 原 著

発話の企画：その聴者依存特性

今泉 敏¹⁾ 林 安紀子²⁾ 出口 利定³⁾

要 約：教師と学童の会話音声解析することによって音声生成の聴者適応特性を調べた。4名の教師のおおのが3名の難聴児と4名の健聴児に対して音声知覚能力を調べる一種のゲームを行っている場面の会話音声を録音・解析し、以下の結果を得た。1) ゲームの説明方法や説明に使用された文は対象児が難聴児かどうかに応じて変化した。難聴児に対して教師はより多くの単文を使用し、より多くの反応を求めた。2) 文の時間構造も変化した。難聴児に対して教師は音節長を長くし、ポーズを多用する傾向があった。

これらの結果は難聴児の会話音声知覚を助けるように教師が話法を制御することを示している。聴者に依存した話法の制御は、文の構成段階から文の音響的時間構造を決める構音運動の企画段階まで発話企画の広い範囲に渡って行われていることを示唆している。

索引用語：発話企画, 会話音声, 難聴, 文構成, 発話速度

Planning in Speech Production: Listener Adaptive Characteristics

Satoshi Imaizumi¹⁾, Akiko Hayashi²⁾, Toshisada Deguchi³⁾

Abstract : Listener adaptive characteristics in speech production were investigated by analyzing spoken dialogue between teachers and children. Dialogue was recorded during a game through which four teachers were asked to assess the speech perception of three hearing-impaired and four normally-hearing children. The following results were obtained. 1) The way of task explanation and used sentences were changed depending on whether the children were hearing-impaired or not. The teachers used more simple sentences and obtained more responses with the hearing-impaired than for the normally-hearing children. 2) The temporal structure of spoken sentences was also significantly changed. For the hearing-impaired, the teachers tended to lengthen syllable duration and to insert pauses in phonological phrase boundaries.

These results suggest that the teachers controlled their speaking style to help the hearing-impaired understand dialogue. Listener oriented adaptation of speaking style seemed to affect the processes in speech production planning, including grammatical encoding by

¹⁾東京大学医学部音声言語医学研究施設：〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

²⁾東京学芸大学特殊教育研究施設, ³⁾同 教育学部：〒184 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

¹⁾Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, Faculty of Medicine, University of Tokyo : 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113 Japan

²⁾The Research Institute for Education of Exceptional children, Tokyo Gakugei University

³⁾Department of Special Education, Tokyo Gakugei University Nukuikita-machi 4-1-1, Koganei-shi, Tokyo 184 Japan

原稿受理：1993 年 4 月 13 日

which sentences are formulated, and articulatory programming by which the temporal structure of speech is determined.

Key words : speech production planning, dialogue speech, hearing-impaired, sentence formulation, speech rate

I. 目 的

本論文では、主たる聴者が難聴児あるいは健聴児である場合の難聴児教育者の会話音声を対象に聴者に依存した音声の特性変化の規則性を調べた。

会話音声の諸特性は言語的制約のみならず話者と聴者の関係や話題の新規性・共通性・進行度、焦点の所在など種々の要因によって変化し得る。このような変動要因のうち聴者依存性を調べることの目的は、1) 教師が難聴児の音声言語知覚特性を補正するような補償的発話企画を行うか、2) 行うとすればそれは発話企画過程(課題に応じた文や単語、音形の選択、構音運動の企画や遂行過程など)のどのレベルで生起するか、を明らかにすることにあり、さらに、3) 難聴児・者にとって聞き取りやすい会話音声の特性を明らかにし、4) 難聴児・者のための音声提示装置や補聴器の設計に役立てるためである。

難聴児の日本語音声に対する知覚特性を検討した最近の結果によると¹⁻³⁾、1) 単語受聴明瞭度は発話速度が速いほど低下する、2) 母音明瞭度は、母音の持続時間が長かつ先行・後続母音間の無音間隔が長いほど上昇する。また、明瞭な朗読と速い朗読の日本語文音声の明瞭度を調べた研究⁴⁾では、3) 健聴者が聴取しても、母音で7%、子音で13%程度明瞭度に差が出ることが示されている。一方、明瞭な発話と会話調の発話を比較した英語無意味文音声の研究⁵⁻⁷⁾では、4) 難聴者の受聴明瞭度に有意差があること、5) 発話速度、破裂子音の強度など音声学的特徴にも差があること、しかし、6) 長時間スペクトルには差がない(高周波帯域の聴力損失を補償する特性はない)こと、7) 時間軸伸縮による音節長の延長は明瞭度を上げ得ないこと、などが明らかにされている。これに対して、難聴学級教師の音声の音響的特徴を調べた荒井⁸⁾は、8) 難聴者の聴力損失を補うような、第2、第3ホルマントパワーの増強があった、と報告している。

