

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：34315

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24652108

研究課題名(和文)形式別、筆記テスト時と会話時の脳活動の近似性の比較検証

研究課題名(英文) Examination of similarities and dissimilarities of brain activity data: Comparing various written tests and speaking tasks.

研究代表者

平田 裕 (HIRATA, Yu)

立命館大学・言語教育情報研究科・教授

研究者番号：00340753

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：日本語学習者の筆記テスト時と日本語会話時の脳活動の近似性・相違性に関して、以下のよう
な知見が得られた。初級学習者は筆記テストと会話タスクが同程度の脳賦活総量を示すものがある。中級学習者は全
般的に筆記テスト時よりも会話時の脳賦活総量が多い。中上級学習者の場合、会話時は左脳右脳の賦活量は同程度で
あるが、筆記テスト時は左脳優位であった。筆記テスト時と日本語会話時の相関分析では、酸素化ヘモグロビンデー
タの方は全て正の相関であるのに対し、脱酸素化ヘモグロビンデータの方は負の相関を示すチャンネルが多い。

研究成果の概要(英文)：This study examined the brain activity data of learners of Japanese. With regard
to the similarities and dissimilarities between the written tests and the speaking tasks, the brain
activity data provided the following findings. As for the beginner level learners, some of the written
tests and the speaking tasks showed about the same degree of brain activation. As for the intermediate
learners, the brain activation during the speaking tasks was generally higher than that of the written
tests. Also, the intermediate learners showed about the same degree of brain activation between the right
and the left hemispheres during the speaking tasks. When taking the written tests, however, the brain
activation in the left hemisphere was higher. Also, the correlation analysis showed us that all of the
oxy-hemoglobin data exhibited the positive correlation while the deoxy-hemoglobin data exhibited negative
correlation in more channels.

研究分野：日本語教育学

キーワード：筆記テスト時と会話時の脳活動の比較 fNIRS 脳イメージング 脳賦活

1. 研究開始当初の背景

日本語教育を含め、近代の外国語教育においては、文法や単語などの知識偏重から実際の会話力/運用力を重視するようになってきているのは周知の通りである。しかし、実際問題として、教育現場では学習者の人数の問題や、「会話力」という総合的なスキルを客観的に評価する難しさから、教育成果を検証する方法として筆記テストに頼っている部分が多い(会話力評価の難しさについては、Bachman and Savignon 1986; Brown 2005 など)。

文法や単語などの知識を測ることは、もちろん学習成果の一部を検証するためには必要なことである。しかし、選択式や穴埋め式のテストで高い点数が取れるように勉強し、実際にコンスタントに高い点数が取れるようになって、日常生活の会話力に直接つながっていないというのも、私達自身の学習経験と教育経験から分かることである。では、どのようなテスト形式であれば、学習者がそれを意識することによって会話力向上につながり、教師側からすると会話力評価につながるのであろうか。言うまでもなく、筆記テストは本来会話力を測るものではない。会話力を測るには、会話をしながらその場で評価する場合と、録音したデータを評価する場合があるが、いづれにしても、実際の会話を直接評価するのが一番望ましい(牧野ほか 2001)。しかし、筆記テストを会話力向上やその評価に有効に使うことができれば、教育現場でのメリットは大きいと言える。

2. 研究の目的

筆記テスト形式の妥当性の検証は、これまで内容や形式の考察、そして統計的確認が主だったものであり、脳の働きに着目したものはなかった。技術の進歩に伴い、各種の脳イメージング機器が開発され、現在では言語学や応用言語学の分野でも盛んに研究に使われるようになってきている。本研究の目的は、日本語学習者の筆記テスト時と日本語会話時の脳活動の近似性・相違性を脳イメージングによって客観的に明らかにし、会話力向上やその評価につながる筆記テスト形式を追究することである。

