

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K00725

研究課題名(和文)日本語教育における筆記テスト時と会話時の脳活動の近似性・相違性の研究

研究課題名(英文) A study of similarity and/or dissimilarity of brain activation of Japanese learners during written tests and conversation

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) 2,800,000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。前頭前野部も言語野も、筆記テスト時より会話時の方が脳の賦活度が大きい。右脳・左脳の優位性については個人・タスク別に一概に言えず、習得段階やタスク毎の脳活動の複雑さを反映していると考えられる。脳の賦活度については、並べ替えタスクが脳を一番活性化し、会話時の脳の状態に近いと考えられる。中上級学習者の特定の個人に関しては、四択タスクまたは和文読解タスクが近似性が高い。酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンのどちらを指標にすべきかという点では、引き続き脱酸素化ヘモグロビンに注目する意義が確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本語教育を含め、現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。しかし、実際問題として、教育現場では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。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。本研究では、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・相違性についての知見を蓄積してきている。研究結果の将来的な応用としては、脳活動の質的・量的な近似性・相違性という新しい視点から、会話力の推定(評価)や向上に寄与する筆記テストの開発が考えられる。

研究成果の概要(英文)：The following findings were obtained regarding the similarities and/or dissimilarities of brain activation of Japanese learners during the written tasks and conversation. Both the prefrontal cortex and the language areas were more activated during conversation than during the written tasks. The hemispheric dominance could not be generalized to each individual or task. It seemed to reflect the complexity of brain activities due to the different learning stages and language tasks. The rearrangement tasks activated the brain the most. In that respect, they were closer to the conversation tasks. As far as the examined upper-intermediate learners were concerned, the four-option multiple-choice tasks or Japanese reading comprehension tasks exhibited a higher degree of similarities. In terms of whether we should use oxy-hemoglobin or deoxy-hemoglobin as the main indicator for the experiment, we confirmed the importance of continuing to pay attention to the deoxy-hemoglobin data.

研究分野：日本語教育学

キーワード：日本語学習者の脳活動 筆記テストと会話 脳活動の近似性と相違性 fNIRS (近赤外光分光法) 日本語の会話力

1. 研究開始当初の背景

日本語教育を含め、現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。外国語教授法としては、文法訳読法からオーディオリンガル、そしてコミュニカティブ・アプローチという大きな流れがあり、その後の Focus on form も運用/実践の中で正確性を上げていこうというのが基本的な考えとなっている。また、外国語能力の評価も CEFR や日本語 Can do リストなど、知識ではなく運用力を評価するものが広がってきている。

しかし、実際問題として、大学などの教育現場では外国語の教育成果を検証する方法としては相変わらず従来通りの筆記テストに頼っている部分が多い。これは学習者の人数と会話テストに必要な時間の問題や、「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などが大きな理由だと考えられる(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、そして理解力などを測ることは、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も、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。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。言い換えると、筆記テストによって会話時の頭の使い方を疑似的に生み出せないか、そのためにはそれぞれの活動時の脳活動を客観的に比較・検証しなければならないという考えに至った。

筆記テストの代表的な形式としては、選択式、穴埋め式、記述式、翻訳などがあるが、これらのテスト形式の妥当性の検証は、今までのところ、目標技能とテスト内容の対応の考察、そして統計的確認が主である(Bachman 1990; Bachman and Palmer 1996; 大友・中村 2002; Hughes 2002; 近藤ブラウン 2012 など)。このような背景的状况に対し、本研究では、日本語学習者の筆記テスト時と日本語会話時の脳イメージング実験を行い、脳活動の近似性・相違性という新しい視点で、会話力の推定(評価)につながる筆記テストの形式について研究しようとするものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、脳活動の近似性・相違性という新しい視点で、会話力の推定(評価)につながる筆記テストの形式について研究することである。

研究対象の独自性について述べると、従来の脳科学と心理言語学の研究対象は「言語と脳」そのものであり、研究目的は「言語と脳機能の関係の解明」にある。外国語教育への応用は、得られた知見の応用という形をとっている。一方、本研究は日本語教育の現場で日常的に使用する成果検証方法の1つ、すなわち、筆記テストを研究対象とし、脳科学の手法を教育現場での応用に直接つなげるものである。本研究では「会話時との脳活動の近似性・相違性」という新しい視点で筆記テストの様々な形式を比較検証する。

外国語教育において、普通に考えると筆記テストと学習言語での会話は全く違うものである。しかし、脳の活動の仕方という点では相違点だけでなく、言語処理上の近似性もあるはずである。この近似性と相違性を脳科学の客観的なデータをもって検証する。

