

令和 2 年 5 月 20 日現在

機関番号：13102
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2016～2019
 課題番号：16K12451
 研究課題名（和文）脳機能計測法による乳幼児の音声知覚・発話産出の発達の関係と育児語の機能の研究

研究課題名（英文）Functional neuroimaging study on the relationship between infant-directed vocabulary and development of speech perception and production in infants

研究代表者
 秋元 頼孝 (Akimoto, Yoritaka)
 長岡技術科学大学・工学研究科・助教

研究者番号：00555245
 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：生後5ヶ月および9ヶ月の日本人乳児を対象に、母国語と非母国語の子音の弁別に関する実験と育児語型韻律の知覚に関する実験を行った。また、大人を対象として乳児に対して心の中で話しかける実験を行った。
 その結果、(1) 乳児が子音を弁別できるか及びそれに伴う脳活動は、子音が母国語であるかどうかだけでなく、子音が変化する方向(例、LからR)によっても異なること(2) 5ヶ月児は育児語型の韻律に対して、9ヶ月児は非育児語型の韻律に対してより大きな脳反応を示すこと(3) 乳児に対する話しかけを行う際、大人に対する話しかける場合とは右前頭葉における脳活動が異なることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
 乳児に対して話しかける際には、韻律の強調や特殊な語彙の使用など、大人に対する発話とは異なった特徴的な話し方(対乳児発話)になることが知られている。この対乳児発話は乳児にとって認知しやすく、また言語発達に寄与することが報告されているが、その多くは欧米の言語を対象とした研究である。
 本研究の成果は、日本語の育児語に多く存在する韻律のパターンが乳児の言語発達に寄与している可能性を示唆するものであり、対乳児発話の機能について欧米以外の言語から迫る貴重な知見である。

研究成果の概要（英文）：Experiments on native and non-native consonant discrimination and perception of prosodic form of infant-directed vocabulary were conducted in 5-month- and 9-month-old infants. Furthermore, experimentation on the production of infant-directed speech was conducted in adult participants.
 The results demonstrated the following: (1) infants' performance and brain activities for consonant discrimination were not only dependent on nativity of the speech stimuli but also on the directed change of consonants (e.g., from /l/ to /r/); (2) five-month-old infants displayed greater brain activity for prosodic forms of the infant-directed vocabulary than the control stimuli (not infant-directed vocabulary), whereas 9-month-old infants showed the opposite pattern; (3) brain activity during the production of infant-directed speech was different from that during the production of adult-directed speech in the right frontal lobe.

研究分野：認知神経科学

キーワード：言語発達 対乳児発話 育児語型韻律 子音の弁別

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

乳児に対して話しかける際には、韻律の強調や特殊な語彙の使用など、大人に対する発話とは異なった特徴的な話し方(対乳児発話)になることが知られている。この対乳児発話が乳児の言語発達に寄与することが報告されているが、その多くは欧米の言語を対象とした研究である。日本語の場合、まんま、ねんね、くっくなどの特徴的な韻律構造を持つ育児語(乳幼児に対して話しかけるときに使われる語彙)が多く存在する。このような韻律構造に対して生後 8-10 ヶ月の日本人乳児が選好を示すことが知られており、育児語の持つ音韻構造が乳幼児の言語発達の促進に寄与している可能性も示唆されている。しかし、育児語型の韻律に対する乳児の脳反応が非育児語型韻律に対する脳反応と異なるのかどうかは調べられていない。また、大人が対乳児発話を産出する際にどのような脳メカニズムが働いているのかについてもほとんど研究がなされていない。

2. 研究の目的

(1) 育児語型韻律への選好が生じる前の時期である生後 5 ヶ月の日本人乳児、および育児語型韻律への選好が生じた後の時期である生後 9 ヶ月の日本人乳児それぞれにおいて、育児語型韻律および非育児語型韻律を聞いている時の脳活動を近赤外分光分析法(NIRS)により調べ、それぞれの刺激に対する脳反応の違いおよびその発達変化を明らかにする。また、これらの時期は母国語の音韻に対する特化が生じる前と後の時期にも対応していることから、母国語と非母国語の子音の弁別に対する発達的变化についても行動実験及び脳機能計測実験により合わせて検討することとした。

(2) 対乳児発話産出を行う成人の脳活動を計測し、大人に対して話しかけを行う場合と脳活動がどのように異なるのかを明らかにする。研究代表者の異動により、対乳児発話産出に関する成人を対象とした脳機能計測実験を当初予定していた脳機能計測装置で行うことが困難になった。そこでまず、比較的安価な簡易脳波計 EMOTIV EPOC+ で研究に耐えうる質の脳波データが取得できるかについてまず検討を行い、その後に対乳児発話産出の脳機能計測実験を行った。

3. 研究の方法

(1) 母国語と非母国語の子音の弁別に関する実験

生後 5 ヶ月の日本人乳児 102 人、生後 9 ヶ月の日本人乳児 51 人が馴化・脱馴化を用いた行動実験に参加した。近赤外分光法を用いた脳機能計測実験には、生後 5 ヶ月の日本人乳児 43 人、生後 9 ヶ月の日本人乳児 49 人が参加した。

