■特 集<音声音響検査の臨床的意義>

音声音響検査の臨床的意義

——喉頭ストロボスコーピー所見からみた評価——

磯貝 豊

喉頭ストロボスコーピーの臨床的意義は、音声障害の原因が声帯振動の障害によるものなのかどうかを、解析・診断することにある。

発声は、喉頭調節と呼吸調節が統合された行為であり、人間は幅広い調節帯域（発声可能帯域）を有しているので、発声条件を考慮して、どのような発声条件のときに声帯振動の障害（音声障害）が顕著になるか？を明らかにすることが重要である。

デジタルサブトラクションX線ストロボスコーピーを用いた前頭面からの観察によって、人発声時の声帯振動の本質は、声帯内側下面から上面外側に向かって連続的に移動する粘膜隆起を波頭とする進行波現象であることが明らかにされた。

また、ストロボモーションアナライザーを用いた喉頭ストロボグラフィによって、喉頭ストロボスコーピーの声帯振動画像と音声関連信号を同期的に記録し、両者の関係を定量的・客観的に解析できるようになった。

索引用語：喉頭ストロボスコーピー，進行波，デジタルサブトラクションX線ストロボスコーピー，ストロボモーションアナライザー，喉頭ストロボグラフィ

Clinical Significance of Laryngostroboscopy

Yutaka Isogai

Abstract : Laryngostroboscopy is a method for observing vibrations of the vocal fold. Its clinical significance is the ability to diagnose causes of vocal disorders in conjunction with vibration disorders of the vocal fold.

The most important matter in laryngostroboscopy is to detect disorders in vibrations of the vocal fold not only in easy phonation but in various phonatory modes involving changes in pitch, intensity and phonatory flow rate.

The essential principle of vocal fold vibration is the traveling wave phenomenon of the mucous membrane, in which the wave crest travels from the lower portion to the upper-lateral portion of the vocal fold continuously.

Disorders of vocal fold vibration appear as disorders of this traveling wave phenomenon.

The following two laryngostroboscopy application methods were newly developed by use of the trigger pulses of the laryngostroboscope's strobe-light as the system's external trigger.

Digital subtraction X-ray stroboscopy can extract clear vibratory images of the human vocal fold during phonation in the frontal plane by digitally subtracting images of the cervical vertebrae.

Laryngostrobography by strobo-motion-analyzer can record and analyze quantitatively vibrations of the vocal fold synchronously with various voice-related signals, including voice signal, EGG and subglottic pressure.

Key words : Laryngostroboscopy, Traveling wave, Digital subtraction X-ray stroboscopy, Laryngostrobography, Strobo-motion-analyzer

音声音響検査としての喉頭ストロボスコープの臨床的意義

喉頭ストロボスコープ¹⁻³⁾は、発声中の声帯振動をスローモーション像や静止像として観察する方法である。

音声音響検査における喉頭ストロボスコープの臨床的意義は、音声障害の原因が声帯振動の障害によるものなのか、そうだとしたら、声帯振動がどのように障害されているために音声障害を生じているのか、声帯振動の障害を取り除くためにはどのようにしたらいいのかを、解析・診断することにある。

喉頭ストロボスコープの原理 (図1, 図2)

発声中の声帯振動の振動周波数(基本周期)は、音声の基本周波数 F_0 (基本周期 T) に一致する。したがって、声帯が定常的に振動しているときは、音声の基本周波数 F_0 (基本周期 T) も一定である。

音声の基本周波数 F_0 が一定の時、音声の基本周期(T)と同じ時間間隔で十分短い閃光(ストロボ光)を発光させると、ストロボ光は常に一定の声帯振動位相で発光することになるので、見かけ上、声帯振動はストロボ光が発光する振動位相で静止しているかのようにみえる。これを静止モードという。

そこで、音声の基本周期(T)よりごくわずかの時間(Δt)だけ発光間隔を長くしてストロボ光を発光させる、すなわち、($T + \Delta t$)の時間間隔でストロボ光を発光させると、ストロボ光が発光するタイミングは、1回発光するごとに、前回発光した声帯振動位相より Δt だけ進んだ振動位相で発光することになるので、見かけ上、声帯振動は順方向にゆっくり振動してみえる。これを順行モードという。通常は順行モードで観察する。

