

米語子音の音響的特徴

岡 田 妙

母音であると子音であるとを問わず、音声の音響的特徴を形作る基本的な要素は音の振動数、強さ、継続時間の三つである。音声の音響的特徴はこの三つが単独に作用して作られることもあるが、また一方、これら三つの要素の中の二つまたは三つが何かの形で結合したものであることも多い。例えば母音を中心とした多くの音声を特徴づけるフォルマントというのは、一定の振動数を有する倍音が比較的長い継続時間にわたって比較的大きな強さを持つ現象のことをいうのであって、その意味でフォルマントは三つの基本要素の結合である。そうしてこの結合形が母音の音響的特徴をなしているのである。

さらに音響的特徴は基本要素またはその結合形の相関性に由来している場合もある。例えば母音のフォルマントならば第一のフォルマントと第二のフォルマントの間の振動数が接近しているか離れているかによって音声の認知条件がかなりちがう。音の強さについていうならば、それぞれのフォルマント個々の強さの相関的な関係も音響的特徴を構成することがある。同様な相関性は継続時間に関してもいえる。したがって一つの音声を与えられると、その音響的特徴を記述するには三つの音響的基本要素がそれぞれ(1)単独に、または(2)結合した形で、あるいは(3)相互に関連した形で、どのような数値や性格を持っているかを述べればよいことになる。

音響学ではまた、ある音声の音響的特徴を記述するということの他に、こうした一連の音響的特徴の中から「示差的(または弁別的)音響特徴²⁾」と呼ばれるものを見出すことに関心が集められて来た。示差的特徴というのは例えば [p] と [b] とが異った音声として発音され認知される場合、

[p] の持つ一連の音響特徴の中のどれが「この音は [b] ではない、[p] である」という信号を構成するのかということである。無論、この信号の音響的な内容は、言語の使用に際して普通気付かれないものが多い。示差的特徴は調音音声学的な表現を用いれば、例えば [p] は無声であるのに対して [b] は有声である、という風に述べられる。同じことを音響音声学的な表現で記述することになれば、先の三つの基本要素をもとにして(1)振動数は、(2)強さは、(3)継続時間はそれぞれ(1)単独に、(2)結合形で、(3)相関的にどうなっているかという風な記述の仕方が用いられることになる。

本稿で扱おうとする事柄は音声学ひいては音韻論などの基礎的資料である。この種の資料をもとにした理論としては現在までのところ、音韻論の分野における Distinctive Feature の理論³⁾と、聴覚と調音に関する Motor Theory と⁴⁾があり、いずれも1960年頃から多くの議論を呼んでいる。本稿はいずれの議論にも非常に関係の深い事柄を、それら理論以前の段階のところで整理・解釈しようとするものである。中でも従来系統立った説明がしにくいとされている子音の音響的特徴を取りあげて、上記の三要素・三様式による解釈を試みたい。

(一)

まず三つの基本要素がそれぞれ単独に音響特徴を形作っている場合を挙げてみよう。母音が楽音であるのに対して子音は一般に噪音であるから、例えばスペクトルグラムを眺めると子音の部分にはある種の雑音が見られる。この雑音は当然一定の振動数と時間にまたがって一定の強さをもっている。噪音に関するこれら三要素の相違は摩擦音、破擦音、破裂音を弁別する上に大きな役割を果している⁵⁾。まず振動数では、摩擦音が最も高く、次が破擦音、一番低いのが破裂音である。噪音の継続時間は、これと同じ順序で、つまり摩擦音が最も長く、次が破擦音、最も短いのが破裂音である。ただしこれはそれぞれ子音の噪音部分の継続時間に関することであっ

て子音全体の長さではない。これら三種の子音の中、破裂音と破擦音には
 噪音の直前にいわゆる閉鎖の状態が見られ、この噪音のない部分の継続時
 間は破裂音の方が長く、破擦音の方が短い。

噪音の振動数の違いは摩擦音同志、破裂音同志の間にも見られる。摩擦
 音の仲間では、⁰[f, θ] の噪音が認知されるためには毎秒7000サイクル以上
 の振動数の高い噪音が必要であり、⁰[ʃ] と [s] とを較べると [s] の噪音の
 方が振動数が高い。一方破裂の噪音は大ざっぱにいて [t, d] のものが最
 も振動数が高く [k, g] のものがこれに続き、[p, b] の噪音は低い。ただ
 し [k, g, p, b] の噪音の振動数は前後の母音によってかなり違うことがわ
 かっているが、これについては後に相関性による音響特徴のところで改め
 て述べる。

噪音の強弱は摩擦音を特徴づける大切な要素であるが [s, z, ʃ, ʒ] は強
 く、[ç, x] はその次に強く、[θ, ð, f, v] は弱い。噪音でなくても一般に
 音の強弱はしばしば示差的特徴として用いられているのであって、例えば
 英米語の /l/ のうち [t, d, n] の後などに現われる音節的な [l̥] と母音
 [u] との間の唯一の音響的相違は [l̥] の方が [u] よりも強いことである
 といわれる。⁰

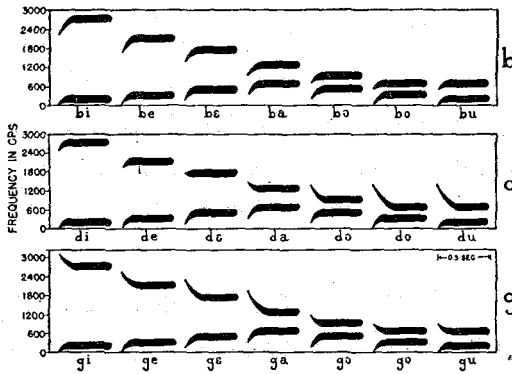
このように子音の示差的音響特徴をなすものの中には、振動数の相違、
 強さの相違、噪音（またはその欠除状態）の継続する時間的相違などが含
 まれる。

