

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：34303

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12589

研究課題名(和文) 構音発達と音韻認識の関係 - 低年齢向けの音韻認識課題の作成と縦断的調査

研究課題名(英文) Relationship of articulation and phonological awareness: preparation for task of phonological awareness for infants

研究代表者

弓削 明子 (Yuge, Akiko)

京都学園大学・健康医療学部・助教

研究者番号：00746117

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)：乳幼児の音韻認識能力を知る課題を作成し、その課題を用いて縦断的な調査を行うことを目的とした。音韻認識能力を知る課題として、刺激音数の弁別課題と語音弁別の課題を作成した。これらの課題を聴覚障害、運動や言語発達の遅れがない対象児に実施した。その結果、条件付け振り向き法を用いた刺激音数の弁別の観察で、7ヵ月児は1単位と3単位の違いを弁別していることが確認された。音節の弁別は明らかな反応は得られなかった。語音弁別能力については、小学生を対象に行動による弁別評価と、事象関連電位を用いた生理学的評価を行った。その結果、行動による評価では特異な歪音(側音化構音の/ki/)の弁別は難しい対象児がいた。

研究成果の概要(英文)：The aims of this study is to prepare the task of phonological awareness and to investigate if infants are able to recognize different consonants. We corected two tasks of string of sounds and discrimination of syllable. We tested a 7-month-old boy and a 20-month-old girl who were free of hearing and developmental disorders. Strings of one, two, three and four units for sawtooth wave(200Hz) and nonsense syllable /ma/ with 100ms interval were made. Stimuli were presented through the speaker at 70 dB until infants habituated to the stimuli. Infant's head-turn response was recorded when presented another stimuli. The result showed that 7-month-old boy was able to discriminate the string of sounds between one unit and three units. It was difficult to discriminate syllables. We examined if elementary school students can discriminate syllables in behavioral test and event-related potentials. In the behavioral test, some of them were difficult to discriminate lateral articulation of /ki/.

研究分野：構音発達

キーワード：構音発達 音韻認識 語音弁別 言語発達

1. 研究開始当初の背景

乳幼児の言語獲得過程については、母音や子音の音韻知覚、韻律知覚の研究が行われてきた。乳児期には音韻の弁別が可能となり¹⁾、母国語に特化した音韻の弁別は、母音であれば生後6ヶ月ごろには獲得される²⁾。続いて韻律特徴の弁別や発話の中の単語の切り出しが可能になり、18~20ヶ月を過ぎると音韻への注目と認識が高まり語彙の爆発的増加につながるとの指摘³⁾がある。これらの研究は言語獲得の中でも理解面の研究である。表出面の研究をみると、語彙の表出には理解がおよそ半年先行することが確認されており⁴⁾、その後文の発話へとつながる。話しことばの表出には、母国語に合う音韻体系で母音や子音を産生することが必要となる。

幼児期の構音は、一定の順序で発達することが知られており、母音が完成したのち子音が獲得される。この構音発達には、音声知覚の発達、言語発達、構音器官の形態や運動、音韻認識の発達が関係すると考えられている⁵⁾。音韻認識 (phonological awareness) とは、単語を構成する音節あるいは語音 (子音や母音) とその順序性を理解する能力で、音節の分解や抽出、音節の削除や逆唱などの音韻操作能力で評価される。幼児の構音の誤りには、子音の置換や歪だけでなく、音節の脱落、付加といった音節数の誤りが発話の不明瞭さにつながり、幼児・学童の社会生活に多大な影響を及ぼす (DSM-5)。これらの誤りの背景には、近年特に音韻認識の問題が想定されている。現在使われている音韻認識を評価する課題は、音節数を口頭で答えさせる⁶⁾、特定の音節を抽出したり削除して口頭で答えさせる⁷⁾ など、表出面の能力も必要となる。そのためある程度口頭で答えられる4歳以上にならないと実施ができず、実施しても知覚の問題か表出の問題かを区別することは難しい。英語圏では、音韻配列課題を乳幼児に実施した研究⁸⁾がある。7ヶ月児に人工的な配列で組み合わせられた3音節をABAやABBと配列を変えて短時間きかせると、配列の違いに気付くという結果が示されている。日本語圏ではこういった研究の成果はまだ発表されておらず、表出能力を必要としない形で音韻認識を評価する課題は必要である。