以上の先行研究には不一致もあるものの、難聴児・者にとって遅い発話が知覚上有利という点では一致している。しかし、上記の7) が示唆するように、発話速度の低下は複数の補償的発話企画の副次的な結果ないしその一面にすぎない可能性もある。本論文では、

まずなるべく自然な状況で何が生じるかを明らかにするために、難聴学級教師と生徒の自然な会話を解析することによって、教師が難聴児の音声言語知覚特性を補正するような補償的発話企画を行うかどうか、行うとすればそれは発話企画過程のどの段階で生起するかを検討した。

II. 方 法

1. 実験1

実験1では難聴学級教師4名が難聴児と健聴児に対してべつべつに名前当てゲームを行った会話音声を録音し分析した。ゲームは、教師が10人の子供の絵と名前を記載した絵カードを提示して、「どの子がV₁CV₂CV₃ですか?」と質問し、難聴児または健聴児が正解を指で示すという簡単なものである。図1に絵カードの一部を示した。

質問文だけは文型を変えないようあらかじめ教師に依頼した。ターゲットはV₁CV₂CV₃の部分で、V₁、V₂、V₃は母音/a/または/i/、V₁≠V₂、V₁=V₃とした。Cは子音で破裂音または弾音/p,b,t,d,k,g,r/のうちのどれかとした。/abiba/や/ipapi/といった非現実的な名前をターゲットとしたのは、ファミリーリティの差異が結果に影響することを避けるためである。破裂音を多用したのは従来の聴覚特性に関する我々のデータ¹⁻⁴⁾と比較するためと、時間構造の測定が容易であるためである。なお、現実的な名前「あきこ」や「さとし」など6個もダミーとして含めた。

ゲームは、絵カードのSet A (V₁=/i/)とSet B (V₁=/a/)に分けて2度同様の手続きで行った。Set Aでは/iai/, Set Bでは/aia/の母音列に一種類の子音Cが挿入された単語がターゲットで、/C/が弁別できれば正解できる課題であり、子音識別能を測定する課題にもなっている。不正解の単語については、3回を限度として正解するまで繰り返した。

被験者となった教師(主たる話者)は、都内公立小学校難聴学級に勤務する教師4名である。聴き手は教師の勤務する難聴学級に通級してくる難聴児3名、および難聴児と同年齢の健聴児4名である。1名の難聴児は異なる話者で2度聴き手となった。聴き手の条件として、難聴児、健聴児ともにひらがなが読めること

とした。教師1名につき、同年齢の難聴児と健聴児の1組が語りかけの対象となった。難聴学級教師の経験年数と聴き手の聴力に関するデータを表1に示した。

実験は難聴学級の検査室で行い、録音者も同室した。録音者はゲーム方法の説明からゲーム終了までの会話音声を録音し、かつ時間を計測した。また、教師の提

示した「名前」の順番と児の答えの正誤を記録した。

なお、今回の実験では教師の口形を対象児に左斜め表面からみせる姿勢で行った。教師の顔面を右斜め表面からVTRに記録した。これは対象児による構音運動（口形）の差異を検討するためである。

録音した難聴学級教師の音声をワークステーション

図1 絵カードの一部 (Set A)

表1 話者の難聴学級における経験年数と聴き手の難聴児の聴力。難聴児 N は聴き手を2度行った。表中の↑は測定不可能を示す。正答率は試行総数に対して正答した割合を示す

教師の経験年数		平均聴力レベル (dBHL) と補聴器装用年数					正答率 (%)	
教師	年数	難聴児	(右)	(左)	装用年数	学年	難聴児	健聴児
K	10	N	110	115	5:8	1	32	100
M	1:6	N	110	115	5:8	1	46	100
A	11	A	110	↑	6	4	56	100
S	16	F	110	98	5:9	1	60	95