(二)

振動数と強さとの結合形としては“transition”と呼ばれるものがあり、
 これが子音の音響的特徴を作る大切な鍵となっている。子音が母音を伴っ
 て発音される時、子音の前または後の母音は必ずフォルマントを持ってい
 るが、母音と子音とが接近する部分では母音のフォルマントの振動数がし
 ばしば変化を見せる。ある時は急激に、またある時はゆっくりと振動数の

変化する現象を transition と呼んで “steady state” つまりフォルマントが安定した振動数を保つ部分と区別するのである。フォルマントは steady state のみから成り立っている場合と steady state の前または後に transition を伴っている場合とがあり、実際の発話の中では transition を伴ったフォルマントが沢山現われる。母音に関しては振動数の低い二、三個のフォルマントが重要な音響的特徴を構成しており、transition についても同様であることがわかっている。以下フォルマントは振動数の小さい方から大きい方へ F_1 , F_2 , F_3 と記し、それぞれが transition を伴っている場合それらを T_1 , T_2 , T_3 と記すことにする。

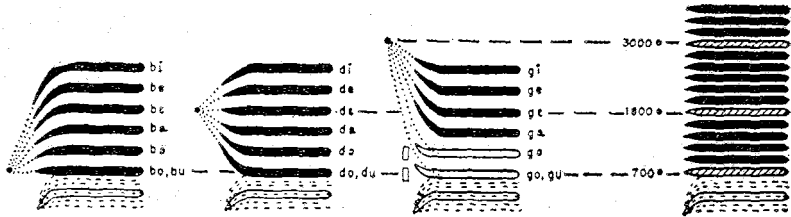
第一図



第一図には三つの子音 [b, d, g] と七つの母音 [i, e, ε, a, ɔ, o, u] とを組み合わせた合計二十一の音節について、それぞれ F_1 , F_2 と T_1 , T_2 が図式的に示されている。 F_1 , F_2 の振動数はそれぞれの母音を構成するための必須条件を満たすべく決定されているわけであるが、 F_1 , F_2 が、いずれも平行直線をなす部分が steady state であり、その左端は [de] の F_2 の場合以多は全部振動数の移行している transition の部分を持っている。 T_1 はこの図では全部同じ方向をもっているが、 T_2 の方は、[b] の場

合のように子音の側へ向って下降する場合と、[g] の場合のように子音に向って上昇する場合とがある。なお [d] の T_2 を見ると左二つは下降形、三つ目はゼロ形とも呼ばれる振動数の移行しないケースで、残りは上昇形である。いずれにしても二十一の T_1 は全部一定の形をしているから、transition に関する限り [b, d, g] の示差的音響特徴は T_2 であるということになる。そこで第一図の T_2 をもっと組織的に理解するために第二図のように T_2 をまとめてみると、その方向が一定の焦点に集中して行

第二図



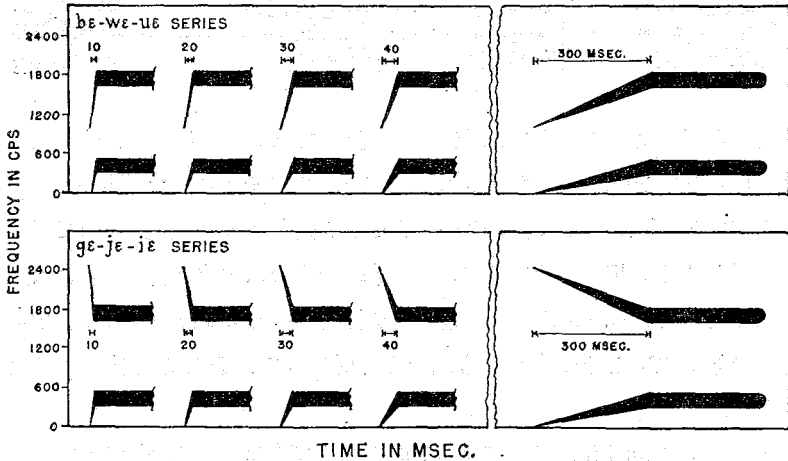
くような形になっていることがわかる。そこで T_2 のいわば延長線を図のように点線で補い、その焦点ともいうべき点を求めてこれを“locus”と呼んでいる。locus は T_2 を理解するための概念であって、第二図で明らかかな通り [b] の場合は低い所にあり、[d] の場合は中位、[g] の場合は大変高くなっている。破裂音の示差的音響特徴としては前出の噪音に関するもの他に T_2 とその locus も調音点を反映していることを忘れてはならない。

ところで transition ひいては locus という概念は [b, d, g] だけでなく他の多くの子音にも関係しているため一層その重要性が増すのである。というのは破裂音、鼻音、摩擦音、それに半母音の T_2 に至るまで、すべて唇音の系列では locus が低く、歯ないし歯茎音の系列では中位であり、口蓋音の系列では高くなっているからである。これの系列に含まれている子音と半母音をまとめると次のような表ができる。

T ₂	locus	調音域	閉鎖音		摩擦音	半母音
			破裂音	鼻音		
下降	低	唇	p, b	m	f, v	w
上昇~下降	中	歯~歯茎	t, d	n	s, z θ, ð	(ɥ)
上昇	高	口蓋	k, g	ŋ	ʃ, ʒ	j

T は振動数と強さとの結合による音響特徴であると考えて来たが実は必ず継続時間にも同時に関係している。最も急激な T は継続時間が短かく理論的には F との間に九十度の角度を持つものであるし、最もゆるやかな T はゼロつまり steady state になってしまう。だから T は直線と直角を両極端とする中間のどこかに位することになる。そこで第三図に示すように