この研究の新規性・貢献は以下のようにまとめられる。

(1) 筆記テスト活用: 脳活動の近似性・相違性という新しい切り口で、筆記テストを会話力向上やその評価に有効活用できないか、新たな可能性を追究している。

(2) 研究手法の応用: 脳イメージング技術を使ったこれまでの言語研究は、言語機能と脳の部位の対応に着目した研究、つまり、人と脳が主たる研究対象であった(Peterson et al. 1988; 大石 2002; Scherer et al. 2006 など)。これに対し、本研究は各種筆記テストおよび会話という、教育現場での言語使用

行動そのものを主たる研究対象としている。外国語教育分野での脳イメージング技術の新しい応用方法を探究するものである。

3. 研究の方法

本研究では、脳イメージングには fNIRS (Functional Near-infrared Spectroscopy: 近赤外光分光法)を使用した。脳イメージングには fMRI、PET など様々な手法があるが、今回の研究で使用している fNIRS は、非侵襲性で安全性が高い、体の位置や向きに制約が少ない、測定時に大きな音を発生しないなどのメリットがあり、筆記タスクおよび会話タスクを行う今回の実験に適していると言える。fNIRS システムは、血液成分中のヘモグロビンの近赤外光に対する吸光量の変化を測定し、酸素化ヘモグロビン (oxy-hemoglobin: oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-hemoglobin: deoxy-Hb)、そして総合ヘモグロビン (total-hemoglobin: total-Hb) の濃度変化を計算によって求める。実際に fNIRS が測定値として出すものは濃度変化と光路長の積で、単位は $\text{mM} \cdot \text{mm}$ (または $\text{mmol} \cdot \text{mm}$: ミリモル(/L)・ミリメートル)となる。

タスクとして使用した筆記テスト形式は、三択(1問につき選択肢3つ)、パズル式三択(3問に対し3つの選択肢を当てはめるもの)、訳(被験者の母語/媒介語から日本語を産出)、会話式(コンテキストを提示して日本語を産出させるもの)の合計4形式である。会話タスクとしては、日本語での会話と被験者の母語(または媒介語)での会話の2つである。

実験タスクとして被験者に筆記テストを数種類受けてもらい、最後に短い会話を日本語と被験者の母語で数回行う。これらのタスク時の脳活動の状況を fNIRS で測定し、脳活性化部位の分布(マッピング図)、および、活性化状態の時間変化(トレンド図)で視覚的に脳活性化(脳賦活)の傾向を把握する。

また、定量的な分析としては、分散分析で活性化度(賦活量)に差があるかどうか、相関分析で賦活パターンの相関性を検証する。

分散分析では、タスクタイプを要因とした一元配置、6水準(選択/パズル式三択/訳/会話式/日本語会話/母語会話)の分散分析を行った。同一個人内での検証で、対応ありのデータである。対象とするチャンネルは、これまでに分かっている代表的な言語野ということで、今回の分析ではブローカー野およびウィルニッケ野に一番近いと考えられる2つのチャンネルに限定した。ブローカー野とウィルニッケ野を比較することが目的ではないので、それぞれ別に分散分析を行った。

相関分析では、近似性を探る指標を広く検証するために、oxy-Hb(酸素化ヘモグロビン)と deoxy-Hb(脱酸素化ヘモグロビン)の双方について相関分析を行った。相関分析の対象とするタスクは全種類、つまり、三択、パズ

ル式三択、訳、会話式、日本語会話、母語会話の6種類であるが、全ての組み合わせではなく、日本語会話時との相関を見ることを主たる目的として分析した(例えば、三択 vs. 日本語会話、パズル vs. 日本語会話など)。それぞれのタスクの組み合わせで、同じチャンネル同士に相関性があるかどうかを検証した(例えば、三択のチャンネル 25 vs. 日本語会話のチャンネル 25)。

本研究では、研究方法の検討・確立自体が継続的な課題であったが、fNIRS の測定部位と測定チャンネル数、また、同種類タスクの繰り返し回数なども含め、全体の実験デザインは年度毎に精査して改善していった。

