

東京大学
公開講座

こ
と
ば

抜
刷

(一九八三年七月 東京大学出版会刊)

I ことばとコミュニケーション

藤崎博也

そもそもことばは人間の心の働きとかかわるといふ点で人文科学的な側面をもつと同時に、人間の身体によって発せられまた受け入れられ、音波によって伝えられるという点で、自然科学的な側面をも合わせもっている。しかし、ことばによって人間がなにごとかをいい表わし、また他の人間がそれを理解する過程を明らかにしようとする、それが人文科学の問題であるのか、自然科学の問題であるのかをはっきり割切ってしまうことはできない。まして言語学・心理学・生理学・音響学などといった既成の一つの学問分野の中だけで説明できることは、ごく僅かにすぎない。強いて一つ学問分野の中だけで答を出そうとすれば、「木を見て森を見ず」といったことにもなりかねない。

このことを具体的に理解していただくために、本講では、まず、ことばによる意思の伝達、すなわちコミュニケーションの過程の全体について、それがどんな学問分野とかかわっているかを説明し、つぎにその中の二、三の問題を例としてとりあげ、私自身の最近の研究にふれてみたいと思う。種々の学問分野にわたる説明なので、難解の箇所もあるかと思われるが、これらの実例を通じて、総合科学ともいふべきことばの学問の広さと面白さを味わっていただければ幸いである。

一 ことばによるコミュニケーションの過程

「はじめにことばありき」という聖書の語句(新約聖書ヨハネ伝第一章)は、言語の使用が人間としての自覚に先行することを示唆した含蓄の深いものであるが、学問的には文字通り受け入れることはできない。人類の言語を、他の動物のコミュニケーションの手段と比較すれば、言語は人類とともに生れ、人類の生物学的特質の一つとして進化して来たものと考えるのが自然であろう⁽¹⁾。つまり、「ことばは人とともにありき」と私は考える。「言語とは何か」を問うことはもちろん大切ではあるが、私にとっては、「言語は何のためにあるのか」「言語はいかにしてその(人間の)目的を達するのか」といった第二、第三の問いは、第一の問いと同様に、またそれ以上に重要な意味をもっている。

「言語とは何か」という第一の問いは、言語をその使用者である人間から切りはなして学問的探究の対象とすることを必要とするものであり、伝統的な言語学はこの問いに答えるべくして生れたものである。これに対して、第二の問いは、言語の使用を人間行動の一部分としてとらえ、言語を人間が何らかの目的を達成するための「媒体」としてとらえる見方につながる。

ここで、人間にとって言語の果す役割を考えてみよう。われわれ人間が、自己の内・外に起りかつ意識されるさまざまな事象やそれらの間の関係を、表現して他人に伝え、また後日のために記憶したり記録したりすることができるのは、それらの事象のもつ情報を、言語という共通の符号体系を用いて明確化し、客観化する能力に負うところが極めて大きい。つまり一人の人間の意識は、言語により

表現されてはじめて明確な客観的なものとして、おなじ符号体系を解説する能力をそなえた他の人間に伝達されるのであり、また意識された事象が消滅してしまつた後にも、それに関する情報を保存し、必要に応じて再現することが可能となる。このように他人への情報の伝達のための言語を、特に外言語と呼ぶことがある。一方、言語を用いることによって、個々の具体的な体験を抽象化し記号化することができる。この意味で言語は、人間にとって極めて重要な、思考のための媒体でもあるが、この場合には、現実の発話として現われるとは限らない。このような形の言語を、特に内言語と呼ぶこともある。このことは、言語を仲介としない思考の形式の存在を全く否定するものではないが、このような外言語・内言語の使用は、生物学的な種としてのヒトのもつ最も著しい特徴であり、一個体の獲得した情報を、時間・空間の制約を超えて蓄積し、また迅速・確実に他の多くの個体に伝達することによって、それを共有の資源として利用することを可能としている。これは、ヒトが地球上に君臨するにいたつた最大の原因であるといつてもよいであろう。言語の使用を支える大脳皮質と音声器官の発達、種としての繁栄にいかにも重要な役割を担っているかは、これらの点を除いては身体的機能に顕著な差のないヒトと類人猿とを比較すれば明らかであろう。

言語が人間にとつて思考と意思伝達のための媒体であるとの認識に立脚すれば、第三の問い、すなわち言語による情報の処理と伝達がいかなる機構により行われるか、が探究の対象となる。いま、思考のための言語については、残念ながら未だ科学的な観測・分析の手段が乏しいので割愛しなければ

ならないが、意思伝達のための言語については、発信者から受信者への伝達の過程で、必ず一旦は音声や文字という物理的現象に変換されることが必要であり、したがって自然科学的な観測・分析・記述の対象となる。音声言語と文字言語とは、それぞれに得失があり、いずれも人間にとって重要な伝達形式であるが、音声言語がより根源的であることは、多くの未開文明が文字言語をもたないこと、個人の言語獲得においても音声言語が文字言語に先行すること、われわれが日常のコミュニケーションにおいて音声言語に依存することがはるかに多いこと、などからおのずと明らかであろう。したがってここでは、音声言語による意思伝達の過程をとり上げてみることにしよう(2)。

音声言語によって一人の人間(話し手)から他の人間(聴き手)へ意思の伝達が行われる過程と、それに関与する人間の身体の諸器官とを、やや抽象的に示したのが図1である。一般にコミュニケーション(以下、簡単のために通信と呼ぶこともある)が行われるためには、情報を送り出す情報源と、その情報をそれ以外の雑音と区別しやすい形態をもつ符号に変換するための符号化の操作、その符号をさらに目的地(聴き手のいるところ)まで到達しやすい形のエネルギー(たとえば音や光や電波)をもつ信号に変換するための送信の操作、その信号の伝播を可能とする媒質、伝播して来た信号を検知して符号を再現する受信の操作、再現された符号から送信側で意図した情報を復元する復号化の操作、およびその情報を最終的に受け入れるあて先、とが存在する。

図1に示す音声言語の場合には、まず話し手(発信者)の脳の前頭連合野で形成された意識が情報源となり、そこで選ばれた発話の内容が言語の符号に変換され、主として左半球前頭葉にある運動性

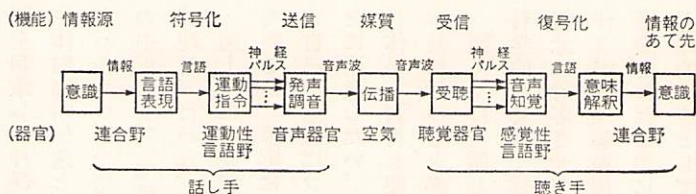


図 1 音声言語による情報の伝達における人間の諸器官とその機能。

言語野 (Broca の中枢) で、喉頭・舌・下顎・唇・口蓋帆など音声の生成に参与する諸器官(音声器官という)の運動や機能を制御するための運動神経指令が形成され、それぞれの器官に送り出される。これらの指令は、遠心性神経系を経て音声器官の各部に達し、ここで言語の情報を担った音波、すなわち音声信号を発生させ、空間に送り出させる。送信機としての音声器官で音声を生じさせる際のエネルギーは、主として呼気流から与えられるが、声帯の振動、声道の局部的なせげめにおける乱流の発生、あるいは声道の閉鎖とその急速な破裂による解消、などの機構によって、呼気のエネルギーの一部を可聴周波数の成分に変換すると同時に、舌・下顎・唇・口蓋帆などの諸器官の位置・形状とその時間的变化により、喉頭から唇や鼻孔にいたる声道の伝達特性を言語の符号に従って変化させ、送り出される音波の周波数スペクトルに言語の情報を与えるのである。

このようにして送り出された音声信号は、一般には空中を伝播して聴き手(受信者)の聴覚器官に達する。受信機としての聴覚器官の動作は、まず音波による鼓膜の機械的振動にはじまるが、それは耳小骨を経て内耳のリンパ液を流動させ、基底膜を振動させる。さらに基底膜上に配列された約二万個の有毛細胞がこの振動によって電位を発生し、それが蝸牛神経節細

胞を刺激して神経パルスを発生させる。これらは、外界を伝播するのに適した音波のエネルギーを、生体内部の伝達と処理に適した電気エネルギーに変換する過程である。蝸牛神経節細胞から、電気的なパルスの形で送られる音声信号は、聴覚神経系および大脳左半球側頭葉の感覺性言語野(Wernickeの中核)において処理され、言語の符号として解読され、さらに連合野に達して復号化、すなわち意味理解が行われ、聴き手の意識に影響を及ぼす。

図1では、説明の便宜上音声による情報の流れを、話し手から聴き手へという一方向的なものとしているが、現実には、話し手は同時に聴き手としての能力を備えており、その発話が聴覚器官を介して自己の意識にフィードバックされること、また聴き手も同時に話し手としての能力を備えていることに注意したい。事実、このように送・受信の能力を合わせもつことが、言語という高度に複雑な符号体系を習得し駆使するための重要な前提となっていることは、聾児の言語発達における障害からも容易に知ることができる。

図1では、話し手の意識から聴き手の意識まで、言語を介して意思の伝達が行われる過程を、自然科学的な見方で詳細に説明したが、これをさきに述べた符号化、送信、伝播、受信、復号化、という概念に対応させてより巨視的・抽象的にしたのが図2である。このような抽象化には、多少の無理が伴うが、理解の便宜のためにあえて示した。①の言語化というのが連合野と運動性言語野の機能で、意識された情報に対応して適当な語や文型を選択する操作である。ここで、意識はおそらく連続的な心理的状态として存在するが、言語は明らかに離散的な符号であり、言語化に際しては連続量から離

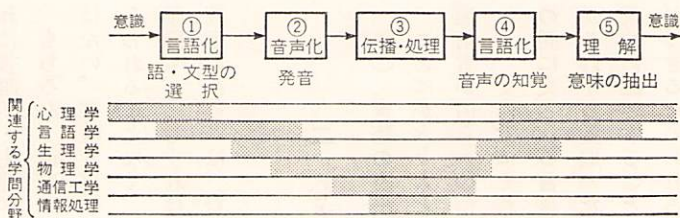


図2 ことばによる伝達の過程と関連する学問分野.

