

日本語母語話者成人と発達性構音障害児の 摩擦音知覚における音響的手がかり¹

平井 沢子[†] 安 啓一[‡] 荒井 隆行[‡] 飯高 京子[†]

[†] 上智大学 言語障害研究センター 〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1

[‡] 上智大学 理工学部 電気・電子工学科 〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1

E-mail: [†] ‡ {s-hirai, k-iitaka, k-yasu, arai}@sophia.ac.jp

あらまし 発達性構音障害の発生機序を探り、治療への示唆を得るため、日本語母語話者の/s/と/ʃ/の知覚における音響的手がかりの重み付けを検討した。成人 42 名(20-36 歳)と発達性構音障害児 2 名(9-10 歳)に/s/と/ʃ/の重み付き加算による連続体とフォルマント遷移周波数を変化させた/a/の連続体を組合せた刺激音を/sα/か/ʃα/に同定させた。その結果成人の多くは英語母語話者成人と同様、フォルマント遷移よりも摩擦の中心周波数に重み付けをしたが、少数の成人と発達性構音障害児は 3-4 歳の健常児と同様比較的フォルマント遷移に重み付けをした (Nittrouer & Miller, 1997b)。従って成人の重み付けは一樣でない可能性が推測された。発達性構音障害児は健常児と異なる語音知覚能力の発達経過を示す可能性が示唆され、その一因として音韻情報処理の問題が推測された。

キーワード 音声知覚, 摩擦音, 音響的手がかり, 日本語母語話者, 発達の变化, 発達性構音障害

Perceptual Weighting of Syllable-initial Fricatives for Native Japanese Adults and for Children with Persistent Developmental Articulation Disorders

Sawako HIRAI[†], Keiichi YASU[‡], Takayuki ARAI[‡], and Kyoko IITAKA[†]

[†] Research Center for Communication Disorders, Sophia University, 7-1, Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8554 Japan

[‡] Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Science and Technology, Sophia University, 7-1, Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8554 Japan

E-mail: [†] {s-hirai, k-iitaka}@sophia.ac.jp, [‡] {k-yasu, arai}@sophia.ac.jp

Abstract We discuss the perceptual weighting of syllable-initial fricatives for native Japanese adults and for children with persistent developmental articulation disorder to elucidate the mechanism behind the disorder and to identify an effective treatment. Forty-two native Japanese adults and 2 native Japanese children with persistent developmental articulation disorder identified tokens from a /ʃ/-/s/ continuum followed by /a/ with formant transitions changing continuously as /ʃα/ or /sα/. Most adults weighted to the spectrum of the fricative noise more than to formant transition in the same manner as English native adults, however, a small number of adults and the 2 children judged based more on the formant transitions than on the spectrum of the fricative noise like 3- to 4-year-old typically developing children (Nittrouer & Miller, 1997b). The perceptual weight assigned by adults suggested that they did not perceive uniformly, and those assigned by the 2 children indicated that their speech perception ability might develop differently from that of typically developing children because of speech processing deficits.

Keyword speech perception, fricatives, acoustic cues, native Japanese speaker, developmental change, developmental articulation disorder

1. はじめに

1.1 発達性構音障害児の音韻情報処理能力

特定の語音が話し手の所属する言語社会の音韻体系から逸脱した音として生成され、その誤りが何度も繰返される症状を構音障害という。その中で明らかな器質的、神経・筋系の疾患等の原因が特定されない場合

を発達性構音障害²という[1]。発達性構音障害は複数の要因によって生ずると考えられており、特に音韻発達や語音知覚能力、構音器官の運動能力の発達の遅れ等、音韻と、音声学的な知覚と生成の両面の関与が推測されている[2]。