さらに、音韻認識能力を獲得する前には言語音の聞き分け (語音弁別) が出来ることが必要である。語音弁別能力は、これまで多くの研究が行われている。構音の正確さと語音弁別能力の関係について正常児や構音障害児で調べられてきた。Edwardsら⁹⁾は、構音障害のある児では語末の子音の弁別が、年齢、性別、非言語性IQをマッチさせた群よりも困難であったと報告している。国内では松中ら¹⁰⁾らが/sa/と/ja/の語音弁別課題を行ったところ、構音に誤りのある児は正答率が低いことが分かった。事象関連電位を用いた先行研究もいくつかある。Leiteら¹¹⁾は構

音障害児にトーンバーストや音声を聞かせ ABR, evoked auditory brainstem responses, event-related potential などを実施した結果、構音障害児は反応潜時が長い告がいくつかある。生理学的な検査を使うことで、行動反応や主観反応と比較して神経基盤を評価できることがメリットである。

2. 研究の目的

(1) 乳幼児期の音韻認識の能力を知る課題を開発し、音韻認識と構音の獲得を縦断的に調査する。早期 (2~3歳) に正確な構音を獲得した子どもとそうではない子どもとの音韻認識の達成度との関係を調べ、構音の発達に音韻認識が影響するのかを明らかにする。

(2) 語音弁別力と構音障害の関連を検証する。構音獲得が遅れる、または誤りが出現しやすい子音を選び母音と組み合わせで「さ」「た」などの音節を作り、それを小児に聴かせて弁別検査 (何という語音に聞こえるか同定させる) を行う。さらに同小児に対し事象関連電位で聴覚認知に対する生理学的な評価を行い、行動評価だけではなく神経学的評価の両面から行うこととした。

3. 研究の方法

(1) 乳幼児向けの音韻認識課題の作成

対象

対象児は、7ヶ月の男児と1歳8ヶ月の女児の2名とした。実験前に説明文書と口頭で実験の説明を行い、保護者に同意を得てから実験を行った。

実験の前に保護者から成育歴と発達歴、新生児聴覚スクリーニング検査の実施の有無と結果について情報収集を行い、問題がないことを確認した。対象児には遠城寺式・乳幼児分析的発達検査法に沿って行動観察と情報収集を行い、発達状況に問題がないことを確認した。聴力についても聴力検査 (COR) と行動観察から聴覚障害が無いことを確認した。

刺激音

刺激音数の弁別では、200Hzの鋸波 (以下、複合音) と、自然音声をもとに合成した言語音/ma/の2種類を用いた (図1)。/ma/は女性話者に/ma/を連続して発声させて録音し、このうち発声の安定した2~3番目の1音節を選択した。音響分析ソフト Praat (version6.0.21) で音響分析を行い、音響特徴を確認したのち刺激音の持続時間が200msになるように母音部の波形を編集した。次にこれらを刺激音とし、刺激音の数が異なる刺激音系列を作成した。刺激音間隔はマゼリーズの研究を参考に母親の発話速度から音節間隔を算出し、100msとした。刺激音系列は1単位、3単位、4単位の刺激音からなる系列を作成した。

語音の弁別では、「あば」と「あば」、「あさ」と「あしゃ」のペアを作成した。これら

の音節は、女性話者に連続して発声させて録音し、このうち発声の安定した2~3番目の音節を選択した。音響分析ソフト Praat (version 6.0.21) で音響分析を行い、音響特徴を確認したのち先行する母音部が250ms、続く子音+母音の音節部と合わせて刺激音の持続時間が650msになるように音声波形を編集し、刺激音とした。

方法

オペラント条件付けの手法の一つである条件づけ振り向き法を実施した。これは、ひとつの刺激を一定の周期でスピーカから連続して流し続け、ところどころ別の刺激に一定期間変化させ、乳児が変化に気づいてスピーカの方を振り向くと正答のごほうびとして玩具が動くのが見えるが、それ以外の時には振り向いても何も見えないという手続きを用いる(13)。乳児の音韻のカテゴリー知覚を測定するのによく用いられている方法である。