喉頭ストロボスコープによる見かけの振動周期は、 Δt によって決定される。 Δt が小さくなる程見かけの振動周期はよりゆっくりした振動として幻視される($\Delta t = 0$ が静止モード)、 Δt が大きくなるほど見か

けの振動周期はより速い振動として幻視される。 Δt は、声帯振動位相上の発光点をずらす時間と解釈することもできるので、この Δt のことを移相時間と称することもある。

喉頭ストロボスコープでは、声帯振動が定常的で、音声の基本周波数(F_0)あるいは基本周期(T)が一定の時のみ、見かけ上、声帯振動像も定常振動として幻視される。

逆にいうと、喉頭ストロボスコープで声帯振動が定常振動として幻視されるときは、そのストロボ像は原振動を直接反映しているとみなしてよい。

喉頭ストロボスコープで声帯振動が乱れて、非定常的な振動にみえるときは、音声の基本周波数(F_0)が一定でないことを示しているが、そのストロボ像は原振動の乱れそのものを直接反映したものではないことを理解する必要がある。

喉頭ストロボスコープ

喉頭ストロボスコープ(図3)は喉頭ストロボスコープのための装置で、発声中の音声の基本周波数 F_0 (あるいは基本周期 T)を抽出し、 $T + \Delta t$ の時間間隔でストロボ光を発光させる機構になっている。

喉頭ストロボスコープには、音声の基本周期に比例して見かけの振動周期も変化する仕様の機種と、音声の基本周期が変化しても見かけの振動周期は変化せず一定の仕様の機種の2種類がある。

図3の喉頭ストロボスコープは、見かけの振動周期を0.5 Hz, 1 Hz, 2 Hzの3つの一定周期の中から選択できるよう設計されている。

論者は、見かけの振動周期を1 Hzで一定にするモードが好みである。

声帯振動像

1. 喉頭ストロボスコープによる上面からの観察

喉頭ストロボスコープで、正常な声帯振動を声帯上面から観察すると、左右対称な開閉運動のようにみえる⁴⁾(図4)。

図1 喉頭ストロボスコープの原理1

図2 喉頭ストロボスコープの原理2, A: 静止モード, B: 順行モード

図3 喉頭ストロボスコープ

声門が開いて行く位相を開大期 (opening phase), 閉じて行く位相を閉小期 (closing phase), 開大期から閉小期に移行する境の位相を最大開大期 (opened phase), 声門が閉じている位相を閉鎖期 (closed phase) という。

声門が開いている位相, すなわち, 開大期と閉小期

図4 上面からみた声帯振動の1周期. 3～4：開大期，5：最大開大期，6～7：閉小期，8～2：閉鎖期

を合わせた位相を開放期 (open phase) といい、声帯振動1周期中の開放期の割合を開放時間率 (open quotient, OQ) で表す。

声帯の最内側の縁を声帯縁 (free edge) といい、開大期と閉小期で呼び名が異なる。開大期に観察される声帯縁のことを上唇 (upper lip)、閉小期に観察される声帯縁のことを下唇 (lower lip) という。

上画からの観察では、開大期の声帯縁は上唇の動きを、閉小期の声帯縁は下唇の動きをみていることになる。

また、閉小期には、声帯上面を外方に向かって移動する波がみられる。この波の移動現象のことを狭義の粘膜波動 (mucosal wave) という。

2. デジタルサブトラクションX線ストロボスコーピーによる前頭面からの観察

上面からの観察では、水平方向の振動様式がよくわかるかわりに、垂直方向の振動様式はわかりにくい。垂直方向の振動様式を解明するために開発された方法がX線ストロボスコーピー⁵⁾である。

デジタルサブトラクションX線ストロボスコーピー⁶⁻⁸⁾ (図5) は、発声中の音声信号を被験者の頸部に当てたコンタクトマイクロフォンを介して喉頭ストロボスコープに入力し、喉頭ストロボスコープから出力されるストロボ発光用信号を外部トリガーとしてDSAシステム (Digital Subtraction Angiography System) のX線制御装置に入力し、このトリガーに同期したパルスX線をX線管装置からバック射させ、I.I