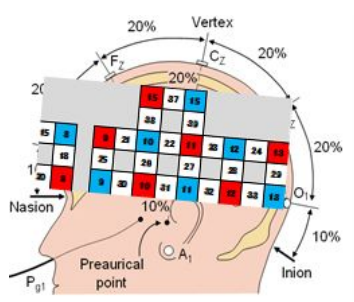


図1 International 10/20 system と測定部位の対応イメージ

3年間のプロジェクトで延べ36名を対象とし、約40時間ほどの実験を行った。

4. 研究成果

3年間の研究により、以下のような知見が得られた。

- (1) 筆記テストの形式としては同形式でも、問題の内容によって脳賦活の部位と賦活の程度は異なる。

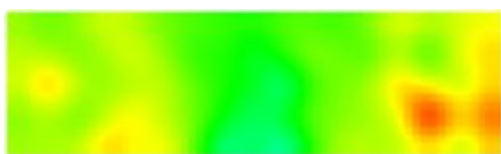


図2 脳活性化部位の分布を示すマッピング図の例(会話式)

- (2) 同様に、会話タスクにおいても被験者の日本語レベルと話す内容によって、脳の活性化は異なったパターンを示し、賦活総量も著しく違う。

- (3) 全般的に、中級学習者は筆記テスト時よりも会話時の脳賦活総量が大きい。

- (4) 初級学習者は筆記テストと会話タスクが同程度の脳賦活総量を示すものがある。

- (5) テンドグラフによるデータの検証では、初級学習者・中上級学習者とも会話時は

脳活動が活発であるのに対し、筆記テスト時の脳賦活度はあまり高くない。

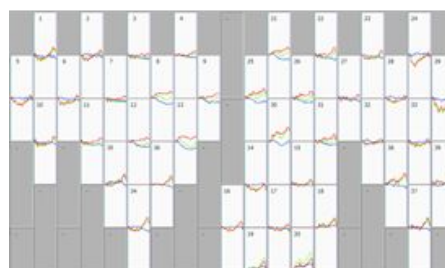
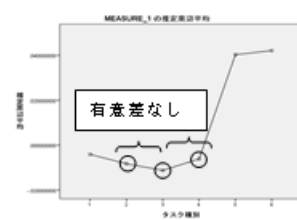


図3 脳活性化の時間変化を表すトレンドグラフの例(パズル式三択)

- (6) 中上級学習者の場合、会話時は左脳右脳の賦活量は同程度であるが、筆記テスト時は左脳優位であった。

- (7) 初級学習者では、ブローカー野における賦活度の分散分析で「選択パズル vs. 訳」、「訳 vs. 会話式」、「選択パズル vs. 日本語会話」が近似性(差異に統計的有意差なし)を示した。中上級者に関しても、会話力が低い実験協力者のデータに有意差がない組み合わせが2つあり、会話力との関係が疑われる。



タスク種別 1: 選択 2: 選択パズル 3: 訳 4: 会話式 5: 日本語会話 6: 母語会話

図4 分散分析プロット図の例(ブローカー野)

相関分析は試行段階であったが、1名のデータに対して分析を行い、以下のような知見が得られた。

- (8) まず顕著なことは、oxy-Hb(酸素化ヘモグロビン)データの方は全て正の相関であるのに対し、deoxy-Hb(脱酸素化ヘモグロビン)データの方は負の相関を示すチャンネルが多い。(タスクの全組み合わせ中、高い相関を示すチャンネルが11ある中、負の相関は6チャンネル)

- (9) oxy-Hb データでは、母語会話と日本語会話を比べた場合が高い相関のチャンネルが一番多い(11チャンネル)。この結果からは、今回の分析対象の14チャンネルに関しては、外国語(日本語)での会話と母語での会話は、全く脳の働き方のパターンが違うという訳ではなく、高い近似性を示すということが考えられる。また、高い相関を「示さなかった」のは、チャンネル 8, 9, 32 の3つであり、