図1 実験室の設定

図1のように実験室の設定をした。刺激音系列の提示と刺激制御を行う SuperLab5 の入ったパソコン (TOSHIBA Dynabook) を乳幼児の聴力検査で用いる条件詮索反応聴力検査の機器 (RION オーディオメータ AA-H1) に接続させ、スピーカから約70dBで刺激音系列を提示した。対象児は正面を向いて母親の膝に座らせ、対象児の右側にスピーカを設置した。実験者は対象児の様子を見て必要に応じて音の出ない玩具であやしたり刺激音の提示を行った。アシスタントは実験中の記録を行った。

初めに練習段階として、1単位の刺激を連続して提示し、対象児の興味がなくなったところどころ音圧を5dB変化させ、刺激音の変化で振り向き反応をするという条件付けを行った。その後実験段階に入った。まず、1単位の刺激を連続して再生し、対象児が刺激音に慣れて反応しなくなったところで3単位または4単位に、刺激音系列を3回分変化させた。刺激音系列の提示は、Kuhlら(2)と同様に2秒ごとに提示した。刺激音系列の変化に気づいた反応があった時はスピーカ上の人形を動かす、対象児の振り向き反応を強化した。振り向き反応以外にも、顔を上げる、動きを止める、耳を触るといった反応があればスピーカ上の人形を動かして行動を強化した。複数回刺激音系列の変化に気づかないときは、変化させた刺激音系列の

最後で人形を動かして注意を引くようにした。検査音の提示は複合音、/ma/の順に行った。実施の回数は単位を変化させる施行と変化させないコントロール施行を合わせて約30回とした。

語音弁別も同様の方法で行い、「あば」(または「あさ」)を連続して提示し、興味がなくなったところで3回分の刺激を「あば」(または「あしゃ」)に変化させた。

分析方法

実験中は対象児の正面にビデオカメラ (Sony, デジタル HD ビデオカメラレコーダー) を設置し、実験中の対象児の表情や行動を撮影した。実験後に3単位あるいは4単位に変化させた直後の試行での反応を記録した。振り向き反応以外にも、顔を上げる、動きを止める、耳を触るといった聴性行動反応が刺激音系列を変えた時に出ていれば、刺激音系列の変化に気づいた反応として記録した。

(2) 語音弁別に関する行動評価と生理学的評価

対象

構音障害群7名(平均年齢8歳6ヶ月)と構音障害のない群10名(平均年齢8歳6ヶ月)を対象とした。検査内容を文書と口頭で説明したうえで、本人と保護者から同意を得て実施した。

方法

・構音検査：新版構音検査(2010)の音節検査、単語検査、文章検査および「北風と太陽」の音読を行った。発話は Handy Recorder (ZOOM H1W H1ver.2) を用いてサンプリング周波数44kHz, 16bit, WAVE で録音した。ステレオマイク (ZOOM H1 WH ver.2) と口元との距離は約15cmとした。

・言語検査：構音の問題が議論できる言語発達であることを確認するため、PVT-R 絵画語い発達検査(2008)、新版構文検査-小児版-を行った。さらに音韻認識の検査(逆唱課題、モーラ削除課題)を行い、音韻認識の発達を評価した。

・知能検査：WISC- 知能検査で認知発達を評価した。

・語音弁別の行動評価：

刺激：検査音は構音の誤りが起こりやすい音を選択し、その音に対する誤り音として頻度が高い音をペアにした。破裂子音の音響的特徴を欠かないよう、どの子音でも条件を統一するために音節の前に母音をつけて以下の2音節ずつの組み合わせで実施した。「あば」と「あば」(「あば」と「あば」は、獲得の早い子音で、弁別ができることを確認するために実施)、「あさ」と「あた」、「あさ」と「あしゃ」、「あた」と「あか」、「あら」と「あだ」、「うつ」と「うちゅ」、「いき」と「いきの歪音」(側音化)。刺激音の作成は、(1)の語音弁別で用いた刺激音と同様に作成した。

手続き：上記のペア2音節を1音節ずつつか

せ、何という音に聴こえたか提示した平仮名文字から選択してもらった。音の提示は刺激提示ソフト Inquisit を用いスピーカを通して 80dB とした。「あま」と「あは」の練習後、本検査に入った。本検査では最初に正解の音声を聞かせた後、各音節 10 回ずつランダムに提示し、その反応の正誤と反応時間を記録した。