発達性構音障害児の中には、知的発達に大きな問題はなく単音節の構音運動学習には大きな困難を示さな

いが、単語以上のレベルへの般化に長期間を要して構音障害が長期に持続し、同時に言語性学習障害をもつ例が少なくない。

構音の実現には意味や概念を音韻表象に符号化し、その音韻系列を一連の構音運動の系列に置換えることが必要である。このような音韻に対する認識や操作を音韻情報処理能力という。音韻情報処理能力とは音声言語における音韻構造を符号と解号において使用する心理的な操作能力を指し、音声知覚や音韻意識等の能力が前提とされる[3]。語音知覚の問題があると、知覚した音声情報と音韻表象との照合が不正確になり、構音障害の原因となりうる[4]。また誤り音の自己モニタリングが難しくなるため、新しく学習した正しい構音の定着が困難で、構音障害が長期に持続する要因となる。さらに音韻意識の発達等、音韻情報処理に困難をきたし、言語学習障害が生じる可能性がある[5]。したがって、前述のような長期に持続する構音障害と言語学習障害の合併の基底には、音韻情報処理能力の問題が推定されている[6]。特に構音障害の発生には語音近く能力の問題の関与が強く推測されているが、従来の研究では語音知覚能力と構音障害の症状との間に明らかな関連は見出されない研究もあった[7-10]。しかし成人の典型的な発話を刺激とする語音弁別課題を用いた従来の研究に対して最近の研究では、合成音声を連続的に変化させた刺激を用いた研究において、構音障害児は語音知覚が困難になることが報告されている[11]。

1.2 語音知覚における発達の変化

語音知覚においては音響信号の複数の特徴を統合し、言語学的な枠組みで判断されると考えられているが[12]、聞き手は音声情報の音響的な手がかりのうち、ある音響的特徴にはその他の特徴に対するよりもより注意を向ける、即ち“重み付け”をすることが知られている[13]。そして成人と小児では音の種類によって語音知覚の様式や重み付けが異なることが報告されている[14-17]。

Nittrouer & Studdert-Kennedy(1987)[16]は摩擦音/s/と/f/の知覚において、成人は摩擦のスペクトル形状に小児はフォルマント遷移に重み付けをしたことから、小児と成人では重み付けが異なると考えた。さらに一連の実験の結果、小児は年齢が上がるにつれて摩擦のスペクトル形状に重み付けをするようになったことから、母語の言語経験の増加に伴って成人の重み付けに近づくことと推測している[18-21]。そしてこの変化を話しことばの情報処理の発達ととらえ、“Developmental Weighting Shift (DWS)”と名付けた[21,22]。

DWSが話しことばの情報処理の発達の指標の1つ

とすると、音韻情報処理の問題を持つと推定される発達性構音障害児と健常児ではDWSの特徴が異なる可能性がある。したがってそのような構音障害児にDWSが出現するか、いつどのように出現するかを健常児と比較することは、発達性構音障害の発生機序を探り、治療への示唆を得る上で有用と考えられる。しかし日本語母語話者についてはDWSは検証されていない。そこで本研究においては、日本語母語話者の成人と小児および音韻情報処理の問題が推定される発達性構音障害児について、DWSの特徴を明らかにすることを目的とした。我々は2005年3月の音声研究会において、10名の成人について摩擦音知覚のための音響的手がかりの重み付けを検討し報告した。本報告においては[0]成[0]人の協力者を増やし、さらに発達性構音障害児を協力者として研究を行った。

2. 方法

2.1 協力者

2.1.1 成人

大学生と大学院生42名(男性6名、女性36名)で、年齢は20-36歳である。全員日本語を母語とし、言語および聴覚障害の既往はなかった。すべての協力者に聴カスクリーニング検査を実施し、左右耳のいずれかで通過した。検査は遮音室(リオン AT-80)において、オーディオメータ(リオン AA-77)とヘッドフォン(Telephonics TDH-39P)を使用して行った。

2.1.2 発達性構音障害児

ことばの教室を担当する教諭を対象に以下の条件に該当する担当の小児について照会した。条件は、(a)知的発達に大きな問題がない、(b)構音障害の原因となる発声発語器官等の器質的問題や聴覚障害がない、(c)構音障害が長期に持続している、(d)語音の聴き誤りや言い誤りが頻回に出現する、の4つであった。照会の結果、条件に該当し研究に協力可能な2名(以下A児、B児とする)を協力者とした。A児は9歳11ヶ月(小学4年生)の女児で1歳9ヶ月まで発達は年齢相応であったが、ヘルペスに罹患後、言語の問題が出現した。B児は10歳4ヶ月(小学5年生)の女児で言語以外の側面の発達は年齢相応であったが、1歳時に始語が出現後、語彙が増えず、6歳時に言語学習障害と診断された。