行動実験・脳機能計測実験ともに、母国語に存在する子音の対立として/ba/と/ga/、母国語に存在しない子音の対立として/la/と/ra/を刺激として用いた。行動実験においては、一方の音声刺激の提示を馴化が認められるまで続けた後、馴化した刺激と同じものを提示した条件(same 条件)と、異なるものを提示した条件(switch 条件)における注視時間をビデオコーディングにより測定し統計的に比較した。

脳機能計測実験ではベースラインブロックにおいて一方の音声刺激の提示を続けたのち、オドボールブロックで両方の刺激がランダムに提示されるというオドボールパラダイムを用いた。ETG-4000(日立メディコ製)を用いて左右の側頭における酸化ヘモグロビン濃度長反応を測定した。オドボールブロックにおける脳反応を統計的に評価した。

(2) 育児語型韻律の知覚の脳機能計測実験

生後 5 ヶ月の日本人乳児 40 人、生後 9 ヶ月の日本人乳児 42 人が実験に参加した。実験はブロックデザインで行い、育児語型の韻律を持つ音声(例、“まんま”)が提示されるブロックと非育児語型の韻律を持つ音声(例、“まなん”)が提示されるブロックが交互に繰り返された。ETG-4000(日立メディコ製)を用いて左右の側頭における酸化ヘモグロビン濃度長反応を測定した。育児語型の音声を聞いている時と非育児語型の音声を聞いている時の脳反応を統計的に比較した。

(3) 簡易脳波計 EMOTIV の性能評価実験

9 人の大学生・大学院生がモバイル型簡易脳波計 EMOTIV EPOC+ を装着し、顔の認知に関する実験を行った。実験参加者は、顔に対する印象評定課題(典型性, 脅威度, 知的度)をランダムな順番で行った。

(4) 対乳児発話産出の脳機能計測実験

成人 20 人が対乳児発話産出の実験に参加した。実験では、果物の画像を提示したうえで、赤ちゃんと母親が写っている画像を提示した。話しかけの対象として、赤ちゃん、母親、特になし(独り言)の 3 つの条件を設定し、写真の顔に赤い丸を付けることで話しかけの対象を実験参加者に指示した。その 2 秒後に果物の画像のみが消えるので、そのタイミングで実験参加者は心の中で相手に話しかけるよう果物の名前を発話した。脳波計測には、モバイル型簡易脳波計 EMOTIV EPOC+ を用いた。

4. 研究成果

(1) 行動実験の結果、生後5か月の日本人乳児および生後9か月の日本人乳児が/ba/と/ga/を弁別でき、生後9か月の日本人乳児は/la/と/ra/を弁別できないという、先行研究同様の結果が得られた。生後5か月の日本人乳児における/la/と/ra/の弁別については、先行研究では弁別できることが報告されていたが、本実験の結果は有意傾向を得るにとどまった。また、脳機能計測実験では、生後5か月の日本人乳児において/ba/と/ga/の間の刺激の変化に対して左下前頭回近辺のチャンネルにおいて有意な活動を認めただのに対し、/la/と/ra/の間の刺激の変化に対しては有意な活動の変化を認めなかった。一方、生後9か月の日本人乳児においては、左聴覚野近辺のチャンネルで、/ba/と/ga/の間の刺激の変化および/la/と/ra/の間の刺激の変化に対して有意な活動を認めた。これらの結果は、全体としては先行研究の知見と一致するものであるが、行動レベルで/la/と/ra/の弁別ができない生後9か月児でも聴覚野の脳活動としては弁別しているという結果については当初予想していなかったものである。また、刺激の変化の方向を分けて解析を行った(例、/ba/から/ga/の変化と/ga/から/ba/の変化を別々に解析した)ところ、刺激の変化の方向によって脳反応が大きく異なるという予想していなかった結果も得られた。これらの予想外の結果については、今後さらなる研究が必要である。

(2) 実験の結果、下前頭回近辺のチャンネルにおいて、育児語型刺激に対する反応が5か月児のほうが9か月児よりも大きいこと、9か月児においては非育児語型刺激に対する反応が育児語型刺激に対する反応よりも大きいという結果が得られた。左聴覚野近辺のチャンネルにおいては、育児語型刺激に対する反応が5か月児のほうが9か月児よりも大きいという結果が得られた。これらの結果は、育児語型の韻律に選好が生じる前の時期においても育児語型韻律と非育児語型韻律に対する脳反応が異なること、育児語型の韻律に選好を示すようになる時期である9か月児では、育児語型韻律の処理が容易になっていることを示唆している。本成果は、日本語の育児語の韻律が乳児の言語発達に寄与することを脳活動から初めて明らかにしたものであり、対乳児発話の機能について欧米以外の言語から迫る貴重な知見であると位置づけられる。