散量への変換が行われる。②の音声化は、音声器官による発声や調音の機能であり、それによって今度は離散的な言語符号から、一般に連続的な物理量としての音声信号への変換が行われる。③の伝播・処理は音声信号を本質的に変化させないものとして考慮の外におくこととする。④の言語化は、聴き手の聴覚器官から感覚性言語野までを含む部分の機能で、連続量としての音声信号から、離散量としての言語符号を還元する操作であり、⑤の理解というのが連合野における言語符号の解読とそれに伴う聴き手の意識の変化をさす。ここでの操作は、再び離散から連続への変換である。

図2の下側には、音声言語による意思の伝達に關与する学問分野をあげ、①から⑤までのそれぞれの段階およびその中間について、かかわりが多い学問分野を斜線で示した。このようにして見ると、一人の人間がことばを発し、他の人間がこれを理解するという一見簡単な事柄が、いかに多くの学問分野とかかわり合いをもち、しかもその中の一つの段階を取り出しても、複数の専門分野にまたがっていることが理解されよう。後述する「心とことば」の節では、①と⑤の問題を取り上げるが、これは言語学の問題であると同時に心理学の問題でもある。また、「ことばと音」の節では、②の問題として日本語のアクセントと声の高さの關係を取り上げるが、こ

れは言語学・生理学・物理学の三つの分野にまたがる問題である。

もちろん、従来でもこのような問題の学際性の認識と、それへの対応の観点が全くなかったわけではない。実験音声学、心理言語学、社会言語学などはいずれもそれまでの伝統的な言語学の枠組にとられることなく、複数の分野にまたがる問題に取り組みべく誕生している。しかしながらこれらの学問も、ともすれば専門領域を細分化する傾向があり、さきに述べたような問題の全体的把握とその理解のためには、むしろ諸分野の知識・手法の総合化が必要であるように思われる。

二 心とことば

(1) 言語の表出と理解の過程の観測

ことばが人と人との間に交される最も一般的な状況は、図3に示すときのものであろう。ここでは、発信者が何らかの情報 I_1 をもっており、それを言語表現 E (具体的には音声または文字) によって表わし、受信者はそれを受取ることによって何らかの情報 I_2 を得る。この場合、観測できるのは両者の間に交される言語表現 E のみであって、発信者がそれによって表わそうとした情報 I_1 も、受信者がそれから受取った情報 I_2 も、ともに人間の内部の心理的状态であるため、客観的に観測したり定量的に記述することはできない。人間の言語に関する学問の歴史は古く、古代インドにまで遡ることができるといわれるが、そこで対象となったのは、言語表現 E がどのような単位から成り立ち、それ

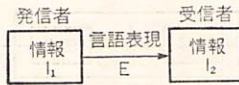


図3 言語による情報の伝達過程 (その1).

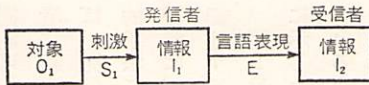


図4 言語による情報の伝達過程 (その2).

らの単位の間の関係がどのような規則性をもつか、という問題である。爾来比較的最近にいたるまでの言語学が、言語表現 E を、発信者や受信者、また情報 I_1 や I_2 から切り離して観測・分析・記述し、体系化することに主力を注いできたのは、このような理由からである。

発信者の心理的状态を直接に観測するのが一般に不可能であるとしても、その状態を生み出す原因が客観的に観測でき、定量的に記述できる場合がある。図4に示すように、発信者が何らかの客観的特徴を有する事物 O_1 を認知して情報 I_1 を得、それを言語表現 E として表出する場合である。このとき、事物 O_1 の認知の手がかりとなった客観的特徴を刺激 S_1 と呼ぶこととすれば、少なくとも S_1 と E との関係は、実験心理学の手法によって客観的・定量的に把握することができる。事実、Brown と Lenneberg⁽⁶⁾ はこのような方法で色名の研究を行い、アメリカ英語話者と北米インディアンの Zuni 語の話者について、色彩と色名との対応を実測し、言語の差が認知や記憶に及ぼす影響を論じている。しかしこれらの研究およびそれに示唆を得て行われた数々の研究は、実験条件の統制、言語使用特性の個別性の認識、および受信者における言語理解過程の分離、などの点で欠けるものがあり、言語を媒介とする伝達過程を十分に把握し得たとは言い難いものであった。

それでは、受信者における言語理解の過程は、どのようにしたら

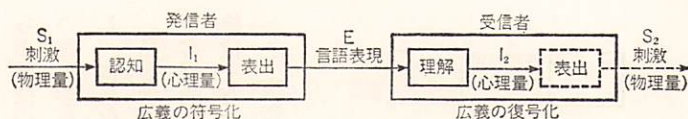


図 5 言語による情報の伝達過程 (その3).

観測可能となるであろうか。それには、言語表現 E から想起される事物 O_2 を受信者に再現または指示させればよいというのが私の答えである(4)。このようにすれば、発信者の言語表出・受信者の言語理解の過程を分離し、それぞれを実験心理学的的手法によって客観的・定量的に把握することができ。また言語の表出や理解の機能は、個々の人間に固有のものであるから、これらの特性は、個人ごとに測定・記述すべきものであることはいうまでもない。

図5は、このような実験における発信者・受信者の情報処理・伝達の過程を詳細に示したものである。まず観測可能な刺激 S_1 (事物 O_1 の一側面を表わす) が呈示されると、発信者はこれを認知し、心理量 I_1 に変換する。次にこの心理量にもとづいて言語表現 E を表出する。この過程は、一般に連続的な心理量から離散的な言語符号への変換であり、心理量の範疇化(量子化と符号化)にはかならない。このように発信者の内部での処理は、刺激の認知と言語の表出の二段階に分けることができるが、心理量 I_1 を直接に観測し定量化することは困難であるので、ここではこの二段階の過程を合わせて発信者の入出力特性として実測し、これを(広義の)符号化特性と呼ぶことにする。一般に刺激 S_1 と言語表現 E との対応は一对一ではなく、特定の発話においてある言語表現が発信者に選択されるきっかけとなった刺激を、その言語表現の「発信者における意味」と呼ぶものとすれば、一つの言語表現

の発信者における意味は、刺激空間上に確率的に分布するものと考えられる。

発信者によって表出された言語表現 E は、文字または音声という物理的な信号を媒介として受信者に伝達され、受信者がこれを理解すると、再び心理量 I_2 となる。これは前記の符号化に対応する復号化の過程であり、一般にはこの段階で情報の伝達が完了する。しかしながら、受信者内部の心理量 I_2 は、発信者の場合と同様直接の計測が困難であるので、ここではさらに受信者に刺激の再現を行わせる。具体的には、与えられた言語表現 E から受信者が想起した一つの刺激 S_2 を、受信者が指定することによって行う。このように言語表現の理解と刺激の再現との二段階の過程を組み合わせることによって、受信者の入出力特性を実測することが可能となるが、以下ではこれを（広義の）復号化特性と呼ぶこととする。この場合にも、言語表現 E と刺激 S_2 との対応は一般に一对一ではなく、与えられた言語表現から再現された刺激をその言語表現の「受信者における意味」と呼ぶものとすれば、一つの言語表現の受信者における意味は、再現された刺激空間上で何らかの確率分布を示すものと考えられる。

(2) 符号化と復号化の特性の実測例

符号化と復号化の特性を具体的に把握するための例として、言語による色彩と年齢の表現をとりあげる。日本語に限らず多くの言語では、広い範囲の色や年齢を区分して表現する語彙があるが、それぞれの語が表現する色や年齢の区分の大きさは同一ではなく、また互いに補い合うとは限らない。さ

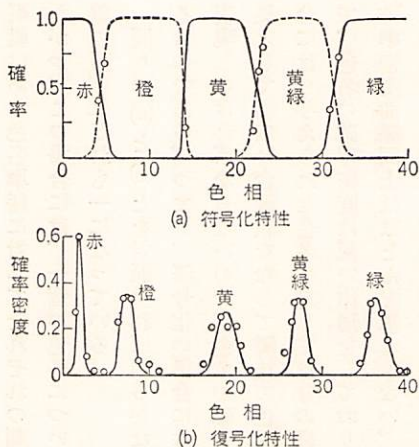


図 6 色名語彙と符号化特性・復号化特性の実測例。

ランダムな順序で受信者に呈示し、四一個の彩色片の中からその色名に該当する一個を指示させる。これを色名一語あたり一〇〇回以上くり返し行う。このように刺激をランダムな順序で呈示し、おなじ刺激に対して多数回の応答を求め、その結果を統計的に処理するやり方は、恒常法と呼ばれ、実験心理学ではよく知られる実験方法である。なお、これらの実験では、刺激の呈示にも被験者の応答の処理にも電子計算機を用いて、実験手続きの正確さと結果の迅速・正確な処理に役立てている。

図 6 (a) は一名の発信者について符号化特性の実測結果を示したものである。横軸は刺激(彩色片)の番号(ゼロ番から四〇番まで)を、縦軸はそれぞれの刺激に対して五個の色名単語が割当てられる相対頻度を確率として示す。この場合には、一個の刺激に対して割当てられるすべての色名単語の確率の和が一となる。五個の色名単語は互いに相補って刺激空間全体をカバーするように分布しており、赤と橙の間、橙と黄の間、などのように、二個の分布のすそが重なり合う部分はあるが、それ以上の分布が同時に重なり合うことはない。一方、図 6 (b) は同じ被験者が受信者となった場合の復号化特性の実測結果を示したもので、横軸はやはり刺激(彩色片)の番号、

縦軸はある色名単語に対してそれぞれの刺激が再現(指示)される相対頻度を確率密度として示す。したがってこの場合には、一個の色名について再現される刺激の確率密度を積分したもの、つまり各曲線の面積はどれも一になっている。

図6の(a)と(b)とを対照すれば明らかなように、符号化の特性と復号化の特性とは、本質的に異なるものである。つまり、符号化の場合には、与えられた色名のどれかを使ってすべての彩色片の色を表現しなければならぬので、色名の確率分布は典型的な色だけでなく中間的な色にまで広がり、結果として幅広い台地状をなして隣接の色名の確率分布とすそが重なり合う。これに反して復号化の場合には、与えられた色名に対して自分の好む(つまり適切だと考える)彩色片だけを指示すればよいので、色名の確率密度は鋭い山形をしており、中間色にまで及ぶことはない。したがって隣接の色名の確率密度曲線同士はほとんど重ならない。この二つの特性の形や広がり、同じ色名を用いながら発信者が意図した意味と受信者が受け取る意味とが、かなり大きく食い違う場合があり得ることを示しており、古来多くの作家や詩人が言語表現の限界について嘆じていることを、きわめて具体的に定量的に示している。

