

重度聴覚障害者の単音節の識別における スペクトル情報と時間情報

福永 善秀* 高木 一幸**

この論文では、スペクトル情報と時間情報の処理の過程に基づき、重度感音性の聴覚障害者の音声動的な特性の知覚の問題を検討することが目的である。

被験者は、健聴者1名(女性)と十分に聴覚活用しており、日本語の記号体系をほぼ習得した重度聴覚障害者1名で、いずれも大学院生である。

刺激語音は、有声・無声破裂子音を含む6音節/pa/, /ta/, /ka/, /ba/, /da/, /ga/であった。それぞれの語音は、5ms stepで切抜いた。無声破裂音節は、破裂部の終了時点から最大120ms切抜いた。有声破裂音節は、破裂部から20msから最大120ms切抜いた。その結果、健聴者の無声破裂子音の識別率は/pa/が5ms, /ta/が10ms, /ka/が20msで急激に減少した。有声破裂子音では、波形を切抜いた影響は見られなかった。一方、重度の聴覚障害者は、これらの音節の識別が困難であった。従って、これらの結果は、音声知覚処理の問題に重要な示唆を与えた。

キーワード: 持続時間 重度聴覚障害 音声知覚 音声の動的特性

I. 問題

言語記号体系は、ある言語共同体を構成する個人個人に表われた言語行動の基底にある、一つ一つ区別される音の記号の体系である (Carroll, J. B. 1975)。

音声記号、および音声情報は、次のように規定される (Stevens and Blumstein, 1971)。

(1) この属性は、調音体の形態がターゲットの位置に近いときやその構造がそれほど急激に変化しない時期にはその音に類似した部分がある。

(2) その音の特性は時間と共に変化するが、末梢聴覚系の特徴を持つ周波数分析器がその瞬時にその音の特性が固定されているかのように瞬時に応答する。しかしながら、所与の時間の応答が、応答の系列を音声セグメントに変換するために他の時間での反応との関係で解釈されなければならない。この種の音響手掛りに適した時間間隔は、50—100msあるいはそれ以上の範囲である。

(3) その音の特性の変化が、非常に急峻で周波数分析器が調音体のメカニズムがまるで制止しているように瞬時瞬時に応答できないが、その音の統合されたあるいは平均化された属性に反応する。この音波の変化は、時間の次元とから離れた単一の事象として解釈され、このタイプの応答を誘発するのに必要な時間感覚はおそらく10—30msの範囲内である。所与のセグメントのに対して特徴の目録を示す音響属性は、信号の定常部、ゆっくりと変化する部分、さらには急峻な遷移部のいずれかにある。

音声処理には、3つの対立した理論があり、Stevens and Blumstein(1981)は次のように整理している。

その第1の理論では、音声の知覚は、連続的な音響信号の分析に依存し、その結果離散的な音声セグメントが成立する (Liberman, Cooper, Shankweiler, and Studdert-Kennedy, 1967)。これらのセグメント自体には、固有の体制化と構造があり、その根底に弁別素性がある。音声信号と音声知覚対象には、1対1の対応関係はない。

* 筑波大学心身障害学系

** 筑波大学電子情報学系

第2の理論では、知覚は音声信号を離散的な音声素性に分析することに依存すると仮定する (Blumstein and Stevens, 1979; Cole and Scott, 1974; Stevens and Blumstein, 1978)。しかしながら、文脈依存理論と違い音声の特性は音響信号自体から固有的にしかも不変的に特定化でき、さらに、これらの特性は弁別素性に密接に関係付けられると仮定されている。この仮説では、ある特定の音がこれらの特性を持つとき音声知覚システムは弁別方法で反応し、それらの音を弁別素性に基づいて表象に解号する過程には明らかに直接的関係があると仮定している。

第3の理論は、音響不変性も文脈依存と音声セグメントとの関係も否定するが、進行中の音声のなかで素性やセグメントよりむしろ大きな単位の音響パタンの識別に依存すると主張する (Klatt, 1979, 1980)。従って、単語の認知はさらに構成要素の弁別素性に分析される必要がなく、単語あるいは音節の全体的な音響パタンの抽出に依存する。

