

マイコンによる異聴表の教理処理

丹 直利 (東京学芸大学特殊教育学科)

I はじめに

最近のマイクロコンピュータ(以下マイコン)は、十年ほど前のミニコンと同程度のメモリーを持ち、演算速度もかなり速くなってきている。しかも、アセンブラ、BASICはもとより、英文記述式の高級処理言語であるPASCALや記号処理言語であるLISPなどの言語も使えるようになってきている。

現在コンピュータは手軽なものとなり、研究室や研究所に広く配備されるようになってきている。しかし、その多くがミニあるいは小型計算機以上の機種であり、しかも共同利用型が多く、スタンドアローンとして常に個人で専有するようなわけにはいかない。また、システムを動かすための労力も無視できない。マイコンであれば価格も安く、また本体が軽量小型化されているので、研究室から自宅に容易に運ぶこともでき、極めて便利である。しかも、電源をONにすると直ちにBASICが稼動するので、プログラミング方法を詳しく知らなくても、だれでも容易に使うことができる。

我々はこのようなマイコンの手軽さを基本として、難聴学級等で使用可能な語音聴力検査データの入力、保存、解析、表示システムを試作したが、特に解析に高次処理を加えることにより、難聴児の語音聴取特異性を明らかにすることが可能か否かを検討したのでここにその概要を報告する。

II システム構成

本システムは、図1に示したようにマイコンAPPLE II plus (APPLE社製、RAM 64KB、ROM 12KB)を中心にしてCRTディスプレイ(ソニー製、カラーモニター、CVM-1840)とプリンター(ビット社製、ドットマトリクス印字、JPN-800)及びミニフロッピーディスク(APPLE社製、DISK II FLOPPY DISK SUB SYSTEM バージョン3.3、片面記録方式、記憶容量143KB)、オーディオセット(ナショナル製 RQ-2309)より構成されている。CRTディスプレイは、多種多様な文字や符号をカラーで表示することができ、処理結果を表示するのに極めて便利である。また、プリンターはグラフィックプリンターであるのでCRTディスプレイの画面を直ちにハードコピーにとることができる。

III 方法

語音材料として日本語の主な特徴(介別素性)が含まれるように配慮しながら、被検者の負担を減少させるため「か、さ、た、な、は、ま、や、ふ、わ、が、ざ、だ、ば、

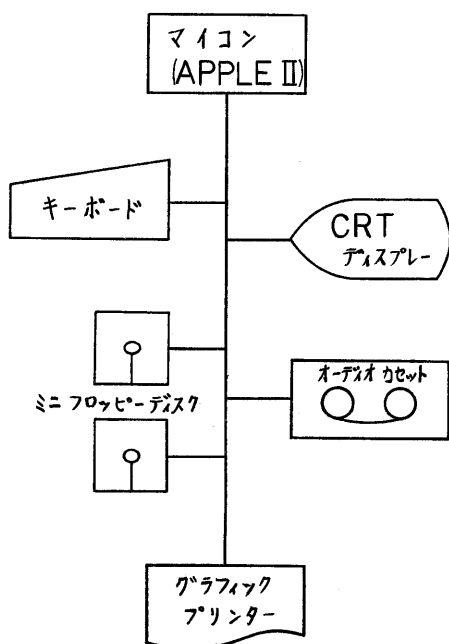


図1 システム構成図

ば、及び5母音」の19語音が各々8回提示されるように、152語音をランダムに配列したリストを6枚作成した。そのうち正常聴力者用の3枚のリストには、それぞれSN比-10dB、-15dB、-20dBの白色雑音を混入した。正常聴力者8名に対してはSN比-10dB、-15dB、-20dBの語音リストを各1枚計3リストを60dBで片側の耳にヘッドホンを通して提示した。補聴器を装用している「きこえの教室」在籍中の難聴児12名に対しては、フラット型補聴器を片側の耳に装用している状態で50dB、60dB、70dBの音圧で各1枚計3リストをスピーカーから提示した。このうち高音急墜型の聴力の3名に対しては、さらにミラー型補聴器を片側の耳に装用している状態で50dB、60dB、70dBの音圧で各1枚計3リストをスピーカーから提示した。補聴器の出力音圧は、難聴児のダイナミックレンジの狭いことを考慮して、平均聴力+20~40dBになるように調整した。なお、聴取する語音を明確にするために、聴取時に19語音が書かれたB5版の画用紙を視覚提示し、強制選択によって文字化するように教示した。

検査用紙に記入された被検者の反応をoff-lineでキーボードから入力し、1リストごとに異聴表の形に配列してからミニフロッピーディスクに格納し、次のような処理を行った。まず異聴表をパターン分類の数量化を用いて処理し、1を除いた最大固有値とそれに対応する固有ベクトルを求めた。次に固有ベクトルから刺激語と反応語について求めた数値の大きな語音の順に、刺激語と反応語の順位を定めた。この順位をもとに、対応する刺激語と反応語の順位の変動を順位相関係数によって求めた。ただし、反応のない語音は順位を定める際に削除した。こうして最後に明瞭度と伝達情報量を求めた。結果の出力は、CRTディスプレイ上あるいはプリンター上に表示するようにし、必要に応じてミニフロッピーディスクに格納するようにした。