色名語彙の例で事柄の本質はおわかりいただけたと思うが、数値と語の意味との対応がいっそう直接的な場合の例として、年齢語彙について行った実験についても御紹介しよう。この場合の刺激としては、符号化の場合にはゼロから七〇までの整数、復号化の場合にはゼロを含む任意の整数とし、いずれも年齢を表わすものとみなす。用いる語彙は、まず、「幼年」「少年」「青年」「壮年」「老年」の

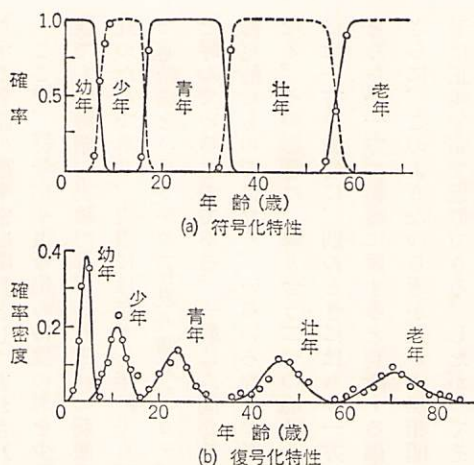


図7 年齢語彙と符号化特性・復号化特性の実測例.

五語とした。これらの語は、もちろん人間の年齢だけを表わすものではなく、またおなじ年齢でも、たとえば発育の差によって青年と呼ぶのにふさわしい人もあれば少年と呼ぶのにふさわしい人もいるであろう。しかしここでは、まずそういった状況や文脈の影響を一切ぬきにして、これらの語が何歳くらいの人をあらわすかを、色名語彙の場合とほとんど同じ方法で調べてみた。被験者は色名語彙の実験の場合と同じ成人男子八名に成人女子一名を加えた九名である。符号化特性を実測する場合には、ゼロから七〇までの数字をランダムな順序で一個ずつ被験者(発信者)に示し、五個の年齢語のうちのどれか一語を必ず割当てさせる。これを一数字あたり一〇回以上行う。復号化特性を実測する場合には、五個の年齢語をランダムな順序で被験者(受信者)に示し、その単語にふさわしい年齢をあらわす整数一個を答えさせる。これを一語あたり一〇〇回以上行う。

図7の(a)と(b)は、一名の被験者について、符号化特性と復号化特性の実測結果を示したものであり、色名語彙の場合と同様に、符号化特性は年齢に対する各語の確率分布関数として、復号化特性は年齢に

対する各語の確率密度関数として表わされる。

ここで、符号化や復号化の特性の形を少数のパラメータで表わすことを考えてみよう。色名語の実験でも年齢語の実験でも、それぞれの刺激を表わすのに整数を用いたが、それはあくまで実験上の便宜のためであり、実際には色でも年齢でも連続的に変化しうる量である。符号化の操作は、このような連続量をいくつかの(有限の個数の)カテゴリー(範疇)に分ける操作であって、心理学では範疇判断と呼んでいるものである。一般に人間が連続的な量に対して範疇判断を下すとき、その判断は完全に確定的なものではなく、いろいろな生理学的な要因や心理学的な要因に左右されて、確率的なものとなる。その影響は、隣り合う二つの範疇の間の境界附近で明瞭にあらわれ、おなじ刺激が、あるときには一方の範疇に、別のときにはもう一方の範疇に属するものと判断される。したがってある刺激をどちらか一方の範疇に属すると判断する確率は、刺激空間の上でその広がったものとなるのである。さらに、このようなゆらぎが互いに無相関な多数の要因によって起る場合には、この確率分布関数の形は正規分布で近似できる。したがってその曲線の特徴は、確率五〇%に相当する刺激の値(θ)と、正規分布の標準偏差(ρ)で表わすことができる。実測した符号化特性は、このような正規分布によってかなりよく近似できる。いま、刺激空間上の範疇の数(語彙の多さ)を N とすると、範疇境界の数は $(N-1)$ 個であり、 θ や ρ は、それぞれの境界について一般に異なる値をもつ。

一方、復号化の過程では、受信者がそれぞれの範疇に対して最も妥当であると判断した基準的な刺激を再現(指示)するものと考えられるが、この場合にも、その判断は種々の要因の影響を受けて確率

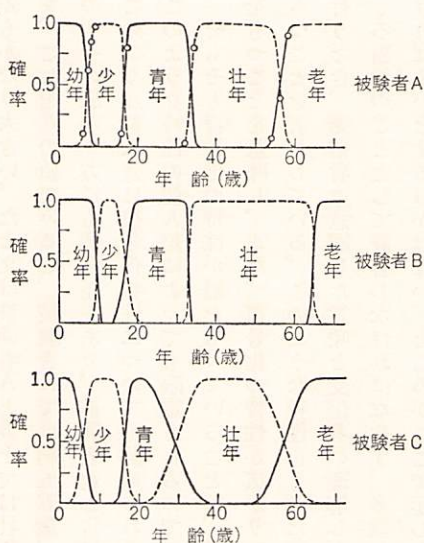


図 8 年齢語彙における符号化特性の個人差。

的なものとなる。その結果、受信者の再現する刺激の確率密度は、それぞれの範疇ごとの基準値を中心とした山型の分布を示す。符号化の場合と同様、このような判断のゆらぎが互いに無相関な多数の要因によって起る場合には、この確率密度関数の形は正規確率密度で近似することができ、その特徴は平均値(μ)と標準偏差(σ)で表わすことができる。このような正規確率密度関数は、実測した復号化特性をかなりよく近似しているが、 μ や σ の値はそれぞれの範疇について一般に異なっている。

言語の使用の能力は元来個人のものであるから、符号化や復号化の特性も個人ごとに分析すべきであるとの立場から、これまでは被験者一名の特性について説明した。それでは、これらの特性は被験者によってどう変わるであろうか。図8は、この疑問に答えるために、被験者三名について符号化特性を比較したものである。同じ言語(この場合には日本語)を使って意思の疎通ができるためには、各人の言語使用の特性にあまり著しい差のないことが必要であって、この三人の間でも、符号化の特性はそれぞれ大局的にみて類似しているが、個人

差もかなり大きい。たとえば被験者AとBとでは壮年と老年の間の境界が大きく食い違っている。いま、これを θ の値でみると、被験者Aでは約五五歳、被験者Bでは約六四歳である。また、確率分布のすその広がり方にも個人差があり、被験者Cでは被験者A・Bと比べて一般に広がり大きい。このような個人差は復号化特性についても認められる。言語によるコミュニケーションの正確さは、このような特性の個人差によっても限定されるのである。

そもそも符号化の特性が幅をもっていることは、発信者の表現が本質的に不確定性（一種の曖昧さ）をもつことを意味し、また、復号化の特性が広がりをもっていることは、受信者の理解も不確定性をもつことを表わしている。このような特性をもった発信者と受信者が言語を媒介として情報の授受を行うとき、発信者の意図した意味と受信者の理解した意味が個々の場合に完全に一致しないのは、むしろ当然のこととして許容しなければならず、多数の場合を通して両者の間に平均的はずれが残らなければよいとするほかはない。ところがここで示した特性の個人差は、このような平均的はずれをもたらす原因となる。

発信者と受信者との間の平均的はずれは、語彙を多くし、それぞれの語の受けもつ範囲を狭くすることによって減らすことができるであろうか。これを調べるため、年齢語彙を変えて「赤ちゃん」から「おじいさん」までの八語を用いた場合、また逆に「子供」と「おとな」の二語だけとした場合についても符号化と復号化の特性を実測してみた。詳細は省略するが、語彙を多くすると発信の不確定性はたしかに減るが、受信の不確定性は余り減らないこと、符号化・復号化特性の平均的はずれもや

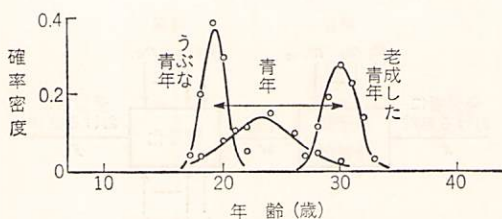


図9 年齢語の復号化特性に及ぼす修飾語の影響。

や減少するが残ること、などが確かめられた。

以上に述べた実験では、語そのものの意味を把握するため、それぞれの語を単独に用いたが、言語によるコミュニケーションの一般的な場合にはこのようなことはむしろ少なく、語はほとんどいつも文脈の中で用いられ、その意味も文脈の影響を受けて変化する。また、語の意味は、それが用いられる場面や状況によっても当然変化する。この変化はまた、符号化特性と復号化特性とに分けて考える必要がある。

このような文脈の影響を示す一つの例として、年齢語のうち特に「青年」をとりあげ、種々の修飾語をつけた場合の復号化の特性を実測してみた。図9は一名の被験者について、修飾語として「うぶな」と「老成した」とを用いた場合の結果を、文脈なしの場合と比較して示したものである。修飾語を加えることによって、復号化の中心(μ)が移動し、また広がり(σ)が小さくなることが示されている。この二つの修飾語は、この実験に用いた修飾語の中では「青年」の意味に対して最も大きな影響を及ぼすものであり、中にはほとんど影響を及ぼさないものもある。いずれにせよ、このような方法によって文脈中の語の意味も定量的・客観的に調べることができる。

