



Title	鳴管型「人工喉頭」の臨床応用から実用化へ：喉摘者の現状と声の回復
Author(s)	宮本, 健作; 山田, 恒夫
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1989, 15, p. 149-188
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/4893
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

鳴管型「人工喉頭」の臨床応用から実用化へ — 喉摘者の現状と声の回復 —

宮 本 健 作
山 田 恒 夫

1. はじめに
2. 喉頭の生物学的意義
3. 喉頭癌とコロンブス
4. 世界の喉頭癌
5. 日本の喉頭癌
6. 喉頭癌と性格
7. 喉頭癌と職業
8. 喉頭癌と喫煙
9. 喉頭癌と飲酒
10. 喉頭癌と年齢
11. 喉摘者の愁訴
12. 喉摘者の心情
13. 喉摘者の集い
14. 声の回復
15. リハビリテーションの動向
16. 新型「人工喉頭」の特徴
17. 新型器具の音声の特徴
 - A. 代用声帯原音
 - B. 日本語 5 母音の原波形
 - C. 話ことばの特徴
 - D. 聴覚フィードバック効果
 - E. 音声の明瞭度上昇の背景
18. 実用化へのアプローチ
19. おわりに

鳴管型「人工喉頭」の臨床応用から実用化へ ——喉摘者の現状と声の回復——

1. はじめに

物まね鳥の中でも、とくに九官鳥（Hill Mynah : *Gracula Religiosa*）は図1-Bに示すように、歯もなければ口唇もなく、その発声器官はヒトのそれ（図1-A）と著しく異なっているにもかかわらず、ヒトのコトバの模倣能力は卓越し、そのヒトのアクセントやイントネーション、さらに音色や性差の特徴までも正確に模倣する。（宮本 1983, 宮本ら 1984, 宮本 1985, 三宅・宮本 1988）。

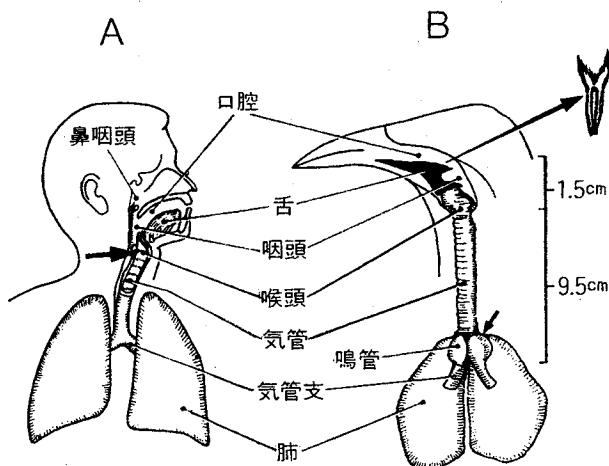


図1 ヒト（A）と九官鳥（B）の発声器官の比較。九官鳥にも喉頭はあるが、ここには発声器ではなく鳴管（ヒトの喉頭に相当：小さい矢印で示す）にある。ヒトでは喉頭（矢印で示す）の下に気管があるのに対し、九官鳥では鳴管の上に気管がある。舌の形は花弁状（長い矢印で示す）で扁平である。
宮本（1985）より

私たちはかねてよりこのトリの音声模倣能力に着目し、九官鳥の特性を将来ヒトの聴覚-発声系に関する実験的研究に役立てることを意図して、共同研究者（行動工学講座：宇野宏幸）とともに現在、音声模倣行動に関する心理学的・神経生物学的・音響分析的基礎研究を進めている。九官鳥はヒトの聴覚障害あるいは発声・発語障害に関する実験的研究にとって正に最適の動物モデルであると考えている。

“九官鳥はヒトのコトバの母音や子音に類似した音声をどこで、どのようにして作るのだろうか。”この素朴で重要な疑問が常に私たちを賦活させてくれた。九官鳥に備わった抜群の音声模倣能力を考えるとき、聴器が優れた機能を有していることはいうまでもない。これに加えて、精密な音声特徴抽出機構ならびに音声パターン認識機構など、精巧な中枢機能がこのトリに備わっているに相違ない。

さらに、このような中枢メカニズムとは別に、巧みな模倣音声を產生する発声器官にも、物まねのなぞを解く何らかの手掛かりが含まれているように思われる。確かに、九官鳥の発音器はハト、ニワトリ、カラス、カナリヤ、セキセイインコ、オウムなどのそれに比べて最も優れた音源構造と発声様式を有している（宮本 1984）。音声模倣行動の解明に際して、しばしば中枢神経系の魅力にひかれて、ややもすると末梢器官を軽視しがちな自らの傾向を反省し、私たちは当初より九官鳥の鳴管にも脳と同様に深い関心を寄せ、常に注目してきた。トリの鳴管（syrinx：図1-B、小さい矢印で示す）とは発音器のこと、その機能からヒトの喉頭（larynx：図1-A、矢印で示す）に相当する。

九官鳥の発声行動についての基礎研究を進めている過程で、あるとき突如一つの発想が生れた。すなわち、九官鳥の鳴管の特徴的な音源構造を喉摘者が声を回復するために用いる人工喉頭（代用声帯）に応用できるのではないかと考えた（宮本 1987, 1988a）。喉摘者（laryngectomee）とは無喉頭者または気管呼吸者（図12-C、図13参照）とも呼ばれ、喉頭癌、下咽頭・頸部食道癌、頭頸部癌などの原疾患によって、喉頭全摘手術を受けた人（身体障害者3級：表1参照）のことをいう。

表1 身体障害者福祉法の障害程度等級表。喉摘者は3級に相当する。 吉江(1987)より

	聴覚障害	平衡機能障害	音声・言語機能障害
2級	両耳の聴力レベルが100dB以上 (両耳全聾)		
3級	両耳の聴力レベルが90dB以上 (耳に接して大声で話さないと聞こえないもの)	平衡機能がきわめて著しい障害	音声機能、言語機能の喪失
4級	1)両耳の聴力レベルが80dB以上 (耳に近づいて話さないと聞こえないもの) 2)両耳による普通話声の最良明瞭度が50%以下のもの		音声機能または言語機能の著しい障害
5級		平衡機能の著しい障害	
6級	1)両耳の聴力レベルが70dB以上 (40cm以上の距離で発声された会話語を理解しないもの) 2)一側耳の聴力レベルが90dB以上、他側耳の聴力レベルが50dB以上のもの		

