心身障害学研究　Bull. Spec. Educ.
13(2)：91—98，1989

聴覚障害児における言語音の識別に及ぼす持続時間の影響

佐藤　正幸*　　吉野　公喜**

本研究は，聴覚障害児に対して，持続時間を変数とした「だ/da/—た/ta/」及びアクセント構造が同じ「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の識別実験を行った。その結果，「た/ta/」と識別し得る切断位置で，聴覚障害児は＋10.0～＋20.0ms（子音の持続時間15.0ms～5.0ms）であり，健聴者は，＋12.5ms（子音の持続時間12.5ms）であった。一方，「単語/taNgo/」と識別し得る切断位置で聴覚障害児は15.0ms～＋20.0ms（子音の持続時間10.0ms～5.0ms），健聴者は＋15.0ms（子音の持続時間10ms）が臨界値であった。単音課題，単語課題のいずれにおいても聴覚障害児は，無声と識別し得る子音部分の持続時間の短いことがみられた。

キーワード：持続時間　言語音　識別　聴覚障害

1．はじめに

一般に人間は，各種感覚器によって事象の時間長を知覚することができる。これを持続感といい，聴覚的時間情報処理の面においては，音声言語の持続時間が主なものとされている。

ところで，聴覚障害児・者においては，従来より音声知覚能力の低下が問題とされているが，その程度は，各個人の聴力レベルと必ずしも一義的関係ではないことが報告されている。そして，従来，聴覚障害児・者における音声知覚の研究は，高さ（pitch）及び大きさ（loudness）を問題とするものであった。しかし，最近では，時間的な側面が問題とされるようになってきた。

聴覚障害児を対象に持続時間を問題とした音声識別の研究において，佐藤・吉野・太田（1985[7]）が自然音声5母音を5段階に短縮した音声刺激の識別実験を行ない，健聴者では持続時間の変動にも関わらず，識別率は高原状態を示していたが，聴覚障害児では，持続時間が89.6ms以下になると，殆ど正確に識別できなくなることをみいだした。太田・吉野（1987[6]）は，自然音声5母音における時間分割語音の識別実験を行ない，感音難聴児では50ms以上の持続時間であっても，音響情報の処理が不十分であることを示唆している。さらに，山田・今泉・原田・細井（1987[11]）は，持続時間を変数とした単独母音の識別実験を感音難聴児に行ない，識別率が最高となるには100～180msの持続時間を要し，感音難聴児・者は，母音の識別のために健聴児・者よりも長い持続時間が必要であると報告した。いずれの場合でも，健聴児・者の識別率と比較するとき，聴覚障害児・者においては，持続時間がある一定の数値にならないと正確に識別できないことが考えられる。

ところで，母音の定常部の持続時間を変数とした持続時間とは別に，近年，子音の持続時間及びVOT（voice onset time）を変数とした持続時間の識別が報告されるようになってきた（Ganong III; 1980[3]，Tyler, Summerfield, Wood, and Prose k; 1986[9]）。VOTの値を変数とした持続時間の識別について，聴覚障害児・者を対象とした研究では，まず，Benett and Ling（1973[1]）が，母音/a,u,i/が後続し，0～120msの範囲でVOTの値を変化させた/b/-/p/,/d/-/t/,/g/-/k/の識別実験を行ない，聴覚障害児は，60msでようやく無声と識別する率が60％を越える程度であり，120msとなっても80％を越えなかったと報告した。さらに，聴覚障害児は，これらの有声—無声の識別