第三図



T₁, T₂ の緩急を変化させることによってそれぞれの T がどのような子音として聞き分けられるかを調べる実験が行なわれた¹⁰。この結果によれば T₁, T₂ が急激である場合には閉鎖音、中位であれば摩擦音、緩やかである場合は半母音と認知される。上の表でいえば左に掲げられたカテゴリーから右へ行くほど T₁, T₂ が緩やかになるということである。半母音の T

から更に緩やかになって直線になってしまえばもう完全に母音の steady state になるわけで [w] は [u] に, [ɥ] は [y] に, [j] は [i] になってしまう。

なお T の緩急を変化させるには継続時間を一定にしておいて T の両端の振動数を変えてもよい理屈である。この種の緩急は例えば半母音 [w, j] と流音 [l, r] の示差的音響特徴として重要なものである。¹⁰ T₂ の発端をなす振動数は [w] が最も低く, [j] が高い。流音は [w] と [j] との中間にその T₂ の発端を持つ。T₂ の locus についても同じように [w] が低く [l, r] が中位で [j] は高くなる。[l] と [r] との示差的特徴の中, T に関するものは T₂ ではなく T₃ であって [l] の方が [r] よりずっと高い所に locus を持っている。一般に [l] の T₃ はゼロ形であるが [r] の T₃ は下降形である。

ところで半母音と流音は噪音でなく楽音の性質を持っているからフォルマントがあるわけだが、これを母音のフォルマントと区別しやすくするために F と記さず振動数の低い方から順に R₁, R₂, R₃ と記すことにする。したがって [w, j, l, r] は R と T との組合せによってできているということになり、その前や後に母音の F があるのが自然発話中のごく普通の状態である。また三様式でいうならば R は F と同じく振動数と強さとの結合による音響特徴である。

まず R₁ は [w, j, l, r] の区別には重大な関係がないから今ここでは考慮に入れない。R₂ については [w] が低く, [l, r] が中間で [j] は高い。[l] と [r] の識別については R₂ の振動数に確実な示差的特徴がなく, [l] の R₃ が [r] の R₃ より高いことにその鍵がある。R₂ と R₃ に関する以上の事柄を図表にすると次頁に掲げるようになる。¹¹ ただしこれは事実を大いに単純化したものであって、実際に R₂ と R₃ の振動数を数値として求める時には前後に来る母音の F₂, F₃ を考慮にいれなければならない。R₂, R₃ の振動数は F₂, F₃ との相関関係によってその意味が変わるからで

R ₂ \ R ₂	高	中 間	低
高	j	l	w
低		r	

ある。

流音や半母音と同じように、母音ではないのにフォルマントを持っているのは鼻音である。これをやはり振動数の低い方から N_1 , N_2 , N_3 のように記すと、まず N_1 は鼻音全体に共通の重要な音響特徴で鼻音間の識別には関係しない。 N_2 の transition 部分つまり T_2 には調音域を同じくする破裂音と共通の性質が見られることは先に transition の所で述べた通りである。 N_3 は [m] の場合は非常に弱いことが特徴であり [n, ŋ] の N_3 は [m] との区別を助ける大切な役割を果たしている。

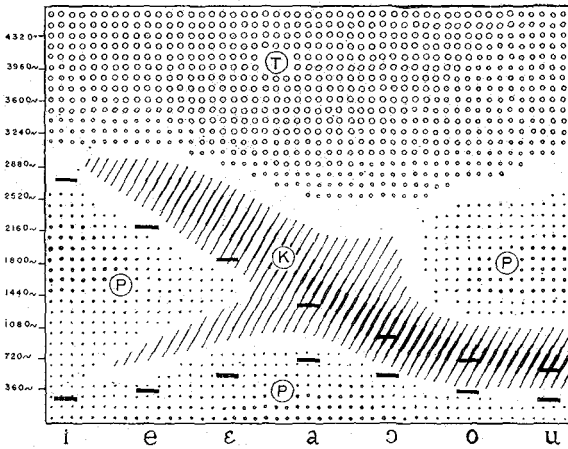
なお鼻音には N の他にアンティ・フォルマントまたはアンティ・レゾナンスと呼ばれる音響特徴がある。これはフォルマントとは反対にスペクトルのある一部に振幅の小さい部分が現われることを指すもので、鼻音に特有の現象とされ、またその振動数が [m] の場合は 1000 cps 付近, [n] の場合は 1700 cps 付近, [ŋ] の場合は 3000 cps 付近という風に調音点の相違を反映することで知られている。フォルマントが結合形の音響特徴であるとするれば、アンティ・フォルマントもやはり結合形と考えて差支えないであろう。

(三)

音響特徴の相関性に依存した示差的特徴には前出の破裂の噪音や、流音と半母音の R の場合などがある。

まず破裂音は振動数が高ければ [t, d], 中位が [k, g], 低いのが [p, b] と極く大ざっぱにいつてしまえばそれまでだが、第四図を見ればわかる通り唇音と口蓋音に関してはそれほど単純にはいい切れない。第四図は、七

第四図

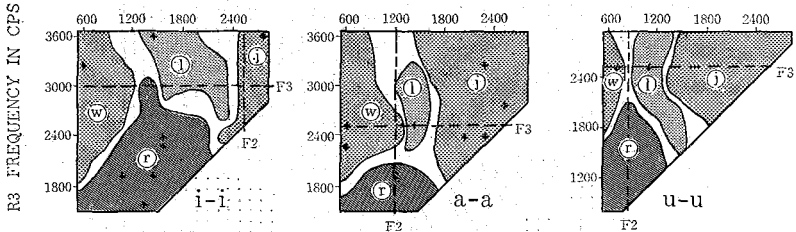


組の F_1 , F_2 に様々な振動数をもった雑音を加えて、子音と母音の結合のモデルを七個用意し、被験者にどのような雑音がどのような子音と聞こえるかを調べたものであるが、振動数の高い雑音はどの母音と組み合わせた場合でも歯茎音と認知されたのに対して、それ以外の雑音は同じ振動数のものでも次に来る母音との相関性によって唇音と聞こえたり口蓋音と聞こえたりしたことがわかる。このような結果の中から一般論的な規則のようなものを引き出すことは中々むずかしいが、[k] の雑音は大体それぞれの母音の F_2 より少し振動数の高い所にあるので軟口蓋の破裂音は隣接母音の F_2 との相関関係において聞き分けられると考えてよい。¹⁰⁾