3. 研究の方法

日本語学習者の筆記テスト時と日本語会話時の脳イメージング実験を行い、脳活動の近似性・相違性を検証する。脳イメージング実験には fNIRS (Functional Near Infrared Spectroscopy, 機能的近赤外分光法) を使用する。脳イメージングには様々な手法があり、それぞれの測定方法で特徴(空間分解能や時間分解能など)が違うが、本研究では次の3つの理由から fNIRS を使用することとした。

- (1) 無害な光を用い、非侵襲性で最も安全性が高い。
- (2) 体の位置や向きに制約が少なく、外国語学習の実際の状態に近い形で実験ができる。
- (3) 測定装置が大きな騒音などを発生しないので、言語タスクを行うのに適している。

脳イメージング技術を応用した言語学・応用言語学分野での先行研究については、PET を用いた先駆的な Petersen et al. (1988) の実験研究から、バイリンガリズム研究の Scherer et al. (2006)、加齢と語彙処理の関係を研究した Amiri et al. (2014)、読解に障害を持つ児童の読解トレーニング評価に関する Horowitz-Kraus et al. (2014) などまで、様々な形で応用が進んできている。これらの先行研究には大きく2種類のタイプがあると言える。1つは、個人や同一の属性をもつ被験者グループに対し違うタスクを行い、言語機能と脳賦活部分の対応を特定しようとするタイプの

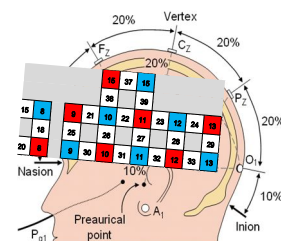


図1 International 10/20 system と測定チャンネルの対応イメージ

研究である(城生 1997; Scherer et al. 2006; 芋阪 2007 など)。もう1つのタイプは、中級学習者と上級学習者の違い、健常者と統合失調症患者の違い、諸条件の違うバイリンガルグループ間の違い、また、同一個人の時期的な変化などを脳イメージングによって検証しようとするものである(大石 2002; Kubota et al. 2005; Taura and Nasu 2012 など)。

これに対し、本研究は学習言語での各種筆記テストおよび会話、つまり学習言語での言語タスク自体を主たる研究対象とする。これは先行研究にはなかった脳科学の応用である。

脳科学での検証はデータの蓄積が重要であり、実験の実施と分析に時間がかかるため、全体として5年計画とする。年度毎に、筆記テストの項目、難易度、会話のトピック、脳実験の測定部位などの複雑な変数を見直して実験を行う。fNIRS 機が提供しているトレンドグラフで測定部位毎の脳血流データの変化傾向を視覚的に検証し、相関分析で測定部位毎の近似性・相違性を検証する。

4. 研究成果

データの分析はトレンドグラフによる脳血流データの変化傾向の把握と、相関分析での測定チャンネル毎の近似性・相違性の検証であるが、トレンドグラフの例を3つ、相関分析の結果の表の例を1つあげておく。(例示しているトレンドグラフにおいてデータの動きが極端に激しく、グラフが塗りつぶしのようになっている測定チャンネルは、後頭部に近くて髪の毛が多いなどの理由でノイズを拾っているチャンネルである。これらは主な言語野からは外れており、本研究の分析対象外のチャンネルとしている。)

5年計画のプロジェクトの初年度にあたる2018年度は、初級6名、中級5名、上級1名、超級3名、合計15名の日本語学習者を対象として脳実験を行った。研究協力者の母語は、中国語、韓国語、スペイン語、英語である。

トレンドグラフでの分析と相関分析の結果、主なものとしては以下の知見が得られた。

(1) 前頭前野部も言語野も、筆記テスト時より会話時の方が脳の賦活度が大きい。

(2) 言語タスクであるため、一般的に前頭前野部よりも言語野の反応の方が大きい。言語野前頭前野はゼロ値付近で上下に振れるという傾向がある。

(3) 右脳・左脳の優位性については個人・タスク別に一概に言えず、習得段階やタスク毎の脳活動の複雑さを反映していると考えられる。

(4) 前頭前野部の反応からすると訳タスクは会話との近似性が低く、言語野の反応からすると三択タスクは会話との近似性が低い。

プロジェクトの2年目にあたる2019年度は前年度の研究方法を基本的に継続し、脳実験によるデータの収集と蓄積したデータの分析を行った。2019年度の研究協力者は、初級7名、中級9名、上級7名、合計23名の日本語学習者で、母語は、中国語、広東語、英語、フランス語、タイ語である。

分析の結果、主なものとしては以下の知見が得られた。

(5) 超級の1名に関しては、「呼応関係を持つ穴埋め」と「自由作文」が脳の賦活度が高く、右脳側が大きく反応しているという点で日本語会話タスク時の脳活動との類似性が見られた。

(6) 中級後半の2名に関しては、トレンドグラフの分析の結果からも、相関分析の結果からも、今回の実験協力者の中で脳の動きに一貫した傾向は見られず、これまでの研究結果と同様、個人差が大きいことが確認された。