語音は、全て語音を非言語音や楽音から区別する時間的次元とスペクトルの次元の両方で特殊な構造を持つ。

(1) 語音の共通な属性は、スペクトルが共通に連続したかなり狭いピークがあることである。

(2) 第2の不変的な属性は、音の振幅が上昇や下降を伴う。そして、この上昇と下降は音節構造に伴って現われる。

(3) 語音の第3の大まかな特性は、音の短時間スペクトルに変化があることである。これらの変動は、スペクトルの動きやピークの相対的な振幅の変化の結果として現われる。常に、これらのスペクトルの変化は、かなり急峻で、数msから40数msの時間間隔で生じるが、ときどきスペクトルの変化はかなりゆるやかなものになる。

これらの3つの属性は、個々の語音の詳細な特徴を示す1セットの制約をもたらす。そして、聴覚システムは、このタイプの周波数-時間構造を持つ音響信号から詳細な特性を抽出するように賦与されている。

古井 (1986) は、日本語の語音、単音節の音響特性とその認識の関係を明らかにしている。彼は自然に発声された連続話声の平均日本語音節の長さにはほぼ相当する50ms時間間隔で算出されたスペクトル変化率が語音の識別特性を示すことを見出した。つまり、日本語の単音節の識別率は、ス

ペクトル変化率が上昇する臨界点で急激に上昇し、スペクトル変化率が低下する臨界点以降で急激に減少する。そして、臨界点は、スペクトルピーク値の前後10msから20ms以内にあることを明らかにしている。

末梢性の聴覚障害は音響-音声情報の受容が制限され、音声言語の習得に何等かの制約が知られている。

Boothroyd, A (1984) は、聴覚障害者の音声情報の聴取と言語明瞭度との関係から分析し、音声情報の受容と聴力レベルの関係を明らかにしている。それによると、聴力レベルが75dB以上になると音声情報の制約から言語記号の制約が大きくなることが示唆されている。

本実験の被験者は、重度の末梢性の聴覚障害にも関わらず、日本語の記号体系をほぼ習得し、大学院の講義でも聴覚を活用し適応している。この被験者は、日本語の単音節の受聴明瞭度が72~82%であった。このような末梢性の重度聴覚障害者は、どのような音響情報を基に言語記号に変換しているのか、聴覚機能と音声知覚との関連で興味深いと思われる。

これまでいくつかの実験を行ないこの聴覚障害者の単音節の知覚の問題を明らかにしてきた。

この被験者は、健聴者と同様に有声および無声破裂音を含む単音節を音声の動的特性を手掛りに識別できることが明らかになっている (福永・高木, 1988a)。しかしながら、重度の聴覚障害者の音声の動的な知覚では、次のような問題が見出された。

福永 (1988b) は、同音節を用い話頭切断法で検討し、健聴者ではスペクトルピーク値以後に識別率が急激に低下することを明らかにした (Furui, 1986)。これに対して、重度の聴覚障害者では、子音部の破裂部が除去されると反応率が急激に減少した。つまり重度聴覚障害者の音声の動的特性の知覚は、VOTのような時間情報に基づいた聴覚パターンコーディング (auditory pattern coding) の処理が示唆された (Sawusch, 1987)。さらに、聴覚パターンコーディングの処理の性質を検討し、次のような知見が得られた。

福永 (1988c) は、破裂語音の単音節の識別に必要な持続時間を検討した。その結果、健聴者は、Stevens and Blumstien (1978) や Kewley-Port (1980) の知見を確認し、単音節は子音部の破裂

時点から10ms～20ms以内で識別されることを確認した。しかし、重度聴覚障害者では、破裂語音の識別にはホルマントの定常部の開始点付近までの非定常部全体を含む長い持続時間を必要とした。従って、聴覚パタンコーディングと音声信号の特性の問題が重要な課題である。

II. 目 的

本実験では、無声破裂子音では破裂部の終了時点、有声破裂音では破裂部の開始時点から20msの時点からある範囲をCV音節の波形から切抜き、CV音節の識別におけるこの影響を明らかにすることを目的とする。

