that at the left language-related area suggested that group task is effective for language learning.

研究分野：神経言語学

キーワード：アクティブ・ラーニング 教材提示法 英語習熟度 言語野 ワーキングメモリー 右脳 ペア fNIR

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

新学習指導要領改訂ではアクティブ・ラーニングが重視され、高等教育においてもアクティブ・ラーニングの視点に基づいた授業の推進がなされてきた。最近の研究報告で、ペアによる協調時と競争時の脳内変化に右の下前頭回 (inferior frontal gyrus, IFG)が関与し[1], 自らの行動を他者と協調させる実験で、右の側頭頭頂接合部 (temporo-parietal junction, TPJ)が他者との協調時に関与していることが報告されている[2]。申請者は学習者の英語力(習熟度)とアクティブ・ラーニングに関連性が高いと実感しており、習熟度と学習活動による脳科学的知見が効果的にアクティブ・ラーニングを導入する手掛かりとなる。

### 2. 研究の目的

本研究ではアクティブ・ラーニングの活動と英語習熟度の上位・下位群の参加者について、脳波 (EEG) と近赤外光脳機能イメージング (fNIRS) を使って脳血流変化を測定し、脳内活動の特徴を調べ、(a) コンテンツの難易度, (b) 教材提示の違い, (c) 能動的・受動的活動, (d) 習熟度の違い, の4つの要素について検討し、効果的な学習法について提言する。

### 3. 研究の方法

#### (1) EEG 測定実験

初年度は予備実験として脳波実験を行い、特に実験方法の考察を行った。能動的/受動的、個人/ペア学習について脳波測定を行い、ペア学習では16チャンネルの電極を8チャンネルに分けて同時測定を行った(図1)。参加者は右利き男子健常者であった (n=18, 20~26歳)。

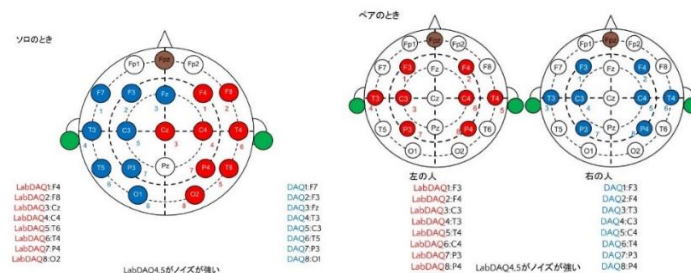


図1. 電極配置図

#### (2) 脳血流測定実験

初年度の実験プロトコルを修正し、課題実行中の脳表面における oxyHb を測定した。測定時間はタスク開始1秒後からタスク終了1秒までの時間とした。英文表記有、ブランク有、英文表記無、の3つの表示形態で語彙、Listening, Speaking, Shadowing, ペアで推測して相手に話す(アクティブ活動)課題でそれぞれ視覚提示有、空所付き視覚提示、視覚提示無の3種類の資料について課題中の脳内血流賦活について調べた(表1)。測定には島津アドコム社のポータブル光脳機能イメージング装置 LIGHTNIRS を使用した。参加者は右利き男子健常者で (n=18, 20~26歳), 上位群: 574.4 (n=9) と下位群: 441.7 (n=9)(TOEIC IP test score)の2群に分けた。

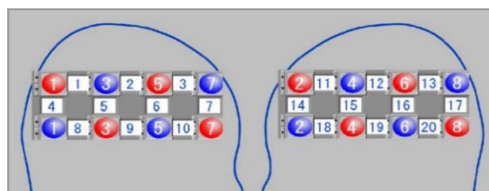


図2. LIGHTNIRS プローブ配置図と脳部位

ch12,13: 縁上回周辺

ch17: 角回周辺

ch16,19, 20: Wernicke 野周辺

ch18,15: Broca 野周辺

ch 9: 右聴覚野周辺

ch3, 6, 7, 10, 11,14: 前頭前野付近

表1. 実験プロトコルのタスク

タスク	Word Level		
	Low (WRL)	High (WRH)	
Word Recognition	視覚提示有	空所付き視覚提示	視覚提示無
Listening	Unclosed (LU)	With Blank (LB)	Closed (LC)
Speaking	Unclosed (SU)	With Blank (SB)	Closed (SC)
Shadowing	Unclosed (ShU)	With Blank (ShB)	Closed(ShC)
Pair	Silent Reading (PSR)	Answering Question (PA)	Discussion (PD)

4. 研究成果

(1) 初年度は能動的/受動的, 個人/ペア学習について脳波測定を行い, 脳波  $\alpha, \beta, \theta, \gamma$  波の中で  $\theta$  波が最も有意に増加したが, 個人差間の変化が大きく, task と学習活動間の特徴が得られなかったので次年度の実験プロトコルの修正と準備を優先した.