・生理学的な評価（事象関連電位）:

刺激音は語音弁別検査で使用した「あば」と「あば」、「あさ」と「あしゃ」を用いた。

方法：オドボール課題を行った。2 音のペアのうち、一方の音を標準刺激（80%）、もう一方を標的刺激（20%）としてランダムに提示し、interstimulus intervals は 1500ms、加算回数は標準刺激 160 回 標的刺激 40 回、計 200 回とした。刺激の提示は Inquisit でプログラムを作成し提示、脳波測定は B-Alert を使用した。

測定には基準電極を左右の乳様突起とし、電極は国際式 10 - 20 法の Fz, Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4, POz, T3, T4, T5, T6, O1, O2 とした。脳波の計測は椅子に着席させ床または足台に足を接地させ、なるべく動かないように指示して行った。標的刺激に対する反応はパソコンのキーを両手の人差し指で押させた。40 刺激（1 分）ごとに休憩を入れ、6 ブロックに分けて行った。

分析方法

刺激提示前 250ms から約 996ms までの脳波を計測対象とした。

4. 研究成果

(1) 乳幼児向けの音韻認識課題の作成

刺激音数の弁別の結果は、複合音では、1 単位から 3 単位に変化させた結果、7 ヶ月児は、5 試行中 3 試行で顔を上げる、動きを止める、はっきり振り向くなどの反応があった。1 歳 8 ヶ月児は、8 試行中 5 試行で振り向く、キョロキョロする、顔を上げる、耳を触るなどの反応があった。言語音 /ma/ では、7 ヶ月児は 1 単位から 4 単位に変化させると、3 試行中 1 試行で動きを止める反応があったが、それ以上は飽きてしまい反応がなくなった。1 歳 8 ヶ月児は、/mama/ /baibai/ などという発語が多くなり、振り向き反応は観察されなかった。複合音、言語音 /ma/ と他系列も実施したが、実験室内のほかのものに注目し、刺激への注意がみられず、反応は得られなかった。

今回の結果から 7 ヶ月児は 1 単位と 3 単位の違いを弁別していることが確認でき、条件づけ振り向き法による検査が有用であることが示唆された。しかし、低年齢のため飽きてしまい予定していた施行回数を実施できないことや、後に実施した言語音 /ma/ は得られた反応が少ないことが課題として残った。施行回数については、振り向き反応が提示した刺激の変化で生起されたもので、偶然起

ったものではないことを示すためには 30 施行以上は必要と考えられるが、今回は実験に入る前の練習と、刺激音系列のペアを変えて複数のペアを実施することを予定したため、1 ペア 30 施行実施すると時間がかかり十分な反応が得られなかった。今後は練習の回数を減らす、反応が乏しい時は施行回数に限らず刺激音の実施順を変更するなど時間を短縮できる方法を考える、遊びや休憩を入れて気分転換を図る必要があると考えられた。

これまで言語獲得に関わるものとして、母音や子音の弁別、韻律的な特徴の弁別、発話からの単語の切り出し、音素配列などの研究がある (14) が、刺激音数の弁別に関する研究はみあたらない。音節の分解や抽出といった能力は音韻認識の始まりとして重要であり、構音や文字学習とも関係がある。特に構音の誤りとして観察される音節の省略や付加は音韻認識の問題と関連があると考えられており、幼児期の早期から音節数の弁別を評価できることは有用であると考えられた。

一方、語音弁別課題の結果は、2 症例とも明らかな反応は得られなかった。これには刺激音数の弁別検査と同日に行ったため飽きてしまった可能性が考えられる。また、これまでの先行研究では「子音+母音」の音節を聞かせているが、今回は破裂音の音響特徴を損なわないように音節に先行させて母音 /a/ を付けた。このため子音の音環境が音節の語頭ではなく、語中へと変化している。このことが反応が得られなかったことと関係している可能性も考えられるため、今後は語頭と語中の両方の条件を実施すると良いのではないかと考えられた。

予定通りに研究が進まなかったことは、刺激音の作成に時間がかかったことと、研究協力者の応募が集まらなかった点にある。近隣の保育園などに研究協力募集の案内を配布したり説明に行ったが、期間内に協力を得ることは難しく、保育園との関係性を構築するところで期間が終了した。今後構築できた関係性を生かし、今回の課題を継続して実施していきたい。