＊　心身障害学研究科
＊＊　心身障害学系

Table 1. 聴覚障害児の聴力レベル，最高受聴明瞭度（MSDS）

	Hearing Threshold Level (dB: JIS 1982)								MSDS (%) **
Ss.	Mean*	125	250	500	1000	2000	4000	8000 (Hz)	
1. R.	59	35	45	50	60	65	65	65	64
L.	64	35	40	55	65	70	65	65	80(57語表)
2. R.	60	40	50	55	55	75	55	65	65
L.	76	45	65	80	75	75	70	90	90(67語表)
3. R.	89	55	55	75	85	105	110	NR	20
L.	73	60	65	60	70	90	75	85	55(67語表)
4. R.	75	50	50	65	75	85	85	NR	85
L.	75	55	65	65	75	85	80	90	70(67語表)
5. R.	51	60	60	55	50	50	50	70	95
L.	85	NR	NR	85	85	85	75	80	(67語表)
6. R.	109		85	100	115	105	105	105	
L.	89		75	90	90	85	85	85	
7. R.	59	30	35	40	65	65	25	30	
L.	79	45	60	80	80	75	70	40	
8. R.	65	55	60	65	70	55	90	NR	
L.	70	60	70	75	75	55	75	NR	
9. R.	93	70	85	85	95	95	90	NR	
L.	111	85	95	100	115	115	115	NR	

* $\frac{500\text{Hz}+2(100\text{Hz})+2000\text{Hz}}{4}$ の4分法による

** MSDS: Maximum Speech Discrimination Score

において音素境界を設定し得ないこと，そして範疇化が難しいという結論を出した。

また，Parady, Dorman, and Whaley[5] (1981) は，/da/-/ta/の合成音声刺激の識別実験を聴覚障害児に行なった。その結果，障害が高度になればなるほど無声（ここでは/ta/）と識別するVOTの値が大きくなる傾向がみられ，健聴児が27msであるのに対し，聴覚障害児は35～45msであった。一部の聴覚障害児においては60msでも70%を越えず，/da/-/ta/における有声・無声の範疇化のなされていないことを報告した。他にも，Walden, Montgomery, and Prosek (1986[10]) 等の報告があり，いずれも同様の知見を報告している。

このように，聴覚障害児はVOTの値を変数とした語音の識別実験において困難であることが報告されてきているが，この種の研究は，呈示刺激が単音のものが多く，単語でなされた研究は見当らない。そこで，本研究では，濁音を材料とし，音節の話頭から2.5ms単位で切断していった音声の識別実験を行ない，単音及び単語の識別における聴覚障害児の聴覚的時間情報処理に検討を加える。

2. 第一実験

(1) 目　　的

持続時間を変数とした歯茎閉鎖音「だ/da/—た/ta/」の対立における識別実験を行ない，聴覚障害児の持続時間を変数とした音声の識別における聴覚的時間情報処理に検討を加える。

(2) 方　　法

① 被験者

健聴者は，年齢が20～27歳の大学生及び大学院生13名（男9名，女4名），いずれも聴覚系に病歴を持たず，平均聴力レベルが正常範囲内である。

聴覚障害児は，両耳とも平均聴力レベルが，51～111dB(HL)の感音難聴児9名（男6名，女3名），年齢は，7～12歳である。その聴力レベル及び最高受聴明瞭度をTable 1に示す。聴覚障害児は，いずれも週1～2回の割合で某区の普通小学校内に設置されているきこえとことばの教室に通級している児童である。なお，これらの聴覚障害

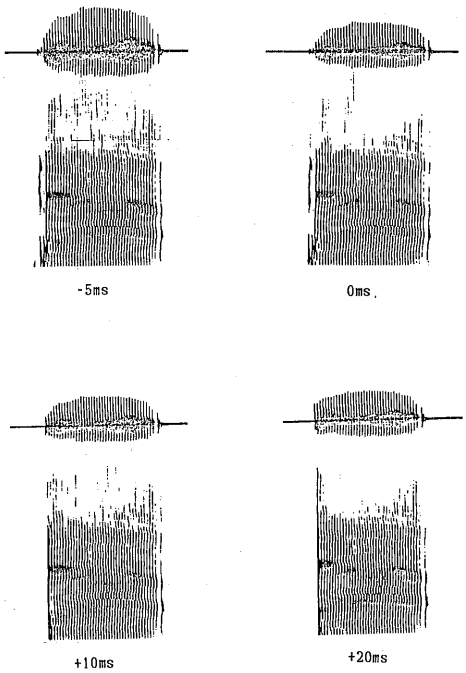


Fig.1.　「だ/da/—た/ta/」の時間構造
切断位置の値が−5msの波形は，切断前の「だ/da/」である。本実験では，初頭の子音部分をどのくらい切り出すと「た/ta/」と識別され得るかを調べた。