図5 デジタルサブトラクションX線ストロボスコーピーのシステム図

(Image Intensifier) の出力面に投影されるX線ストロボスコーピー像を撮像管 (CCD ビデオカメラ) で撮影し、画像処理装置を用いて、この画像から頸椎陰影などの不要部分 (非振動部分) をデジタルサブトラクション処理によって消去し、声帯の振動している部分だけを抽出して表示する方法である。

最新のDSAシステムを用いて、人発声時の声帯振動を前頭面から解析した結果が図6である。これは、声帯振動1周期分の全フレーム画像を加算平均した画像をマスク像、各フレーム画像をコントラスト像として、マスク像とコントラスト像とを各フレームごとにデジタルサブトラクションした画像である。発声条件

図6 デジタルサブトラクションX線ストロボスコピーで人発声時の声帯振動を前頭面から解析した結果

は無関係でやや大声である。

図6の左側の数字は、声帯振動1周期分のビデオ画像の各フレームのカウンtr番号である。

第1フレームから第16フレームまでは閉鎖期(closed phase)であり、左右の声帯が接触した部分(右向き矢印の先の黒色陰影部分)が、位置と形態を変えながら、経時的に上方に連続的に移動してゆく様子ははっきりとわかる。

この黒色陰影部分に隣接する白色陰影部分は、声帯振動の1周期中に声帯が振動する全振動領域であり、その外周の灰色陰影は、声帯筋層などの非振動部分である。

第21フレームは開大期(opening phase)の起始位相であり、上方に移動した黒色陰影が左右に離開し、声帯上面を外方に向かって移動しかかっている。

第26フレームから最大開大期(opened phase)の第31フレームを経て、閉小期(closing phase)の第36フレームにかけて、上方に移動した黒色陰影(下向きの

2本の矢印)は漸次外方に移動し、閉鎖期(closed phase)の起始位相の第41フレームにおいて、ようやく最外側まで移動して消失しかかっている。

上記の、声帯上面を外方に向かって移動する黒色陰影(下向きの2本の矢印)の他に、左側の声門下に薄い黒色陰影(右向き矢印)が、開大期(opening phase)の起始位相の第21フレームに出現して、閉鎖期の第41フレームを経て第1フレームまで残存するが、第6フレームから第16フレームにかけては消失している。

すなわち、進行波は、閉鎖期から開大期にかけて声帯内側下面から上面に向かって移動し、閉小期に入ると、引き続き連続して外側に向かう波と、逆方向の内側に向かう波とに分裂する。

3. 進行波(Traveling Wave)としての声帯振動概念

以上の、上面からの観察と前頭面からの観察を統合すると、声帯振動の本質を声帯粘膜の進行波現象としてとらえることができる。

すなわち、声帯振動の本質は、声帯内側下面から上面外側に向かって連続的に移動する粘膜隆起を波頭とする進行波(Traveling Wave)であり、この波は閉小期に、内下方に向かう波とひき続き減衰しながら外方に進む波とに分裂する。この波頭の動きを声帯上面から眺めると、開大期は上唇(upper lip)、閉小期は下唇(lower lip)の運動としてみえるが、上唇、下唇は粘膜波動とは別のものではなく、進行波の波頭そのものを指す。

声帯上面からの観察で、閉鎖期から最大開大期にかけて形成される声帯縁の「上唇」とは、声帯内側下面から上面外側に向かって移動する進行波の波頭(粘膜隆起)のことであり、閉小期にこの波頭が引き続き減衰しながら外方に向かって移動する現象は「狭義の粘膜波動」である。閉小期の声帯縁の「下唇」とは、外方へ向かう「狭義の粘膜波動」とは逆方向の内下方に向かう波頭のことを意味する。