2.2 課題

成人は聴力のスクリーニング検査に続けて聴取実験を行った。構音障害児には聴取実験の他構音検査[23]と日本語版ウェクスラー知能診断検査第3版(WISC-III)[24]、PVT 絵画語い発達検査1991年修正版[25]、全国標準読書力診断検査A形式[26]を実施した。

2.2.1 構音の評価

構音検査は、マイクロフォン(SONY ECM-MS957)とデジタルオーディオテープレコーダ(SONY TCD-D100)を用いて録音した。構音の評価は小児の構音障害を対象とした臨床経験が1年半、550例程度以上の言語聴覚士3名が独立して行い、評価後3名の結果を検討し一致が得られた評価を採用した。

2.2.2 聴取実験

聴取実験は平井・安・荒井・飯高(2005)[27]と同じ機器、刺激音と手続きを用いて行った。分析は平井らで用いた音素境界線とその角度 θ に加えて、カテゴリ知覚性の指標として近似曲面において反応率が0.5になる点での最大傾斜線の傾き(slope)を算出した。slopeが大きいほど聞き手は刺激音をカテゴリとして知覚している傾向を示す。さらに聞き手が刺激の音響的特徴の変化の連続性に対応してどの程度連続的に反応しているかを調べるため、近似前後の曲面の平均2乗誤差(Mean Square Error; MSE)を求めた。MSEが小さいほど反応曲面は滑らかで聞き手が刺激の連続性に対応して連続的に反応している傾向を示す。

3. 結果

3.1 構音障害児の構音と言語発達検査

A児は、構音検査の結果一貫して /ki/・/kj/・/gi/・/gj/ に置換、浮動的に /d/ の歪みが認められ、被刺激性は認められなかった。知的発達レベルは年齢相応であったが、絵画語彙年齢は7歳4ヶ月、読書力学年は3年1学期でほぼ2学年下のレベルであり、単語呼称時に音の探索等の喚語困難が認められた。B児は構音検査の結果一貫して /ki/・/ke/・/kj/・/gi/・/ge/・/gj/ に置換、浮動的に /r/ の歪みが認められ、被刺激性は認められなかった。知的発達レベル、理解語彙、読書力は年齢相応であったが、検査時に喚語困難が認められた。

3.2 聴取実験

3.2.1 /s/の反応率

成人の多くはVの変化によらずC₁からC₆付近までは /sa/, C₇からC₉付近までは /sa/ と同定し、Vに伴う変化が少ない傾向を示した(図1)。一方、少数の成人はC₄V₅付近から /sa/ と同定する反応が増え、CだけでなくVの変化に伴って反応する傾向を示した(図2)。構音障害児はC₆V₇付近から /sa/ と同定する反応が増え、CだけでなくVの変化に伴って反応し、成人の后者のパターンに類似した傾向を示した(図3, 図4)。

3.2.2 音素境界線の角度(θ)

成人の1名は θ が平均値よりも4標準偏差以上小さ

かったため分析から除外した。全協力者の音素境界線を重ね書きした結果、36名はy軸に平行に近く5名は比較的x軸方向へ傾いていた(図5)。これらの重み付けの傾向を明らかにするため、音素境界線の傾きの度数分布表を作成し正規分布を当てはめて θ の分布傾向を調べた(図6)。その結果、単峰による当てはめでは最小2乗誤差が0.0899であるのに対し、双峰による当てはめでは0.0175と誤差が少なく、分布は双峰をなす可能性が高いと考えられた。したがって成人の反応には双峰の交点である73.2°を境に θ が大きい(比較的摩擦のスペクトル形状への重み付けが大きい)傾向と θ が小さい(フォルマント遷移への重み付けが大きい)傾向の2つがあり、構音障害児の反応は成人の θ が小さい群と類似していると推測された。