児は，すべて補聴器の装用によって聴覚学習（auditory learning）を進展させているものである。

② 刺激系列

刺激材料は，東京方言の健聴成人女性によって発声された自然音声「だ/da/」を用いた。加工方法は，量子化bit数，16bit，標本化周波数16kHzで材料となる自然音声の破裂部より2.5ms stepで切断していく方法をとった（Fig. 1）。その切断位置（古井；1985[2]）は，−5.0〜+20.0msの2.5ms stepで11段階に設定された（切断前の子音の持続時間：/da/=25ms）。なお，識別課題は，1 stepにつき，10回ずつランダムに逐次呈示するものであった。これらの刺激音は，持続時間，休止時間及び強さが一定となるように音声切り出し編集装置（DANAC 7000：量子化bit数12bit標本化周波数20kHz）で制御し，PCMデジタルプロセッサ（SONY PCM FIS L-B5）に録音した。刺激音間の持続時間は，5000msであった。

③ 手続き

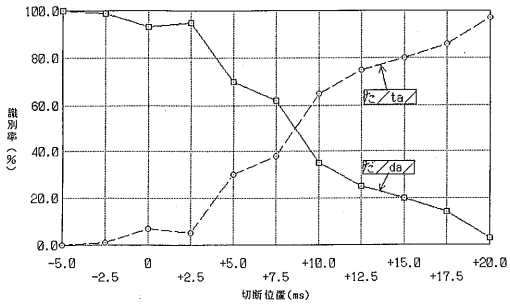


Fig.2.　健聴者における識別実験の結果
「だ/da/—た/ta/」

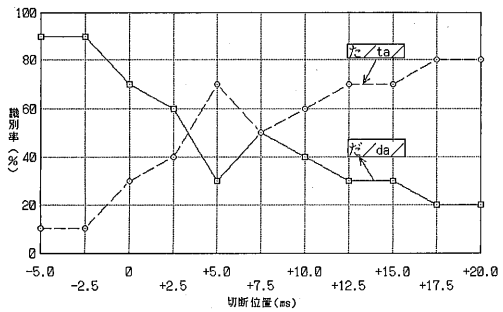


Fig.3-1　聴覚障害児（S4）における識別実験の結果
「だ/da/—た/ta/」

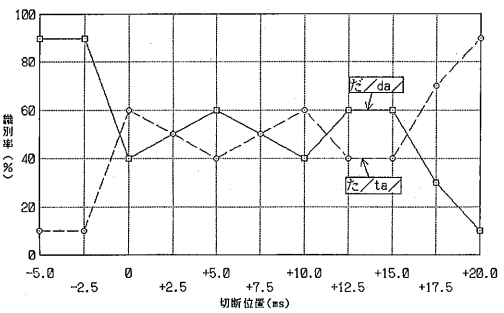


Fig.3-2　聴覚障害児（S1）における識別実験の結果
「だ/da/—た/ta/」

刺激系列は，健聴者においてはすべて右耳，聴覚障害児においては，個々人の補聴器装用耳に呈示された。呈示音圧は，PCMデジタルプロセッサ（SONY PCM F1, SL-B5）及びオージオメータ（RION AA63BN, AA66BN）により，健聴者は，60dB (HL)，聴覚障害児は個々人の至適レベルに調整された。応答方法は，「だ/da/—た/ta/」の2AIT（2 Alternative Identification Task）で行なった。検査に先立って，練習問題を5題行なった。