Sparc Station 2 に入力した。次に試験文「どの子が $V_1CV_2CV_3$ ですか」の文をつぎつぎに取り出して音声波形とサウンドスペクトログラムをとり、これらをもとに個々の音節の持続時間を測定した。試験文中の音節は、破裂子音、鼻音または摩擦子音で始まり、音声波形とサウンドスペクトログラムによって音節の区切りを視覚的に判断するのが比較的容易になっている。

さらに、ゲームの説明と実際のゲームの時間を測定し、難聴児に対する所要時間と健聴児に対するそれを比較した。加えて、説明時の逐語録をとり、説明の手

順の流れ図で表し、対象児による説明の手順の差異を検討した。

2. 実験 2

実験 2 では比較のために 2 種類の条件下で朗読音声録音・解析した。被験者は成人男女、各 1 名である。

実験 1 で文型を固定した試験文（どの子が $V_1CV_2CV_3$ ですか？）のおのおのを各 5 回ずつ、「できるだけ速く」と「できるだけ明瞭に」という 2 条件下で朗読した。

実験 1 と同様に、ワークステーションへ入力後、お

図 2 ゲーム全体の所要時間。ただし教師 M の難聴児に対する Set A の説明は録音欠落

表 2 課題の説明での教師対難聴児・健聴児の会話音声における単文、複文（重文を含む）の数。ただし、教師 M の難聴児に対する Set A の説明は録音が欠落したので、総計からは教師 M の Set A に関するデータを省いた。健聴児で反応がないのは「諾く」などの反応を文として計数しなかったため

教師	Set	教師				難聴児				健聴児			
		単	複	単	複	単	複	単	複	単	複	単	複
K	A	75	3	23	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	B	24	0	5	0	1	1	0	0	1	1	0	0
M	A	27	1	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	30	0	12	0	10	1	11	0	10	1	11	0
A	A	18	1	8	0	6	4	8	0	6	4	8	0
	B	17	3	9	0	4	1	0	0	4	1	0	0
S	A	12	2	7	0	5	1	0	0	5	1	0	0
	B	6	0	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0
総 計		182	10	64	0	30	10	19	0	30	10	19	0

のおのの試験文を取り出して、音節長を測定した。さらに、できるだけ速い朗読と明瞭な朗読のおのおのについて各試験文の各音節長の分布を求めた。

III. 結 果

1. 説明に使用された文の解析

図2には、難聴児と健聴児に対する、Set A と B のそれぞれの説明時間とゲーム時間を示した。どの教師の場合も難聴児に対して多く時間を費やしている。説明に要した時間を比較すると、Set A についてはどの教師も難聴児に対して長い時間を要していた。

表2には、3名の教師がゲームを説明するために使用した文の数を単文と複文に分けて示した。難聴児との会話にはより多くの文(難聴児 192 対健聴児 40, うち単文は 182 対 30)を使用し、かつ多くの反応を得ている(64 対 19)。健聴児に対しては、使用された文数が約 1/5 に減少し、かつ単文は 95 % から 75 % に減少している。また、健聴児の反応は難聴児のそれに比較して約 1/3 に減少している。難聴児に対する説明は、段階を多く踏み、聴き手が了解していることを確認しながら進行していることが分かる。

難聴児に対する説明の手順を解析すると、最も多くの手順を踏む場合、1)「名前」という概念を知っていることの確認、2)「指さし行為」が可能であることの確認、3)絵カードの説明(文字が読めることの確認)、4)「質問した名前を指さす」ように指示、5)指示を理解したことの確認、6)ゲームの開始、という手順になった。教師 K がこの手順で Set A の説明をした。難聴児によっては、1) および 2) が省略された。す

べての対象児に対して、4) と 6) の手順は使用された。

表1にはゲームの結果、得られた子音正答率を示した。健聴児の場合、不注意によると思われる1例を除いて 100 % の子音正答率であった。難聴児の子音正答率と表2を比較すると、正答率が低いほど単文による語りかけを増やしていることが分かる。

2. 試験文の時間構造の解析

図3には、教師 K の「いばび」を例に、難聴児と健聴児への語りかけ音声の音節長を示した。難聴児は不正解を2度繰り返したので同じ文が3回提示された。「で」を除いて何れの場合も難聴児に対する文の音節長が長い。特に、「どの子が」と「いばび」の間の休止区間の長さに注目すると、難聴児に対するものは、前後の音節よりも長くなっているのに対して、健聴児に対するものは、前後の音節よりも短くなっている。