III. 方 法

(1) 刺激サンプル：有声及び無声破裂子音 /pa//ta//ka//ba//da//ga/ の6音節で、東京出身で23歳の男性（大学院生）の発声である。

(2) 音響分析及び刺激系列の作成

上記の音声を標準化周波数30kHz、12ビットで量子化し、音響分析を行なった。結果は、聴覚障害リハビリテーションに示してある。

本実験では、完全な音声波形から無声破裂音の破裂部の終了後からある一定の範囲まで、有声破裂音は、破裂部の開始点から20msの時点から母音を最大100～120msまで5msステップで切抜いた。切出した音声は、/ta/が21個で、/pa//ka//ba//da//ga/はそれぞれ25個で、合計146個であった。刺激系列は、これらの語音を乱数表に基づいてランダム化し、5系列作成した（図1、2に刺激を示した）。

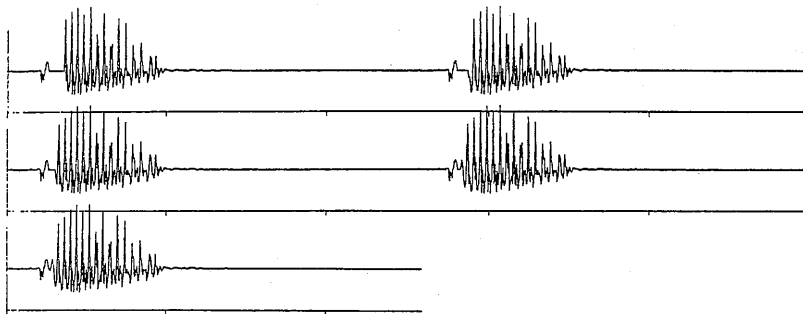
(3) 被 験 者

聴覚障害者は、27歳の大学院生（男性）で平均聴力レベル95dB、受聴明瞭度が72～82%（提示音圧115dB）であった。オージオグラム及び胃聴傾向は、心身障害学研究（12(2)、1—11、1988）に示してある。健聴者は、聴力がすべての周波数で10dB以内の大学院生（女性）1名であった。

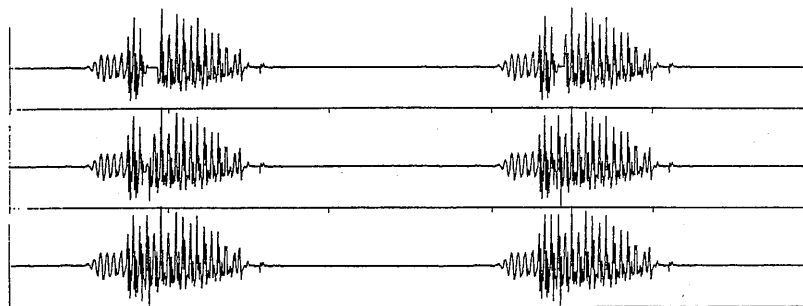
(4) 手 続

聴覚障害者は、提示音圧が115dBで、連続5リスト提示した。健聴者の提示音圧は、70dBであった。反応は、聞えたとおりに書取らせた。

ST=10.000 SEC DR= 1.00 SEC SR=30.0 AMP= 5.0 88-08-01 18:43:51
TAKAGI.WAVE04.DATA
08430 ?



ST=45.000 SEC DR= 1.00 SEC SR=30.0 AMP= 5.0 88-08-01 18:55:57
TAKAGI.WAVE04.DATA
08430 ?