(3) 結果及び考察

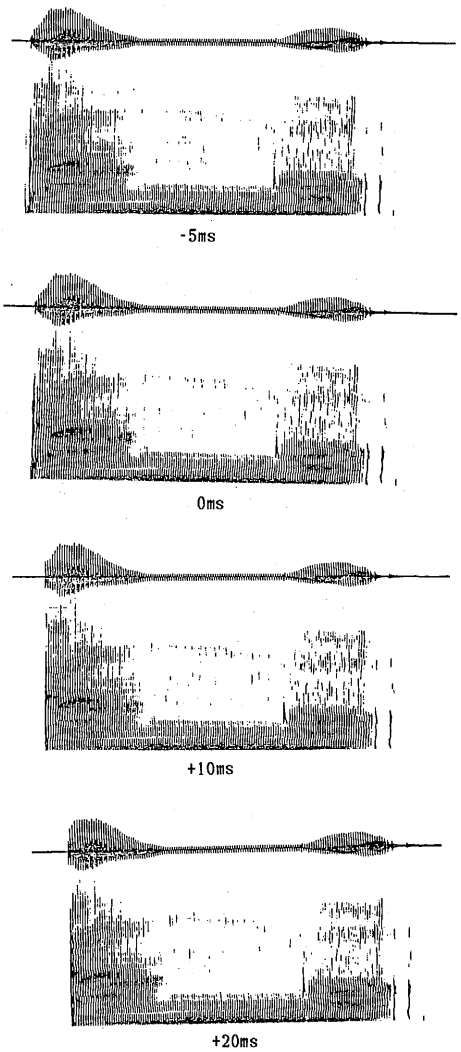


Fig.4.　「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の時間構造
切断位置の値が−5msの波形は，切断前の「団子/daNgo/」である。本実験では初頭の子音部分をどのくらい切り出すと「単語/taNgo/」と識別され得るかを調べた。

歯茎閉鎖音「だ/da/—た/ta/」における持続時間の識別実験の結果をFig. 2,3-1〜2に示す。

切断前の持続時間が25msである子音の持続時間を2.5ms単位で短縮して行った場合，健聴者において，有声歯茎閉鎖音「だ/da/」及び無声歯茎閉鎖音「た/ta/」の識別率が75%を越える時の切断位置をその臨界値とする時，「だ/da/」では+5.0ms，「た/ta/」では+12.5msであることがみられ，子音の持続時間を12.5ms切り出すと「た/ta/」と識別することになる（Fig. 2)。

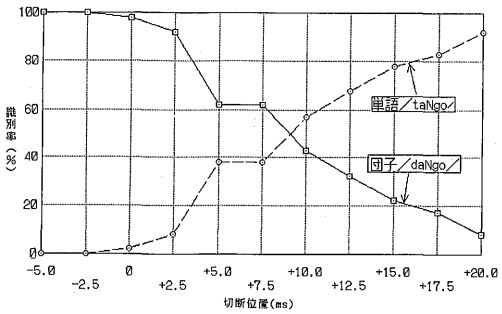


Fig.5.　健聴者における識別実験の結果
「団子/daNgo/—単語/taNgo/」

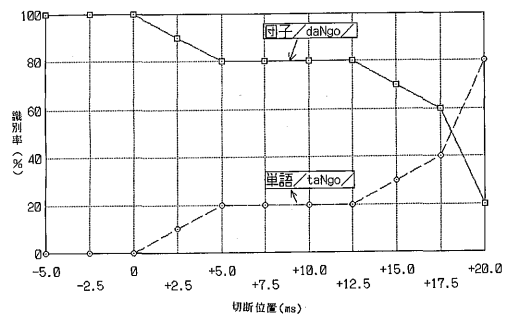


Fig.6-1　聴覚障害児（S4）における識別実験の結果
「団子/daNgo/—単語/taNgo/」

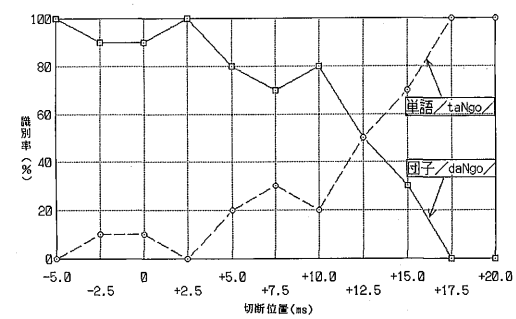


Fig.6-2　聴覚障害児（S1）における識別実験の結果
「団子/daNgo/—単語/taNgo/」

一方，聴覚障害児においては，臨界値となる切断位置が，「だ/da/」では−5.0〜+12.5ms，「た/ta/」では+10.0〜+20.0msの範囲で半数以上（S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8）が15.0ms以上（子音の持続時間10.0ms以下）であった。また，被験児によっては，切断位置が，+20.0msになってはじめて「た/ta/」と識別する率が75%を越える者もみられ（S3,S4(Fig. 3-1)），「た/ta/」という非同時的要素（asynchronous component）をもつ無声歯茎閉鎖音を識別するためには，かなりの子音の持