なお、ここで述べた実験の方法は言語の差にかわりなく用いることができ、二つの言語の間で意味が近いと考えられている語の意味を互いに比較す

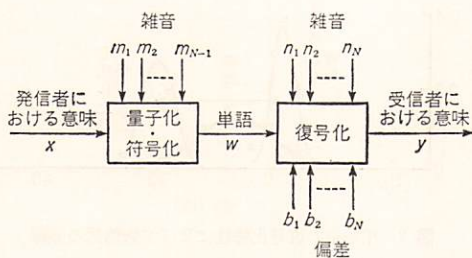


図 10 単語による意味伝達過程のモデル。

ることができる。

(3) 言語による意味伝達過程のモデル

前節に示した実験での意味伝達の過程は、図 10 のようにモデル化することができる。すなわち、発信者における符号化の過程は、刺激空間の量子化と単語の割当て(狭義の符号化)とから成るが、量子化の各段階はそれぞれゆらぎ(雑音) m_i を伴う。一方、受信者における復号化の過程は、各単語からの基準刺激の再現であるが、その際、発信者の符号化特性との偏差 b_i とゆらぎ(雑音) n_i とを伴う。図中の x, w, y はそれぞれ発信者における意味、伝達に用いた単語、受信者における意味を表わす。これは全体として一つの通信路とみなすことができ、その特性は入力 x が与えられたときの出力 y に関する条件付き確率 $q(y|x)$ によって表わされる。

発信者に対して提示される刺激 x の生起確率 $p(x)$ が与えられると、このような通信路の特性は、次の二つの見地から評価することができる。

(1) 伝達誤差の実効値——伝達における入力 x と出力 y との差の実効値で、次の式で与えられる(年齢語の場合、単位は歳)。

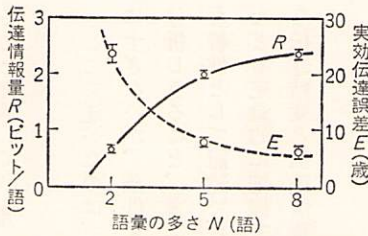


図 11 伝達誤差、伝達情報量と語彙の多さとの関係。

$$E(p, q) = \left[\int \int p(x)q(y|x)(y-x)^2 dx dy \right]^{1/2} \quad (2.1)$$

(2) 伝達情報量——受信者が出力 y によって得る平均の情報量で、次の式で与えられる（単位はビット／語）。

$$R(p, q) = \iint p(x)q(y|x) \log_2 [q(y|x)/q(y)] dx dy \quad (2.2)$$

$$\text{ただし } q(y) = \int p(x)q(y|x) dx$$

$E(p, q)$ は伝達の精度を表わす指標であり、 $R(p, q)$ はそれを達成するために費やされた情報量を表わす指標である。図 11 は年齢語に関する実験結果のうち、三名の被験者のデータを用いて、発信者・受信者のすべての組合わせ（六通り）についてこの二つの量を計算し、語彙の多さ N との関係を示したものである。印は六通りの場合の平均値を、縦の線分は最大値から最小値までの範囲を示す。この図は、語彙を多くすることによって伝達情報量が増し、それとともに実効伝達誤差が減る（伝達精度が向上する）が、語彙の増大によって達成できる伝達精度には限界があ

ることを示している。

ここで述べたのは、色彩や年齢というごく狭い範囲について、単語の伝える意味をとりあげたものにすぎないが、条件を厳密に規定すれば、言語による伝達の過程を実験心理学の手法によって観測・分析しうること、また発信者の言語表出の過程と受信者の言語理解の過程とを分けてそれぞれ確率的な特性として記述できること、さらにこの方法によって、言語使用の個人差や文脈の影響、言語の差なども定量的に把握できること、また、このような言語による意味の伝達の過程は情報理論の立場から伝達精度と伝達情報量を用いて評価できることなどがわかりただけだと思う。

三 ことばと音

(1) 発音の過程

前節では、心理と言語とのかかわり合いだけを取り出して論じたが、ことばが発信者から受信者まで伝わるには、必ず音声か文字として表わされなければならない。前節の実験では、文字を媒体として用いたが、ここではことばが音声となって表わされるとき、どのような性質をもつのか、またそれは何故なのか、という問題の一つをとり上げよう。

発音の過程については、別の機会に比較的詳しく述べたことでもあり(5)、また今回の講座でも別

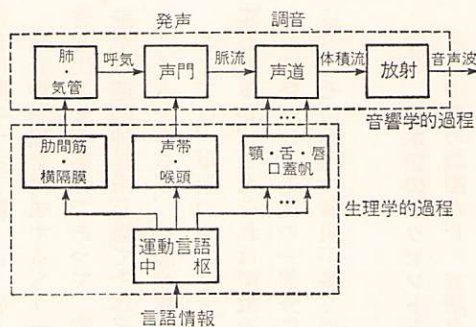


図 12 音声生成の音響学的過程と生理学的過程。

に説明される予定なので詳細は省略するが、全体の機能をみると、図12のように大きく二つの部分に分けられる。その一つは肺からの呼気をもとに、可聴周波数成分をもった音圧変動、つまり耳に聞える音波を作り出し、それに言語の音としての音色をつける部分であって、音楽でいえば楽器に相当するものである。この部分はさらに細かく分ければ、音を発生させる部分と、それに音色をつける部分

とから成り立っている。音の発生には、①声帯振動による、②乱流による、③急激な破裂による、の三通りの仕方があるが、声にはっきりした高さを与え、単語のアクセントや文のイントネーションの特徴をあらわすのは、①の声帯振動であり、その基本周波数が声の高さを与える。この働きを特に発声と呼ぶこともある。一方、これらの生の音に言語の音らしい音色をつけるのは、声帯から口や鼻孔まで、詳しく言えば喉頭の声帯より上の部分、咽頭・口腔・鼻腔などから成る気流の通路であって、一括して声道と呼ばれ、下顎や舌・唇・口蓋帆などの働きによって一定の形を作ると音響管としての伝達特性が定まり、一定の音色が与えられる。たとえば母音の「ア」が声の高さにかかわらずほぼ一定の音色をもつのはこの部分の作用である。この作用を調音(または構音)と呼ぶ。なお、発声に関与する声帯や

調音に関与する下顎・舌・唇・口蓋帆などの全体を、音声器官と呼ぶ。

発音の過程を構成するもう一つの重要な部分は、これらの音声器官を制御してつきつきに異なった音を出させる部分であつて、音楽でいえば演奏者に相当する機能をもつ。これには大脳の運動性言語野から運動神経系を経てそれぞれの音声器官を動かす多くの筋肉などが関与しており、非常に複雑なシステムであるが、言語の情報を音波にのせる上に絶対に必要な役割を果している。

ここでは、単語の「アクセント」という言語学的情報が、耳に聞える声の高さの上にどのようなように現われるか、またそれは何故そのように現われるのか、という問題を取りあげる。これは言語と音声とを関係づける過程の一部分についての問題であるが、それに答えるために私が行つた研究について述べ、その過程の解明が多くの学問分野にまたがる問題であることの例としたい。

(2) 日本語のアクセントと声の高さ

声道の形の調節が音声言語を作り出す上に重要なことはいうまでもないが、喉頭で調節される声の高さも重要な役割を担うことが少なくない。日本語に限らず多くの言語の音声には、声の高さによつて表わされる「アクセント」があり、母音や子音といった一つの音(単音)だけでは表わし切れなことはこの意味の違いを伝達する役割をもっている。たとえば「ハシ」という名詞に助詞「ヲ」をつけたものを発音する場合、全国共通語(東京方言を基盤としたいわゆる標準語)では、①ハを高くシとヲを低くする、②ハを低くシを高くヲを低くする、③ハを低くシとヲをやや高くする、といった三通りの

区別があり、それぞれ ①「箸を」、②「橋を」、③「端を」、に対応している。これらは、単音の構成によつては区別されないいわゆる同音異義語が、アクセントによつて区別される例である。

ここで高・低というのは、各拍の主観的な音の高さ(ピッチ)の相対的な関係を示しているが、共通語では二拍の語に対して、三通りの異なるアクセントの「型」があることを前記の例は示している。

②と③との区別は名詞だけの単独の発音では明瞭でない場合が多いが、助詞等が後続する一般の文脈中では明瞭であり、これは二拍語の名詞自体のアクセントの性質であるとみなす。このような定義に従えば、共通語の単語のアクセントには、①ピッチの段階的な変化は拍の終りでのみ生起する、②第一拍の終りには必ず上昇または下降がある、③上昇および下降の回数それぞれ一回以内である、④一旦下降があるとその後には上昇することはない、という制約があり、したがつて n 拍の単語には $n-1$ 通りのアクセントの型がある。許容されるアクセントの型に関するこのような制約条件は、方言によつて異なっており、たとえば大阪方言では、一般に n 拍の単語には $n-1$ 通りのアクセント型があり、さらに一拍語や二拍語では、後の例で示すように、拍の途中でもピッチの段階的な変化が見られ、別のアクセント型を構成している。このようなピッチの高・低の役割は、もちろん英語などにも見られる。

このような主観的なピッチの高・低の存在は、少なくともその言語ないし方言の話者にとつては異論の余地のないほど明瞭に知覚されるものであるから、これに対応する客観的事実も存在するにちがいない。音声の主観的な高さをなわちピッチを決定するのは、声帯振動の基本周波数(以下では簡単な

ため、 F_0 という記号で表わす場合もある)であるから、単語内での基本周波数の時間的推移を測定すれば、その形(以下では簡単のため、基本周波数パターンと呼ぶ)は、主観的なピッチの高低の形と明確に対応するであろう。しかしながら、後に述べるように、現実に測定される音声の基本周波数は、時間とともに一般には連続的に変化し、滑らかな起伏を示す曲線を描いており、そのパターンを知覚的な高・低の段階的变化と関連づけることが、少なくとも従来の研究者にとっては不可能であった。したがってアクセントの型に関する研究は、このような客観的測定よりも、むしろ話者の内省あるいは研究者の聴覚的判断といった主観的方法に頼るべきであるという意見が有力となり、その後最近にいたるまでのアクセントに関する言語学的研究の基調をなしている。

従来の研究者が、アクセント型の主観的・心理学的な存在と客観的・物理学的な現象とを関連づけることに成功しなかったとはいえ、単語のアクセントが音声により表現され伝達されるものである以上、両者の間に明確な関連が存在することは疑う余地がない。いま、アクセント型に関する言語学的情報(すなわち符号)を X で、またそれによって生ずる物理学的現象(すなわち信号)を Y で表わすと、両者の間の因果関係は、抽象的に

$$Y = F(X) \quad (3.1)$$

と表わすことができる。ここで関数 F は、話し手の言語中枢(運動性言語野)で形成された単語のアクセント型に関する言語学的意図が、運動神経系による伝達を経て喉頭に達し、後に述べるような種々