本稿では新型「人工喉頭」の紹介に先立ち、声を失った人々に対する社会の理解と協力がまだ十分に得られていない現在、ことばの不自由な人々への理解を深めるため、最初に喉摘者の実態と声の回復をめぐる諸問題について佐藤の著書（1986）から紹介したい。

次いで、九官鳥の鳴管に学び、その音源構造にヒントを得て開発した鳴管型「人工喉頭」およびその話しことばの特徴について述べる。

私たちは、現在喉摘者によって広く用いられている呼気式人工喉頭の音声を改善し、話しことばの明瞭度を高めることにより、新型「人工喉頭」が喉摘者にとって『話す意欲』『語る喜び』を再び取り戻す手掛かりになることを願って、喉摘者を対象に臨床テストを行うとともに、さまざまな検討と改善を加えてきた。

2. 喉頭の生物学的意義

先ず、音声コミュニケーションの原点ともいるべき「喉頭」について注目してみよう。「喉頭」という器官に関する人々の認識はかなり古い。英語の larynx の語源はギリシア語の larugx (叫ぶ), ラテン語の lurcare (むさぼり食う) からきている。それゆえ、「喉頭」が古くから“音声”と“嚥下”にかかわる器官として認識されていたことをうかがい知ることができる。一方、日本語の「のど」という語は「のみど」(飲み門) から転じたとされ、食物が通る道、つまり食道の入口という認識があったものと思われる。しかしながら、わが国の「喉頭」に関する比較的正しい解剖学的認識はかなり後のこと、最初の西洋解剖書の訳本として名高い1774年刊の『解体新書』の記載に始まるといわれている。わが国では「喉頭」のことを「のどぼとけ」(正確には甲状軟骨の突起部分で喉頭隆起を指す) といい、西洋では「アダムの林檎」と呼んで、ヒトの身体部位の中でも最も大切なところとして尊厳視されている。

よく知られているように、脊椎動物は魚類に始まり、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類へと進化した。「喉頭」の原始的な形態は肺魚類にみることができる。つまり、ヒトの「喉頭」の本来の機能は肺呼吸の保護で、食物、異物、分泌物などが肺に進入しないように保護することである。従って、ヒトの「喉頭」の基本的な機能は括約作用であるが、その括約部は三つのレベルからなる。図2-Aに示すように、上から「喉頭」の入口（喉頭蓋）、仮声帯、および真声帯（声帯）というように三段階の防御機構が備わっている。このため、ヒトと動物の「喉頭」は強靭につくられ、もし「喉頭」に何らかの欠陥があれば、それは直ちに環境の強い選択圧を受けて消去されることになる。さらに、臨床的側面からみても「喉頭」の奇形は唇裂や口蓋裂の奇形に比較して、きわめて少ないので、すでに遺伝と進化の長い過程においてその遺伝子が次第に消去されたためであろうと考えられている。

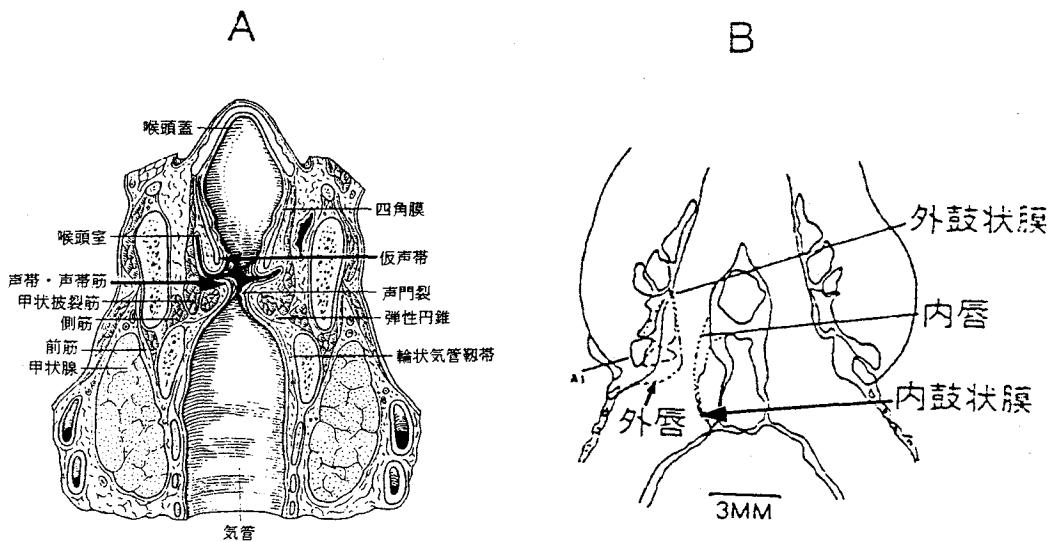


図2 ヒトの喉頭（A）と九官鳥の鳴管（B）の比較。いずれも前頭断面を示す。A：上に仮声帯（右の矢印で示す）、下に声帯（左の矢印で示す）の2対のひだが前後に走っている。B：発声するときは外唇（短い矢印）と内鼓状膜（長い矢印）が管腔中央部に張り出し、両者が密着した狭窄部を強い圧力の呼気が通過するときに音を生じる。A：佐藤（1988）より改変
B：Klatt,D.H. (1974) より改変

ヒトの「喉頭」（声帯位）は系統発生ならびに個体発生からみても次第に下垂し、下咽頭の前下方まで下降した（豊住 1981）。哺乳動物の「喉頭」と比較すると、ヒトの「喉頭」