続時間の短縮が必要と考えられる。さらに，S1 (Fig. 3-2)，S5,S6,S7,S8の被験児においては－2.5～＋17.5msという広い範囲で「だ/da/—た/ta/」の識別率の差がほとんどなくなり，範疇化が困難となることがみられた。また，これらの被験児においては，有声—無声の範疇化で，Parady, Dorman, Whaley, and Raphael (1981[5])が述べているように，子音の持続時間短縮といった時間的な手がかりで「だ/da/—た/ta/」の識別をしているのではなく，他の手がかりで識別していることが考えられよう。

3．第2実験

(1) 目　　的

アクセント構造が同じである「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の識別実験を行ない，単語課題での持続時間を変数とした音声の識別における聴覚障害児の聴覚的時間情報処理に検討を加える。

(2) 方　　法

① 被験者

健聴者，聴覚障害児ともに第1実験と同一である。

② 刺激系列

第1実験では刺激材料が単音であったのに対しここでは，東京方言の健聴成人女性によって発声された単語における自然音声「団子/daNgo/」を用いた。切断位置は，－5.0～＋20.0msの2.5ms stepで11段階に設定された（切断前の子音の持続時間：/da/＝25ms)。加工方法は，量子化bit数，16bit，標本化周波数16kHzで材料となる自然音声の破裂部より2.5ms stepで切断していく方法をとった (Fig. 4)。なお，識別課題は，1 stepにつき，10回ずつランダムに逐次呈示するものであった。これらの刺激音は，持続時間，休止時間及び強さが一定となるように音声切り出し編集装置（DANAC 7000：量子化　bit数12bit標本化周波数20kHz）で制御し，PCMデジタルプロセッサ（SONY PCM F1, SL＝B5）に録音した。刺激音間の持続時間は，5000msであった。

③ 手続き

刺激系列は，健聴者においてはすべて右耳，聴覚障害児においては，個々人の補聴器装用耳に呈示された。呈示音圧は，PCMデジタルプロセッサ（SONY PCM F1, SL＝B5）及びオージオメータ（RION AA63BN, AA66BN）により，健聴者は，60dB(HL)，聴覚障害児は個々人の至適レベルに調整された。応答方法は，「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の2AIT (2 Alternative Identification Task) で行なった。検査に先立って，練習問題を5題行なった。

(3) 結果及び考察

「だ/da/—た/ta/」の識別をアクセント構造が同じである「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の単語課題で得られた結果をFig. 5,6-1～2に示す。

まず健聴者において，単音課題と同じように有声及び無声歯茎閉鎖音が語頭にある「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の識別率が75%を越えるときの切断位置をその臨界とする時，「団子/daNgo/」では＋2.5ms＋（子音の持続時間5.0ms)，「単語/taNgo/」では＋15.0ms (子音の持続時間5.0ms) であり，特に「単語/taNgo/」では単音課題と比べ，若干切断位置の値の大きい傾向がみられる (Fig. 5)。一方，聴覚障害児においては，「団子/daNgo/」では＋5.0ms～＋15.0ms (子音の持続時間20.0ms～10.0ms) であり，「単語/taNgo/」では半数以上が＋20.0msである傾向がみられ，その範囲は，＋15.0ms～＋20.0msであった (Fig. 6-1)。このことは，健聴者，聴覚障害児ともに音声範疇化の臨界を成すことにおいて，単音課題よりも単語課題の方が，無音と識別し得る子音の持続時間の短いことを示唆するものである。

単音課題において，有声・無声の範疇化が困難となっていた聴覚障害児S1 (Fig. 6-2)，S5,S6,S7,S8は，単語課題において安定した識別曲線を示し，「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の範疇化が現れており，単語課題呈示という音声学的環境が，音声の識別を補助し，調整し得ることが推察される。

4．総合的考察

(1) 持続時間を変数とした音声の識別にみられる聴覚障害児の聴覚的時間情報処理の特徴

本研究において，単音・単語課題ともに聴覚障害児は，無声と識別し得る子音の持続時間が健聴者と比べ短い傾向が見られ，聴覚障害児と健聴者とでは，聴覚的時間情報処理に違いのあることが示唆された。これには，以下のことが考えられる。これは，Massaro (1975[4]) のモデルにおける第2次認知 (secondary recognition) にて困難を示しているものと思われる (Fig. 7)。つまり，第2次