流音と半母音の R_2 と R_3 も前後の母音の F_2 , F_3 との相関性によってその信号内容を変える。このことは第五図に示される通り、前後の母音を [i, a, u] と順次変えながら振動数を同じくする R_2 , R_3 がどのように違って聞こえるか調べればわかる。今仮に [l] について第五図を見ると、[i] に囲まれた時よりも [a] に囲まれた時の方が R_2 も R_3 も低くなり、しかも R_2 , R_3 が [l] の認知を受ける振動数範囲がせまくなる。更に [u] に囲まれた場合をみると R_2 の許容範囲はせまくなる一方、 R_3 の許容範

第五図

R2 FREQUENCY IN CPS



囲は広くなる。[r] について第五図をみると特に目立つのは R_3 が [i] に囲まれた場合に高くなってよいという点であろう。なお半母音については [j] の R_2, R_3 が全体に高いのであるが [a] に囲まれた時にはかなり低くても [j] と認知できる。それとは逆に [w] の R_2, R_3 は総体的に低い所にあるのだが [u] に囲まれた時には R_2 が特に低い振動数に限られてしまう。このように周囲の音によって相対的に規定される音響特徴は事をかなり複雑にする。 R_2 と R_3 の場合、特に /l/ において前後の F_2, F_3 との相関性が大きく、そのため F_2, F_3 を設定しなければ /l/ の R_2, R_3 の価は求めることができない。第五図でも示されている通り、仮に R_2 を 1200 cps, R_3 を 2400 cps に固定しておいて前後の母音を [i, a, u] と順次変えてみると、[i] の時には R の部分は [r] と聞こえ、[a] の時には [w], [u] の時には [l] と聞こえることになる。

しかし相関性による音響特徴というのは、いつでも隣り合う音との関係によるとは限らない。同一音の中にも相関性とみなすべき特徴がある。例えば流音と半母音とを区別するには R_1, R_2 と R_3 との間の相対的な強さが手掛かりになっている。¹⁸ R_3 の強さは流音の場合の方が半母音よりも大きいのである。また半母音 [w] と [j] とでは [w] の R_3 の方が強い。

[l] と [r] とを区別する音響特徴の中には R_2 と R_3 との間の振動数の相違が大きい小さいかによるというのがある。¹⁹ [l] の R_2 と R_3 は比較的振動数上の相違が大きい、[r] の R_2 と R_3 とは比較的接近して

いる。同じ [r] でも母音の後へ来る場合の方が母音の前に来る場合よりも R_2 と R_3 のかけ離れ方が大きい。²⁰ 英米語の /l/ の場合、いわゆる「明かるい」[l] と「暗い」[l] とでは調音に相違があることはよく知られているが、⁽²⁾ 音響特徴に関しても「明かるい」[l] は R_1 と R_2 の振動数の差が大きく、「暗い」[l] の方は R_1 と R_2 とが比較的接近している。これらはいずれも同一音に関する音響特徴が相関性に基づいている例である。

(四)

二個の子音を取り上げてその示差的音響特徴は何かということを見ると、どの二個の子音を取り上げた場合でも、いくつもの点で同時に音響特徴が異なっている。それらの相違点は全部、以上に述べた三要素（振動数、強さ、継続時間）と三様式（単独、結合、相関）との組み合わせによってまとめることができるはずである。

以上の議論は米語に関する豊富な資料を中心にしたのであるが、三要素・三様式に関する限りどの言語にもよくあてはまるはずである。しかも実例として取り上げた事柄は米語以外の言語についてもあてはまるものが多い。（無論 [l] と [r] の区別など例えば日本語にはそのまま通用しないような場合も含まれていることは事実である。）三要素・三様式に関する具体的な資料を掴むためには、同一言語について調べる場合でも方言の違い、個人差、話し手の年齢や性別による声の相違など様々の要素を考慮する必要がある。

二つ以上の言語にまたがるような資料の場合には、同じように [p] なら [p] 同志、[s] なら [s] 同志を対象としても細部にわたる幾多の相違が予想される。現に独・仏・西語については米語とどのように構造的にまた音響的に違った特徴があるか、かなり詳しく報告されている。²⁰ 例えば [s] のように、どの言語でも大して異なっているとは思われぬような子音でも、仮に米語と仏語とで比較した場合、その噪音の振動数は米語の方が大きく、

T₂ の locus は仏語の方が高く、T₃ の locus は米語の方が高い、という風にそれぞれの国語の方言を一定にしてもなお様々の点で一般的な違いがみつかるわけである。そしてこれらもまた要するに三要素・三様式の枠を はみ出すことはない。

(1970年9月)