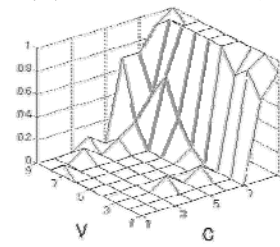


図1 多くの成人に認められた反応パタンの例。

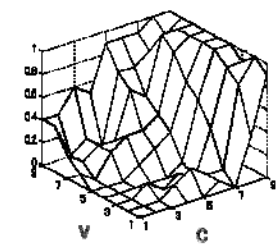


図2 少数の成人に認められた反応パタンの例

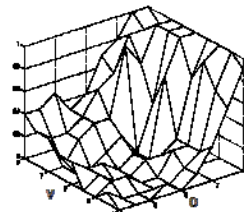


図3 A児の/s/反応率。

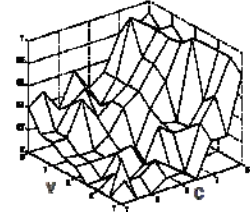


図4 B児の/s/反応率。

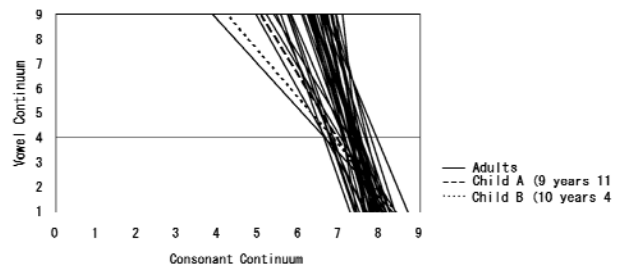


図5 成人11名と構音障害児2名の/s/反応率境界線の重ね書き。

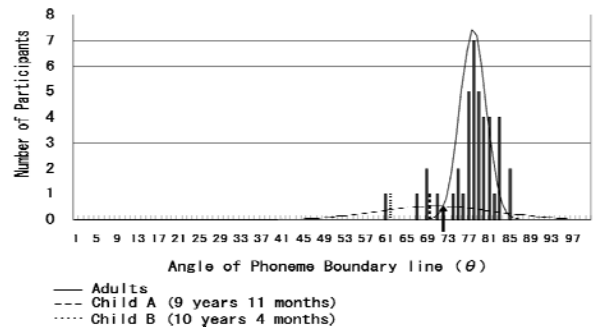


図6 音素境界線の角度(θ)の度数分布。双峰の交点である73.2°を矢印で示した。

3.2.3 slope と MSE

slope は一貫した傾向は見出せなかったが、構音障害児は成人に比べると小さい傾向が認められた(図 7). 成人の θ の大きい群と小さい群の間で slope に差は認められなかったが、 θ の小さい群では θ と slope の間に正の相関が認められた(スピアマンの順位相関係数, $p < 0.05$). MSE は構音障害児は成人に比べて比較的大きい傾向が認められた(図 8). 成人の θ の大きい群は小さい群よりも MSE が小さく(Mann-Whitney U 検定, $p < 0.001$), θ の小さい群では slope と MSE の間に負の相関が認められ, slope が大きいほど MSE が小さかった(スピアマンの順位相関係数, $p < 0.05$).

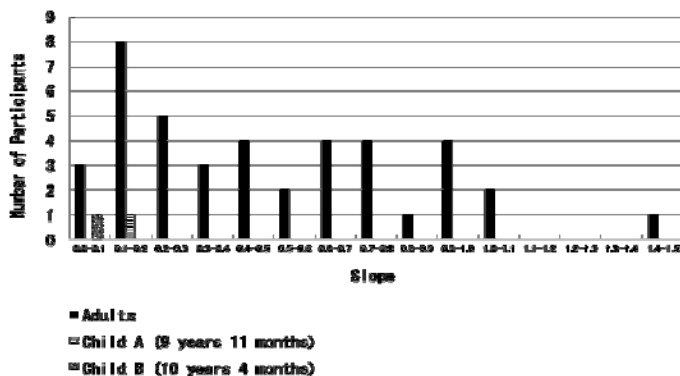


図 7 slope の度数分布.