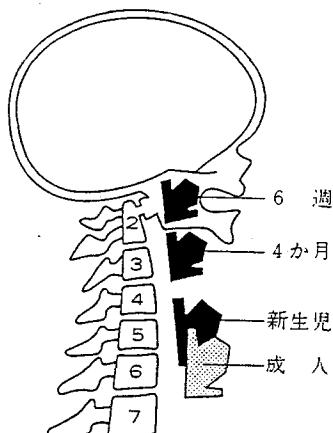


図3 個体発生からみたヒトの喉頭の下垂現象。番号は第2頸椎から第7頸椎までを示す。
岩田（1988）より

は最も下垂している。たとえば、個体発生からみると、ヒトの「喉頭」は図3に示すように、胎生6週では第2頸椎のレベルあった声帯位は胎生4か月を経て新生児になると、第4頸椎と第5頸椎の間まで下垂する。さらに、成人になると第5頸椎と第6頸椎の間にまで下垂し、その後加齢に伴い、わずかながら下垂するといわれている。また、喉頭のレベルには性差が認められ、男性の喉頭は第5頸椎の下縁にあるが、女性の喉頭は若干高く、第5頸椎の中央部に位置する。このような「喉頭」の下垂傾向が生じたのは、ヒトが二足直立歩行という運動形式を獲得したこと、顔面頭蓋の縮小を含む内蔵下垂現象のためと考えられている（豊住1981）。「喉頭下垂現象」は後にヒトが獲得した音声言語機能にとってきわめて優れた構造といえる。すなわち、ヒトは広い共鳴腔を得ることができたため、ことばの構音に非常に都合がよい。

しかしながら、進化の過程でヒトの「喉頭」が下垂し、喉頭蓋（図2-A）が軟口蓋（上歯に続く口腔の天井部）や口蓋垂（のどちんこ）から次第に離れてしまったために、動物の「喉頭」のなかでもヒトのそれは最も低位になったことは利点ばかりではなく、代償的に欠点も伴うことになったといわれている。たとえば、ヒトの嗅覚は鈍くなり、誤嚥による気道異物症が発生しやすく、さらに分泌物によって声門上部が汚染されやすいことなどが挙げられる。ヒトの「喉頭」は音声機能からみて優れた形態と機能を備えている反面、最大の欠点は他の動物の「喉頭」に比べて発癌しやすい特異性を伴い、発癌母地をつくることである（山田1976）。

一方、音声コミュニケーションの場合、カエルの雄は雌を求めて特徴的な発声行動を示し、トリの雄は独特の求愛歌、抱卵歌をはじめ、威嚇、攻撃、警戒などの情報を含む地鳴きが分類されている。それらの情報を受け取った個体に何らかの情動反応を誘発し、同時に相応の行動変化が生じることはよく知られている。それゆえ、私たちは若干疑問は残るが動物にも広義の『ことば』があると考えている（宮本 1985, 1988）。このようにトリの求愛行動やヒトの愛の告白や囁きという意味では、ヒトの「喉頭」はトリの「鳴管」とともに広義の性器と認識することができる。ヒトでは思春期になると、変声期を迎える男子では「喉頭」を形成する軟骨が急速に発達する。とくに、代表的な甲状軟骨の突出（喉頭隆起）がみられ、声帯の長さと厚さが増して声域が1オクターブ低下する。このような音声における二次性徴は男子ほど顕著ではないが、女子にもみられる。かわいい少女の声から、いわゆる艶のある色気を感じさせる落ちついた大人の声に変化し変声期を経験する。

3. 喉頭癌とコロンブス

喉頭癌をめぐって稿を進めるとき、忘れてはならない歴史的事実としてコロンブスのアメ

リカ新大陸の発見がある。増田（1979）によれば、コロンブス（Christopher Columbus：1451～1506）は先ず、バハマ諸島のサン・サルバドル島に上陸したとされている。そこで Columbus は原住民より贈物として『香り高い乾燥した葉っぱ』を受け取った。その後、彼はキューバ島で喫煙する原住民と出会ったといわれている。宇賀田（1973）によれば、キューバ島の原住民は古くから喫煙の習慣を持っていたとされ、その証拠としてメキシコのマヤ遺跡から出土した石板にマヤ神宮の喫煙図が浮き彫りされているという。

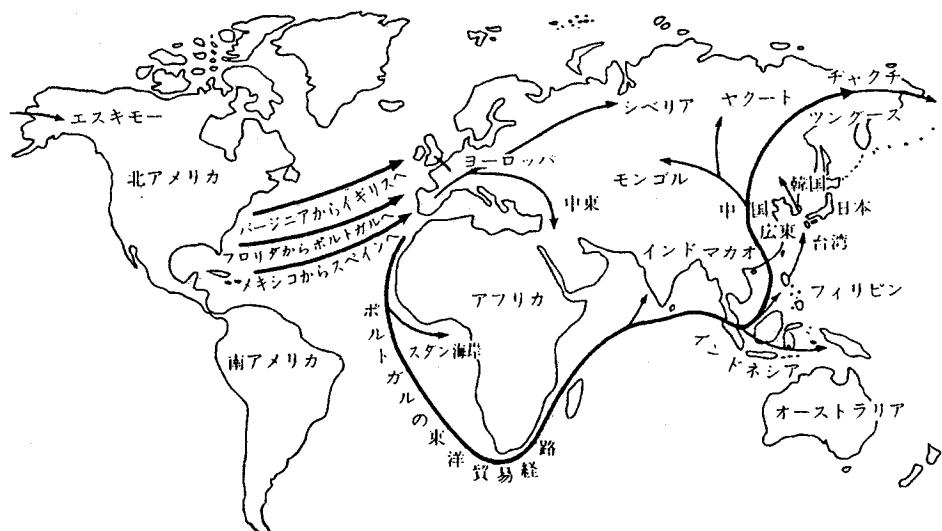


図4 タバコの道。タバコは大航海時代の海上の道によって広がり、日本へは
17世紀初頭に入ったといわれている。この道に沿って喉頭癌が発生した。
高岡（1976）原図より