注

- 1) このような相関性による以外には、男女や老若など声の性質が異なっているにもかかわらず誰でも同一の母音を発音でき、しかもそれと認知され得るという言語現象は説明できないであろう。年令と性別による母音の性質については Tsutomu Chiba, and Masato Kajiyama, *The Vowel: Its Nature and Structure* (Tokyo: Phonetic Society of Japan, 1958), pp. 187 ff. や Gordon E. Peterson, and Harold L. Barney, "Control methods used in a study of the vowels," *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)*, 24 (1952), pp. 175-184 などの基礎研究がある。また母音を認知する際に聞き手はまず話し手の声の性質を掴み、その声質との関係において音素の認知が可能になるのではないかということを示した Y. Ochiai, "Phoneme and voice identification studies using Japanese vowels," *Language and Speech*, 2 (1959), pp. 132-136 のような報告もある。
- 2) ここで「示差的(または弁別的)音響特徴」と呼ぶのは英語で acoustic cues, minimal cues; information-bearing elements; acoustic(al) signals; discriminative properties などと呼ばれるものに相当する。これらの名称で呼ばれる音響特徴は、言語理論上の概念である「示差的(または弁別的)特徴」(distinctive feature)とは区別して考えなければならない。その相違は次の一文にもよく表現されている: "While the phonemicists were absorbed in the formulation of rigorous methods of structural analysis of languages as systems, some experimental phoneticians achieved gigantic progress ... concerning the acoustic cues—components of distinctive features—that correlate with the perception of vowels, consonants, and prosody." Pierre Delattre, *Comparing the Phonetic Features of English, French, German and Spanish: an Interim Report* (Heidelberg: Julius Groos, 1965), p. 7.
- 3) Roman Jakobson, C. Gunnar Fant, and Morris Halle, *Preliminaries to Speech Analysis: the Distinctive Features and Their Correlates* (Cambridge,

Mass.: M. I. T. Press, n. d.).

- 4) A. M. Liberman, F. S. Cooper, K. S. Harris, and P. F. MacNeilage, "A motor theory of speech perception," *Proceedings of the Speech Communication Seminar*, (Stockholm: Royal Institute of Technology, 1963); Philip Liberman, *Intonation, Perception, and Language*, Research Monograph, No. 38 (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1967), 特に pp. 162 ff.
- 5) Pierre Delattre, "Les indices acoustiques de la parole: premier rapport," *Phonetica*, 2 (1958), pp. 108-118, 226-251; repr. Pierre Delattre, *Studies in French and Comparative Phonetics* (The Hague: Mouton, 1966), pp. 248-275, 特に pp. 256-265; Harlan L. Lane, "Discriminative Properties of Speech Stimuli," Prepublication Copy.
- 6) John M. Heinz, and Kenneth N. Stevens, "On the properties of voiceless fricative consonants," *JASA*, 33 (1961), pp. 589-596; repr. Ilse Lehiste (ed.), *Readings in Acoustic Phonetics* (Cambridge, Mass.: M. I. T. Press, 1967), pp. 220-227; Peter Strevens, "Spectra of fricative noise in human speech," *Language and Speech*, 3 (1960), pp. 32-49; repr. Lehiste (1967), pp. 202-219.
- 7) Lane による.
- 8) Pierre Delattre, "Le jeu des transitions de formants et la perception des consonnes," *Proceed. 4th Int. Cong. Phon. Sci.* (The Hague: Mouton, 1962), pp. 407-417; repr. Delattre (1966), pp. 276-286; Pierre Delattre, A. M. Liberman, and F. S. Cooper, "Acoustic loci and transitional cues for consonants," *JASA*, 27 (1955), pp. 769-773; repr. Lehiste (1967), pp. 283-287; repr. 杉本利孝, 藤村靖編『音声』新編物理学選集28 (東京: 日本物理学会) pp. 42-46; A. M. Liberman, and L. Gerstman, "The role of consonant-vowel transitions in the perception of the unvoiced stop consonants," *Psychol. Mono.*, No. 379 (1954), pp. 1-4; William S.-Y. Wang, "Transition and release as perceptual cues for final plosives," *Journ. Speech Hear. Res.*, 2 (1959), 66-73; repr. Lehiste (1967), pp. 343-350.
- 9) 母音のフォルマントについては本間称生, 「日英語母音の音響音声学的考察」『主流』第31号 (1969), pp. 25-41. なお第一図は本稿末尾の参考リスト中(12)から, 第二図は同じく(11)からの引用.
- 10) A. M. Liberman, P. C. Delattre, L. J. Gerstman, and F. S. Cooper, "Tempo of frequency change as a cue for distinguishing classes of speech sounds," *Journ. Exper. Psycho.*, 52 (1956), pp. 127-137; repr. Lehiste (1967), pp. 159-169.

- 11) 本稿末尾の参考資料のリスト中「流音, 半母音」の項参照.
- 12) Leich Lisker, "Minimal cues for separating /w, r, l, y/ in intervocalic position," *Word*, 13 (1957), pp. 256-267 による.
- 13) 鼻音については本稿末尾の参考資料のリスト中「鼻音」の項参照.
- 14) これについては特に Osamu Fujimura, "Analysis of nasal consonants," *JA SA*, 34 (1962), pp. 1865-1875; repr. *Lehiste* (1967), pp. 238-248 に詳しい説明がある.
- 15) F. S. Cooper, P. C. Delattre, A. M. Liberman, J. M. Borst, and L. J. Gerstman, "Some experiments on the perception of synthetic speech sounds," *JASA*, 24 (1952), pp. 597-606; repr. *Leniste* (1967), pp. 273-282; repr. 杉本, 藤村, pp. 32-41.
- 16) 殊に [k, g] と後舌母音とが共に現われる際には噪音の振動数が最も強力な示差的音響特徴として軟口蓋音の認知に欠かすことができないといわれている. これについては Delattre (1966), p. 262.
- 17) Lisker による.
- 18) O'Connor 他, 特に pp. 29f.
- 19) 注(11)の二実験報告による.
- 20) 母音の前にくる /l, r/ と後にくる /l, r/ との音響的相違は Lane による.
- 21) 暗い /l/ (または [l]) と明るい /l/ の説明は標準的な音声学の書物はもちろん, 英米語の発音に関する一般的な説明の中でも必ず出てくるが, 例えば服部四郎『音声学』(東京: 岩波書店, 1951) では110-111ページに言及がある.
- 22) Delattre (1965), 特に [s] については pp. 77f.