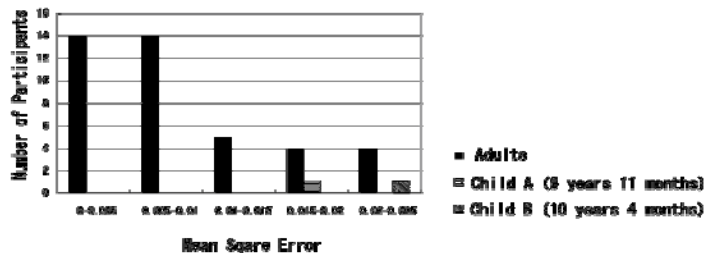


図 8 MSE の度数分布.

4. 考察

4.1 成人の重み付け

今回成人の多くに認められた重み付けは Nittrouer らの英語母語話者の研究結果と同じ傾向を示した [18-21,28]. 一方少数の成人は Nittrouer らの結果とは異なり, 摩擦のスペクトル形状よりもフォルマント遷移に重み付けをしている傾向を示し, 成人の反応は様でないことが推測された. Nittrouer らは成人と小児の重み付けの相違の原因を語音知覚の様式の成熟と考えたが, 我々の結果では成人にもフォルマント遷移への重み付けが比較的大きい例があり, 重み付けの変化を語音知覚様式の成熟のみで説明することは難しいと考えられる.

成人の中で重み付けが異なった理由の一つとして, 語音知覚において聞き手が注目する情報の相違が考えられる. Best, Morrongoiello, & Robson (1981) [29]によ

ば, 同じ音響信号を聞いても聞き手は音声として処理する(音声学的モード, カテゴリ的知覚)場合と音声でない聴覚情報として処理する(聴覚的モード, 非カテゴリ的知覚)場合があり, 情報をどのように聴くかによって注目する音響的特徴が異なる. Repp (1981) [30]は通常の音声処理する場合には音声学的モードが採用され, 音響信号があいまいで母語の音韻として知覚することが困難な場合には知覚の体制を聴覚的モードに再組織化して分析すると推測している(たとえば母音部と子音部の特徴を分けて分析する, [30], p.225). そして /s/ と /ʃ/ の知覚において典型的な刺激音の場合には摩擦のスペクトル形状に基づいて判断され, あいまいな刺激の場合はフォルマント遷移が手がかりとしての重み付けを増すと考えられている[31]. したがって今回摩擦のスペクトル形状に重み付けをした協力者は音声学的モードで判断し, 比較的フォルマント遷移の重み付けが大きかった協力者は聴覚的モードで判断した可能性がある. この仮説によれば θ が大きいほど slope は大きく MSE は小さくなると予測され, 今回の結果において成人の θ の大きい群の方が θ の小さい群よりも MSE は有意に小さく, 知覚のモードにより重み付けが異なるという我々の仮説を部分的に裏付けるものと考えられる. さらに成人の θ の小さい群で θ と slope の間に正の相関, slope と MSE の間に負の相関が認められたことはこの仮説を支持する結果とも考えられるが, これらの相関が認められたのはこの群のみであるため今後の検証が必要である.

一方, Nittrouer らの研究において成人の重み付けは様であり我々の結果と異なっていた. その理由として 1 つには Nittrouer らの実験では摩擦のスペクトル形状とフォルマント遷移のいずれかは典型的な刺激で一方のみを連続的に変化させたため, 刺激音の語音としてのあいまいさが我々の実験とは異なっていた可能性がある. また Nittrouer らの研究は成人の重み付けを健常児と比較しており, 我々も日本語を母語とする健常児と比較して成人の重み付けを検証することが必要である.

4.2 構音障害児の重み付け

構音障害児は摩擦のスペクトル形状よりもフォルマント遷移に重み付けをしている傾向を示し, Nittrouer らの英語母語話者の研究における 3-4 歳児の結果と類似していると考えられた [20,21]. 即ち A 児と B 児は 10 歳前後においても重み付けの変化が明らかには認められず, 健常児とは異なる語音知覚能力の発達経過を示す可能性が示唆された.