図4に示されたタバコの道に明らかなように、タバコは新大陸から旧大陸に渡り、さらに全世界に普及した。図4に明らかなようにタバコは先ず、スペイン、ポルトガル、フランス、およびイギリスのヨーロッパ4か国へ個別に伝來したとされている。さらに、16世紀中頃から17世紀にかけてタバコは急速に全世界へ広がった。このことは初期にはタバコが病の万能薬として宣伝され、いわゆる薬草として注目されたことによるのであろう。また、30年戦争（1616～1648）が結果的にヨーロッパ全土を渦中に巻き込むに至ったことを契機に喫煙習慣が人々の間に広く定着したといわれている（高岡 1976）。あわせて、大航海時代の風潮が東洋全体にも波及し、1605年、日本の長崎にタバコの種子が初めて渡来したとされている。

このようなタバコの普及に伴い、16世紀末頃から喉頭癌が増加し始めたのではないかと推測されている。注目すべきことに、喉頭癌はタバコの道を開拓した民族に多いことが指摘さ

れている。これらの歴史的背景のもとに、近代病理解剖学の父と称される Morgagni. Giovanni Battista (1682~1771) によって初めて喉頭癌の病理解剖所見が発表された。日本では、1754年山脇東洋 (1705~1762) が最初に人体解剖を行い、その著書「藏志」(1759) のなかで、気管は前方、食道は後方にあると記されてはいるが、喉頭についての記載はないといわれている。

4. 世界の喉頭癌

喉頭癌の場合、男性の罹患率は女性のそれに比べて10：1と圧倒的に多い特徴がある。それゆえ、喉頭癌はいわば『男性の癌』といえる。また、瀬木 (1981) の統計資料による人口10万対年齢訂正死亡率および男性癌中の頻度をみても、顕著な性差があることがわかる。たとえば、男性死亡率の第1位はフランス (12.05) であるが、第2位以下はスペイン (7.92)、ウルグアイ (7.01)、ハンガリー (5.77) と続く。一方、女性第1位はアイスランドの1.90で、第2位以下はアイルランド (1.15)、キューバ (1.06)、トバコ (0.95) である。ちなみに、わが国の男性は1.37で第38位であるから、フランスの死亡率は日本の8.8倍に相当する。また、男性死亡率が最も低い国はニカラグア、ホンジュラス、タイランドであるのに対し、女性ではマルチニク、ニカラグア、パラグアイの順である。

図5は死亡率3.0以上、ならびに男性癌中の頻度3.0%以上の諸国分布のマップを示している。また、表2はそれらの数値をまとめたものである。表2に明らかなように、西インド諸



図5 喉頭癌罹患の比較的高い諸国の分布。●印は高罹病率の国を示す。

佐藤 (1986) より

表2 喉頭癌死亡率(3.0以上)ならびに男性癌中の頻度(3%以上)。

[西ドイツ諸島]		[地中海沿岸諸国]	
キューバ	5.00	モロッコ	8.7%
プエルト・リコ	4.80	チュニジア	18.2%
マルチニク	5.00	エジプト	8.9%
[中米]		レバノン	
グアテマラ市	9.40	トルコ	15.2%
メキシコ市	4.30	ギリシャ	3.70
[南米]		[東欧諸国]	
ブラジル：リバイランプレト	19.60	ブルガリア	4.10
" : サンパウロ	7.40	ルーマニア	6.10
ウルグアイ	7.00	ユーゴスラビア	5.30
アルゼンチン：ラプラタ	11.40	ハンガリー	5.70
チリ：サンチャゴ	5.60	チェコスロバキア	4.50
ペルー：リマ	3.30	ポーランド	4.30
コロンビア：ボゴタ	4.20		
ペネズエラ：カラカス	6.80		
[ラテン諸国]		[ヨーロッパ諸国]	
フランス	12.05	ベルギー	4.30
スペイン	7.92	オーストリア	4.10
ポルトガル	4.40	スイス	3.20
イタリア	5.00		
注：死亡率(人口10万対年齢訂正死亡率)		[中東]	
		イラン	8.0%
[アジア]		[アジア]	
		インド：ポンペイ	10.6%
		シンガポール	3.30
		ホンコン	3.30

表3 日本の喉頭癌の年齢別人口10万対死亡率(1950~1978)。黒岩ら(1981)より

	Male	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1978
20~24	0.0	—	—	—	—	—	—	—
25~29	—	—	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30~34	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—
35~39	0.5	0.0	0.2	—	0.0	—	—	0.1
40~44	0.7	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1	0.2	—
45~49	1.9	1.1	0.8	0.4	0.6	0.6	0.5	—
50~54	3.7	2.7	2.0	1.6	1.3	1.0	1.2	—
55~59	7.8	5.4	4.4	3.3	3.1	2.6	1.8	—
60~64	8.2	8.8	8.0	7.6	7.8	5.4	5.1	—
65~69	13.7	10.7	10.8	12.0	12.6	9.9	9.2	—
70~74	17.4	17.5	12.0	15.3	16.2	12.8	13.5	—
75~79	11.6	12.0	15.1	16.4	21.3	20.7	18.8	—
80~84	8.4	7.5	18.9	18.2	20.8	21.8	17.1	—
85~	7.0	5.0	10.6	9.5	22.5	9.8	16.9	—
 Female								
20~24	0.0	—	0.0	—	0.0	—	—	—
25~29	0.1	—	—	—	—	—	—	—
30~34	0.0	0.1	—	0.0	0.0	—	—	—
35~39	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	—	—
40~44	0.5	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	—	—
45~49	0.8	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
50~54	1.4	0.7	0.5	0.5	0.2	0.3	0.0	—
55~59	2.2	1.0	1.4	1.0	1.0	0.4	0.1	—
60~64	3.5	2.0	1.7	1.7	1.4	0.6	0.3	—
65~69	4.2	3.2	2.3	2.2	1.8	0.9	1.2	—
70~74	4.6	4.3	2.8	2.9	2.4	1.5	1.9	—
75~79	2.2	4.1	5.2	3.6	3.5	2.0	1.5	—
80~84	2.8	3.3	4.8	3.8	2.5	4.2	3.0	—
85~	4.5	2.1	3.0	2.3	2.4	3.7	1.6	—