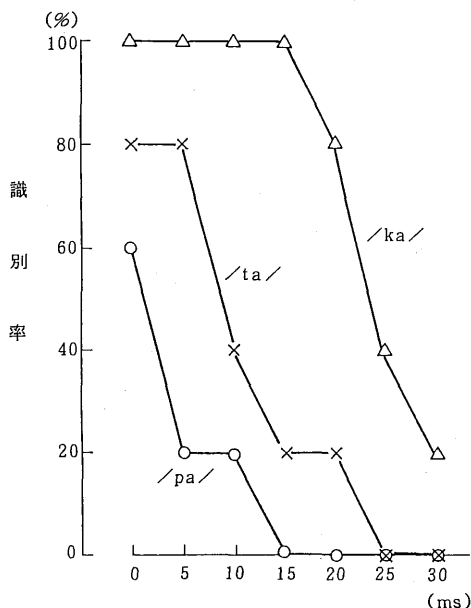


図3 健聴者の識別率を切抜いた音声波形の持続時間の関係

IV. 結 果

図3, 4には、切抜いた音声波形の部分を持続時間を変数にしてCV音節の識別率とCV音節反応率を示した。

本論文でCV音節反応率とは、正しく認識できなくても反応がCV音節の反応をしている場合である。健聴者では、以下の結果が得られた。(1)有声破裂音では、破裂部から20ms以上の波形を切抜いても識別率にはほとんど影響がなかった。(2)無声破裂音では、ある範囲以上の持続時間の波形を切抜くと母音/a/という聴取反応が見られ、それがある範囲になるとCV音節の反応が見られるようになった。従って、VOTによる時間情報がCV音節の処理に利いてくることが見出された。(3)無声破裂子音の識別は、単に時間情報だけでなくテンプレート情報が必要である。

一方、重度聴覚障害者は、健聴者と異なる結果が得られた。(1)ある範囲以内の持続時間で波形を切抜くと、聞取れなかった。(2)ある範囲の持続時間以内で波形を切抜くとCV音節の反応が有声・無声破裂音にかかわらずみられた。(3)有声破裂音では、同範疇内の識別は困難であったが、時間情報を手掛りにCV音節の反応がみられた。(4)無声破裂

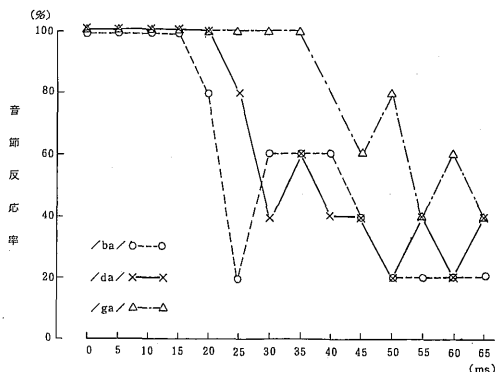


図4 聴覚障害者のCV音節反応率と切抜いた音声波形の持続時間の関係

音は、切抜いた波形の持続時間が有声破裂音より長い時点からCV音節の反応が見られた。しかも、その反応には/kya/などのような拗音の反応がほとんどであった。

V. 考 察

言語記号の体系は、言語構造と語音の持つ音響構造 (acoustic structure) からなると考えられる。

Pisoni, D.B. (1986, 1987) は音声信号は、末梢性の聴覚処理、音響—音声表象分析 (acoustic-phonetic analysis), さらに音韻分析から、語音認知や語彙アクセスなどの音声高次分析 (higher-order analysis of speech) までの連続的な分析段階を通じて処理されると考えられる。そして、人の音声知覚の過程は、“単語の認識は、制約を満たす過程 (a process of constraint satisfaction) であり、音声表象のネットワークが記憶のなかで活性化され、そのなかで単語が認知される”と主張し、音声精緻化理論 (phonetic refinement theory) を提唱している。従って、音声知覚は、音声信号を意図されたメッセージへ変換するいろいろな分析の段階からなる過程である。そして、この過程は音響構造や言語構造に含まれる種々の制約が条件を満たしたとき終了すると思われる。

末梢性の重度の聴覚障害を持つ者は、末梢性の聴覚処理で問題が生じ、音響—音声分析、さらに音韻分析で種々の問題が生じていると思われる。

Boothroyd, A (1984) は、聴覚障害者の音声情報の聴取は、聴力レベルが75dB以上になると音声情報の制約から言語記号の成立に問題が生じる

ことが示唆されている。

本実験の被験者は、重度の末梢性の聴覚障害にも関わらず、日本語の記号体系をほぼ習得し、大学院の講義でも聴覚を活用し適応している。そしてこの被験者は、日本語の単音節の受聴明瞭度が72~82%である。このような末梢性の重度聴覚障害者は、音声信号から意図されたメッセージへの変換で、聴覚機能と音声知覚との関連で興味深いと思われる。

著者は、この聴覚障害者の音声知覚の問題を音響信号といろいろと操作して検討してきた。その結果、重度聴覚障害者の音声知覚は、VOTのような時間情報に基づいた聴覚パタンコーディングの処理が重要であるという知見が得られた。

Sawusch (1987) は音声知覚の過程は、聴覚パタンコーディング (auditory coding) と音声コーディング (phonetic coding) が区別されることを提案している。