また A 児と B 児は /ki/ の置換が 10 歳前後まで持続していた. /ki/ の置換は健常児にも発達途上で認められ

るが、多くは就学前に自然治癒する[32]。したがって A 児と B 児に認められた誤りは健常児に発達途上で認められる誤りとは発生機序が異なる可能性があり、知覚の重み付けと合わせて考えると構音障害の発生と長期持続の一因として語音知覚能力の問題が推測される。

4.3 語音知覚の問題が推定される構音障害児の治療

構音障害の発生には音韻発達と音声学的な知覚と生成に関する要因が関与していると考えられるため、通常の治療においては音韻と音声学的側面の両方に働きかける方法を組み合わせて用いる[33,34]。しかし語音知覚の問題が推定される構音障害児は従来の治療法では治癒が困難な場合が少なくない。

1970年代から Tallal らは言語学習障害児の知覚実験の結果に基づいて言語学習障害の要因として語音知覚の問題を仮定した。そしてこの仮説に基づいて加工音声を用いた言語訓練プログラム(Fast ForWord®)を開発し、音声刺激の音響的情報の操作によって語音知覚が容易になる可能性を示唆している[35]。しかし Talall らの仮説は音韻情報処理の問題をもつと推定されている読み障害児を対象とした実験において支持する結果が得られなかったため[36]、検証が必要と考えられる。

一方、行動学習という視点で言語や構音の学習をとらえると、複数のモダリティーによる働きかけは有効な場合があり[35,37]、従来の自然音声による訓練だけでは改善が難しい場合に、音声刺激を知覚しやすいように変化させることによって学習が促進される可能性も否定できない。したがって A 児と B 児に認められた重み付けに基づいて、知覚しやすい音響的特徴をもった音声刺激を作成し、知覚の側面に直接的に働きかけることも試みる価値がある可能性がある。今後は刺激の加工方法および訓練プログラムを検討し実用化をめざすことが課題となると考えられる。

4.4 対象音について

本報告では Nittrouer らの結果を日本語母語話者において検証するため /sa/と /ʃa/について調べたが、英語母語話者では後続母音が /i/・/u/の場合も同様の結果が得られている[16,18-21,28]。一方、音声環境によって DWS が認められた研究[38][39]と認められなかった研究があり[40]、他の音声環境においても検証する必要がある。また構音障害がある場合には自己の誤り音と誤り音以外の知覚能力が異なると推測されているため[33]、今後 A 児と B 児に共通して認められた誤り音 /ki/等の知覚についても調べる必要がある。

5. 結論

日本語母語話者成人の多くは /sa/と /ʃa/の知覚においてフォルマント遷移よりも摩擦のスペクトル形状に重み付けをする傾向を示し、Nittrouer らの英語母語話者を対象とした研究と同様の傾向が認められた。一方、成人の中には摩擦のスペクトル形状への重み付けが明らかでない例があり、成人の重み付けは知覚のモード等の要因による可能性が考えられた。構音障害児は 9-10 歳であったが、Nittrouer らの研究における 3-4 歳の健常児に認められた重み付けを示し、健常児とは異なる語音知覚能力の発達経過を示す可能性が示唆された。そしてその一因として語音知覚能力の問題が推測された。

注

- 1)本研究は科学研究費補助金基盤研究(C)、課題番号 15530629 および上智大学学内共同研究の助成を受けて行った。
- 2)1980 年頃から構音障害の要因として音韻発達に注目が集まり、構音障害のかわりに音韻障害という用語を使用することが提唱された[7,41]。その動きに伴ってアメリカ精神医学会による障害名は”発達性構音障害”[42]から”音韻障害”[1]に変化した。そして定義は「音韻障害は語音を正しく産生できない構音の誤りと認知が基盤となる語音の言語学的範疇化ができない音韻の問題を含む」とされ[1,43]、構音運動と音韻の問題の両方を含むものになった[43]。本報告においては障害の発生機序を探り治療への示唆を得るという視点から、症状としての構音障害と原因としての音韻の障害を区別するため、音韻障害でなく発達性構音障害という用語を用いた。

謝 辞

言語評価にご協力いただきました慶応大学病院耳鼻咽喉科言語聴覚士の先生方および研究に協力して下さった上智大学学生の皆様に謝意を表します。また論文作成にあたりご助言くださいました上智大学大学院進藤美津子教授に深謝申し上げます。