(2) 2年目の実験のタスクをデザインし(表1)実験を行い, 測定した2群の oxyHb の賦活量について対応のない t 検定を用いた解析を行った. それぞれの結果を示した図の有意差を以下の4色で表す: 赤(有意差あり,  $p < .01$ ); 黄色(有意差あり,  $p < .05$ ); 緑(有意傾向あり,  $p < .1$ ); 白(有意差なし,  $p > .1$ ).

①語彙認識 task では, 語彙レベルが高い場合, Broca 野と Wernicke 野周辺に相当する領域, 及び右前頭前野部周辺で上位群が有意に賦活した (ch15,16  $p < .05$ ; ch5, 6, 10, 12, 13, 18, 19  $p < .1$ ) (図3) 前頭前野部はワーキングメモリ (WM) に関与しており, 上位群がレベルの高い語彙に関して言語と WM に関連する領域の脳活動をより活性化していたことが示唆される.



図3. 語彙認識タスク中の賦活 (HG > LG) (gravitation はCEFR のC2 レベル)

②Speaking Task の初めに会話文を聞かせた Listening Task (LU)では, Broca 野と Wernicke 野周辺に相当する領域 (ch19,16,13)と前頭前野周辺に相当する領域で HG の賦活が有意に増大し, WM が使われたことを示唆した (ch12, 15, 19  $p < .05$ ; ch13, 16  $p < .1$ ) (図4) .

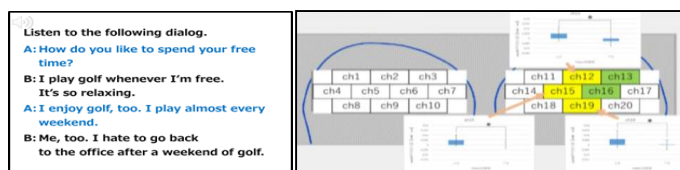


図4. Listening (LU) タスク中の賦活(HG > LG)

一方, 図4の Listening (LU) 後の SB 課題で, LG が HG より高く賦活し, ブローカ野周辺領域 (ch19,  $p < .05$ ) と縁上回とウェルニッケ野周辺領域 (ch12, 16,  $p < .1$ ), および前頭前野周辺領域 (ch10,18,  $p < .05, .1$ ) でそれぞれ有意差が認められた (図5) .

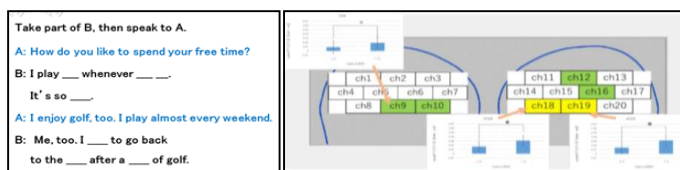


図5. LU タスク後の Speaking (SB)タスク中の賦活 (HG < LG)

LB タスク後の SU タスクでは, listening (LB) 中の前頭前野周辺領域 (ch3) で HG が有意に賦活し, HG の WM が有意に活性化されたことを示唆した ( $p < .05$ ) (図6) .

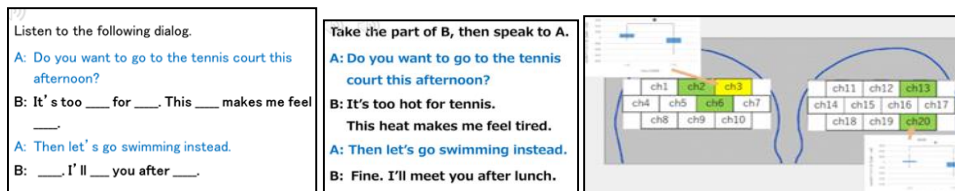


図6. LB タスク後の SU タスク中の賦活 (HG > LG)