の機構によって声帯振動の基本周波数を制御するにいたるまでの、すべての生理学的・物理学的過程の作用をとりまとして表わしたもので、現実には複雑な関数である。一方、物理学的現象 Y を聴いて、アクセント型 Z が認知される場合には、 Y と Z の間の因果関係は、

$$Z = G(Y) \quad (3.2)$$

と表わすことができる。ここで関数 G は、聴き手の耳に達した音声の基本周波数が、鼓膜の振動にはじまる聴覚器官および聴覚神経系での伝達・処理を経て聴き手の言語中枢(感覺性言語野)に達し、単語のアクセント型の知覚を生ずるまでの、すべての物理学的・生理学的過程の作用をまとして表わしたものである。もちろん話し手と聴き手とが同じ言語の同じ方言の話者であれば、例外的な場合(たとえば聴き誤りの場合)を除いては Z は X と等しく、したがって関数 G は関数 F の逆関数となるが、両者の言語あるいは方言が異なる場合には、たとえ聴き手が専門的な訓練を受けた音声学者であっても、厳密な意味で G が F の逆関数になることは保証されない。

発話の言語学的情報とその結果として現われる音声の物理学的特徴との間、あるいは音声の物理学的特徴とそれに基づいて知覚される言語学的情報との間の、このような因果関係を認識し、またこれらの関係を定量的に表現しようという発想は、アクセントに関する従来の言語学的研究に欠けていたものである。これは、関数 F や G を解明し記述することが、言語学だけではなく生理学や物理学、心理学などの知識や研究手法までも必要とすることから考えれば、無理からぬことであつたかも知れ

ない。しかし、伝統的な言語学の枠組の中だけにとどまらず、言語の情報から音声の特徴までの変換を全体的に把えることによつて、これらの関係を明確にすることができる。以下では、この問題、特に関数 F がどのように表現され、また何故そのように表現されるかについて、実例をあげながら説明しよう。

(3) アクセント型と基本周波数パターン

アクセント型と基本周波数パターンとの関係を示す簡単な例として、仮名二文字で「アメ」と表記される二拍語をとり上げてみる。まず、共通語(東京方言)では、第一拍のピッチが高く第二拍のピッチが低い型と、逆に第一拍が低く第二拍が高い型とが実際の単語として存在し、前者が「雨」を、後者が「飴」を表わす。前者は頭高型と呼ばれ、また後者はさらに助詞「を」をつけてみると全体として低、高、高と平板に続くことから平板型と呼ばれることがある。東京方言の二拍語にはこの二つの型のほかに、「麻」のように第二拍までは「飴」とほぼ同じであるが助詞「を」を伴うとき全体として低、高、低のパターンを示す第三の型があり、尾高型と呼ばれることもあるが、「アメ」の音素構成に対してはこの型をもつ単語は実在しない。一方、大阪方言では、第一拍が低く第二拍がはじめ高く途中で低くなる型と、第一拍・第二拍ともに高い型とが実際の単語として存在し、前者が「雨」を、後者が「飴」を表わす。大阪方言の二拍語には、このほかにも、「山」のように東京方言の「雨」とほぼ同じ高、低のパターンを示す型や、「麻」のように東京方言の「麻」とほぼ同じ低、高のパターンを示す型(た

表 1 2拍語「アメ」の種々のアクセント型.

	(東京)	(大阪)
雨	○ <u>○</u> (A型)	○ <u>○</u> (B型)
飴	○ <u>○</u> (C型)	○ <u>○</u> (D型)

だし助詞が後続する場合のパターンは低、低、高となり東京方言の「麻」とは異なる(があるが、「アメ」の音素構成に対してはこれらの型をもつ単語は実在しない。結局、「アメ」の音素構成に対しては、東京・大阪の両方言を合わせて四種のアクセント型が実在しており、それらの主観的なピッチの高低のパターンと語の意味・方言との関係はおよそ表1のように表わされる。以下では説明の便宜上、これらの四種の型を表1のようにA・B・C・D型と呼ぶこととする。これらの型のうち、A型とD型とは最初の拍が高いので高起式、B型とC型とは最初の拍が低いので低起式と呼ばれることがある。

さて、このような二拍語の四種のアクセント型が、現実の音声の基本周波数パターンとしてどのように現われるかを示そう。音素構成を「アメ」に限定したのは、調音の条件を全く等しくしておき、声帯振動の基本周波数の変化の特徴だけを純粹に取り出して調べる目的からである。このため、これらの四種のアクセント型の特徴は、同一の話者の音声素材とした分析によって求めるのが望ましい。この研究(6)では、大阪育ちであるが長期間東京に在住した経験をもち両方言を自由に話すことのできる五〇歳の男性話者が、ランダムな順序で何回も発音した音声素材としている。

図13は上記の四種の型の各数回の発音の中から典型的な一例ずつを選び、電子計算機を用いて二・八ミリ秒ごとに自動的に測定した基本周波数の値を十印で示したものである。図の横軸は時間を示し、その原点は発話の開始時点(この場合には声帯振動の開始時点と一致する)である。また

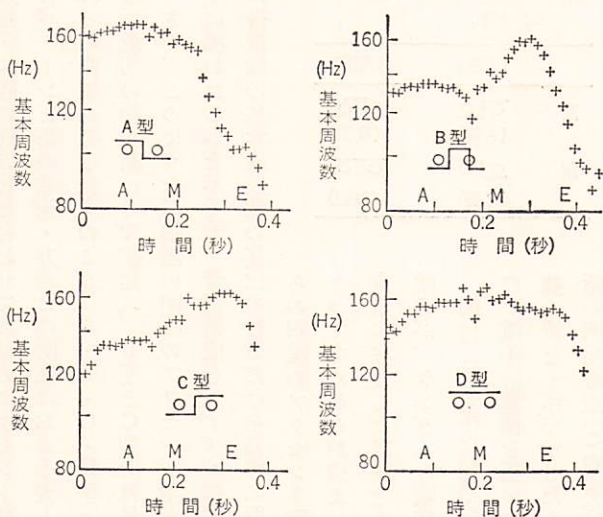


図 13 2 拍語「アメ」の4種のアクセント型の基本周波数パターン。
+印は 12.8 ミリ秒ごとの基本周波数の実測値を示す。

れ低高および高高のピッチのパターンと大体の対応を示すが、一定ではない。しかしながら、すべての場合に共通していえることは、主観的なピッチの高い拍では

縦軸は声帯振動の基本周波数を対数目盛で表わしたものである。(以下では、このような基本周波数の対数値の時間的変化のパターンを、単に基本周波数パターンと呼ぶこととする。)

図 13 に示した四種のパターンは、いずれも連続的な滑らかな変化を示しており、表 1 のように段階的な知覚的ピッチのパターンと直接に対応するものではない。たとえば、A 型の主観的なピッチのパターンは単に高低であるが、基本周波数パターンは第二拍の途中から急激な下降を示しており、低に対応する段階は見られない。また、C 型や D 型の基本周波数パターンは、それぞ

基本周波数の高いレベルに、また主観的なピッチの低い拍では基本周波数の低いレベルに向って、基本周波数が連続的に変化して行くこと、またこのようなそれぞれの拍に特徴的な基本周波数の動きを除いてみると、どの型の基本周波数パターンにも、はじめやや急激に上昇してのちゆっくり下降し、発話の終端では再び急激に下降する、いわば基本的なパターンが想定されることである。なお、ここでは簡単のために、ごく少数の例を示したにすぎないが、右に述べた基本周波数パターンの特徴は、東京方言(7)・京都方言(8)・大阪方言の多数の単語音声の分析結果から言えることである。

これらの特徴は、単語の基本周波数パターンが二つの成分から成ることを示唆している。その一つは、およそすべての発話に共通なもので、声帯振動の開始よりやや以前から準備され、はじめやや上昇しながら最大値に達したのちゆるやかに下降しつつある一定値に漸近してゆき、発話の終端近くで急激に下降する成分であって、あらゆる基本周波数パターンの基線ともいふべきものである。ここでは便宜上これをフレーズ成分と呼ぶ。これは、質量とバネ定数とをもった力学系が瞬間的な力を受けた場合の運動とよく似ている。もう一つは、個々のアクセント型に特有のもので、主観的に高い拍の発音にやや先行して始まり、はじめはゼロからゆるやかに、途中は急激に上昇し、のちまたゆるやかに一定のレベルに漸近するもので、高い拍が続けばそのレベルを近似的に保ち、またピッチの高い拍から低い拍への移行に際しては、上記とは逆に低い拍の発音にやや先行してゆるやかな下降をはじめ、途中は急激に下降し、のちまたゆるやかにゼロとなる。大阪方言のB型の場合には、このような下降が第二拍の途中で起っているものとみることが出来る。ここではこれをアクセント成分

と呼ぶこととする。これは、やはり質量とバネ定数とをもった力学系が、ある時間持続する一定の力を受けた場合の運動とよく似ている。現実には観測される(対数)基本周波数パターンは、この二つの成分の和であると考えれば、図13に示した四種の型のみならず多くの他の単語アクセント型の基本周波数パターンの特徴も統一的に把握することができる。

これら二つの成分を数学的に表現するため、フリーズ成分を質量とバネ定数と摩擦抵抗とをもった何らかの力学系のインパルス応答、アクセント成分をやはり同様の(ただし定数は異なる)力学系のステップ応答を用いて近似してみよう。取り扱いをさらに簡単にするために、これらの仮想的な力学系は線形性をもち、また臨界制動の条件をみたしているとすれば、フリーズ成分に相当する系のインパルス応答は、

$$h_1(t) \begin{cases} = \alpha^2 t \exp(-\alpha t) & t \geq 0 \\ = 0 & t < 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

と表現することができる。ここで α は系の応答の速さを定める係数である。一方、アクセント成分に相当する系のステップ応答は、

$$h_2(t) \begin{cases} = 1 - (1 + \beta t) \exp(-\beta t) & t \geq 0 \\ = 0 & t < 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