したがって、「上唇」「下唇」は、声帯の特定(固定)の部位を指すのではなく、移動する粘膜隆起を波頭とする進行波の、進行方向を逆にしたふたつの波頭を意味する。

また「狭義の粘膜波動」は、閉鎖期から開大期にかけて声帯縁を形成する波頭としての「上唇」が、閉小期にそのまま外側に移動する現象を意味する。最近では、「進行波現象全体」を「粘膜波動」と称するようになってきている。

声帯筋層は振動せず、この進行波の発生条件を規定する土台としての役割を果たしている^{9,10)}。

喉頭ストロボ像の客観的（定量的）記録・解析

1. ストロボモーションアナライザー

喉頭ストロボスコープ^{1)~3)}を行えば、発声中の声帯振動をスローモーション化して観察することができ、さらに、これをビデオ録画すれば、録画した声帯振動像（ストロボビデオ像）を繰り返し再生（コマ送りやスロー再生なども含む）して観察できるので、肉眼だけによる観察よりも格段に確実に精密な観察を行うことができる。それでも、喉頭ストロボ像を肉眼で観察するだけでは、やはり、主観的（定性的）な解析にとどまらざるをえない。

ストロボモーションアナライザー^{11)~13)}（図7）は喉

頭ストロボ像の客観的（定量的）な解析を目的として開発された装置で、喉頭ストロボスコープのストロボ発光信号を同期信号（トリガー）として、声帯振動画像と音声関連信号の両者を同時に合成記録し・解析することができるという特長がある。

2. 喉頭ストロボグラフィと喉頭ストロボグラム

ストロボモーションアナライザーを用いた解析方法を喉頭ストロボグラフィ^{11)~13)}と仮称しているが、とくに、声帯前後軸に直交する任意の線上の声帯の画像を時系列に継時的に縦に連結する表示方法は、声帯振動様式を1枚の静止画として合成表示できるので、この方法をとくに、喉頭ストロボグラム^{11)~13)}と仮称している。

図7 ストロボモーションアナライザーのシステム図

図8 声帯振動正常例（成人男子）の開大期の位相の声帯像。白線P-A：声帯前後軸設定用カーソル（P：後連合側、A：前連合側）。二重白線B：白線P-Aに直交する解析範囲設定用カーソル

図9 図8の喉頭ストロボグラム

図10 図8の解析範囲設定用カーソルを血管の多い位置に移動

喉頭ストロボグラムは、声帯振動に同期した位相の音声関連信号も声帯振動画像と並列して合成表示することができるので、両者の位相関係も一目瞭然に解析できるという利点を有している。

3. 喉頭ストロボグラムによる声帯振動の解析

図8は、音声関連信号と合成録画したストロボビデオ像をストロボモーションアナライザーにとりこんだフレーム画像で、声帯振動正常例（とくに音声障害を認めない成人男子）の無関位発声における開大期のフレームである。

画面最下段に表示されている3段の白い横バーは音声信号・EGG信号・声門下圧信号の音声関連信号の振幅が表示されている。

白線P-A（P：後連合側，A：前連合側）は声帯前後軸設定用カーソルである。二重白線Bは白線P-Aに直交する解析範囲設定用カーソルである。

1) 声帯振動像と音声関連信号の解析

図8の喉頭ストロボグラムが図9である。

図9の画面左の声帯振動像は、図8の解析範囲Bを連続128フィールド分（64フレーム分、約2秒間分）だけ時系列に上から順に垂直方向に並べたものである。画面中央の波形はEGG信号、画面右側の波形はコンタクトマイクロフォンからの音声信号である。

これら3種の信号はすべてストロボ発光信号を同期信号として合成記録されているので、声帯振動位相と音声関連信号の位相関係も同期的に解析することができる。

解析用の2本のカーソル線（A，B）を上下に動かすことによって、各カーソル位置のフィールド番号と音声基本周波数、および両フィールド間の平均基本周波数を表示することができる。

本図の、線Aと線Bのフィールド間の平均基本周波数は128 Hzである。また、OQ（Open Quotient，開

図11 図10の喉頭ストロボグラム。右側声帯上面の3本の血管の振動様式がまるで地図の等高線のようにみえる

放時間率），SQ（Speed Quotient，開閉速度率），SI（Speed Index，開閉速度指数）も閉鎖期・開大期・閉小期の各開閉期間のフィールド数を元に計算表示できる。本図ではそれぞれ、OQ=0.6，SQ=1.2，SI=0.1である。