③ Shadowing を始める前の Listening (LU) では LG の賦活量が HG より高く、角回周辺領域 (ch13), Wernicke 野と Broker 野周辺領域 (ch15,16), 及び右の前頭前野周辺領域 (ch6) で有意に賦活した (ch13  $p < .01$ ; ch6, 15, 16  $p < .05$ ) (図 7). 英文中の語彙レベルは CEFR の A1 であった. この結果から、難易度の低い視覚提示有のリスニング課題が LG のレベルに合っており, WM を活性化させて学習されていたと考えられる. また、右脳の賦活が有意だったことから、音としてもとらえていることが推察される.

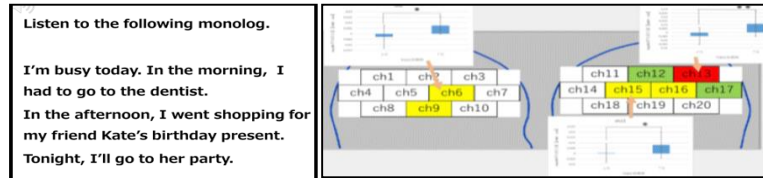


図 7. LU タスク中の賦活 (HG < LG)

一方, LU 後のシャドーイング・タスク (ShU) では HG のほうが前頭前野周辺領域 (ch14) で有意に高く賦活していた ( $p < .1$ ).

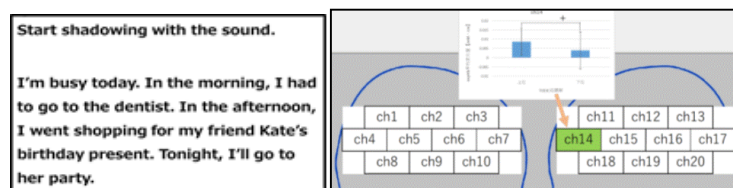


図 8. ShU タスク中の賦活 (HG > LG)

同様に, ShC では右前頭前野周辺領域で HG の賦活が有意に大きく、シャドーイングというタスクが高度で, HG が WM を使って集中して学習していることを示唆した (ch3,  $p < .05$ ) (図 9).

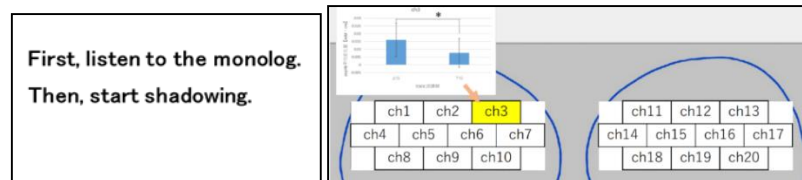


図 9. ShaC タスク中の賦活 (HG > LG)

④ ペアワーク黙読タスク (PSR) では, HG の右下前頭回 (IFG) と右側頭頭頂接合部 (TPJ) 周辺領域で有意に賦活し, HG が関与者との協調によって影響されていると考えられる[1][2]. (ch5  $p < .05$ ; ch6, 8, 9  $p < .1$ ) (図 10).

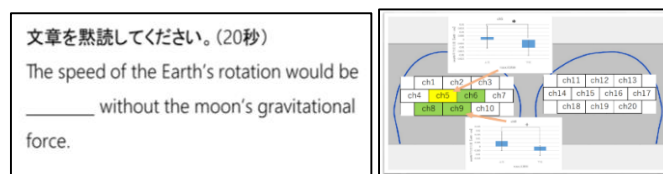


図 10. PSR タスク (HG > LG)

ペアで正解を考えて発話するタスク (PA) でも HG の右下前頭回 (IFG) 周辺領域が有意に賦活し, 他者との協調に関わっていることが影響しているのかもしれない[1]. (ch6  $p < .1$ ) (図 11).

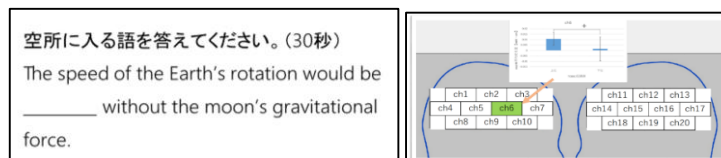


図 11. PA タスク (HG > LG)

ペアで話し合っって解答するタスク(PD)では、右脳の ch6 で LG のほうが HG より有意に賦活し ( $p < .05$ ), ch17 では HG のほうが LG より有意に賦活した ( $p < .1$ ) (図 12).