島諸国、ラテン・アメリカ、ラテン諸国、地中海沿岸諸国、インドなどに高頻度である。これに反し、低頻度の国はアジア、とくに東アジアであることがわかる（瀬木 1981, Dunham 1968）。喉頭癌はタバコの歴史的な普及路（図4）に沿った諸国に多発していることは実に興味深い。

5. 日本の喉頭癌

わが国における喉頭癌の推定罹患者数は、福間（1981）によれば、10年前の推計資料で2119例（男性：1851例、女性：268例）であった。また、年齢別に分類した死亡率の推移をみると、表3に示すように70歳代以上の喉頭癌死亡率が増加していることがわかる。

一方、馬谷ら（1985）が行った全国無喉頭者の実態調査では総数6799人（1981年末現在）で、人口10万対粗無喉頭者率は5.81、男性86%、女性14%という結果を得ている。このうち、患者の最低年齢は32歳、最高年齢は98歳、平均年齢67歳、無喉頭者は高齢者が多いことを示している。なお、喉摘後の平均経過年数は6.5年であった。

さらに、馬谷らの調査結果（1985）について府県別分布をしらべるため、人口10万対に換算し、標準化して地図上に表示したものが図6である。図6を一見して、無喉頭者は西日本

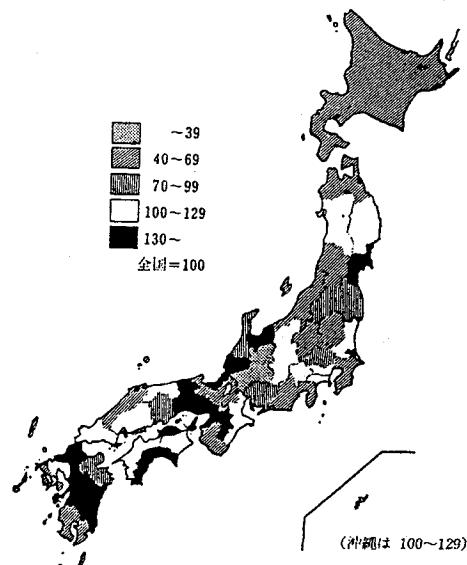


図6 府県別、人口10万対、標準化無喉頭者率。大阪は喉頭癌が最も多い。
佐藤（1986）より

に高率で、他の地域に比べて多い傾向がよくわかる。また、1962年より行われている大阪府立成人病センター調査部の癌登録によれば、最近12年間における大阪府の男子喉頭癌罹患率はほぼ横ばい状態で326～357人、女子罹患者は41～62人である（馬谷 1981）。このように、大阪府の訂正罹患率が全国平均より高い傾向は図6にも示されている。

6. 喉頭癌と性格

なぜ、大阪に喉頭癌が多いのだろうか。佐藤（1968）は多くの臨床例を経験し、喉頭癌患者に共通の性格、すなわち思考的にも社会的にも外向的であることを見出した。しかしながら、このような性格そのものが直接に発癌に結びつくのではなく、自己の性格が環境と衝突する結果、表現される態度が自ら発癌環境をつくると考えられている。たとえば、社交的・外向的性格の人は商売に一日中精力的に活動し、仕事が終われば仲間や家族が集まって酒を飲み、タバコを吸ってその日の疲れを癒し、翌日の仕事について語り合う。一般に、商店店主や自家営業主は屋間若い店員や従業員に対して大声で指示を与え、大声で怒鳴りつけることが多い。このように、外向的性格がいわゆる「声の酷使」（vocal abuse）という行動様式と結びつきやすいことが指摘されている。言うまでもなく、「声の酷使」それ自体が発癌に直接結びつくというわけではない。絶えず声を使いすぎるために、おのずから声帯の損傷と修復が繰り返される結果、慢性炎症を誘発したり、発癌物質が定着しやすい母地をつくる可能性があるのではないかと考えられている。

宮城（1971）は全国気質についてしらべた結果から、分裂気質と躁うつ気質の2型に分類しているが、近畿内、瀬戸内、東九州および東京に躁うつ気質の分布帯が多い。一方、分裂気質は西九州、日本海沿岸、太平洋沿岸、沖縄、東北に多い。

ここで、再び喉頭癌の府県別分布図（図6）を参照すると、明らかに、喉頭癌の罹患率は躁うつ気質地域に高く、分裂気質地域に低いことがわかる。佐藤（1986）によれば、喉頭癌が全国平均より大阪に有意に多いのは、大阪人の躁うつ気質、つまり強気で勝気な外向的性格が発癌環境をつくりやすいためであると考えられている。一般に、喉頭癌罹患者の性格特性としてワンマン的、気分が変わりやすい、自己顯示性が強い、爆発性、でしゃばりで遠慮がない、よく働く、おしゃべりなどが挙げられるという。

7. 喉頭癌と職業

喉頭癌罹患者とその職業は少なからず関連がある。患者の職業は対照群（一般の外来患者、喉頭癌を除く男子癌患者）に比べて、販売従事者（商人）は40%と最も多く、専門的・技術

的職業従事者が5%，管理的職業従事者が5%，事務従事者が4%と比較的少ない。このように、喉頭癌は一般事務職に少ないので特徴である。これは定年まで真面目にコツコツ勤め上げる規則正しい生活を送っているヒトには喉頭癌が少ないことを示している。患者の約48%が2回以上転職していることはこのあたりの事情を反映しているように思われる。すでに述べたように、喉頭癌罹患者の性格特性はワンマン的でしかも自主独立心が強いために、約70%の人が独立して生計をたてる商人が多い。商人の場合、比較的生活が不規則になりがちで、喫煙や飲酒の機会が多く、しかも音声を酷使する傾向が強い。興味深い特徴は1500例の喉頭癌のうち、専門職74症例（5%）についてみると、声門部癌が多く75%で、声門上部癌患者が25%と少ない。つまり、3：1の割合になる。さらに、専門職を医師、歯科医師、薬剤師の23症例に限定すると、この傾向はより顕著となり（5：1）、声門部癌が多い（佐藤1986）。