(2) 語音弁別に関する行動評価と生理学的評価

語音弁別の行動評価は、「あば」と「あば」、「あさ」と「あた」、「あさ」と「あしゃ」、「あた」と「あか」、「あら」と「あだ」、「うつ」と「うちゅ」は両群とも正答数が 8~10/10 で明らかな差は認められなかった。「いきの歪音」は、構音障害児群 7 例中 4 例は正答数が 8~10/10 と構音障害なし群の成績と変わらなかったが、構音障害児群 3 例は正答数が 1~6/10 と低かった。3 例中 1 例は「いきの歪音」と同じ側音化構音の誤りを呈しており、誤り音の弁別が困難な可能性が考えられた。2 例の誤りは未熟構音で、側音化構音とは関係がなかった。全例の検査中の反応をみると、検査音のうち歪音(側音化)では弁別に迷う症例もあったが、検査に入る前に正解の音

声を聞くと弁別出来ていることがほとんどであった。

事象関連電位の結果は、アーチファクトが多く結果が得られなかった。検査中の様子を見ると、1分ずつ休憩をはさんでいても足を揺らす、顔や口、眼を動かす、瞬きする、姿勢が保持できないなどが観察された。課題が単調であるため、眠気を催す場合もあった。施行回数を減らすと加算回数も減ってしまうため、休憩までの時間を短くする、姿勢を保持しやすくし体を動かさないように実施できる方法検討し、継続してデータ収集を行いたいと考える。

<引用文献>

- 1) Eimas P. D., Siqueland E. R., Jusczyk P. et al.: Speech perception in infants. Science 171: 303-306, 1971
- 2) Kuhl P. K., Williams K.A., Lacerda F. et al.: Linguistic Experience Alters Phonetic Perception in Infants by 6 Month of Age. Science 255: 606-608, 1992
- 3) Mattys SL, Jusczyk PW: Do infants segment words or recurring contiguous pattern?. J Exp Psychol Hun Percept Perform 27, 644-655, 2001
- 4) 小椋たみ子: 語彙獲得の日米比較. 桐谷滋(編): ことばの獲得, ミネルヴァ書房, 1999
- 5) Flipsen P. JR.: Factors Related to Speech Sound Disorders. In: Articulation and Phonological Disorders Speech Sound Disorders in Children, 7th ed. (ed by Bernthal JE, et al), p144-179, Pearson, Upper Saddle River, 2013
- 6) 天野清: 語の音韻構造の分析行為の形成とかな文字の読みの学習. 教育心理学研究 18(2): 76 - 89, 1970
- 7) 原恵子: 健常児における音韻意識の発達. 聴能言語学研究 18: 10 - 18, 2001
- 8) Marcus G. F., Vijayan S., Bandi Rao S. et al.: Rule Learning by Seven Month-Old Infants. Science 283: 77-80, 1999
- 9) Edwards J., Fox C. et al.: Final Consonant Discrimination in children: Effects of phonological disorder, vocabulary size, and articulatory accuracy. JSLHR 45: 231-242, 2002
- 10) 松中絵美, 加藤正子ら: /sa//ʃ/の構音と外的・内的語音弁別力の発達. コミュニケーション障害学 25: 19 - 25, 2008
- 11) Leite R. A., Wertzner H. F. et al.: Auditory evoked potentials: predicting speech therapy outcomes in children with phonological disorders. CLINICS 69(3): 212-218, 2014
- 12) 林安紀子: 乳児期における音声知覚研究の実験的手法. 音声研究 2(2): 37 - 45, 1998
- 14) 13) 皆川泰代: 発達初期の言語脳機能発達. 日本発達心理学会(編): 発達科学ハンド

ブック 8 脳の発達科学, pp125-135, 新曜社, 2015

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 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

・弓削明子、乳幼児の刺激音数の聴覚的弁別(実験設定と初期データ)、第118回日本小児精神神経学会、2017年

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 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 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

弓削 明子 (Yuge Akiko)

京都学園大学・健康医療学部・助教

研究者番号: 00746117

(2) 研究分担者

苅安 誠 (Kariyasu Makoto)

京都学園大学・健康医療学部・教授

研究者番号: 00320490

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()