

# 音響指標による喉頭疾患のスクリーニング

今泉 敏・小池靖夫 (近畿大学・医学部)

## 1. はじめに

喉頭の疾患によって、声帯の正常な振動が阻害されると音声の音質が変化する。この音質の変化を音響分析的に評価することによって、逆に喉頭の病態をある程度推定し記述することが可能であり、喉頭疾患のスクリーニングへの応用が期待されてきた。すでに多くの研究によって<sup>(2-9)</sup>、病的な発声機構によって生成された母音の音響的性質は、声門体積速度波形の基本周波数と振幅のゆらぎ幅、雑音成分の多少、高調波成分の多少などによって特徴づけられることが明らかにされている。これらの音響的特徴のうちでも、基本周波数と振幅のゆらぎ幅、雑音成分の多少は、いずれも声帯振動の不規則性に深くかかわる特徴である。今回は、この声帯振動の不規則性という重要な特徴の増減を敏感に反映する音響指標として、規則性指標 (regularity index) を用いた喉頭疾患のスクリーニングシステムについて報告する。

## 2. システムの構成

システムはMINC-11, Basic 言語を用いて作成した。ブロックダイアグラムを Fig. 1 に示した。まず、患者の発声した母音の逆巻部を12 bits, 8 kHz サンプリングでA/D変換し、得られた音声波形を表示する。次に、唇における放射特性の影響を除去するためにプリエンファシスをし、ハミング窓で分析区間

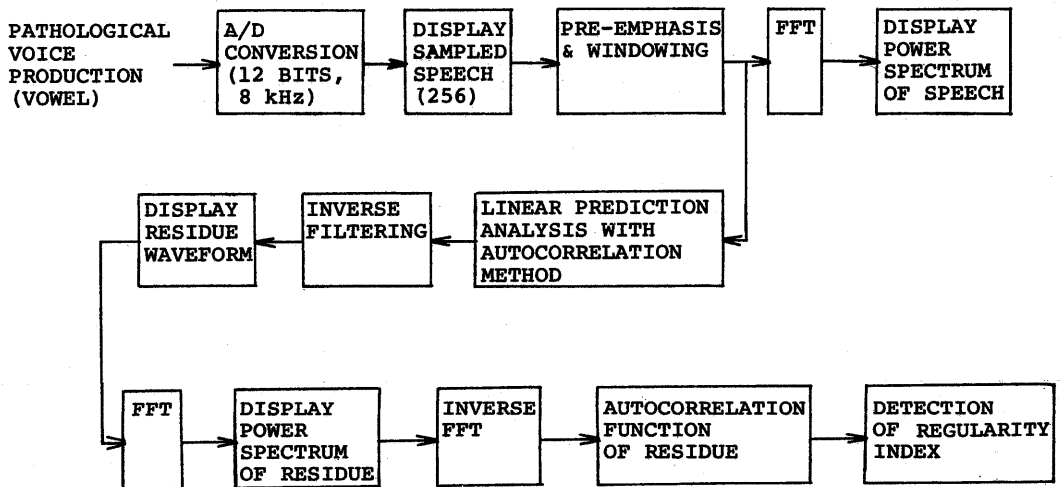


Fig. 1. Block diagram of the screening system.

を叩出す。調波構造の乱れを調べるために、この音声のパワースペクトラムを表示する。一方、声門と声道の駆動音源に相当する残差波形を音声波形から推定するために、叩出された音声波形に対して、12次の自己相関法による線形予測分析を行ない、声門と声道の伝達特性の逆フィルタを作成し、残差波形を計算する。駆動音源の規則性を視覚的にチェックするために残差波形を表示し、線形予測分析法の適合性を確かめるために、残差波形のパワースペクトラムを表示する。次にこのパワースペクトラムから自己相関関数  $C(n)$ ,  $n=1\sim 256$  を求め、原点  $C(1)$  以外の最大値  $C_{max}(n)$  を求め、規則性指標  $r = C_{max}(n)/C(1)$  を求める。

この規則性指標  $r$  は駆動音源の基本周波数と振幅のゆがみ幅、雑音成分の比れかが大きくなると0に近づき、これらの性質のいづれもが小さくなると1に近づく。

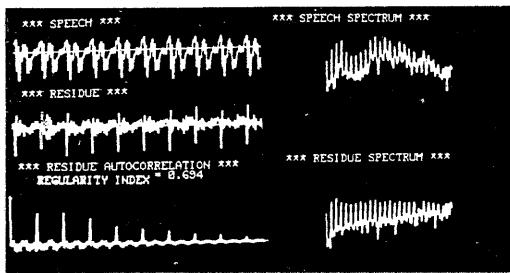
### 3. 結果

Fig. 2(a) は正常発声者の音声  $|e|$  をこの方法で分析した結果である。規則性指標は0.694である。音声波形のパワースペクトラムは、基本周波数の高調波成分が明瞭な調波構造を示し、この点からも声道振動の規則性の高さを示している。残差波形のパワースペクトラムも平坦で線形予測分析法の適合性が良いことを示している。音声波形、残差波形とも比較的規則的な波形のくりかえしとがみられる。Fig. 2(b) は喉頭癌患者の音声  $|e|$  を分析した結果である。規則性指標は0.339と低い。残差波形がFig. 2(a)の正常発声者に比べて不規則なものとなっており、音声波形のパワースペクトラムの高調波成分の不規則なものになっている。Fig. 2(c) と(d) は比較的大きな両声道ポリープ患者の手術前と手術後の音声の  $|e|$  を分析した結果である。規則性指標は手術によって0.114から0.626へと大幅に改善しており、音声波形と残差波形では規則性が増加し、それらのパワースペクトラムでは調波構造が明瞭になっており、手術の効果がよみとれる。