(7) fNIRS の酸素化ヘモグロビンデータと脱酸素化ヘモグロビンデータのどちらを指標にすべきかという点では、引き続き脱酸素化ヘモグロビンデータに注目する意義が確認できた。

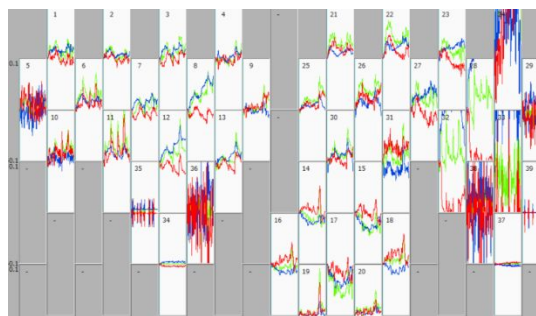


図2 中級学習者の日本語会話時のトレンドグラフ

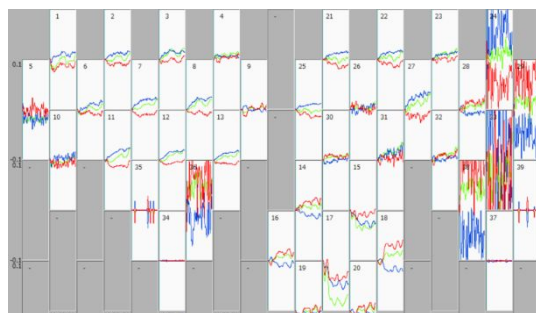


図3 中級学習者の四択タスク時のトレンドグラフ

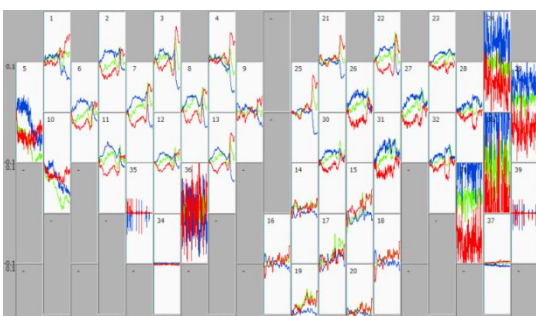


図4 中級学習者の日本語読解タスク時のトレンドグラフ

表 1 チャンネル毎の相関分析の結果表

比較対象タスク	oxy-Hbデータで高い相関があったCHの数	高い相関があったCHの相関係数（全て1%水準で有意） （相関係数が負の場合はシェードで示す）
四択 vs. 日本語会話	正の相関6 (右脳1, 左脳5) 負の相関0	右脳：CH6 (r=.764) 左脳：CH25 (r=.768), CH27 (r=.919), CH28 (r=.811), CH31 (r=.717), CH32 (r=.855)
並べ替え vs. 日本語会話	正の相関0 負の相関1 (右脳0, 左脳1)	右脳：なし 左脳：CH26 (r=-.793)
和文翻訳 vs. 日本語会話	正の相関0 負の相関8 (右脳2, 左脳6)	右脳：CH6 (r=-.960), CH11 (r=-.944) 左脳：CH25 (r=-.797), CH27 (r=-.864), CH28 (r=-.927), CH30 (r=-.701), CH31 (r=-.893), CH32 (r=-.875)
和文読解 vs. 日本語会話	正の相関0 負の相関4 (右脳3, 左脳1)	右脳：CH6 (r=-.801), CH8 (r=-.733), CH12 (r=-.721) 左脳：CH27 (r=-.731)
母語会話 vs. 日本語会話	正の相関8 (右脳2, 左脳6) 負の相関0	右脳：CH9 (r=.889), CH12 (r=.754) 左脳：CH25 (r=.785), CH27 (r=.865), CH28 (r=.715), CH30 (r=.831), CH31 (r=.854), CH32 (r=.837)

(8) 正の高い相関を示すチャンネルが多いほど近似性が高いと判断する場合、1名に関しては四択タスクが日本語会話に一番近いと考えられ、もう1名に関しては読解タスクが1つの候補になると考えられるという結果が得られた。

2020年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で脳実験を行うことが全くできなかったため、これまでのデータ分析と筆記タスクのデザイン検討などに注力した。2020年度は特に中上級学習者2名のデータを分析し、主なものとしては以下の知見が得られた。

- (9) 対象者2名の脳の働きの一貫した傾向は見られず、個人差が大きいことを再確認した。
- (10) oxy-Hb と deoxy-Hb のどちらを指標にすべきか、そして、相関分析の正の相関と負の相関それぞれをどのように解釈すればよいのかについても断定的な結論には至らなかった。
- (11) 日本語会話との近似性を追求するには、特定の個人に対しては、四択タスク、または、和文読解タスクが候補となり得る、という結果になった。