IV 結果

音圧及びSN比を変化させた時の明瞭度と最大固有値、明瞭度と順位相関係数、明瞭度と伝達情報量の各推移において、難聴児と聴力正常者で異なる推移のパターンが見られた。このパターンの特徴を明確にするために、パターンの線の長さや内角をパラメータとして用いることにした。聴力正常者のパラメータは、SN比-10dB、-15dB、-20dBの時の値を結んだ線の長さとその内角とした。難聴児のパラメータは、音圧50dB、60dB、70dBの時の値を結んだ線の長さとその内角とした。なお、この時のグラフ上1cmあたりの変動量を、明瞭度は5%、最大固有値は0.05、順位相関係数は0.05、伝達情報量は0.1とした。図2に明瞭度と最大固有値、図3に明瞭度と順位相関係数、図4に明瞭度と伝達情報量の各推移パターンを示した。図中に大文字のアルファベットで示したのが聴力正常者8名、小文字のアルファベットで示したのがフラット型補償下の難聴児12名、小文字のアルファベットにプライムをつけて示したのがミラー型補償下の難聴児3名である。

聴力正常者群の明瞭度と最大固有値の推移パターンは内角70°以上、線の長さ7cm以上、明瞭度と順位相関係数の推移パターンは内角80°以上、線の長さ7cm以上、明瞭度と伝達情報量の推移パターンは内角120°以上、線の長さ8cm以上であった。難聴児のパターンで聴力正常者群に含まれていたのは、明瞭度と最大固有値の推移パターンではf'、明瞭度と順位相関係数の推移パターンではf'、d、i、明瞭度と伝達情報量の推移パターンではf'であった。f'は3つの推移パターンのすべてにおいて聴力正常者群に含まれていた。iは明瞭度と最大固有値の推移パ