付 記

次に掲げるのは米語の子音に関する示差的音響特徴をまとめたものである. 左半分は, 子音と半母音を種類別にし, それぞれの種類の子音が他の種類の子音との間にどのような音響的相違をもつかを示している. 種類の区分は調音法によるものだが, 破裂音と鼻音, 流音と半母音にはそれぞれ共通点もあるので二者を合わせた(A)閉鎖音と(B)流音・半母音という分類項目を別にもうけた. 各種類の子音に該当する事柄は関係箇所に戻し——例えば破裂音と摩擦音とを区別する特徴はこれら双方の該当箇所——言及して当該事項を参照するようになっている. 右半分は種類を同じくする子音同志がどのような示差的特徴によって区別されるかについて述べている.

英語では破裂音, 破擦音, 摩擦音においていわゆる有声音と無声音の区別が重要な音韻対立をなしているが, これを成り立たせている音響特徴はかなり複雑である. これらはまとめて末尾に掲げた.

表記法の中、不等号は振動数（毎秒のサイクル数つまり CPS）と強さに関しては大小を表わし、継続時間（1/1000秒つまり ms）の場合は長短を表わすために用いられ、緩急の場合は変化の速度の大小、つまり「急>緩」となるように記されている。振動数や継続時間については各々の報告資料の間に相違のある場合も多く、したがって厳密な資料を提供するためにここに挙げたのではなく、比較的妥当と思われるものを目安として掲げたにすぎない。Tの前のプラスは上昇形、マイナスは下降形を意味する。/l/ や /r/ については特に語頭または母音に先立つ場合の異音と語尾または母音の後に続く場合の異音とを区別する必要のあるときには、前者は /l-, r-/、後者は /l, -r/ のようにハイフンをもって記してある。

なお個条書の番号は便宜のためのもので等級などを意味するものではない。示差的音響特徴には必要欠くべからざるものや、補助的な役割りしか果さないもの——つまりその特徴を伴っている場合の方が聞き取り、または聞き分けがしやすいというもの——など弁別に際する重要性の点でかなりの相違が認められるが、すでに知られている事柄に関するだけでも事情が複雑であるため、等級を単純な形で表示することはむずかしい。

この表のもとになった参考資料は一まとめにして末尾に付してあるが、殊に(4)と(6)とは音響資料全般にわたって書かれたもので、しかもこの種の情報に詳しい。(1)以下の参考資料は子音の種類別に挙げてあり、いずれも特定の問題点に関する実験報告である。次の表中の子音の類別とはほぼ一致するようになっている。

子音の音響特徴一覧表

— 英米語に関する資料 —

子音の種類	種類間の示差的音響特徴	同種類の子音間における示差的音響特徴
A. 閉鎖音	1. Tの継続時間：母音>流音・半母音(100 ms) >摩擦音>閉鎖音(50 ms 以下) 2. T ₂ ：(両)唇音(-T ₂)、齒(茎)音(±T ₂)、(軟)口蓋音(+T ₂)	
	(B) 破裂音	1. 閉鎖の継続時間：破裂音(30 ms 以上、平均は 50 ms)>摩擦音(30 ms 以下) 2. 噪音の継続時間：摩擦音(110 ms)>破裂音(50 ms)≧破裂音(30 ms) (数字はいずれも無声音の場合) 3. 閉鎖中の F ₁ , N ₁ または R ₁ ：R ₁ (400 cps)>摩擦音の F ₁ >

子音の種類	種類間の示差的音響特徴	同種類の子音間における示差的音響特徴	
A 閉鎖音 (つじき)	(B) 破裂音	N_1 (250 cps) > 有声破裂音の F_1 (0~120 cps); 無声破裂音は F_1 なし 4. T_1 発端の振動数: /l/(360 cps 以上) > 鼻音 (250 cps) > 破裂音 (0~120 cps) 5. 噪音の強さが増す速度: 破裂音 (30 ms 以下) > 無声破擦音 (50 ms 以上) > 無声摩擦音 (110 ms 以上) 6. T_2 発端の locus からの遅延: 50 ms	cps) > 軟口蓋音 (- T_3) > 唇音 (- T_3) 4. T_2 の継続時間 (平均 50 ms): 歯茎音 + 円唇母音 > その他の場合 > 唇音
	(C) 鼻音	1. N_1, N_2, N_3 : 240, 1020, 2460 cps 2. 閉鎖中の N_1 : B3 参照 3. T_1 発端の振動数: B4 参照 4. N_2, N_3 の強さ: $F_2, F_3 > N_2, N_3$	1. T_2 : /n/ (+ T_2) > /n/ ($\pm T_2$) > /m/ (- T_2) 2. T_3 : /n/ (+ T_3) と /n/ (- T_3) との区別 3. アンティ・フォルマントの振動数: /n/ (3000 cps 以上) > /n/ (1700 cps) > /m/ (1000 cps) 4. N_2 : /m/ (1000~1500 cps) 5. N_3 : /n, n/ (2300 cps), /m/ にはなし
D. 破擦音	1. 閉鎖の継続時間: B1 参照 2. 噪音の継続時間: B2 参照 3. 噪音の強さが増す速度: B5 参照	1. T_2, T_3 : 恐らく破裂音等の場合に類似 2. 噪音の振動数 3. 噪音の強さ 4. 噪音の振動数領域の広さ	
E. 摩擦音	1. T の緩急: A1 参照 2. 噪音の継続時間: B2 参照 3. 噪音の強さが増す速度: B5 参照	1. 摩擦音の振動数(特に /s, z, f, z/ にとって大切): /θ, ð, f, v/ > /s, z/ > /f, z/ 2. 摩擦音の振動数領域の広さ: /θ, ð, f, v/ > /s, z, f, z/ > [x, ç]; /f, θ/ (5000~6000 cps) > [x, h] (4000~5500 cps) > [s, f, ç] (3000~4000 cps) 3. 摩擦音の強さ: /s, f/ > [x, ç] > /θ, f/; [s, f, ç] > [x, z, h] > [ð, f, θ] 4. T_2, T_3 (特に /f, v, θ, ð/ にとって重要): B2, B3 参照 5. /h/ の場合: F_1 は極く弱い; F_2, F_3 がある; T がない	