図 12.PD タスク(ch6 HG < LG  $p < .05$ ; ch17 HG > LG  $p < .1$ )

これらの結果から, Discussion のように知識を応用した活動は, 他者との協調する活動や言語野活動が増大し, 両者にとってアクティブな活動であるといえる。

## 5. まとめ

本研究でから示唆されることは以下の通りである。

1. 習熟度に合った語彙レベルの教材によって学習者の脳活動は賦活する。
2. Listening タスクでも同様に, 学習者の習熟度に合った語彙レベルの教材で脳活動は活性化する。
3. Listening, Speaking タスクでは空所付き視覚提示によって, 習熟度の低い学習者の情報量を制限し, 注意の焦点を空所によって示す事によって注意が集中され学習効果が得られる。
4. 習熟度の高い学習者にとっても同様に空所付き視覚提示によって対象に注意が集中され, 学習効果が得られる。
5. Shadowing は, Listening や Speaking より高次のタスクであり, 習熟度の高い学習者は視覚提示有・無とも集中して学習していたが, 習熟度の低い学習者の集中力との間に差があり, 学習者のレベルに応じた教材・学習法が必要である。
6. ペアタスクは他者との協調によって習熟度の高低にかかわらず右脳が活性化し, Discussion のような知識を応用した活動では, 他者と協調する活動や言語野活動が増大し, 両者にとってアクティブな活動であるといえる。
7. しかしながら, ペアの習熟度の低いほうの言語関連領域の賦活が低く, 協調性領域の賦活が高かったことから, 相手に頼っている可能性もある。
8. 本研究の知見から, 個人のレベルに合った学修・教授法によって個人学修・基礎学修を十分に行い, その後, グループワークやアクティブ・ラーニングを行ってさらに学びを深めるサイクルを繰り返しながら, より高い学修目標へ導くモデルを提案する(図 13)。

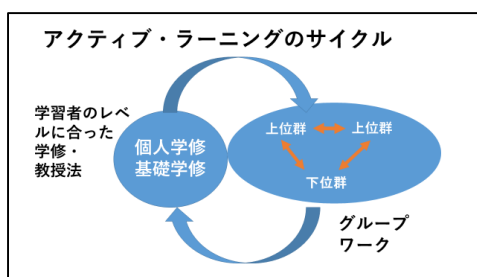


図 13. アクティブ・ラーニングのサイクルモデル

## 引用文献

- [1] T. Liu, H. Saito, M.Oi. A Role of the right inferior frontal gyrus in turn-based cooperation and competition: A near-infrared spectroscopy study, *Brain and Cognition*, **99** (2015) 17–23.  
 [2] M.O. Abe, T.Koike, S.Okazaki, S.K. Sugawara, K.Takahashi, K.Watanabe, N. Sadato, Neural correlates of online cooperation during joint force production, *NeuroImage*, **191** (2019) 150–161. Doi 10.1016/j.neuroimage.2019.02.00310.1016/j.neuroimage.2019.02.003

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 NAKANO Hideko, UEDA Masanobu, NATSUME Kiyohisa, INOUE Masao, SO Mari	4. 巻 2019
2. 論文標題 Effective learning material for English (L2) assessed in terms of brain activation using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Conference Proceedings. Innovation in Language Learning 2019	6. 最初と最後の頁 374-379
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.26352/DY14_2384-9509	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 NAKANO, Hideko, UEDA, Masanobu, NATSUME, Kiyohisa, INOUE Masao, SO, Mari
2. 発表標題 Effective learning material for English (L2) assessed in terms of brain activation using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)
3. 学会等名 International Conference. Innovation in Language Learning 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野秀子
2. 発表標題 小学校英語の語彙教育－fNIRSのデータ分析からの提言－
3. 学会等名 大学英語教育学会（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	夏目 季代久  (NATSUME KIYOHISA)  (30231492)	九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授    (17104)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	植田 正暢  (UEDA MASANOBU)  (50321295)	北九州市立大学・基盤教育センター・准教授    (27101)	
研究 協 力 者	井上 正雄  (INOUE MASAO)		