図9の画面左の声帯振動像で左端に垂直に走る帯は仮声帯縁である。仮声帯縁は振動していない。

規則的な声帯振動像が約2周期分表示されている。ストロボスコープ（LS-3A，永島医科器械）の見かけの振動周期を1 Hzに設定してあるので、128フィールド分=64フレーム分=約2秒間分=約2周期分が表示されている。

声帯振動の本質は、声帯内側下面から上面外側に向かって連続的に移動する粘膜隆起を波頭とするtraveling wave，進行波である。

開大期の声帯縁は上唇と呼ばれているが、これは、閉鎖期間中に声帯下面から上方へ移動してきた進行波がひきつづき外方へ移動していく様子をみているのであり、固定された一点の動きをみているのではない。また、閉小期の声帯縁は下唇と呼ばれているが、これは進行波が、引き続き外方へ移動する波と、これとは逆方向の内下方に戻る波とに分裂する位相における内下方に向かう波頭の動きをみているのであり、固定された一点の動きをみているのではない。

この他にも、声帯上面の血管や喉頭分泌液（右声帯上面の白色ハレーション部）の振動様式もみることができる。

線Aと線Bのカーソルを用いて音声関連信号との位相関係を解析すると、声門閉鎖期の開始位相がEGG信号の右端位相（+電位側のピーク位相）に一致して

おり、声門閉鎖期の最後の位相は EGG 信号の左端（－電位側のピーク位相）に近い位相になっている。

2) 声帯振動像と声帯上面の血管の振動位相との関係

つぎに、声帯上面の血管の振動と声門開閉運動との位相関係を解析するために、解析範囲設定用カーソルを下方に移動し、血管の多い位置に設定しなおして(図 10) 作成した喉頭ストロボグラムが図 11 である。

右側声帯上面の 3 本の血管の振動様式がまるで地図の等高線のように見える。血管どうしの位相関係をみると、血管の位置が最内方にある位相は 3 本ともほぼ同位相であるが、最外方にある位相は少しづつずれており、内側にある血管ほど進相で外側の血管ほど遅相になっている。

声門閉鎖期のはじまりの位相は、最内側の血管が最外方から内方に戻りはじめる位相であり、最大開大期では、いわゆる声帯縁と最内側の血管との距離が最小になっている。

もっとも重要なことは、声帯上面の血管群の振動位相と声門の開閉運動位相との間に位相差があり、声門の開閉運動位相のほうが最内側の血管の振動位相より進相であることである。このことは、声帯振動の本質が、粘膜隆起を波頭とする traveling wave・進行波で

あることを意味している。

喉頭ストロボスコーピーにおける発声条件の重要性

発声は、喉頭調節と呼吸調節の統合された行為であり、人間は、両者の調節の仕方、すなわち発声条件¹⁴⁾(発声法)を変えて種々の発声をすることができる。

たとえば、低音から高音まで声の高さを変え(声域)、小さな声から大きな声まで声の強さを変えて発声できるだけでなく、呼気の使い方(呼气流率)を変えて発声することもできる。俗にいう「のどを絞めた発声」と「のどをゆるめた(緩めた)発声」である。

したがって、喉頭ストロボスコーピーにおいては、どのような発声条件のときに声帯振動がどのように障害されるか?を明らかにすることが重要である。

1. 発声条件の変化と声帯振動の変化

そこで、前述の症例(正常男子例)が発声条件を変えて発声した場合の声帯振動様式を、喉頭ストロボグラムで以下に示す。

図 12 A は無関位発声(楽な発声)で、図 12 B は大きな声で発声したときの喉頭ストロボグラムである。無関位発声では声帯上面の最外側の血管の水平方向の振動はみられないが、大声発声では、声帯上面の最外側の血管にも水平方向の振動が出現し、進行波(粘膜