さらに、全体的傾向を明らかにするために、実験2の2種類の朗読音声の各音節長の分布を求め、これを基準として、実験1の難聴学級教師の語りかけ音声の音節長と比較した。V₁CV₂CV₃の部分については音節の種類が異なっているものの、順番が対応する音節ごとに平均した。

4名の教師の結果を個別に図4(a)~(d)に示す。図からわかるように明瞭な朗読文のすべての音節長が速い朗読文より長い。このことは、「明瞭に話す」ということが「ゆっくり話す」という要素を含んでいることを示している。

図4(a)では、難聴児>健聴児>明瞭な朗読>速い朗読の順でほとんどの音節長が減少している。対象児間

図3 教師 K による試験文「どの子がいばびですか?」の各音節長。「が」と「い」、「び」と「で」の間の無音区間をポーズ(間)として計測した。この例では3度目の提示(◇)で正解した

図4 実験1の教師の音声と実験2の朗読音声の平均音節長の比較。a:教師K, b:M, c:A, d:S

の音節長をt検定した結果、1%の危険率で「か?」を除くすべての音節長に有意差がみられた。(b)では、特に難聴児に対する語りかけの音節長の増長が顕著であった。このように、話者4名のうちの2名において、難聴児に対する音節長の方が健聴児に対するより長く、かつ2条件下の朗読音声の音節長より長かった。

一方、図4(c)と(d)では、対象児間の差は小さかった。しかし、これらの教師においても、速い朗読と比較するとほとんどの音節で有意差がみられた。特に、ターゲットとなる「名前」の前の休止区間長の差が大きかった。

表1に示した難聴児の子音正答率と図4の結果を比較すると、正答率の低い難聴児に対してより音節長を延長している傾向がある。この対応傾向が一般的かどうかは対象を増やして確認する必要がある。

IV. 考 察

どの教師も難聴児とのゲームの所要時間の方が長かった。難聴児の方が誤りが多かったことも原因ではあるものの、難聴児に対する説明方法を変えていることも原因となっている。表2に示すように、難聴児との会話にはより多くの文(うち単文が95%)を使用し、かつ多くの反応を得ている。健聴児に対しては、使用された文数が約1/5に減少し、かつ単文は全体の75%に減少している。また、健聴児の反応は難聴児のそれに比較して約1/3に減少している。難聴児に対する説明は、段階を多く踏み、聴き手が了解していることを確認しながら進行していることが分かる。

以上の結果は、教師が聴取者の言語知覚・認知能力に応じて課題の説明方法を変えることを示すものであり、聴取者の特性を補償するような発話企画を行うこと、それは課題(ゲームの方法を説明するという課題)を一群の文に変換する過程、発話企画のかなり早い段階でも行われることを示している。

一方、実験1の各教師の発話の対象児別平均音節長を、実験2の「速い朗読」、「明瞭な朗読」の平均音節長と比較した結果は以下の通りであった。対象とした4名の難聴学級教師のうち2名では、難聴児に対する会話音声の音節長が健聴児に対する場合と比べて有意に長くなる傾向を示した。特に、ターゲットとなる「名前」の前後の休止区間長の差異が大きかった。ほかの2名では難聴児・健聴児間に有意な差はなかったものの、速い朗読と明瞭な朗読音声の音節長と比較すると有意差がみられた。特に、ターゲットとなる「名前」の前の休止区間長の差は大きかった。

以上の結果は、難聴児学級の教師が児に語りかける

とき一般成人の朗読音声より発話速度が遅いこと、教師によっては聴者に応じて試験文の音響的時間構造を変えることを示している。これらの結果は難聴者の音声知覚特性の傾向¹⁻³⁾からみて合理的であるし、Pichenyらの結果⁵⁻⁷⁾とも矛盾しない。言語によらない一般的な傾向といえるかもしれない。

発話企画過程の比較的最近の研究⁹⁾によると、課題に応じた文型と語彙の選択、音形の指定などが行われてから、比較的最終段階に近いレベルで発話速度の指定が行われる。この見方が正しいとすれば、本論文で示した結果は、発話企画における聴者依存要因は、企画過程の初期段階から最終段階にいたる広い範囲にわたって効果を及ぼしていることを示唆している。