本実験では、重度聴覚障害者の聴覚パタンコーディングの処理の性質を明らかにするために刺激語音の子音部の帯気音の開始時から5ms stepで音響刺激を切抜きスペクトル情報と時間情報の影響を検討し、次のような知見が得られた。

本実験では、有声および無声破裂音からなるCV音節の識別に時間情報とスペクトル情報の影響をCV音節の波形を持続時間を変数に切抜いて検討した。その結果、健聴者では無声破裂音では/pa/が5ms、/ta/が10ms、/ka/が20ms以降で識別率が急激に減少した。有声破裂音では、子音部の破裂部の開始点から20ms以降では、音響手掛りを除去した影響が見出されなかった。

一方、重度聴覚障害者では、スペクトル情報と時間情報が失われると破裂語音の識別できなかった。しかし、有声破裂音では語音の識別はできなかったが、CV音節反応率が/ba/が105ms、/da/が100ms、/ga/80msで1000kのCV音節反応率を示した。これに対して、無声破裂音でも同様な傾向が見られたがバラツキが大きくはつきりした傾向が得られなかった。従って、日本語の記号体系をほぼ習得し、聴覚活用が充分にできていると思われる、72~82%の受聴明瞭度を示す重度の聴覚障害者であっても、帯気音の開始時からスペクトル情報、時間情報が削除されると音声の動的な特性の知覚が困難なことが見出された。これらは、言語の音響特性とその処理メカニズムとの関連で重要な知

見を示唆していると思われる。

日本語の単音節の音響特性は、古井 (1986) が主張するようにスペクトル変化率で規定されることを見出している。

本実験でも有声破裂音の識別は、音節の頭の20msの音声情報で可能であり、語音の音響特性はその短時間スペクトルの変化、つまり、古井の主張するようなスペクトル変化率で規定されることが明らかになった (Kewley-Port, 1983)。しかし、無声破裂音は短時間スペクトルの変化情報のほかに、VOTのような時間情報が重要であることが示唆された。つまり無声破裂音の識別手掛りはVOT情報と短時間スペクトルの変化情報の複合情報が必要であることが示唆された。

福永 (1988b) は単音節の破裂語音識別は破裂部の開始から10ms~20ms以内で成立することを確認している。従って、健聴者の語音の識別は、このように決定的なものでなく、フレキシビリティでPisoniが提唱するように人の音声知覚過程では、語音の識別の制約を満たす過程が働くという音声精緻化機構が関与していると考えられる。古井 (1986) も子音情報が補助的に働くことを示唆している。

本実験でも、子音情報やVOT情報が関与していることが示唆された。しかし、本実験で用いた語音ではある時間間隔以上で後続語音が続くと、語音の認知が妨害されることが観察された。つまり、音響手掛りを時間的に統合する範囲を越えていると、backward maskingに似た現象である。

筆者は、刺激作成中に無声破裂音である一定以上の持続時間以上切抜くとbackward masking現象が生じるのを確認した。つまり、無声破裂音/pa/がある範囲以内の切抜きでは/pa/と聞え、ある一定以上の範囲を切抜くと/ap/と聞えるのが観察された。さらに、繰返すと/pa/と聞える範囲が長くなるのが観察された。backward masking現象についてはPickett (1975)、太田 (1986) などの報告があり、語音の認知に重要な働きをしていることが示唆される。

このような簡単なoffsetあるいはonset [p-a] Stevens (1975) が主張するように一種の弁別器 (a sort of differentiator) として働くことを示唆している。しかし、この弁別器はいろいろな情報メカニズムによって支えられていると思われる。

VOT情報とスペクトル情報に相互関係が成立

していることが見出されている。つまり、不適切な情報が含まれた葛藤条件では音声の知覚が成立せず、それぞれの音響手掛りには、音声相補関係 (phonetic trading relationship) が成立していると思われる。そしてさらにそれぞれの音響手掛りには音声学の等価性 (phonetic equivalence) が成立していると思われる。Blunsten (1980) も課題条件 (弁別課題と識別課題) および手掛り数によって反応時間が異なることを報告しているおり、このことを示唆している。従って、Repp (1987) が主張するように、このような機構の成立から backward masking を巧く利用して短時間順応現象 (short adaptation) によって逆に音響手掛りを際立たせる働きをしていると思わせる。Repp (1984) は、範疇化された段階と前範疇化の段階があることを見出している。そして、Tartter (1981) は、識別課題は、音声の動的な部分の情報だけで成立し、範疇化された段階で成立することを明らかにしている。Schwartz, J. and Tallal, P. (1980) の知見も、このことを示唆している。