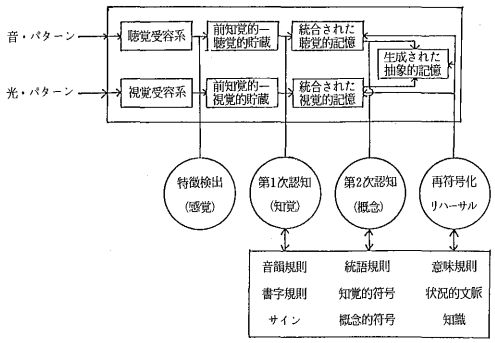


Fig.7. 聴覚的情報及び視覚的情報の時間的処理過程（Massaro, 1975）

認知とは，統合された聴覚的記憶において受入れられた音声パタンの知覚的符号と長期記憶における符号との一致を見る過程である。故に，本研究における聴覚障害児においては，補聴器の装用によって聴覚活用がなされているとはいうものの，聴覚的情報処理が完全なものでないことから，長期記憶に貯蔵されている音声学的知識が乏しいことが考えられる。そのため，本研究において聴覚障害児は子音の持続時間をかなり短くしないと，自ら持つ「た/ta/」及び「単語/taNgo/」という無声の音声学的知識と一致させることが出来ないものと思われる。従来の研究において，感音難聴の原因とされる蝸牛における障害は，持続時間の識別における聴覚的時間情報処理を劣化させることが報告されているが，検査語を限定して行なっているために，最終的な結論を出すまでに至らない。このことについては，さらに検討を重ねる必要がある。

(2) 持続時間を変数とした音声の識別における呈示条件の影響

本研究では，音声の識別において単音課題及び単語課題というように2つの呈示条件を設定した。

持続時間を変数とした音声の識別においては，健聴者・聴覚障害児ともに，単音課題よりも単語課題において，無声と識別し得る切断位置の値が大きく，かつ子音の持続時間の短いことがみられた。このことは，有声—無声の音声範疇化の臨界を成すことにおいて切断位置の値が単音課題よりも単語課題の方が語彙の状態によって大きくなるとしたGanong III (1980[3]) の知見を支持するものである。

また，聴覚障害児は単語課題で単音課題と比べ識別曲線が安定し，有声—無声の範疇化が見られた。このように，今回実験を行なった子音の持続時間の識別において，課題となる音声刺激の呈示条件が，聴覚障害児の持続時間を問題とした音声の識別達成度に少なからず影響をもたらしているこど推察される。

5．まとめ

本研究は，聴覚障害児に対して，持続時間を変数とした「だ/da/—た/ta/」及びアクセント構造が同じ「団子/daNgo/—単語/taNgo/」の識別実験を行ない以下の結果を得た。

(1) 子音の持続時間を変数とした識別課題において，健聴者は単音課題において有声「だ/da/」と識別し得る切断位置は＋5.0ms（子音の持続時間20.0ms），無声「た/ta/」と識別し得る切断位置は＋12.5ms（子音の持続時間12.5ms）であった。一方，聴覚障害児は「だ/da/」においては，－5.0～＋12.5ms（子音の持続時間25.0ms（＋5msのbuzz bar）～12.5ms），「た/ta/」においては＋10.0～＋20.0ms（子音の持続時間15.0ms～5.0ms）であった。

(2) 単語課題において，健聴者は，有声「団子/daNgo/」と識別し得る切断位置は＋2.5ms（子音の持続時間22.5ms），無声「単語/taNgo/」と識別し得る切断位置は＋15.0ms（子音の持続時間10.0ms）であった。一方，聴覚障害児は，「団子/daNgo/」では＋5.0ms～＋15.0ms（子音の持続時間20.0ms～10.0ms），「単語/taNgo/」では＋15.0ms～＋20.0ms（子音の持続時間10.0ms～5.0ms）であり，いずれも聴覚障害児は，無声と識別し得る子音の持続時間の短いことがみられた。