ただし、音節長の延長つまり発話速度の低下そのものが、難聴児の音声知覚特性を補償するような発話行為になっているのか、それとも、構音運動のある種の強調ないし再編成の結果として音節長が延長してしまうのかに関してはさらに検討している。

本論文が示した傾向は教師達にとっては常識に類する現象であろう。常識的な現象であっても、その機構には不明な点が多く重要な研究課題である。特に、難聴者向けの音声提示装置やマン・マシン・インターフェイスの研究開発などでは十分に考慮されるべきであり、また、発話の企画過程を知るうえでも重要であると考えらる。

V. 結 論

本研究では、難聴児学級の教師が難聴児・健聴児に対して一定の課題を遂行する場合に使用される会話音声の特徴を調べた。その結果、1)対象とした4名の難聴学級教師のうち2名では、難聴児に対する会話音声の音節長が健聴児に対する場合と比べて有意に長くなる傾向を示した。ほかの2名では差がなかった。しかし、教師全員において、一般成人が朗読した同一試験文と比較すると音節長が長く、発話速度が遅かった。2)難聴児との会話ではより多くの単文(全体の95%)を使用し、かつより多くの反応を得ていた。健聴児に対しては、使用された文数が約1/5に減少し、かつ単文は全体の75%に減少した。また、健聴児の反応は難聴児のそれに比較して約1/3に減少した。難聴児に対する課題の説明では、段階を多く踏み、児が了解していることを随時確認しながら進行した。

以上の結果は、教師が聴取者の言語知覚・認知能力に応じて課題の説明に使用する文や、さらには、文の音響的時間構造を変えることを示すものであり、聴者の特性を補償するような発話企画を行うこと、それは

課題を一群の文に変換する段階でも、文の音響的時間構造を決める構音運動の企画遂行段階でも行われることを示している。

実験にご協力頂いた東京都立王子小学校ことば・きこえの教室の関係各位と、データ処理に協力して頂いた東京学芸大学鈴木絵里子さんに深く感謝する。

文 献

- 1) A. Hayashi, S. Imaizumi, T. Harada, H. Seki, H. Hosoi : Effect of fundamental frequency and silent intervals on the voicing distinction for stop consonants in VCV contexts. *Annual Bulletin RILP*, 26 : 69-78, 1992.
- 2) S. Imaizumi, A. Hayashi, T. Harada, H. Seki, H. Hosoi : Considerations on temporal factors affecting speech perception for the hearing impaired. *Proc. Int. pp. 188-192*, Symposium on Speech and Hearing Sciences, Osaka, 1991.
- 3) H. Hosoi, S. Imaizumi, A. Hayashi, T. Harada, H. Seki : Cue extraction and integration in speech perception for the hearing impaired, *Proc. ICSLP 92*, 2 : 1027-1030, 1992.
- 4) S. Imaizumi, S. Kiritani : A Generation model of formant trajectories at variable speaking rates. in *talking machine : theories, models, and designs*. pp. 61-75, B. Bailly, C. Benoit, T. R. Sawallis Eds., Elsevier, 1992.
- 5) M. A. Picheny, N. I. Durlach, L. Braidia : Speaking clearly for the hard of hearing I : Intelligibility differences between clear and conversational speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28 : 96-103, 1985.
- 6) M. A. Picheny, N. I. Durlach, L. Braidia : Speaking clearly for the hard of hearing II : Acoustic characteristics of clear and conversational speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 29 : 434-446, 1986.
- 7) M. A. Picheny, N. I. Durlach, L. Braidia : Speaking clearly for the hard of hearing III : An attempt to determine the contribution of speaking rate to differences in intelligibility between clear and conversational speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32 : 600-603, 1989.
- 8) 荒井秀一, 他 : 難聴学級教師の音声の音響的特徴. *日本特殊教育学会第22回大会発表論文集*, pp. 114-115, 1984.
- 9) W. J. M. Levelt : Accessing words in speech production : Stages, processes and representations. *Cognition*, 42 : 1-22, 1992.

別刷請求先 : 〒113 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学医学部音声言語医学研究施設

今泉 敏