重度聴覚障害者は、スペクトル情報と時間情報が失われると破裂語音の認知ができず、ある持続時間以上でCV反応が見出された。従って、日本語の記号体系をほぼ習得し、聴覚活用が充分にできていると思われ、72~82%の受聴明瞭度を示す重度の聴覚障害者であっても、スペクトル情報、時間情報をさらにスペクトル変化率で表現されたスペクトルと時間情報の統合された手掛りで音学的等価性を得ることができず文脈依存、Klattの主張するようなスペクトル系列の全体的手掛りが必要だった。

音響信号からその内的な表象の変換に関しては、モデルが提唱されている。

鰐原・佐藤 (1973) は、内耳に高音障害があり、聴覚中枢経路が全く正常な内耳性難聴の場合の語音のパターン認識のしくみをモデル化している。つまり、人力情報の高音部分は中枢経路には伝達されないが、分析統合能力は正常であるから最終パターンが部分的に欠如しても内冗長度の働きで正しく認知できる。

本実験で明らかにしたように、健聴者は、音響刺激の一部が除去され、スペクトル変化率で表現された情報を除去し、外冗長度を減らした語音でも内冗長度を高めてこれらを処理することができた。しかし、重度聴覚障害者では、音声の動的特

性の知覚で音声をほぼ処理できても (福永, 1988 a), 外冗長度を減らした語音の知覚が困難であった。従って、鰐原らのモデルで、これを解釈すると健聴者は失なわれた情報を内的に補充できる。しかし、重度の聴覚障害者は、このような刺激では失なわれた情報を内的に補充できないことを示している。これらのことは、これまでの実験で確認されている知見と関係していると考えられる。

まず、重度聴覚障害者の音声の動的特性の知覚には、子音部の破裂部の情報、つまり VOT (Voice Onset Time) の情報が保たれていなければならない (福永ら, 1988b)。さらに、単音節の識別に必要な持続時間が長く、ほぼ母音定常部附近までの情報が必要であった。これに対して健聴者では、10~20msの持続時間で単音節の識別が可能であった (福永, 1988c)。重度の聴覚障害者が、CV音節を識別するには、母音定常部附近までの情報が必要である。

以上の知見は、重度の聴覚障害者にあつては、可能な限り多くの音声情報を提供しなければならない。さらに、このような情報に基づいて、内的な表象が成立をはかる必要があることを示唆している。Pisoni (1987) は、音声知覚処理には、感覚情報と中枢からの情報が必要であるといっており、このことを示唆していると思われる。

最近の研究は、音声信号にはある規則に基づいた多くの音声情報が含まれていることが見出されている。

ホルマント遷移部の情報は、文脈情報に規定される (Stevens, 1975)。さらに、単独のCV音節では、母音の持続時間が破裂音一半母音の区別でホルマント遷移部の手掛りの知覚に組織的に影響する。つまり、CV音節の全体的な持続時間が破裂音一半母音の識別境界に影響し、しかも、発話速度の影響を受けることが示唆されている。

多くの音声セグメントの対比や音韻のセグメントの対比は、ほとんどがそれらのスペクトル関連量はもちろんのこと冗長性の高い持続時間の差に基づいて区別される (Pisoni, 1981)。従って、重度の聴覚障害者が単音節の知覚にCV音節の母音定常部附近までの持続時間は、発話速度やホルマントF2の変化に対応するため必要であると考えられる。

そうして、このような関係の成立の基盤には、知覚的な恒常性 (perceptual constancy) の成立

が前提となると思われる。さらに、この弁別器は、識別課題として働いていると考えられる。というのは、

Bower, T.G.R. (1984) は、知覚的主体は変化情報のなかから不変情報を捜し、変化に対応するという。このことは、音声情報が変化する情報に含まれていることから多様な音声の変化情報に対応するには、音声知覚の恒常性を習得することが必要であると思われる。従って、末梢性の聴覚システムからの音声情報が制限されている重度の聴覚障害者の聞き手は、ある種の不適切な持続時間の情報を無視し、同時にセグメント、強勢、プロソディーや統語構造に関する他の種類の弁別的な持続時間情報を組込むことで問題が生じているように思われる。