故に，子音の持続時間を変数とした音声の識別において，単音課題，単語課題ともに無声と識別し得る切断位置の値の大きいことがみられ，かなり子音の持続時間を短縮しないと有声—無声の範疇化が困難であることが推察される。

本研究を進めるにあたり，日本電信電話株式会社（NTT）武蔵野基礎研究所，河原英紀先生より多大なるご教示，ご援助を頂きました。厚く御礼申上げます。

文　献

1）Bennett, C, and Ling. D. (1973): Discrimi-

nation of the voiced-voiceless distinction by severely hearing-impaired children. J. of Auditory Research, 13, 271-279.
2) 古井貞熙(1985)：音声知覚におけるスペクトル変化情報の役割り．日本音響学会聴覚研究会資料．H—85—6．
3) Ganong III, W.F. (1980): Phonetic cataegorization in auditory word perception. J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance, 6, 110-125.
4) Massaro, D.M. (1975): Understanding language, An information-processing analysis of speech perception reading and psycholinguistics., Academic Press. New York.
5) Parady, S., Dorman, M.F., and Whaley, P. (1981): Identification and discrimination of a synthesized voicing contrast by normal and sensorineural hearing-impaired children., J. Acoust. Soc. Am., 69, 3, 783-790.
6) 太田富雄・吉野公喜 (1987)：感音難聴児の時間分割語音の識別．特殊教育学研究，24，(4)，19—29.
7) 佐藤正幸・吉野公喜・太田富雄 (1985)：聴覚障害児の聴覚的時間知覚に関する一考察（第2報）．Audiology Japan. 28，4，607—608.
8) 佐藤正幸・吉野公喜 (1987)：聴覚障害児・者の聴覚的時間情報処理．特殊教育学研究，25，3，9—17.
9) Tyler, R.S., Summerfield, Q., Wood, E. J., and Fernandes, M.A. (1982): Psychoacousitc and phonetic temporal processing in normal and hearing-impaired listeners., J. Acoust. Soc. Am. 72, 3, 740-752.
10) Walden, B.E., Montgomery, A.A. and Prosek, R.A. (1986): Phoneme boundaries in normal and hearing-impaired ears., J. Acoust. Soc. Am., 79, 4, 1101-1112.
11) 山田安紀子・今泉敏・原田勇彦・細井裕司 (1987)：感音難聴者の母音知覚における時間的要素の影響．聴覚言語障害，16(2)，55—61.

Summary

The Effects of Durations of Speech-sounds on those Identification in Hearing Impaired Children

Masayuki Sato　　Tomoyoshi Yoshino

The present study was conducted an experiments to the identification of speech-sounds with variable durations in hearing impaired children, for stimuls"/da/-/ta/" and "/daNgo/-/taNgo/" with variable durations of initial portion of the CV-syllable. Individual stimuli were edited by the computer, and all stimuli were presented by an air-conductional receiver in acoustically isolated room with low ambient noise level for individual hearing.

Results as follows:

(1) On the identification of monosyllable "/da/-/ta/", the cut-off portion which was identification as a voicing sound "/da/" was −5.0～ ; 12.5ms (duration of initial portion of the CV-syllable was 30ms (with buzz bar 5ms)～12.5ms) and as a voiceless sound "/ta/" was + 10.0～20.0ms (duration of initial portion of the CV-syllable was 15.0～5.0ms) in hearing impaired children, during respectively +5.0ms (duration: 20ms), +12.5ms (duration: 12.5 ms) in normal adults.

(2) On the identification of word "/daNgo/-/taNgo/", the cut-off portion which was identifiable as a voicing sound "/daNgo/" was +5.0～+15.0ms (duration: 20.0～10.0ms) and as a voiceless sound "/taNgo/" was +15.0～20.0ms (duration of initial portion of the CV-syllable was 10.0～5.0ms) in hearing impaired children, during respectively +2.5ms (duration: 22.5 ms), +15.0ms (duration: 10.0ms) in normal adults.

These results suggest that hearing impaired children are difficult to the categorizing for voiced-voiceless sounds, if it were not for the considerable shortening on duration of initial portion of the CV-syllable.

Key Word : duration　speech-sound　identification　hearing impaired