(3) 事象関連電位解析および時間周波数解析を行ったところ、研究グレードの脳波計を用いた先行研究と同様に、顔に対するN170成分およびベータ帯域のパワー減少を約100msの時間遅れとともに認めた。先行研究で報告されていたEMOTIV EPOC+におけるトリガタイミングの不安定性については、脳波データ取得ソフトのバージョンアップに伴いその深刻さは軽減されていることが確認された。以上より、簡易脳波計EMOTIV EPOC+で研究に耐えうる質の脳波データが取得できることが確認された。また、先行研究で提案されていた回帰分析を用いてトリガタイミングを事後的に補正する方法は、補正に使用するトリガが十分な数ではない場合には、使用しないほうが望ましいことも示唆された。本成果は、簡易脳波計EMOTIV EPOC+を研究目的に使用するための前提となる基礎的な知見を提供するものとして位置づけられる。

(4) 時間周波数解析の結果、対乳児発話では大人に対する話しかけの条件や独り言の条件と比べて右の前頭葉のチャンネル(F8)においてシータパワーの増加が認められた。本実験では心の中の発話産出を行わない条件を設定しなかったため、この結果は発話産出ではなく顔に対する認知の違い(e.g., 乳児の顔に対してより大きな注意を払った)による可能性が考えられる。そこで、顔の認知に重要な役割を果たす紡錘状回の付近に位置するP7,P8のチャンネルについても同様の解析を行ったが、これらのチャンネルでは対乳児発話の条件で特異的な反応は認められなかった。以上のことから、対乳児発話の条件における右の前頭葉のチャンネルでのシータパワーの増加は、対乳児発話産出に伴う誇張された韻律の生成に関する運動準備の増加を反映しているのではないかと考察した。本成果は、対乳児発話の産出の脳メカニズムの一端を初めて明らかにしたものであるとともに、心の中で発話するという実験パラダイムで対乳児発話産出の脳メカニズムを調べることが可能であることを示すものであり、今後の研究の展開が見込める萌芽的な成果であると位置づけられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 佐々木辰彌, 秋元頼孝, 中平勝子	4. 巻 36
2. 論文標題 簡易脳波計による英単語の難易度の違いを反映する脳反応の評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 149-153
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 -

1. 著者名 Yoritaka Akimoto, Hidetoshi Takahashi, Atsuko Gunji, Yuu Kaneko, Michiko Asano, Junko Matsuo, Miho Ota, Hiroshi Kunugi, Takashi Hanakawa, Reiko Mazuka, Yoko Kamio	4. 巻 175
2. 論文標題 Alpha band event-related desynchronization underlying social situational context processing during irony comprehension: A magnetoencephalography source localization study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Brain and Language	6. 最初と最後の頁 42-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.09.002	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12件（うち招待講演 1件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Sasaki T, Akimoto Y, Nakahira K. T.
2. 発表標題 Pilot considerations of brain activity detection based on difference of English words difficulty levels at recognition of English words
3. 学会等名 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akimoto Y, Takano G
2. 発表標題 Effect of regression-based trigger timing correction on the N170 ERP waveform using Emotiv EPOC+ with a limited number of triggers
3. 学会等名 Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋元頼孝
2. 発表標題 モバイル型簡易脳波計Emotiv EPOC+による顔に対するN170成分の計測の信頼性
3. 学会等名 日本認知心理学会第16回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋元頼孝
2. 発表標題 モバイル型簡易脳波計Emotiv EPOC+による顔に対する事象関連同期・脱同期の計測の信頼性
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sasaki T, Akimoto Y, Nakahira K. T.
2. 発表標題 Brain responses in easy and difficult visual English words recognition using EMOTIV EPOC+: a pilot experiment
3. 学会等名 The 7th International GIGAKU Conference in Nagaoka
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田泰人, 秋元頼孝, 中平勝子
2. 発表標題 簡易脳波計による心の中での発話の脳反応計測
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋元頼孝、高橋美樹、山根直人、柴田奈津美、幡野由理、森島三那子、山田玲子、馬塚れい子
2. 発表標題 日本人乳児における /b-g/および /l-r/の弁別課題の脳反応
3. 学会等名 日本認知心理学会第15回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoritaka Akimoto, Miki Takahasi, Naoto Yamane, Reiko Mazuka
2. 発表標題 Neural response to /l-r/ contrast in 9.5-month-old Japanese infants
3. 学会等名 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木辰彌, 秋元頼孝, 中平勝子
2. 発表標題 英単語認知時の脳活動の予備的検討
3. 学会等名 教育システム情報学会2017年度学生研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋元頼孝
2. 発表標題 生後5~6か月の日本人乳児における /l-r/の弁別時の脳反応
3. 学会等名 新潟心理学会第54回大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋元頼孝
2. 発表標題 顔の親近性が 律動に与える影響 - 簡易脳波計による計測 -
3. 学会等名 日本認知心理学会第17回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田泰人, 秋元頼孝, 中平勝子
2. 発表標題 簡易脳波計を用いた対乳児発話産出の脳活動の計測
3. 学会等名 教育システム情報学会2019年度学生研究発表会
4. 発表年 2020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