Repp (1987) は、単一手掛りによる初期の統合と複数の手掛りによる第2の統合過程が聴覚処理にあることを示唆しており、音声の動的特性の知覚には、初期の統合過程が必要であることが示唆された。また、この過程が知覚の恒常性の問題と関連すると思われる。従って、重度聴覚障害者は、語音・音響特性、スペクトルピークの知覚は困難であったとしても、記号的機能を高めることが重要であると思われる。

今後、音声知覚の知覚的恒常性と重度聴覚障害者の音声の動的な特性の知覚の関連性を検討することが必要であろう。

本研究は、昭和63年度学内プロジェクト研究(準研究)の助成を受けた研究である。

謝 辞

本実験では、筑波大学情報工学系板橋秀一教授の御指導を頂き、また、コンピューターを利用させていただきました。また、大学院生の高木一幸氏にはプログラムを作成して頂き、コンピューターの操作及び、刺激作成を手伝って頂きました。心から深く感謝いたします。

文 献

- 1) Blumstein, S.E., and Stevens, K.N., (1979): Acoustic invariance in speech production: Evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants. *Journal of Acoustic Society of American*, 66, 1001-1018.
- 2) Boothroyd, A. (1984): Auditory perception of Speech constraints by subjects with sensorineural hearing loss, *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 134-144.
- 3) Bower, T. G. R. (1984): 乳児の世界, 岡本夏木他訳ミネルバ.
- 4) Cole R.A, and Scott, B, (1974): Toward a theory of speech perception. *Psychological Review*.
- 5) 蝦原勇, 佐藤恒正(1973): 聴覚の中枢性障害の概念と後迷路性難聴の研究の変遷。切替一郎編中枢神経障害へのアプローチ, 金原出版.
- 6) 福永善秀・高木一幸 (1988a): 聴覚障害者による音声知覚処理と母音定常部の持続時間. 筑波大学心身障害学研究, 12巻2号, 1-12.
- 7) 福永善秀 (1988b): 聴覚障害者の音声知覚における子音情報と母音情報の役割. 聴覚障害リハビリテーション研究—星龍雄教授退官記念論文集—, 175-186.
- 8) 福永善秀 (1988c): 聴覚障害者の単音節知覚における聴覚パターンコーディング. 日本特殊教育学会総会論文集.
- 9) 福永善秀・吉野公喜 (1988d): 重度聴覚障害者の単音節の知覚におけるスペクトル情報と時間情報. *Audiology Japan*, 31(5).
- 10) Furui, S. (1986): On the role of spectral transition for speech perception. *Journal of Acoustic Society of American*, 80 (4), 1016-1025.
- 11) Godfrey, J.J. and Millay, K. (1978): Perception of rapid spectral change in speech by listeners with mild and moderate sensorineural hearing loss. *Journal of the American audiology society*, 3 (5), 200-208.
- 12) Kewley-port, D., Pisoni, D.B., and Studert-Kennedy, M., (1983): Perception of static and dynamic acoustic cues to place of articulation in initial stop consonants. *Journal of Acoustic Society of American*, 73, 1779-1793.
- 13) Klatt, D. H (1979): Speech perception: A model of acoustic-Phonetic analysis and lexical access. *Journal of Phonetic*.
- 14) Klatt, D.H. (1980): Speech perception: A model of acoustic-phonetic analysis and lexical access. In (Eds) Cole, R.E., Perception and production of fluent speech, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 15) Lahiri, A., Gewirth, L., and Blumstein, S.B. (1984): A reconsideration of acoustic