子音の種類	種類間の示差的音響特徴	同種類の子音間における示差的音響特徴
F.	1. R_1 の振動数: R_1 (360 cps 以上) $> N_1$ (250 cps) 2. R_2 の強さ: $F_2 > R_2 > N_2$ 3. R-T-F の連続性: N-T-F は継続も可 4. T の継続時間: A1 参照 5. R の継続時間: /ə/ > 流音 (50~60 ms) > 破裂音+流音; 母音 > 半母音 (30~40 ms) > 破裂音+半母音	1. T_2 の locus: /j/ (2700 cps) $>$ /l/ (1300 cps) $>$ /r/ (1100 cps) $>$ /w/ (600 cps) 2. R_2 の振動数: /j/ (2500 cps) $>$ /r/ (850 cps) $>$ /w/ (600 cps) 3. R_3 の振動数: /j/ (3100 cps) $>$ /w/ (2500 cps) $>$ /r/ (1300 cps) 4. T の継続時間: /r/ (100 ms 以上) \geq 半母音 (100 ms) \geq /l/ (100 ms 以下)
流音	1. R_3 : 流音には必要, 半母音にはなくてもよい 2. R_3 の強さ: 流音 $>$ 半母音 3. R の継続時間: 流音 (50~60 ms) $>$ 半母音 (30~40 ms) 4. 閉鎖中の R_1 : B3 参照 5. T_1 発端の振動数: B4 参照	1. R_2 と R_3 の振動数の差: /l/ $>$ /r/ 2. T_3 の locus: /l/ (2500 cps, $\pm T_3$) $>$ /r/ (1500 cps, $+T_3$) 3. T の継続時間: 弾き音以外の /r/ $>$ /l/ (60~70 ms) $>$ 弾き音[r] (50 ms)
と半母音	流音	語頭の流音と語尾の流音 /l, r/ R の強さ: 語頭の流音 $>$ 語尾の流音 /l/ 1. R_1 と R_2 の振動数の差: /l/ (295-950-2610 cps) $>$ /r/ (455-795 cps) 2. 隣接母音に及ぼす影響: /l/ は F_1, F_3 の振動数を大きくする: /r/ は F_2 の振動数を小さくする。 /r/ 1. R の振動数: /-r/ (455, 1285, 1560 cps) $>$ /r- (280, 920, 1350 cps) 2. R_2 と R_3 との振動数の差: /-r/ $>$ /r- 3. 隣接母音から受ける影響の大小: /-r/ $>$ /r-
(母音)	1. T における強さの増す速さ: 母音 $>$ 半母音 2. T の継続時間: A1 参照; /wr/+前舌母音 (150 ms) $>$ /j, w/ (50~100 ms) $>$ 破裂または弾き音+母音 (50 ms 以下)	1. R_1, R_2 の振動数: /u, i/ の $F_1, F_2 > R_1, R_2$ 2. R_3 の強さ: /j/ (弱い) $>$ /w/ (非常に弱い) 3. T_2 : /w/ (-T), /j/ (+T)

子音の 種類	種類間の示差的音響特徴	
I. 有 声 子 音 と 無 声 子 音	1. 閉鎖中の F_0 : 有声子音に伴う	6. T_3 の継続時間: 有声破裂音 (50 ms 以上) > 無声破裂音 (20 ms 以下); 無声音には見られぬこともある。
	2. 閉鎖の継続時間: 無声音 (/b/ で 100 ms 以上) > 有声音 (/b/ で 80 ms 以下)	7. T_3 : 無声子音に伴う
	3. 噪音の継続時間: 無声音 (/s/ で 250 ms) > 有声音 (/z/ で 50 ms)	8. 隣接母音の継続時間: 有声子音 (/s/ で 200 ms) > 無声子音 (/z/ で 50 ms)
	4. 噪音の強さ: 無声音 > 有声音	
	5. 帯気の噪音; 無声音の T_2, T_3 に伴う	

参 考 資 料

子音一般

- (1) Cooper, Franklin S., P. C. Delattre, A. M. Liberman, J. M. Borst, and L. J. Gerstman. "Some Experiments on the Perception of Synthetic Speech Sounds," *Journal of the Acoustical Society of America (JASA)*, 24 (1952), pp. 597-606; repr. 杉本利孝, 藤村靖編『音声』(新編物理学選集 28), 東京: 日本物理学会, n. d., pp. 32-41; repr. Ilse Lehiste (ed.). *Readings in Acoustic Phonetics*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1967, pp. 273-282.
- (2) Delattre, Pierre, "A Propos des Corrélatifs Acoustiques de la Distinction entre Voyelle et Consonne," *Studia Linguistica*, II (1957), pp. 78-83.
- (3) _____. *Comparing the Phonetic Features of English, German, Spanish, and French*. Heidelberg: Julius Groos Verlag, 1965.
- (4) _____. "Les Indices Acoustiques de la Parole: Premier Rapport," *Phonetica*, 2 (1958), pp. 108-118 and 226-251; repr. Pierre Delattre. *Studies in French and Comparative Phonetics*. The Hague: Mouton, 1966, pp. 248-275.
- (5) Jassem, W. "The Acoustics of Consonants," A. Sovijarve and P. Aalto (eds.) *Proceed. 4th Int. Cong. Phon. Sci.* The Hague: Mouton, 1962, pp. 50-72.
- (6) Lane, Harlan L. "Chapter 7, Part 1: Discriminative Properties of Speech Stimuli," Prepublication copy.
- (7) Lehiste, Ilse. *Acoustical Characteristics of Selected English Consonants*. Bloomington, Indiana: Indiana Univ. Press, and the Hague: Mouton, 1964.
- (8) Liberman, A. M., P. C. Delattre, L. J. Gerstman, and F. S. Cooper. "Tempo of Frequency Change as a Cue for Distinguishing Classes of Speech