文 献

- [1] American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed. text revision). Washington, DC: Author.
- [2] Edwards, J., Fourakis, M., Beckman, M. E., & Fox, R. A. (1999). Characterizing knowledge deficits in phonological disorders. *J. Speech Hear. Res.*, 42, 169 – 186.
- [3] Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *J. Learn. Disabil.*, 27, 276 – 286.
- [4] Rapin, I., Dunn, M., & Allen, D. A. (1992). Developmental language disorders. In François B., Jordan G. (Series Eds.), S. J. Segalowitz, & I. Rapin (Vol. Eds.). *Handbook of Neuropsychology. Vol. 8, Part 2. Language and its Disorders. Section 10. Child Neuropsychology* (pp.593 – 630).

- [5] 大石敬子・田中裕美子(2001). 特異的言語発達障害. 日本聴能言語士協会講習会実行委員会(編). アドバンスシリーズ コミュニケーション障害の臨床. 第1巻言語発達遅滞. pp.145-166. 協同医書.
- [6] 原恵子(2003). 子どもの音韻障害と音韻意識. コミュニケーション障害, 20, 98 - 102.
- [7] Winitz, H. (Ed.). (1984). *Treating Articulation Disorders for Clinicians by Clinicians*. Baltimore: University Park Press. 船山美奈子・岡崎恵子(監訳)(1993). 臨床家の臨床家による臨床家のための構音障害の治療. 協同医書.
- [8] Shriberg, L. D., Gruber, F. A., & Kwiatkowski, J. (1994). Developmental phonological disorders. III: Long-term speech-sound normalization. *J. Speech Hear. Res.*, 37, 1151 - 1177.
- [9] Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1994). Developmental phonological disorders. I: A clinical profile. *J. Speech Hear. Res.*, 37, 1100 - 1126.
- [10] Shriberg, L. D., Kwiatkowski, J., & Gruber, F. A. (1994). Developmental phonological disorders. II: Short-term speech-sound normalization. *J. Speech Hear. Res.*, 37, 1127 - 1150.
- [11] Rvachew, S., & Jamieson, D. G. (1989). Perception of voiceless fricatives by children with a functional articulation disorder. *J. Speech Hear. Disord.*, 54, 193 - 208.
- [12] Borden, G. J., Harris, K. S., & Raphael, L. J. (2003). *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics, and Perception of Speech* (4th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 廣瀬肇(訳)(2005). 新ことばの科学入門. 医学書院.
- [13] Whalen, D. H. (1991). Perception of the English /s-/ʃ/ distinction relies on fricative noises and transitions, not on brief spectral slices. *J. Acoust. Soc. Am.*, 90, 1776 - 1784.
- [14] Jusczyk, P. W. (1993). From general to language-specific capabilities: The WRAPSA model of how speech perception develops. *J. Phon.*, 21, 3 - 28.
- [15] Morrongiello, B. A., Robson, R. C., Best, C. T., & Clifton, R. K. (1984). Trading relations in the perception of speech by 5-year-old children. *J. Exp. Child Psych.*, 37, 231 - 250.
- [16] Nittrouer, S., & Studdert-Kennedy, M. (1987). The role of coarticulatory effects in the perception of fricatives by children and adults. *J. Speech Hear. Res.*, 30, 319 - 329.
- [17] Parnell, M. M. & Amerman, J. D. (1978). Maturational influences on perception of coarticulatory effects, *J. Speech Hear. Res.*, 21, 682-701.
- [18] Nittrouer, S. (1992). Age-related differences in perceptual effects of formant transitions within syllables and across syllable boundaries. *J. Phon.*, 20, 351 - 382.
- [19] Nittrouer, S. (2002). Learning to perceive speech: How fricative perception changes, and how it stays the same. *J. Acoust. Soc. Am.*, 112, 711 - 719.
- [20] Nittrouer, S., & Miller, M. E. (1997a). Developmental weighting shifts for noise components of fricative-vowel syllables. *J. Acoust. Soc. Am.*, 102, 572 - 580.