- invariance for place of articulation in diffuse stop consonants: Evidence from a cross-language study, 76, 391-404.
- 16) Liberman, Cooper, Shankweiler, and Studdert-Kennedy, (1967): Perception of speech code. *Psychological Review*, 74, 431-461.
 - 17) Miller, J.D. (1984): Auditory processing of the acoustic patterns of speech. *Arch otolaryngol*, 110, 154-159.
 - 18) 太田富雄・吉野公喜 (1987a): 聴覚障害児の語音知覚における Backward Masking—破裂語音の明瞭度を中心に—, 筑波大学心身障害学研究, 10(2), 23-30.
 - 19) 太田富雄・吉野公喜 (1987b): 聴覚障害児の語音識別における Temporal Masking—単語中の closure duration の及ぼす影響—, 心身障害研究, 11(2), 11-16.
 - 20) Pisoni, D.B., and Luce, P.A. (1987): Acoustic-phonetic representation in spoken word recognition. *Cognition*, 25, 21-52.
 - 21) Pisoni, D.B., and Luce, P.A. (1986): Speech perception: Research, Theory, and the Principal Issues. In (Ed) Schab, E.C., and Nusbaum, H.C. Pattern recognition by humans and machines, Speech perception, Academic Press, 51-88.
 - 22) Pisoni, D.B., (1981): Some current theoretical issues in speech perception. *Cognition*, 10, 249-259.
 - 23) Repp, B.H. (1982): Phonetic trading relations and context effects: New experimental evidence for a speech mode of perception. *Psychological Bulletin*, 1, 81-110.
 - 24) Repp, B.H. (1987): On the possible role of auditory short-term adaptation in perception of the prevocalic [m]-[n] contrast. *Journal of Acoustic Society of American*, 82, 1525-1538.
 - 25) Schwartz, J. and Tallal, P. (1980): Rate of acoustic change may underlie hemispheric specialization for speech perception. *Journal of Acoustic Society of American*, 207 (2), 1380-1381.
 - 26) Stevens, K.N. (1971): The role of rapid spectrum changes in the production and perception of speech. In (Eds.) Hammerich, H.H., and Jakobson, R., Form and substance: Festschrift for Eli Fischer-Jørgensen Copenhagen, Akademisk Forlag, 95-101.
 - 27) Stevens, K.N. (1971): Session IV Feature detection and auditory segmentation: Consonant perception—Chairman's review. In (Eds.), Fant, G. and Tatham, M.A. A., Auditory analysis and perception of speech, Academic Press, 303-330.
 - 28) Stevens, K.H. (1975): The potential role of property detectors in the perception of consonants. In (Eds.), Fant, G. and Tatham, M.A. A., Auditory analysis and perception of speech, Academic Press, 303-330.
 - 29) Stevens, K.N. and Blumstein, S.E. (1978): Invariant cues for place of articulation in stop consonants. *Journal of Acoustic Society of American*, 64, 1358-1368.
 - 30) Stevens, K.N. and Blumstein, S.E. (1981): The search for invariant acoustic correlates of phonetic features. In (Eds.), Eimas, P. and 10) Miller, J.L., Perspectives on the study of speech, Lawrence Erlbaum associates, 1-38.
 - 31) Sawusch, J.R. (1987): Auditory and phonetic coding. In (Eds) Schwab, E.C. and Nusbaum, H.C., Pattern recognition by humans and machines, Speech perception, Academic Press, 51-88.
 - 32) Tartter, V.C. (1981): A comparison of the identification and discrimination of synthetic vowel and stop consonant stimuli with various acoustic properties. *Journal of Phonetics*, 9, 477-486.

Summary

Spectral and temporal information on a syllable perception by a person with severely sensorineural hearing loss

Yoshihide Fukunaga Kazuyuki Takagi

This paper is aimed at considering a perceptual problem of speech's dynamic features concerning persons with sensorineural loss, based upon process of spectral and temporal information.

Subjects were normal hearing person (female) and a person with sensorineural hearing loss who was auditorizer and learned linguistic coding system. They were graduate students.

Stimulus speech sounds consist of 6 consonant-vowel syllables with voiced and voiceless stop, /pa/, /ta/, /ka/, /ba/, /da/, and /ga/. Voiced stop syllables were clipped from the beginning of aspiration at each 5 ms step. Voiceless stop syllables were clipped from burst release to 20 ms duration. The result shows that identification score of normal hearing person decreased /pa/ duration 5ms, /ta/'s 10ms, and /ka/'20ms. But, it shows that a person with sensorineural hearing is difficult to identify these syllables. These results make some important suggestions regarding problem of perceptual process of speech.

Key Word : duration severely hearing loss speech perception dynamic feature of speech