図 12 同一症例の無関位発声(A)とその大声発声(B)の喉頭ストロボグラム

図 13 高音(裏声)発声(A)とその大声での発声(B)の喉頭ストロボグラム

図 14 低音発声 (A) とその大声での発声 (B) の喉頭ストロボグラム

図 15 のど絞め (詰め) 発声 (A) と、のど緩め (息漏らし) 発声 (B) の喉頭ストロボグラム

図 16 左声帯癌 T_{1a}

波動) の波頭の大きさと移動範囲が大きくなり、最大振幅 (最大開大期の声門の開大幅) も大きくなっている。

図 13 A は裏声の高音発声である。高音発声では声帯の前後長が延長して張力が増すために、進行波の移動範囲が声帯縁に局限される。開放期が延長して閉鎖期がほとんど消失、最大振幅も極端に小さくなる。図 13 B は大声での高音発声であるが、進行波と最大振幅が相対的に少し大きくなるだけで振動様式は不変である。

図 14 A は低音発声である。図 12 B の大声発声と比べても進行波の波の大きさと最大振幅が大きくなって

図 17 図 16 の喉頭ストロボグラム。患側で進行波の移動が障害されている

いることがわかる。図 14 B は大声での低音発声である。進行波と最大振幅がさらに増大している。

図 15 A はのどを絞めた (詰めた) 発声である。喉頭蓋結節が後方に突き出て、声門上部が狭窄したような形を呈した発声となるため、両側の仮声帯が過内転し、

閉鎖期が延長して声門の閉鎖力が強まったような振動である。

図 15 B はのどを緩めて呼気を漏らすような感じで発声したものである。最大振幅は大きいが、閉鎖期が

図 18 成人女性の安静呼吸時の声帯像。病変は不明

ほとんど消失して声門の閉鎖力が弱まったような振動である。

図 15 A, B における声帯振動のゆらぎは、内視鏡の手ぶれによるアーチファクトである。

2. 喉頭ストロボスコーピーの症例

1) 声帯縁の硬化病変

声帯縁に存在する声帯癌などの硬化病変では、無関位発声でも進行波（粘膜波動）の障害が表れる。

図 16 は、左声帯中央部から前連合部にかけての声帯癌 T_{1a} の開大期で、カーソル B, C は喉頭ストロボグラムで解析するために設定された範囲である。

図 17 はその喉頭ストロボグラムで、向かって左側は解析範囲 B に、右側は解析範囲 C に対応する声帯振動像である。

健側の声帯では、声帯下面と上面との間で閉小期の

図 19 図 18 の喉頭ストロボスコーピー像。低音発声(A)で閉小期に溝(矢印)が、高音発声(B)で右声帯縁の広基性結節(矢印)が判明

図 20 左声門下嚢胞

図 22 右反回神経麻痺

図 21 図 21 の喉頭ストロボグラム。高音発声 (A) では声帯振動が定常的だが、低音発声 (B) では非定常的

図 23 図 22 の喉頭ストロボグラム

2) 声帯縁の小さな病変

声帯縁に存在する小さな病変では、低音から高音まで声の高さと強さを変えて発声させて、声帯振動の変化をみないと病変があらわれてこないことがある。

図 18 は成人女性の安静呼吸時の喉頭像であるが病変ははっきりしない。しかし、低音で発声すると (図 19 A) 閉小期に下唇部に溝があることが判明した。高音で発声すると (図 19 B) 右の声帯縁に広基性の結節があることがはっきりし、透明に透けてみえることから粘液嚢腫様のタイプではないかと推測される。声帯結節のように声帯縁に局限した小さな腫瘍性病変では、高音発声にしないと病態がわからないことが多い。

3) 声門下の硬化病変

声門下に硬化病変がある場合は、進行波の起始部が嚢胞より下方になる低音発声では、進行波が上方に移動するときに硬化病変に進行波の移動を障害されるため非定常的な振動になるが、進行波の起始部が嚢胞より上方になる高音発声では、進行波の移動が障害されないで定常的に振動できる。

開始位相に差を認め、閉小期に内下方へ向かう声帯下面の進行波の様子 (右上向き矢印) がはっきりとわかるが、患側の腫瘍部分は同じ幅で S 字状に変化しているだけで位相差がなく、閉小期の声帯下面の進行波もみられない。