と表現することができる。ここでの β は、アクセント成分の立ち上りの速さを定める係数である。図

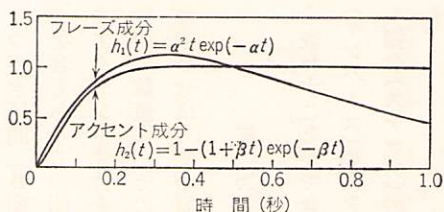


図 14 基本周波数パターンを構成する2種の成分の基本形。フレーズ成分はインパルス応答として、アクセント成分はステップ応答として表わす。パラメータ α 、 β は多数の自然音声の分析結果の平均値を与えてある。

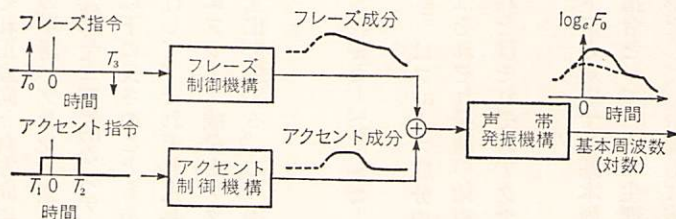


図 15 基本周波数パターン生成過程のモデル。

14は、 α や β に適当な数値を与えた場合の、これらの時間関数の形を示したものである。

以上の考察から、日本語の単語音声の基本周波数パターンの特徴を定量的に把握するだけではなく、発話の言語学的意図から基本周波数パターンが生み出される過程について、定量的な仮説を立てることが出来る。図15はこの仮説を具体的な関式として表わしたものである(7,9)。まず、単語の発音動作のうち、アクセント型の表現にあずかる喉頭調節に関しては、つねに二種類の言語学的要因が存在する。その一つはすべての発話に共通なフレーズ指令であって、極めて短時間の集中的な力(便宜上インパルスで表わす)として、

発話の開始と終了に先行してそれぞれ正方向と負方向に働く。喉頭機構の一部はこれを受けてフレーズ成分を生ずる。他の一つは個々の単語アクセント型に固有なアクセント指令であつて、極めて短時間に立ち上つて一定値に達する力(便宜上二値的なステップで表わす)として、主観的に高いピッチをもつべき区間(B型のように一拍以下の長さのこともあり、D型のように複数の拍にわたる長さをもつ場合もある)の開始と終了に先行して、それぞれ上昇と下降を示す。喉頭機構の一部はこれを受けてアクセント成分を生ずる。最後にフレーズ成分とアクセント成分は相加され、声帯振動の基本周波数の対数値に、その和と比例する変化を生ずる。この場合、時刻 t における基本周波数の値を $F_0(t)$ で表わせば、その対数値は、

$$\log_e F_0(t) = \log_e F_{\min} + A_p [h_1(t - T_0) - h_1(t - T_3)] + A_a [h_2(t - T_1) - h_2(t - T_2)] \quad (3.5)$$

と表わすことができる。ここで F_{\min} はフレーズ成分の ν_{118} における漸近値、 A_p はフレーズ指令(インパルス)の大きさ、 T_0 と T_3 とはそれぞれ発話の始めと終りのフレーズ指令の位置、 A_a はアクセント指令(ステップ)の大きさ、 T_1 と T_2 とはそれぞれアクセント指令の立ち上りと立ち下りの位置を表わす。

このモデルは、単語のアクセント型と対応する基本周波数パターンの特徴のうち、その言語学的内容に関する部分をモデルへの入力指令として、また生理学的・物理学的機構に関する部分をフレーズ成分およびアクセント成分の関数形として、分離して表現したものとみることができる。

以上の仮説は、数式を用いて明確に述べられているので、アクセント型の情報から基本周波数パターンへの変換の機能をよく表現し得るか否かを、定量的に検証することができる。その具体的な手続きとしては、実測されるすべての基本周波数パターンについて、図15のモデルへの入力指令と系の特性パラメータに適切な値を想定したとき、モデルから予測される基本周波数パターンが実測のパターンをどの程度まで近似し得るかを調べ、またその際に想定した入力指令が、アクセント型に関する情報をどの程度まで的確に表現しているかを調べることである。

この目的には、(3.5)式におけるすべての可変パラメータを変化させ、個々の実測パターンに対して、モデルの出力による最良近似を求める必要がある。ここでは、一二・八ミリ秒ごとの基本周波数パターンの実測値と、(3.5)式で与えられる基本周波数の値との対数尺度上での差を求め、一単語全体にわたるその二乗平均値を最小とするようなパラメータの組み合わせを、逐次近似法により求めた。これは大量の計算を必要とするため、電子計算機を用いている。最良近似が決定すると、それを生成する際の入力指令が同時に推定される。このようにパターンを生成するモデルを用いて、パターン生成過程自体を推定する手法を合成による分析 (Analysis-by-Synthesis) とする(9)。

図16は、さきの図13に示した四種のアクセント型の基本周波数パターンの実測結果に対して、この方法により求めた最良近似を実線で示したものであるが、どの型に対しても極めてよい近似が得られている。なお、図中に破線で示したのは、最良近似の際に推定されたフレーズ成分であり、各基本周波数パターンの下に示した方形の波形は、推定されたアクセント指令である。なお、四種のアクセ

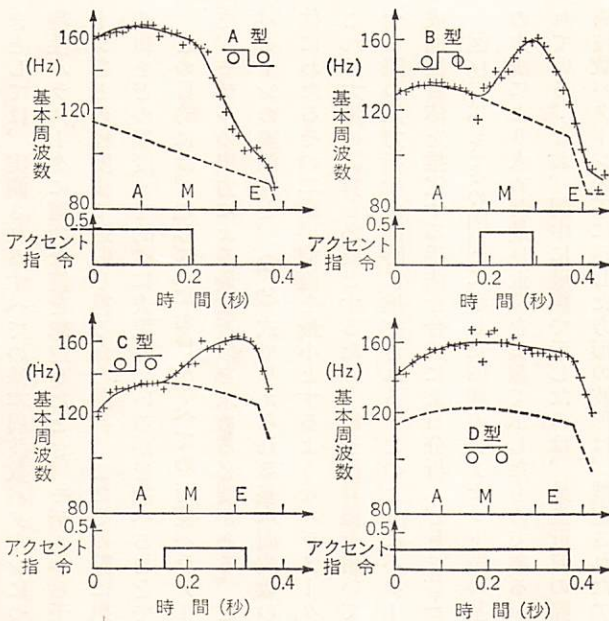


図 16 2 拍語「アメ」の基本周波数パターン分析結果。
 実線の曲線は(3.5)式のモデルの出力による最良近似、破線は最良近似におけるフレーズ成分を示す。

ント型のうち、A型とD型については、アクセント指令の始点(T_1)が負の値となるが、図では負の側が省略してあることに注意されたい。各アクセント型の特徴は、当然ながらアクセント指令の始点(T_1)と終点(T_2)の発話全体に対する時間的關係によく表わされている。

なお、ここでは簡単のために、ごく少数の例を示したにすぎないが、このモデルは、東京方言と京都方言の多数の例について、さらに英語の単語(1)についても、実測される基本周波数パターンと極めてよく近似しており、前記の仮説が、少なくとも日本語と英語の単語音声の基本周波数パターンに関

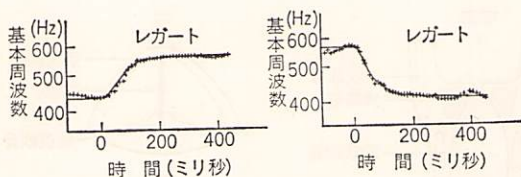


図 17 歌声における基本周波数の上昇と下降の特性.

して妥当なものであることが示されている。また、一発話中に複数個のフレーズ成分とアクセント成分の存在を許容することによって、日本語と英語の文の音声の基本周波数パターンにも適用し得ることが実証されている(9)。

さらに、フレーズ成分を一定値とすることによって、歌声における音程の

推移の特性もよく近似できることが示されている(12)。

図 17 は、声楽家によるレガートの歌唱の場合の A_4 と D_5 の間の四度の音程変化の特性を、この方法で分析し近似したものであり、+印は一〇ミリ秒ごとに測定した基本周波数の値を、実線は前記のモデルによる最良近似を示している。声楽の場合には音程変化の速度を制御することが要求され、たとえば前打音を伴う場合には極めて速く、逆にポルタメントでは極めて緩やかに音程が変化するが、前記のモデルで制動の条件を臨界制動のみに固定せず、可変のパラメータとすることによって、どの場合にもよい近似が得られる。なお、音声・歌声を問わずすべての場合により近似が得られるのは、基本周波数パターンを対数値で表現した場合であることをあらためて指摘しておく。

(4) 基本周波数パターン形成の機構

これまでの説明は、「声の主観的な高さを変える意図を現実の基本周波数パターンの上に反映させる機能がどのように表現できるか」に関するもので

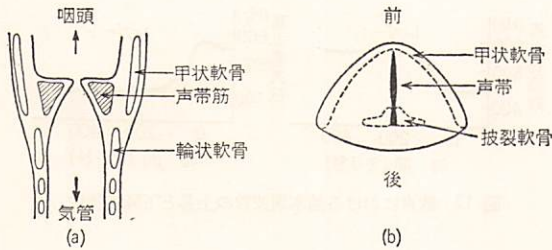


図 18 喉頭の前方からみた断面図 (a) と咽頭からみた上面図 (b).