- Sounds,' *Journal of Experimental Psychology*, 52 (1956), pp. 127-137; repr. Lehiste (1967), pp. 159-169.
- (9) Liberman, A. M., F. Ingemann, L. Lisker, P. C. Delattre, and F. S. Cooper. "Minimal Rules for Synthesizing Speech," *JASA*, 31 (1959), pp. 1490-1499; repr. Lehiste (1967), pp. 333-342; repr. 杉本, 藤村, pp. 47-56.
- (10) Peterson, G. E. "The Information-Bearing Elements of Speech," *JASA*, 24 (1952), pp. 629-637.

閉鎖音

- (11) Delattre, Pierre, "Le Jeu des Transitions de Formants et la Perception des Consonnes," *Proced. 4th Int. Cong. Phon. Sci.* The Hague: Mouton, 1962, pp. 407-418; repr. Delattre (1966), pp. 276-286.
- (12) Delattre, Pierre C., A. M. Liberman, and F. S. Cooper. "Acoustic Loci and Transitional Cues for Consonants," *JASA*, 27 (1955), pp. 769-773; repr. Lehiste (1967), pp. 283-287; repr. 杉本, 藤村, pp. 42-46.
- (13) Fischer-Jørgensen, Eli. "Acoustic Analysis of Stop Consonants," *Miscellanea Phonetica*, 2 (1954), pp. 42-59; repr. Lehiste, pp. 137-154.
- (14) Halle, H., G. N. Hughes, and J.-P. A. Radley. "Acoustic Properties of Stop Consonants," *JASA*, 29 (1957), pp. 107-116; repr. Lehiste (1967), pp. 170-179.
- (15) Liberman, A., P. Delattre, and F. Cooper. "The Role of Selected Stimulus Variables in the Perception of the Unvoiced Stop Consonants," *Amer. Journ. Psychol.*, 65 (1952), pp. 497-517.
- (16) _____, and L. Gerstman. "The Role of Consonant-Vowel Transitions in the Perception of the Stop and Nasal Consonants," *Psychol. Mono.*, No. 379 (1954), pp. 1-14.
- (17) Malécot, André, and Andrew Chermak. "Place Cues for /p t k/ in Lower Cut-Off Frequency Shifts of Contiguous /s/," *Language and Speech*, 9 (1966), pp. 162-169.
- (18) Wang, William S.-Y. "Transition and Release as Perceptual Cues for Final Plosives," *Journal of Speech and Hearing Research*, 2 (1959), pp. 66-74; repr. Lehiste (1967), pp. 343-351.

摩擦音

- (19) Heinz, John M, and Kenneth N. Stevens. "On the Properties of Voiceless Fricative Consonants," *JASA*, 33 (1961), pp. 589-596; repr. Lehiste (1967), pp. 220-227.

- (20) Strevens, Peter. "Spectra of Fricative Noise in Human Speech," *Language and Speech*, 3 (1960), pp. 32-49; repr. *Lehiste* (1967), pp. 202-219.
- (21) Uldall, Elizabeth. "Transitions in Fricative Noise," *Language and Speech*, 7 (1964) 13-15.

鼻音

- (22) Delattre, Pierre, "Les Attributs Acoustiques de la Nasalité Vocalique et Consonantique," *Studia Linguistica*, 8 (1954), pp. 103-109; repr. *Delattre* (1966), pp. 243-247.
- (23) Fujimura, Osamu. "Analysis of Nasal Consonants," *JASA*, 34 (1962), pp. 1865-1875; repr. *Lehiste* (1967), pp. 238-248.
- (24) Hattori, Shiro, K. Yamamoto, and O. Fujimura. "Nasalization of Vowels in Relation to Nasals." *JASA*, 30 (1958), pp. 267-274.
- (25) Malécot, A. "Acoustic Cues for Nasal Consonants: an Experimental Study Involving a Tape-Splicing Technique," *Language*, 32 (1956), pp. 274-284.
- (26) Nakata, Kazuo. "Synthesis and Perception of Nasal Consonants," *JASA*, 31 (1959), pp. 661-666.

流音, 半母音

- (27) Lisker, L. "Minimal Cues for Separating /w, r, l, y/ in Intervocalic Position," *Word*, 18 (1957), pp. 256-267.
- (28) O'Connor, J. D., L. J. Gerstman, A. M. Liberman, P. C. Delattre, and F. S. Cooper. "Acoustic Cues for the Perception of Initial /w, j, r, l/ in English," *Word*, 13 (1957), pp. 24-44.

有声音, 無声音

- (29) Denes, P. "Effects of Duration on the Perception of Voicing," *JASA*, 27 (1955), pp. 761-764.
- (30) Liberman, A. M., P. C. Delattre, and F. S. Cooper. "Some Cues for the Distinction between Voiced and Voiceless Stops in Initial Position," *Language and Speech*, 1 (1958), pp. 153-167.
- (31) Lisker, L. "Closure Duration and the Intervocalic Voiced-Voiceless Distinction in English," *Language*, 33 (1957), pp. 42-49.
- (32) Scharf, Donald J. "Duration of Post-Stress Intervocalic Stops and Preceding Vowels," *Language and Speech*, 5 (1962), pp. 26-40.