続く2021年度も脳実験を行うことができなかった。2020年度と同様、データ分析と筆記タスクのデザイン検討などに注力した。これまでの研究では、主に右利きの学習者のデータを分析対象としてきたが、今回の分析では、新しく、弱い左利きと判断される学習者の脳活動を検証した。日本語レベルは中級である。その結果、以下の知見が得られた。

- (12) この実験協力者はどのタスクでも左脳・右脳のどちらかが明確に優位ではない。
- (13) 全体的に日本語会話時の方が母語会話時よりも脳の活性化度が低く、左脳・右脳の差も顕著ではない。
- (14) 脳の活性化度だけで判断すると、筆記タスクの中では並べ替えタスクが脳を一番活性化し、会話時の脳の活性化度に近いと考えられる。

2022年度はコロナ禍が一定の落ち着きをみせ、社会状況的に脳実験を再開できる環境になった。2022年度は脳実験によるデータ収集に注力し、初級学習者4名、初中級学習者4名、上級学習者2名を対象とし、個人に対して複数回の実験を行うという新しい実験デザインで、合計29回の脳実験を実施した。

5年計画のプロジェクトであったが、コロナ禍の影響で当初の計画通りに進まず、最終年度である2022年度の前年に科研費の最終年度前年度応募を行い、採択された。現在、研究を継続中である。

<引用文献>

芋阪直行(2007)「オノマトペの脳科学 (特集 オノマトペと日本語教育)」『日本語学』26(7), 16-23, 明治書院

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)

大友賢二(監修)・中村洋一(著)(2002)『テストで言語能力は測れるか』桐原書店

近藤ブラウン妃美(2012)『日本語教師のための評価入門』くろしお出版

城生佰太郎(1997)「脳波でとらえた日本語教育(3)脳はアクセントをどのように捉えているのかその1」『月刊日本語』10(9), 58-61, アルク

Amiri, M., Pouliot, P., Bonn ery, C., Leclerc, P.O., Desjardins, M., Lesage, F., and Joannette, Y. (2014) An Exploration of the Effect of Hemodynamic Changes Due to Normal Aging on the fNIRS Response to Semantic Processing of Words. *Frontiers in Neurology*, vol.5, article 249.

- 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.
- Bachman, L. F. (1990) *Fundamental considerations in language testing*. Oxford: Oxford University Press.
- Bachman, L. F. and Palmer, A. S. (1996) *Language testing in practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Horowitz-Kraus, T., Vannest, J.J., Kadis, D., Cicchino, N., Wang, Y.Y., and Holland, S.K. (2014) Reading acceleration training changes brain circuitry in children with reading difficulties. *Brain and Behavior*, vol. 4, issue 6, 886-902.
- Hughes, A. (2002) *Testing for Language Teachers*. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kubota, Y., Toichi, M., Shimizu, M., Mason, R. A., Coconcea, C. M., Findling, R. L., Yamamoto, K., and Calabrese, J. R. (2005) Prefrontal activation during verbal fluency tests in schizophrenia - a near-infrared spectroscopy (NIRS) study. *Schizophrenia Research*, 77, 65-73.
- 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.
- 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.
- Taura, H. and Nasu, A. (2012) The effects of onset-age and exposure duration on the L2 as observed in brain activation: an fNIRS study. *Studies in Language Science*, 2, 19-42.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 平田 裕	4. 巻 28
2. 論文標題 左利き日本語学習者の筆記テスト時・会話時の脳活動	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本語教育方法研究会誌	6. 最初と最後の頁 64～65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.19022/jlem.28.1_64	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 平田 裕	4. 巻 32 (2)
2. 論文標題 JLPT を参考にした筆記タスク時と日本語会話時の脳活動 中国語を母語とする中上級学習者の fNIRS データ分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 立命館言語文化研究	6. 最初と最後の頁 109-128
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yu HIRATA	4. 巻 2021(Number 2)
2. 論文標題 A study of similarity and/or dissimilarity of brain activation of Japanese learners during written tests and conversation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 70-72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21820/23987073.2021.2.70	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 平田 裕	4. 巻 9
2. 論文標題 日本語超級正規留学生の筆記テスト時と会話時の 脳活動の類似性 - fNIRSトレンドグラフでの検証 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Studies in Language Science Working Papers 立命館大学言語教育情報研究科	6. 最初と最後の頁 15-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 平田 裕
2. 発表標題 左利き日本語学習者の筆記テスト時・会話時の脳活動
3. 学会等名 日本語教育方法研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平田 裕
2. 発表標題 日本語初級学習者3名の筆記テスト時と会話時の脳活動 - fNIRSデータによる前頭前野部と言語野の比較 -
3. 学会等名 ヴェネツィア2018年日本語教育国際研究大会 (Venezia ICJLE 2018) (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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------