主として甲状軟骨・輪状軟骨・左右一対の披裂軟骨により形成される外壁をもつ筒形の器官で、内面は粘膜で覆われている。また、内壁には左右一対のひだの形をした声帯があり、粘膜に覆われた声帯筋から成っていて、その前端は甲状軟骨の内面正中部に、後端は左右の披裂軟骨の前端に附着してい

あつたが、次には「なぜそのように表現できるのか」を説明しよう(13)。具体的には、①基本周波数を対数値で表わすことが、なぜモデルの記述を簡潔で妥当性のあるものとするのか。言い換えれば、対数基本周波数を用いると声の上昇にも下降にも同じ関数形がよく適合するのはなぜか。②対数で表わした基本周波数・パターンが、比較的簡単な力学系の運動とよく似たふるまいを示すのはなぜか。という二つの問いに答えてみよう。

まず、①については、喉頭の機構の中で何らかの変化に比例して、声帯の基本周波数の対数値が変化するからであろうと考えられる。これはすでに、さきの図15に示したモデルと関連してたてられた仮説であるが、これを立証するには、実際の声帯の振動の機構をやや詳しく知る必要がある。

図18(a)は喉頭を正面から見た断面図、(b)は咽頭の方から見た上面図である。喉頭は気管の上端に接し、後の図19に示すように

る。左右の披裂軟骨を正中線に引き寄せ、かつ内転させると、左右の声帯の間隔がせばめられる。これと同時に声帯筋自身および他の喉頭筋(たとえば輪状甲状筋)を緊張させることにより、声帯の間(これを声門という)を通過する呼気流によって声帯が振動を始め、多くの場合声門を周期的に開閉するようになる。

このように声帯振動の機構は一見複雑であるが、その基本周波数は何によって影響を受けるのであるか。巨視的にみれば、声帯は一種の弾性膜であつて、その振動様式は弾性体の振動理論によつて解析することができる。特にその振動の周波数 F_0 と張力 T との間には、膜の形のいかんにかかわらず、次のような関係がある。

$$F_0 = c\sqrt{T} \quad (3.6)$$

つまり、弾性膜(弾性弦でも同じ)の振動の周波数は張力の平方根に比例する。

ここで、声帯の張力 T と長さ l との関係を見よう。声帯は一種の骨格筋であるが、一般に骨格筋の弾性的性質は、筋肉生理学の分野でかなり古くから実験的に調べられている。その方法は、あらかじめ筋肉に一定の張力を加えておき、さらにこれに微小な変化を与えたときの、バネ定数(ステイフネス)を測定するものである。このとき筋の張力 T と、長さの微小変化に対するステイフネス dT/dl との間には、広い範囲にわたつて次のような直線関係が成り立つことが実測の結果として知られている。

$$\frac{dT}{dl} = b(T+a) \quad (3.7)$$

これは l を変数とする微分方程式であるが、容易に解くことができ、筋の張力と長さの関係は次の式で与えられる。

$$T = a [\exp \{b(l-l_0)\} - 1] \quad (3.8)$$

ただし l_0 は張力 T を加えない場合の筋の長さである。筋にあらかじめ外から張力が与えられている場合、また筋の伸び x ($=l-l_0$) が大きい場合には、右辺の第二項を無視することができる。

$$T = a \exp (bx) \quad (3.9)$$

と表わすことができる。通常のパネでは、張力が伸びに比例するものが多いが、この式は骨格筋の場合、伸びに対して張力が指数関数的に増大することを示している。

したがって(3.9)式を(3.6)式に代入すれば、

$$F_0 = \sqrt{ac} \exp \left(\frac{b}{2} \cdot x \right)$$

すなわち

$$\log_e F_0 = \frac{b}{2} \cdot x + c', \quad \text{ただし} \quad c' = \log_e (\sqrt{ac}) \quad (3.10)$$

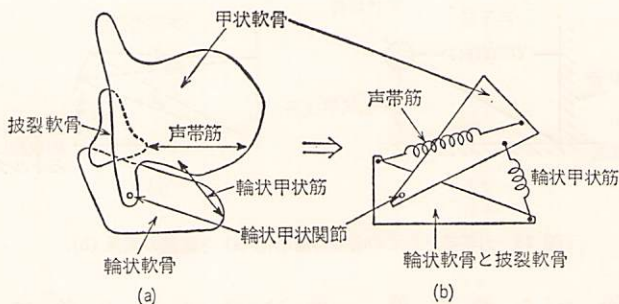


図 19 声の高さの調節に關する喉頭の主要部分の構造 (a) とその力学的要素 (b).

という關係が得られる。これは基本周波数の対数値が、声帯の伸びに比例して変化することを示しており、さきの問い①に対する答えとなっている。つまり、声帯の長さの変化が対数基本周波数パターンに反映されているのである。

それでは、問い②についてはどうであろうか。これは、喉頭機構の一部が質量とバネ定数で規定される力学系を構成しており、その運動に比例して声帯の長さの変化が起るのであろうと考えられる。これも、さきの図15のモデルと関連してたてられた仮説であるが、モデルではフレーズ指令とアクセント指令の両方について、このような系の存在を想定している。以下では簡単のため、アクセント指令に關する部分だけに着目してこの仮説の立証を試みるが、そのためには、声帯振動の制御の機構についてさらに若干の知識が必要となる。

図19(a)は喉頭を右側から見て、その枠組みを構成する甲状軟骨・輪状軟骨および披裂軟骨と声帯筋および輪状甲狀筋との關係を示したものである。いま、便宜上輪状軟骨を

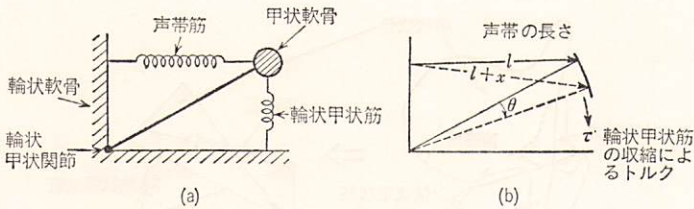


図 20 力学系としての喉頭の単純化 (a) と諸量の関係 (b).

基準として考えると、甲状軟骨はその下端にある輪状甲状関節を軸として回転することができる。また左右の披裂軟骨は輪状披裂関節によって輪状軟骨と連結し、若干の移動と回転が可能であるが、ここでは簡単のためその運動の自由度は無視し、輪状軟骨の上に固定されているものとして取り扱う。さきにも述べたように、声帯筋は甲状軟骨と披裂軟骨との間に張られた弾性膜とみなすことができる。一方、甲状軟骨の前方下縁部分と輪状軟骨の前方部分の間は輪状甲状筋によって結ばれ、この筋はその弾性力によって声帯筋と拮抗している。図 19 (b) はこれらの力学的要素の間の関係を、単純化して示したものである。

いま、声帯筋の緊張を一定に保ったまま輪状甲状筋の緊張を強めると、甲状軟骨は回転して前方に傾き、声帯筋を引き伸ばすことになり、逆に輪状甲状筋の緊張を弱めれば声帯筋自身の弾性と収縮力によって甲状軟骨は逆方向に回転する。図 20 (a) はこの関係の理解を容易にするためさらに単純化して、輪状軟骨を無限大の質量をもった固定物とみなし、また甲状軟骨を質量ゼロの剛体の棒の先にとりつけられた一つの質点とみなしたものである。甲状軟骨は有限の大きさを持ち、かつ声帯筋と輪状甲状筋とは別の位置で甲状軟骨と連結しているが、上記の単純化は現象

の本質を変えるものではない。また、輪状軟骨自体の質量は無量大ではなく、したがって輪状甲状筋の収縮力の変化によって、甲状軟骨のみならず輪状軟骨も運動するが、両者の相対位置の変化とそれに伴う声帯の伸縮を問題にする場合には、やはり上記の単純化は現象の本質を変えることはない。同図(b)は甲状軟骨の回転が声帯筋の伸びをひき起すことを示したもので、回転角 θ が微小であれば伸び x は θ に比例する。

図20(a)の単純化した力学系で、輪状甲状筋の収縮力が瞬間的に増大した場合、甲状軟骨の回転角 θ は次の式で与えられる回転運動方程式に従う。

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + R \frac{d\theta}{dt} + K\theta = \tau \quad (3.11)$$

ただしここで I は甲状軟骨の慣性モーメント、 R は輪状甲状関節の回転摩擦と筋伸縮に伴う内部摩擦を総合した摩擦係数、 K は声帯筋と輪状甲状筋とが拮抗的に働く場合の系の回転に対するステイフネス、 τ は輪状甲状筋の収縮力の変化によるトルクを表わす。(3.11)式は二次の微分方程式であるので、それにより運動が規定される系を二次系と呼び、特に係数 $I \cdot R \cdot K$ が一定とみなされる場合にはこれを二次の線型系と呼ぶ。これらの係数は厳密にいえば回転角とともに変化するが、ここでは回転角の微小な範囲を取り扱い、その範囲内でこれらの係数は一定であるものとみなす。

階段波状のトルクに対するこのような系の回転角の時間的推移は、一般に

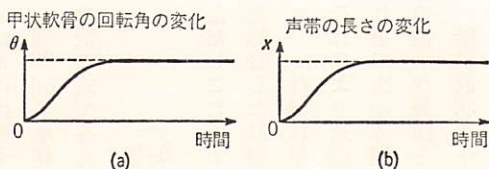


図 21 甲状軟骨の回転運動 (a) と声帯の長さの変化 (b).

の形を描いたものであり、はじめゆるやかに、途中で急に、最後はまたゆるやかに単調増大して一定値に漸近する模様を示している。さきに述べたように、この系で甲状軟骨の微小な回転はそれに比例した声帯筋の伸び x を生ずるから、声帯筋の伸び x もまた、図 21(b) に示すように θ と同一の時間的推移を呈する。これがさきの問②に対する答えである。この結果をさらに (3.10) 式と組み合わせれ

ただし、

$$\beta = \sqrt{\frac{K}{I}} \quad \gamma = \frac{R}{2\sqrt{I \cdot K}}$$

で表わされる。 γ が一より小さい場合には、 θ は減衰振動を伴いつつ一定値に漸近するが、 γ が一に等しいかそれ以上の場合には非振動的に一定値に漸近する。 γ が一より小さい場合を不足制動、一に等しい場合を臨界制動、一より大きい場合を過制動と呼ぶ。図 21(a) は臨界制動の場合の θ の時間的变化

$$\theta(t) \begin{cases} = 1 - \left[\cos \beta \sqrt{1 - \gamma^2} t + \frac{\gamma}{\sqrt{1 - \gamma^2}} \sin \beta \sqrt{1 - \gamma^2} t \right] \exp(-\beta \gamma t) & \gamma < 1 \\ = 1 - (1 + \beta t) \exp(-\beta t) & \gamma = 1 \\ = 1 - \left[\cosh \beta \sqrt{\gamma^2 - 1} t + \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2 - 1}} \sinh \beta \sqrt{\gamma^2 - 1} t \right] \exp(-\beta \gamma t) & \gamma > 1 \end{cases} \quad (3.12)$$