このことは、進行波の波頭の移動が腫瘍部分で障害されていること、すなわち、この部に硬化病変があることを示している。

図 20 は左の声門下の嚢胞である。図 21 A は高音発声の、図 21 B は低音発声の喉頭ストロボグラムである。高音発声では、声帯振動様式に左右差はあるものの声帯振動は定常的である。低音発声では声帯振動が乱れて非定常的になっている。

声門下の硬化病変では、低音発声では進行波が障害されるのに高音発声では障害されない。

4) 反回神経麻痺

図 22 は甲状腺腫瘍術後右反回神経麻痺（発声時）である。右声帯が副正中位で固定され、声門間隙が大きいため、音声は氣息性で発声持続時間も短い発声となっている。図 23 の喉頭ストロボグラムでは閉鎖期にも声門が完全には閉鎖しておらず、声帯振動に左右の位相差と振幅差があつて、麻痺側の右声帯の方が大きく振動していることがわかる。

結 論

音声音響検査における喉頭ストロボスコープの臨床的意義は、声帯振動を観察することによって、音声障害の原因が声帯振動の障害によるものなのかどうか、そうだとしたら、声帯振動がどのように障害されているために音声障害を生じているのか、声帯振動の障害を取り除くためにはどのようにしたらよいのかを、解析・診断できることにある。

人間は、発声条件（発声法）を変えて種々の発声を行うことができるので、喉頭ストロボスコープにおいては、どのような発声条件のときに声帯振動がどのように障害されるかを明らかにすることが重要である。

喉頭ストロボスコープで声帯振動所見を解析・診断するためには、声帯振動の本質が粘膜の進行波現象であることを理解することが必須である。声帯振動の障害は、粘膜の進行波現象の障害として表れるからである。

ストロボモーションアナライザーによる喉頭ストロボグラフィーは、声帯振動の客観的・定量的解析に有用な方法である。

文 献

- 磯貝 豊：ストロボスコープ—器械の使い方と臨床的意義。耳鼻と臨床，31：859～862，1985。
- 磯貝 豊：立体（3D）喉頭ストロボスコープ。喉頭，6：147～151，1994。
- 磯貝 豊：ストロボ検査—粘膜の波を見る—。喉頭，8：84～91，1996。
- 平野 実：声帯の振動状態に関する検査。声の検査法（第1版）（日本音声言語医学会編），医歯薬出版株式会社，東京，79～87頁，1979。
- 磯貝 豊：X線ストロボスコープによる声帯振動の解析。耳鼻，27：883～930，1981。
- 磯貝 豊：デジタルサブトラクションX線ストロボスコープによる声帯振動の解析。喉頭，6：140～146，1994。
- 磯貝 豊：デジタルサブトラクションX線ストロボスコープによる声帯振動の解析（第2報）。喉頭，9：114～119，1997。
- Isogai, Y. : New techniques of laryngostroboscopy : X-raystroboscopy, 3-D Laryngostroboscopy, and laryngostrobography, Transactions of The American Broncho-Esophagological Association-1995, p.242～247, 1995.
- 平野 実：振動体としての声帯の構造。日耳鼻，77：1341～1439，1973。
- 都築 達：声帯層構造を考慮した声帯振動の基礎的研究。耳鼻，30：131～152，1984。
- 磯貝 豊：Strobographyによる喉頭機能検査。喉頭，6：91～96，1994。
- 磯貝 豊：喉頭ストロボグラフィーによる声帯振動の解析—解析機能の改良—。喉頭，8：27～32，1996。
- ストロボモーションアナライザーによる喉頭ストロボ画像の記録・解析。喉頭，10：90～95，1998。
- 磯貝 豊，原田利治，斉藤成司：発声条件（発声法）を考慮した発声機能検査の意義について—発声関数表示の試み—。音声言語医学，28：109～122，1978。

別刷請求先：〒160-0016 東京都新宿区信濃町9-2

東京電力病院耳鼻咽喉科

磯貝 豊

1) 磯貝 豊：ストロボスコープ—器械の使い方と臨