なお、少数ではあるが職業病としての喉頭癌に関する報告がある。たとえば、クロム、ニッケル、砒素、イソプロピル油、タール、マスタードガス、アスベスト、wood dust, stone dustなどが原因と考えられている喉頭癌がある（Wynder 1976, 大野 1979, Stell 1975）。

8. 喉頭癌と喫煙

一般に、喫煙関連癌といわれる癌には、口腔、咽頭、喉頭、肺、食道、膀胱などの癌があるが、とくに喉頭癌は喫煙と最も相関が高いといわれている。佐藤（1986）が治療した1509名の喉頭癌患者のうち、喫煙者率は97.3%の高率であったのに対し、非喫煙者は2.3%に過ぎなかつた。

図7は喉頭癌患者の喫煙者率について、発癌領域別および性別からしらべた結果を示している。上段に表示された1981年の全国平均喫煙者率（男子：70.8%，女子：15.3%）に比較して、喉頭癌、声門部癌および声門上部癌の喫煙者率はそれぞれ97.3%，96.1%，99.1%といずれも顕著な高率を示している。とくに、声門上部癌の場合、736名中、731名が喫煙者で、非喫煙者はわずか5名であるから、声門上部癌の患者はほとんど喫煙者ということになる。

このように、喫煙習慣は喉頭癌発癌にとって最も大きな必須条件であることがわかる。それでは、どの程度の喫煙量が危険なのか、誰にも気になるところである。そこで参考に供するため、病前の喫煙量を紹介してみよう。発癌前のタバコの量を表現する方法の一つにBrinkman指數（1日の喫煙本数×喫煙年数）がある（Brinkman 1962）。Brinkmanは喫煙量をlight（1～200）、moderate（201～600）、heavy（600～）の3段階に分類している。

大阪在住の355名の喉頭癌患者について、喫煙開始年齢をしらべた調査結果によれば、成人以前が35%，成人後25歳までが56%，それ以後は7%，非喫煙者はわずか2%であった。

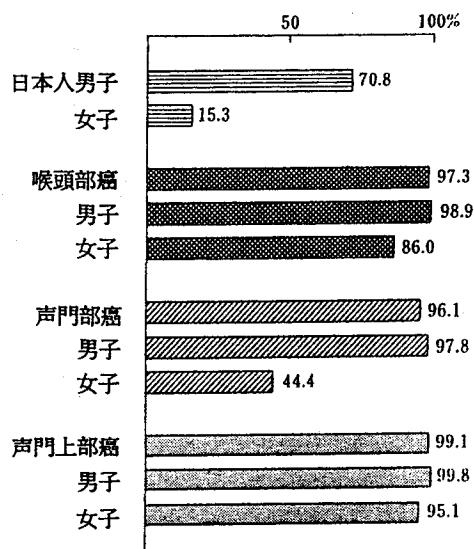


図7 喉頭癌患者の喫煙者率(N=1509)。佐藤(1986)より

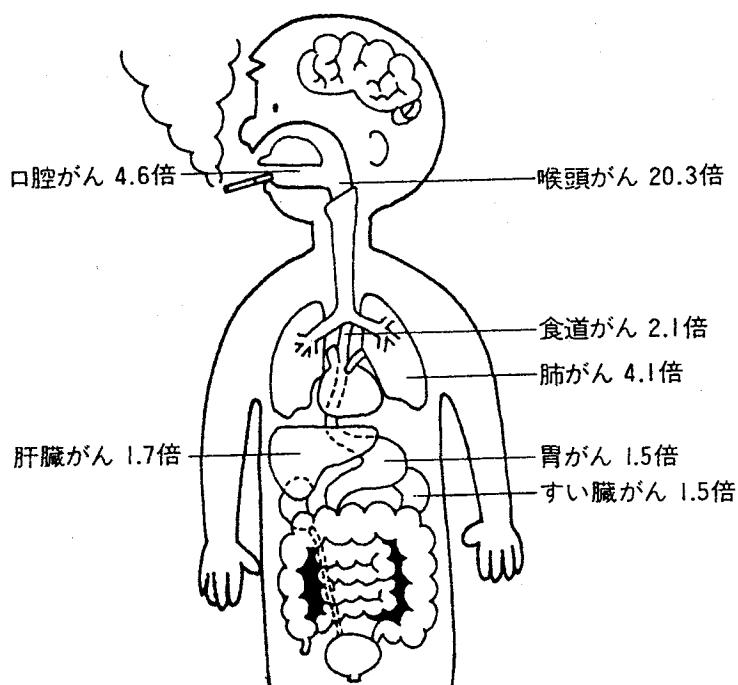


図8 非喫煙者と比較した喫煙者がん死亡率(男性)。平山(1985)より

成人前後を集計すると、実に98%が喫煙者ということになる。ちなみに、大阪のBrinkman指数をみると 1134 ± 659 で、1日の喫煙量は平均20~30本、喫煙期間が30~40年間というが喉頭癌罹患者の平均的喫煙パターンといえる。また、大阪におけるBrinkman指数の最高値は4000(80×50)であった(佐藤・1986)。

平山(1985)によれば、世界各地で行われたすべての追跡調査の結果は図8に示すように、非喫煙者に比べて喫煙者では肺癌をはじめ、さまざまな病気での死亡率が高いことを示している。たとえば、喉頭癌の場合、20.3倍、口腔癌では4.6倍である。また、全死因についても、たばこを吸う人の死亡率は吸わない人に比べて、1.2倍から1.7倍高くなっている。