- [21] Nittrouer S., & Miller, M. E. (1997b). Predicting developmental shifts in perceptual weighting schemes. *J. Acoust. Soc. Am.*, 101, 2253 - 2266.
- [22] Nittrouer, S., Manning, C., & Meyer, G. (1993). The perceptual weighting of acoustic cues changes with linguistic experience [Abstract]. *J. Acoust. Soc. Am.*, 94, 1865.
- [23] 日本コミュニケーション障害学会・日本音声言語医学会編(1994). 1994年版構音検査. 日本音声言語医学会.
- [24] 東洋・上野一彦・藤田和弘・前川久男・石隈利紀・佐野秀樹(1998). 日本版 WISC-III 知能検査. Wechsler, D. Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition. 日本文化科学社.
- [25] 上野一彦・撫尾知信・飯長喜一郎(1991). PVT 絵画語い発達検査 1991年修正版. 日本文化科学社.
- [26] 岡本奎六・村石昭三(1981). 全国標準読書力診断検査A形式. 図書文化.
- [27] 平井沢子・安啓一・荒井隆行・飯高京子(2005). 日本語母語話者の摩擦音知覚における音響的手がかりについて. 電子情報通信学会技術研究報告, 104, 696, 25-30.
- [28] Nittrouer, S. (1996). Discriminability and perceptual weighting of some acoustic cues to speech perception by 3-year-olds. *J. Speech Hear. Res.*, 39, 278 - 297.
- [29] Best, C. T., Morrongiello, B. A., & Robson, R. C. (1981). Perceptual equivalence of acoustic cues in speech and nonspeech perception. *Percept. Psychophys.*, 29, 191 - 211.
- [30] Repp, B. H. (1981). Two strategies in fricative discrimination. *Percept. Psychophys.*, 30, 217 - 227.
- [31] Whalen, D. H. (1981). Effects of vocalic formant transitions and vowel quality on the English [s]-[ʃ] boundary. *J. Acoust. Soc. Am.*, 69, 275 - 282.
- [32] 船山美奈子(1998). 子どもの構音障害. 笹沼・大石(監). 入門講座コミュニケーション障害とその回復. 第1巻, p.99 - 126. 大修館.
- [33] Bernthal, J. E., & Bankson, N. W. (1998). *Articulation and Phonological Disorders* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon. 船山美奈子・岡崎恵子(監訳)(2001). 構音と音韻の障害—音韻発達から評価・訓練まで—. 協同医書.
- [34] Rvachew, S., Nowak, M., & Cloutier, G. (2004). Effect of phonemic perception training on the speech production and phonological awareness skills of children with expressive phonological delay. *Am. J. Speech Lang. Pathol.*, 13, 250 - 263.
- [35] Tallal, P., & Benasich, A. A. (2002). Developmental language learning impairments. *Dev. Psychopathol.*, 14, 559 - 579.
- [36] Brady, S. (1997). Ability to encode phonological representations: An underlying difficulty of poor readers. In National Dyslexia Research Foundation, & B. A. Blachman (Ed.). *Foundations of Reading Acquisition and Dyslexia: Implications for Early Intervention* (pp.21 - 47). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [37] Tuchman, R. (2000). Treatment of learning disorders *Int Pediatr.*, 15, 91 - 96.
- [38] Nittrouer, S. (2004). The role of temporal and dynamic signal components in the perception of syllable-final stop voicing by children and adults. *J. Acoust. Soc. Am.*, 115, 1777 - 1790.
- [39] Mayo, C., Scobbie, J. M., Hewlett, N., & Waters, D. (2003). The influence of phonemic awareness development on acoustic cue weighting in children's speech perception. *J. Speech Hear. Res.*, 46, 1184 - 1196.
- [40] Mayo, C. & Turk, A. (2004). Adult-child differences in acoustic cue weighting are influenced by segmental context: children are not always perceptually biased toward transitions. *J. Acoust. Soc. Am.*, 115, 6, 3184 - 3194.
- [41] Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders I: A diagnostic classification system. *J. Speech Hear. Disord.*, 47, 226 - 241.
- [42] American Psychiatric Association. (1987). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (3rd ed. revised). Washington, DC: Author.
- [43] 加藤正子(2003). 音韻発達とその障害. 特集にあたって. コミュニケーション障害学 20(2), 84 - 85.