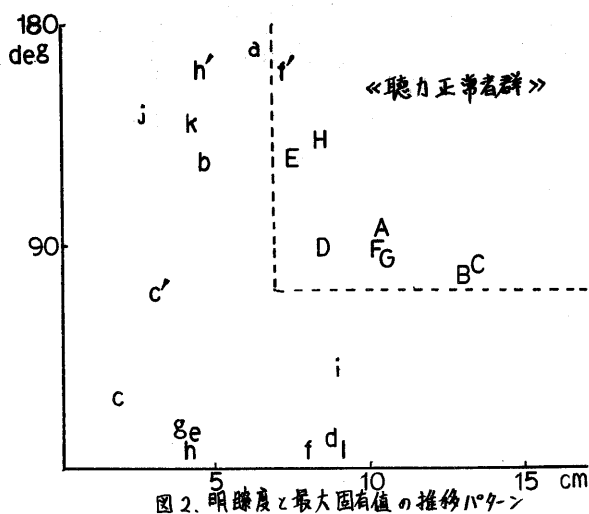


図2. 明瞭度と最大固有値の推移パターン

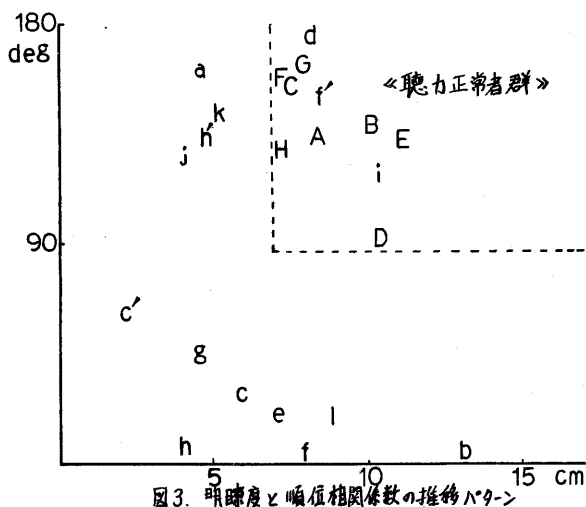


図3. 明瞭度と順位相関係数の推移パターン

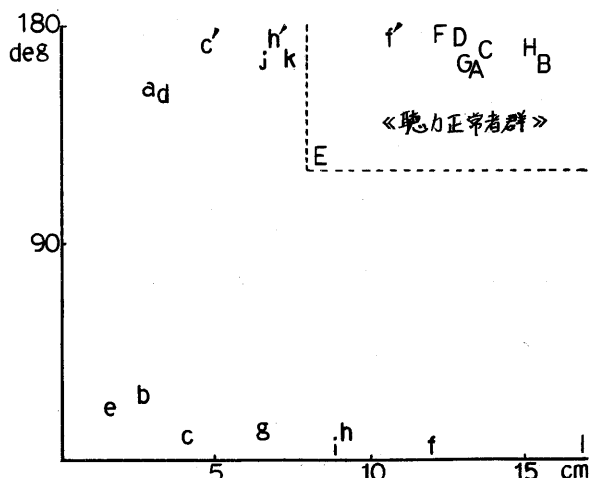


図4. 明瞭度と伝達情報量の推移パターン

ターン及び明瞭度と伝達情報量の推移パターンで内角が 50° 以下であった。dは明瞭度と最大固有値の推移パターンで内角が 6° になり、明瞭度と伝達情報量の推移パターンでは線の長さが3.1cmとなった。高音急墜型の難聴児3名の補聴器の周波数特性による推移パターンの変化は以下のようであった。すべての推移パターンでC、C'は線の長さが6cm以下であった。明瞭度と伝達情報量の推移パターンでCの内角が 9° であったのが、C'の内角で 170° となった。明瞭度と伝達情報量の推移パターン以外はC、C'とも内角が 80° 以下であった。fはすべての推移パターンで内角が 10° 以下であったのがf'で 150° 以上となり、聴力正常者群のパターンに含まれるようになった。hはすべての推移パターンで内角が 20° 以下であったのがh'で 130° 以上になった。

V 考察

近年、心理学の分野においてもパターン認識に関する研究が数多くなされるようになり、語音の認識に関するモデル^{11,2)}もいくつか提案されてきている。Lindsay²⁾のモデルでは、語音の聴取は特徴抽出能力とカテゴリー分け能力を含むデータ推進型処理過程と、文脈情報等を用いる概念推進型処理過程の2つの処理系の働きによってなされている。カテゴリー分けは、語音聴取の際に抽出された弁別素性を手がかりとしているので、分類されるカテゴリーはその素性の類似性に対応する。異聴表をパターン分類の数量化で並べかえて主対角線上に反応パターンが集まるようにすれば、弁別素性が似た語音ごとに群をなし、似ていない語

音は分離する。そこで、どのような弁別素性が聴取され、それからどのようなカテゴリに分類されたかが、並べかえられた刺激語と反応語の並び方に現われ、主対角線上に集められた反応パターンの集まり具合に難聴児のカテゴリ分け能力の程度が反映すると考えた。モデルに基づけば、聴能訓練による学習効果はカテゴリ分け能力の変化に、補聴器による補償効果は特徴抽出能力の変化に現われ得る。また、もし処理の結果が難聴児の聴取手かかりを反映しているならば、補償方法の違いによる語音聴取の質的变化及び聴能訓練前後の変化を比較することによって、ある難聴児の用いている聴取手かかりの違いが、カテゴリ分け能力が不十分なためなのか、あるいは特徴抽出能力が不十分なためなのかを評価できるであろう。

これらの煩雑な処理を手作業で行うことは極めて困難なので、我々はマイコンシステムで実行可能のように、語音聴力検査データの分析システムを試作した。現在このシステムは、固有値計算処理に時間がかかるなどの問題はあるが、データの保存、結果の表示などでは、ほぼ当初の目的を達する結果が得られている。今回の分析の結果では、図2、図3、図4に示したように、明瞭度と最大固有値、明瞭度と順位相関係数、明瞭度と伝達情報量の推移を線の長さで表わすことにより聴力正常者と難聴児の異聴傾向を分離することができた。さらに補聴器の周波数特性を変化させた時の3名の高音急墜型の難聴児において、内角の変化の大きいもの2名(f, h)と、小さいもの1名(c)を分離し得た。またfの推移パターンは、ミラー型補聴器装用時にはすべて聴力正常者群のパターンに含まれた。この3名に関するケースの所属する「きこえの教室」の知見は、f, hの場合日常使用する語彙に関する聞きとり及び理解はできているというものであったが、cの場合この能力が遅れているということであった。このことは、今回の分析によって得られた分類結果と一致した。

以上のことから、推移パターンの変化から補償方法の選択と聴能訓練のいずれが必要かを推定できる可能性が示されたと思われる。

VI 結語

我々は、マイコンによる語音聴力検査データ分析システムを試作した。このシステムの特徴は、次のようなものである。

- 1) 異聴表をパターン分類の数量化を用いて分析し、同時に伝達情報量及び明瞭度を求める。
- 2) システムの操作が容易で、分析目的にかなうプログラムを選択できる。
- 3) キーボードからoff-lineで入力された検査結果をCRTディスプレイ上に異聴表として表示する。
- 4) 異聴表の高次処理結果は、CRTディスプレイ上及びプリンター上に出力できる。
- 5) 本システムを用いて異聴表を分析し、聴力正常者と難聴児の異聴傾向を分離することができる。

文献

- 1) Lindsay, P.H. et al: Human information processing. Academic press, 256-301, 1977.
- 2) Oden, G. et al: Integration of featural information in speech perception. Psychological review, 85; 172-191, 1978.