9. 喉頭癌と飲酒

すでに、喉頭癌発癌と喫煙との関係について述べたが、決してタバコだけが直接の発癌要因ではない。佐藤(1986)はタバコを片手に酒を飲むという習慣が喉頭癌とくに声門上部癌の発生を高めていることを指摘している。よく知られているように、タバコには発癌物質が含まれ、その発癌性も証明されている。さらに、アルコールはこれらの溶媒となって促進の働きをするものと考えられている。

先のBrinkman指数(タバコ指数)と同じように、飲酒にもSake指数がある。Sake指数とは、病前の飲酒量を日本酒に換算して1日合数に飲酒年数を乗じたものをいう(宮原・1981a, b, c)。図9はこのSake指数と先のBrinkman指数との関連を示している。図9に明らかなように、Brinkman指数(横軸)では80%の症例が指数600以上の領域に分布している。一方、Sake指数(縦軸)では指数50(点線で示す)以上の領域に約40%の患者が分布している。このように、指数が50を超える患者の場合、将来肝障害を起こす可能性が高いといわれている。図9から、わが国では喉頭癌の発癌要因はタバコが主役で、アルコールは脇役的なはたらきをすることがよくわかる。

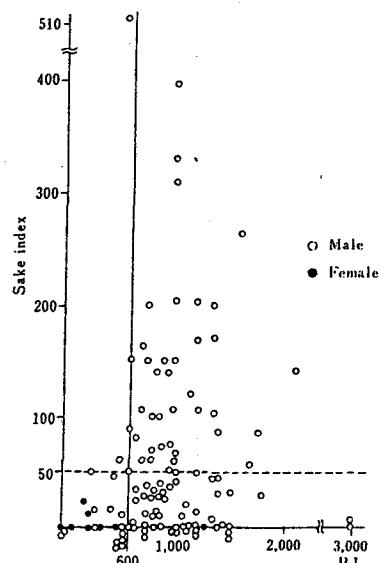


図9 喉頭癌(N=118)のSake指数(縦軸)とBrinkman指数(横軸)
○印は男性患者、●印は女性患者を示す。佐藤(1986)より

10. 喉頭癌と年齢

現在の喉頭癌は50歳以上の喫煙者に発病することが多い。最近、わが国でも平均寿命が延長し、いわゆる高齢化社会を迎えたことに伴い、喉頭癌患者の高齢化傾向がみられる。16世紀以前の喫煙習慣がまだ普及していない時代、ならびに平均寿命が短かった時代では喉頭癌の罹患率はきわめて低かったと思われる。ちなみに、江戸時代前期までの平均寿命は10歳代といわれ、江戸中期になって20歳代となり、このような平均寿命が明治20年頃までしばらく続いた後、明治30年頃では30歳代、さらに大正時代になると40歳代であったという（松崎1984）。昭和の時代に入った当初は「人生50年」といわれた背景事情がよくわかる。

喉摘者の年齢分布（N=2721）は、図10に示すように、平均年齢は67.2歳で、60歳代、70歳代に最も多く、そのピークは65～75歳（1145名）にある。通常、喉頭癌発癌ハイリスク群は50歳以上と考えられている。従って、発癌母地の喉頭そのものに老化現象が起こることが考えられる。Burnet（1974）は免疫寛容説と発癌とを関連させた仮説を提唱し、老化と発癌とは宿主の加齢過程の生物反応であるとしている。

11. 喉摘者の愁訴

喉頭全摘手術を受けた患者は無喉頭者となり、気管呼吸を行うことになる。喉摘者は終生、言語機能を失うことになるが、多くの人々は人生に対する執着を絶たれ、失望し、落胆し、非嘆にくれる。声を失った直後ではとくに著しく、ある人は深い遺恨とメランコリーの谷間に沈み、精神的に落ち込んだ日々を送る。喉摘者の頭の中では、伝達すべき自分の意志や話そうとする内容が内言語として健常者とまったく同様に構築されているにもかかわらず、いざ発話しようとすると声がないという衝撃と辛さは計り知れず、一般健常者には到底理解することはできない。

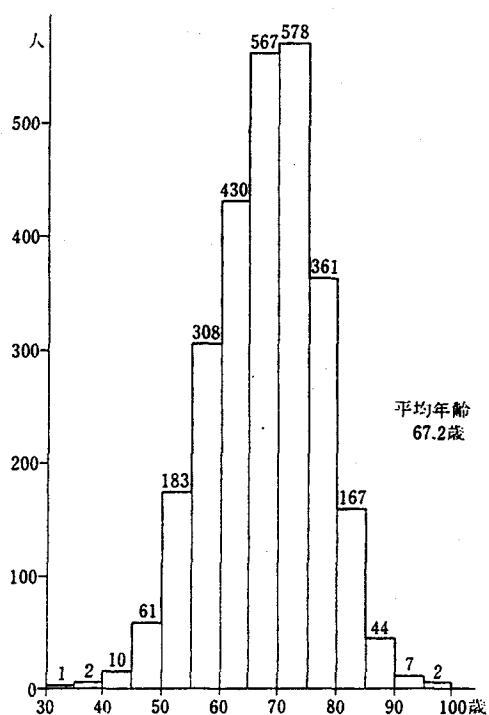


図10 喉摘者の年齢分布(N=2721, 1981)
佐藤(1986)より

表4 気管呼吸者の愁訴 (N=700)。佐藤(1986)より

1. 言語機能廃絶	100%	11. 便秘傾向	34%
2. 入浴のトラブル	88	12. 腹部膨満感	32
3. 猫舌	87	13. 重い物もてない	28
4. ガス	76	14. 風邪ひきやすい	28
5. 鼻漏かみにくく	65	15. 気管孔が小さくなる	24
6. スープすりにくく	56	16. 動悸、息切れ	22
7. 咳、痰	55	17. 肩運動障害	13
8. 嗅覚障害(呼吸性)	47	18. 手足のむくみ	10
9. 気管出血	40	19. 味覚低下	9
10. ワサビなど食べにくく	38	20. 莽麻疹	8