表2 単語のアクセントが声の高・低として実現されるまで。

単語のアクセント	(運動神経指令)	言語学
↓		
輪状甲状筋の活動	(トルク発生)	生理学
↓		
甲状軟骨の回転運動	(質点系の力学)	物理学
↓		
声帯筋の長さの変化	(筋肉の粘弾性)	物理学
↓		
声帯筋の張力の変化	(弾性膜の振動)	生理学
↓		
声帯の振動数の変化		物理学

ば、声帯振動の基本周波数の対数 $\log_e F_0$ が、 0 と同一の二次線型系の応答のパターンを呈することが完全に理解されよう。

以上の説明は、単語音声の基本周波数パターンの特徴のうちアクセント型に関するものだけを取り出して、それが発現する機構を解き明かしたものであって、フリーズ成分の発現に関してもほぼ同様

の説明が可能であるが、ここでは割愛する。表2は、単語のアクセントという言語学的概念が、声帯振動の基本周波数のパターンという物理学的事象として観測されるまでの過程に生起する種々の事象を整理して段階的に示し、一つの段階の事象と次の段階の事象との間の因果関係と、それらの分析・理解に必要な学問分野とを記したものである。このように比較的簡単と思われる言語学上の概念でも、客観的・定量的な観測結果との間の関係を解明するには、種々の周辺科学の知識と研究手法とが必要となることがおわかりいただけよう。

四 コミュニケーションの媒体としてのことばの評

価と標準化——日本語はこのままでよいのか——

前二節では、ことばが人間の意識と外界とのなかだち(媒介)

をするという見方に立って、心とことば、ことばと音、という両方の面をとりあげ、それぞれの面を科学的に解明するための試みについて述べたが、それはいわばコミュニケーションの道具としてのことばがどのように使われるのかを理解するためであった。ここではやや見方を変えて、コミュニケーションの道具としてのことば自体、特に日本語に焦点を絞って、それが道具として使いやすい良いものであるかどうか、もし難点があればそれをどうしたらよいか、といった問題について私の考えを述べよう(14)。

ことばによるコミュニケーションといっても、その目的はさまざまである。学問や実務の世界では、事実や意見をできるだけ正確に伝えることが重要であるが、文芸の世界ではことばを媒介として情緒を伝えることが重要になる場合が多い。その場合にももちろん作家は、自分が意図した情緒がなるべく正確に読者に伝わるようにことばを選ぶのであろうが、そのためには、文字通りの意味が正確に伝わるかどうかは第二義的な問題となる。このような価値観の差異を、ロゴスとパトスという対立、あるいは言語(脳)的思考と非言語(脳)的思考の対立として把えるのは余りにも単純であって、文芸の世界でも事実や意見そのものの正確な伝達が必要な場合があり、学問や実務の世界にも情緒的要素を無視し得ない場合がある。しかしここでは一応情緒的要素を度外視し、事実や意見の正確な伝達という目的からみた日本語について、その問題点を指摘してみよう。

正確な伝達を目的とするとき、最も大きな問題となるのは曖昧性である。第二節では、言語の使用に本質的な不確定性があることを述べたが、ここでいう曖昧性とはそれとは別のもので、同じ言語表

現が二つ以上の全く別の解釈を生む場合をさす。

曖昧性の点から言つて日本語の大きな問題の一つは同音異義語が多いことである。元来日本語は印欧語や中国語などと比べると音素の種類が少ないうえ、音節の構造が単純であるため、同じ数の単語を造るには音節数が多くなるか、同音意義語が多くなるかを得ない。特に約一四〇〇年前に中国との交流で漢字が導入されたとき、音調(四声)の区別をなくし、限られた音に読みかえたために、極めて多くの同音異義語が生じ、それが現在まで存続している。たとえば最重要語約一五〇〇語を選び、その中の同音異義語の割合をみると、英語では五%であるが日本語では二〇%を越えている。文芸、特に和歌の場合には、限られた語数で多くのことを連想させるために同音異義語が好んで用いられることがあるが、学問や実務の世界では、複数の候補のうちのどれか一つだけが正しい情報を伝える場合が圧倒的に多い。したがって聴き手はこれを文脈や自己の知識を用いて判断しなければならぬが、文脈が必ずしも十分でない場合もあり、常に正しい判断が得られるとは限らず、またすべての人の判断が一致するという保証はない。

さらに、最近ではワードプロセッサなど、人間の文書作成を助ける機械が普及しつつあるが、このような機械へことばを入力する場合にも同音異義語は障害となり、曖昧さを解消するために人手を借りればそれだけ作業能率の低下を招くことになる。既に存在する同音異義語を早急に整理することは論外であるとしても、同音異義語による曖昧さを避けるためになるべく別の類義語を使用する、新しい語を造る際にも同音異義語を避けるよう十分に配慮する、などの努力は、日本語を用いて情報を他の人々

に広く伝える立場にある人すべてにとつての義務であろう。

曖昧性の点で日本語のもう一つの問題点は、ある種の論理構造を表わすのに不適切な文が日常的に用いられていることである。たとえば「明日は曇りのち雨、山沿いでは雪でしょう」という文は、天気予報でよく聞く身近なものであるが、二つの意味にとれる。多数の大学生を被験者として調べてみると、「山沿いでは初めから雪」と解釈するものが六五%、「山沿いでは曇りのち雪」と解釈するものが三五%であった。このように人によって理解のしかたが異なる文が、何の反省もなく使われていてよいものであろうか。

もう一つの例をあげよう。英語では、“not all”でも“all…not”でも部分否定を表わし、“none”が全体否定を表わすことが、少なくとも成人話者にとってはまぎれのない規則であるが、日本語では、これに相当する規則はないようである。これも多数の大学生を対象とした調査で、「その方程式の実根はすべて負でない」という文が全体否定か部分否定かを問うたところ、全体否定と答えたものが七三%、部分否定と答えたものが二六%で、曖昧であると答えたのは僅か一%あまりであったという。また、これとほとんど同型の「全員まだ来ていない」という文に対しては、全体否定四二%、部分否定五五%、曖昧である三%となっている。このような文型に対する判断はまた文脈によつて左右され、たとえば会合などで「全員まだお揃いではありません」と言えば部分否定、事故のニュースで「全員まだ生存が確認されていません」と言えば全体否定の判断が多くなる。つまりこのように文法的には正しく、日常的に用いられている多くの文の解釈が、受信者によつてまちまちであり、

文脈からいずれかを推定しているのであるが、そのような推定は常に正しいとは限らない。

もちろんこのような曖昧さを避ける方法が日本語に全くないわけではなく、助詞の「は」と「が」を正しく使い分けるのもその一つである。つまり「全員は」とすれば部分否定、「全員が」とすれば全体否定と、判断がはっきり分かれる。問題は、ここにあげたいいくつかの例のように、正確さが必要な場合に、曖昧な表現が不用意に広く用いられることにある。つまり、道具の正しい使用方法があるのに不正確な使い方が横行していることにある。

特に情報化社会と言われる現代社会では、価値ある情報を正確に伝達し処理することが極めて重要である。したがって人間にとって最も重要な情報授受の媒体である言語を、全く野放しにすることはできず、たとえばここに述べた曖昧性を排除するような、「ことばの正しい使い方」をきめ、社会の構成員が合意の上でそれに従う必要がある。これは、混乱や事故を未然に防ぎ、交通の流れを効率的にするために交通のルールを設けると全く同じことである。このような「言語の標準化」は、表現の自由、文化の継承と発展を深く念頭において慎重に進めなければならないが、日本語の不正確な使用を無計画に放任するのではなく、より正確な使用法を示すことによってこそ、すべての人がことばによる情報を円滑に効率よく享受することができるのである。

参考文献

- (1) E. H. Lenneberg, *Biological Foundations of Language*, John Wiley & Sons, 1967.

- (2) 藤崎博也、言語音声の物理、『東京大学公開講座 9 言語』第二章、東京大学出版会、一九六七年。
- (3) R. W. Brown & E. H. Lenneberg, A study in language and cognition, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, vol. 49, pp. 454-462, 1954.
- (4) H. Fujisaki, Transmission of meaning by language, *Descriptive and Applied Linguistics*, vol. XIII, pp. 1-17, International Christian University, 1980.
- (5) 藤崎博也、音声生成の物理的過程、大泉充郎監修『音声学』第二章、東京大学出版会、一九七二年。
- (6) 藤崎博也・杉藤美代子、近畿方言 2 拍単語アクセント型の分析及び知覚、*日本音響学会誌*、三四卷、一六七一七六頁、一九七八年。
- (7) 藤崎博也・須藤寛、日本語単語アクセントの基本周波数。パタンとその生成機構のモデル、*日本音響学会誌*、二七卷、四四五-四五三頁、一九七一年。
- (8) 藤崎博也・須藤寛、京都方言における単語ピッチパタンの分析及び合成、*日本音響学会昭和四七年度春季研究発表会講演論文集*、三六九-三七〇頁、一九七二年。
- (9) H. Fujisaki & K. Hirose, Modeling the dynamic characteristics of voice fundamental frequency with applications to analysis and synthesis of intonation, *Preprints of Papers, Working Group on Intonation, the XIIIth International Congress of Linguists, Tokyo*, pp. 57-70, 1982.
- (10) M. Halle & K. N. Stevens, Analysis by synthesis, *Proceedings of Seminar on Speech Compression and Processing, Bedford, Mass.*, vol. II, D-7, 1959.
- (11) H. Fujisaki, K. Hirose & M. Sugito, Comparison of word accent features in English and Japanese, *Proceedings of the Ninth International Congress of Phonetic Sciences, Copenhagen*, vol. I, p. 376, 1979.

- (12) H. Fujisaki, M. Tatsumi & N. Higuchi, Analysis of pitch control in singing, In K. N. Stevens & M. Hirano (Eds.), *Vocal Fold Physiology*, Chapter 23, University of Tokyo Press, 1981.
- (13) H. Fujisaki, Dynamic characteristics of voice fundamental frequency in speech and singing, In P. F. MacNeilage (Ed.), *The Production of Speech*, Chapter 3, Springer-Verlag, 1983.
- (14) 林大・大岡信・藤崎博也、鼎談：日本語の未来に何かがあるか、『国文学』、二七卷一六号、六一三―一頁、一九八二年。
- (15) 細井勉、日本語を教えて下さい、『数学セミナー』、二〇巻四号、二二―二五頁、一九八一年。