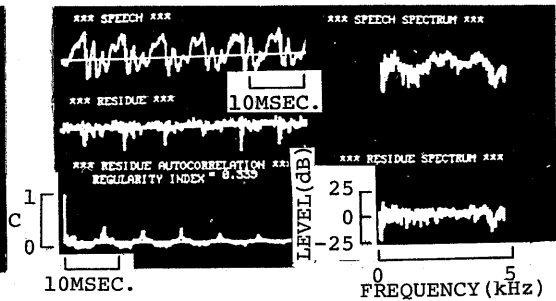
試験的に声道ポリープの患者12名の音声の  $|e|$  を分析した結果、規則性指標の平均値は0.414、不偏分散0.045であった。

### 4. 応用

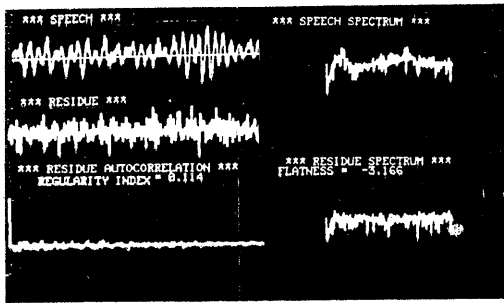
このシステムは、代用音声などの発声機能の評価にも使うことができる。Fig. 3(A) は比較的熟練した食道発声者の音声、(b) は電気的人工喉頭の使用者の音声の  $|e|$  を分析した結果である。食道発声者では、比較的熟練した場合でも規則性指標が0.1程度の低い値をとる場合が多い。新声門の振動様式が、正常な声道のそれとはかなり異なる可能性を示している。一方、電気的人工喉頭のように、駆動音源が機械的に一定の場合には(b)のように、規則性指標は0.875と大変大きな値になる。



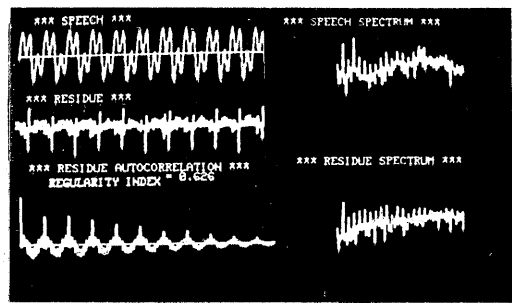
(a) Normal



(b) Laryngeal cancer

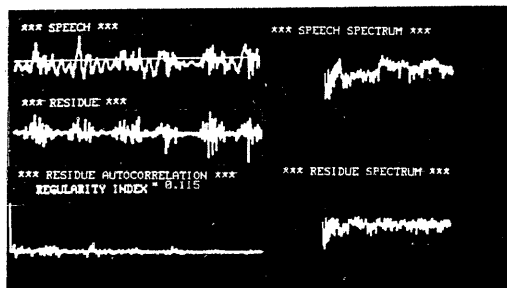


(c) Vocal polyp before surgery

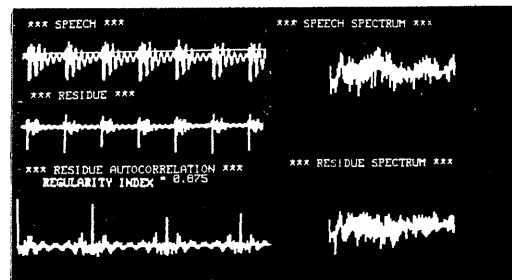


(d) Vocal polyp after surgery

Fig. 2. Analysis results for normal and pathologic speech. (These figures were made by the use of an equivalent system on PDP 11/40.)



(a) Esophageal speech



(b) Electrolarynx speech  
(Timing scale for speech and residue waveform is duplicated only in this figure.)

Fig. 3. Analysis results for an esophageal and an electrolarynx speech. (These figures were made by the use of an equivalent system on PDP 11/40.)

## 参考文献

- 1) D. G. Childers; "Laryngeal pathology detection," CRC Critical Review in Bioeng., Vol. 21, 4, 375-426 (1977).
- 2) P. Liberman; "Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges," J. Acoust. Soc. Amer., 35, 344-353 (1963).
- 3) Y. Koike; "Application of some acoustic measures for the evaluation of laryngeal dysfunction," Studia Phonologica, 7, 17-23 (1973).
- 4) 小野 博, 他; "声帯音源波形による声帯振動の観測と其の臨床的応用," 日耳鼻, 76, 495-500 (1973).
- 5) 平野 実; "音声外科の基礎と臨床," 第76回日本耳鼻咽喉科学会秋会総会報告 (1975).
- 6) S. B. Dabis; "Computer evaluation of laryngeal pathology based on inverse filtering of speech," S.C.R.L. Monograph No. 13, Speech Comm. Res. Lab., Santa Barbara (1976).
- 7) 垣田有紀, 他; "音声分析による喉頭疾患の鑑別," 耳鼻臨床, 70, 8, 729-739 (1977).
- 8) 今泉 敏, 他; "サウンド・スワフトログラフによる病的音声の分析," 日本音響学会誌, 26, 1, 9-16 (1980).
- 9) Y. Koike et. al.; "Application of inverse filtering for detection laryngeal pathology," Ann. Otol., 84, 117-124 (1975).