この被験者の場合、この3つの部位が外国語での会話時と母語での会話時の脳活動の違いを特徴づける部分である可能性も考えられる。

(10) 筆記タスクの中ではパズル式選択タスクが日本語会話との高い相関を示すチャンネル数が一番多かった (oxy-Hb での比較で、他のタスクが2つ、3つのところ、パズル式は5つ)。今回の分析結果からは、oxy-Hb の増減パターンとしてはパズル式と日本語会話との間に近似性がありそうである。

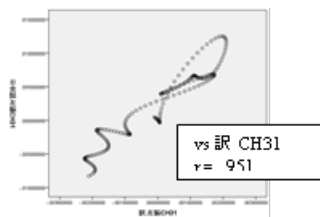


図5 「高い相関」の範囲にある散布図の例 (日本語会話 vs. 訳)

この3年間の研究プロジェクトで、実験・分析を重ねるごとに研究テーマの複雑さ、脳活動の複雑さがより具体的に明らかになってきたと言えるが、それぞれの実験・分析で出てくる課題に対応する形で、研究方法も継続的に改善してきた。今後も研究を進め、最終的には筆記テストを会話力向上やその評価に有効に使う方法の模索・検証につなげたい。

<引用文献>

Bachman, L. F. and Savignon, S. J. (1986) The evaluation of communicative language proficiency: A critique of the ACTFL oral interview. *The Modern Language Journal*, 70 (4), 380-390.

Brown, A. (2005) *Interviewer Variability in Oral Proficiency Interviews*. New York: Peter Lang Publishing.

牧野成一・鎌田修・山内博之・斉藤真理子・荻原稚佳子・伊藤とく美・池崎美代子・中島和子(2001) 『ACTFL OPI 入門』アルク

Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintun, M., & Raichle, M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331, 585-589.

大石晴美(2002)「リスニングとリーディングにおける言語情報処理過程を探る - 光トポグラフィにおける脳科学的解明に向けて - 」『金城学院大学論集 英米文学編』第43号, 25-47. (英語学論説資料第36号収

録)

Scherer, L. C., Giroux, F., Lesage, F., Senhadji, N., Benali, H., and Ansaldo, A. (2006) An optical imaging study of semantic and syntactic processing by bilinguals. *Brain and Language* 99(1-2), 185-186.

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 3 件)

平田 裕、日本語初級学習者の筆記テスト時と会話時の脳活動 - fNIRS データの相関分析試行 -、立命館大学言語科学研究、査読有、5巻、2015、pp. 7-32

平田 裕、日本語初級学習者の筆記テスト時と会話時の脳活動 - fNIRSによる継続的研究(トレンドグラフと統計分析) -、立命館大学言語科学研究、査読有、4巻、2014、pp. 37-63

平田 裕、形式別、筆記テスト時と会話時の脳活動の検証に向けて: fNIRSによるパイロットスタディ、立命館大学言語科学研究、査読有、3巻、2013、pp. 43-74

〔学会発表〕(計 3 件)

平田 裕、筆記テスト時と目標言語会話時の脳活動の近似性 - 日本語中上級学習者 fNIRS データの個人内検証 -、日本言語テスト学会 第18回全国研究大会、2014年09月20日、立命館大学びわこくさつキャンパス(滋賀県草津市)

平田 裕、初級学習者の筆記テスト時、会話時の脳活動 - fNIRS データの個人内検証 -、2014年日本語教育国際研究大会(シドニー)、2014年07月11日、シドニー工科大学(オーストラリア シドニー)

平田 裕、fNIRSによる筆記テスト時と会話時の脳活動の検証 - 脳賦活量に着目して -、2013年度日本語教育学会秋季大会、2013年10月13日、関西外国語大学(大阪府枚方市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平田 裕 (HIRATA Yu)
立命館大学・言語教育情報研究科・教授
研究者番号：00340753