表5 鼻および喉頭の機能脱落からみた気管呼吸者症候群。喉摘者は声の喪失のみならず、複合障害をもっている。佐藤(1986)より

鼻および喉頭機能	脱落症候
嗅覚	呼吸性嗅覚脱失(4~5年たてば50%は嗅覚は回復する)
air-conditioning 加温、加湿、除塵能	気管の乾燥、出血および黒色痰
原音の形成	音声、言語機能の廃絶
sphincterとしての機能	入浴のトラブル、痰の喀出困難(noisyである)、重い物を持てない、便秘傾向、排便困難、痔になりやすい
空気の main street	鼻漏排出困難、猫舌、ワサビなどたべられない。感冒罹患傾向(28%)、気管粘膜の化生、気管出血(tracheobronchitis sicca hemorrhagica diffusa)
嚥下、呼吸、小循環の調節および嚥下吸気	スープすりにくく、動悸、息切れ、空気嚥下症、腹部膨満感
m. cricopharyngeusの働き	嚥下第2相と第3相の調節不能、空気嚥下症

喉摘者は無喉頭で気管呼吸を行うために、いろいろな愁訴がみられ、これらは気管呼吸者症候群と呼ばれている。表4は種々の愁訴をまとめたものである。また、表5はとくに鼻と喉頭の脱落に伴う症候群を示している。本来、鼻の機能は空調作用(加温、加湿、除塵能)と嗅覚であるが、喉摘者ではこの鼻機能がまったく脱落する。たとえば、食生活に重要な嗅覚が失われるため、味覚に変化をもたらす。喉摘者は家庭内や戸外での有害ガス、一般ガス漏れに気付かないで、家族ならびに周りの人達は十分注意すべきである。また、喉摘者は気管呼吸のために、鼻汁が出ても鼻をかむ動作ができない。但し、後に述べる食道発声を習熟した後は、鼻腔内に空気が流れるようになるため、嗅覚もある程度回復し、鼻もかめるようになる。

一方、喉頭の機能である肺の保護や原音発声が脱落するため、言語機能の喪失をはじめ、

日常生活では吸う、吹く、笑う、歌う、泣く、怒鳴る、叫ぶ、力む、泳ぐ、風呂につかるなどの基本的な動作が失われる。たとえば、吸うという動作が欠けるために、麺類や汁物などを健常者と同様に摂取することができない。また、吹く動作が欠落するため、熱い食べ物や飲み物を吹いて冷ますことができなくなる。従って、喉摘者はいわゆる猫舌になる。このように、喉摘者は単にことばが不自由になるばかりではなく、上述のような複合障害を持っている。このため、多くの喉摘者は身体障害者福祉法に基づく障害程度の等級（表1参照）を現在の3級から2級への昇格を訴えている。私たちもこの点については臨床発声テストならびに面接調査を通して実感している。将来、関係省庁による検討と改善を期待したい。

12. 喉摘者の心情

すでに前項で述べたように、喉頭全摘術を受けた喉摘者にとって、程度の差こそあれ、突然に啞者として体験する心身の状況はきわめて深刻なものがある。個人差はあるが、今まで想像しなかった世界を体験し、最も人間らしい音声コミュニケーションの恩恵と感動から突如隔絶されたことによってショック状態に陥る。ある人は「もはや自分は普通の人間ではない」と思い詰めることもある。また、「あのとき、もっとも早く良い病院に行っていたら、喉頭を失わずに済んだのではないか」などとひたすら自分を責め、後悔する。通常、怒り、不安、欲求不満、抑うつなどの情緒反応をひき起こす。

表6 喉摘者の心情の事例。

- ・恥ずかしい
- ・いらいらする
- ・人が相手にしない
- ・目前で悪口いわれた
- ・馬鹿にされた
- ・見せ物になった
- ・外に出たくない
- ・内緒話ができない
- ・電話で話が通じにくい
- ・孫と話ができない
- ・食事中の談笑ができない
- ・雑踏では話が通じにくい
- ・声を出すと人がじろじろ見る
- ・初対面の人には話が通じない
- ・細かい感情の表現ができない
- ・声の大きさを調節できない
- ・急用でも人を呼べない

比較的軽いものからきわめて深刻なものまで悩みが多い。

たとえ、代用声帯によってある程度音声コミュニケーションができるようになったとしても、個人的・社会的に特異な心理状態を体験する。表6はその主要な悩みの事例をまとめたものである。たとえば、喉摘者は器具を使って話をするために恥ずかしい、格好が悪い、さびしいという比較的軽度のものから、人が自分を嫌っている、啞者とわかると目前で悪口をいわれた、など深刻な心情が含まれる。

一般に、喉摘者はややもすると陰気になりがちで、人前に出ることを嫌うようになる。個人差はあるが、癌患者によっては常に死への恐怖、環境への怒りを抱くことがある。たとえ患部を手術によって摘出され、元気になった後でも、再発への不安を持続する人もいる。それゆえ、専門医の定期的な診察と心理学者やケースワーカーの協力のもとに暖かい思いやりを伴った指導によって、少しでも喉摘者の不安感を軽減させる努力が必要になる。一方、癌の再発へ

の恐怖からわずかの時間でも開放されるように、個人ごとに何らかの趣味を生かした仕事に従事させることや、宗教的な訓話、さらに不安から見事脱して今では強く、明るく、希望に満ちた人生を送っている喉摘者の貴重な体験談を聴かせることも大切なことである。

しかしながら、音声言語喪失のショックから一旦立ち上がれば、喉摘者の病前性格の多くは上述のように外向的・活動的で比較的劣等感が少ないので、手術後の時間経過とともに顔面の表情は以前よりも豊かになり、よく笑うようになる。仲の良い仲間同志が集まると健常者と同様に、よく語り、酒を飲む機会が多い。

13. 喉摘者の集い

現在では、喉頭全摘出術ならびに治療技術が進歩し、喉摘者の永久治癒率が向上したが、1940年代には手術は普及するまでに至らず、術後の死亡例を危惧し、手術は初期段階の患者に限られる傾向があった。

一方、喉摘者の側にも声の回復についての認識が薄いのに加えて、患者の家族や社会の理解が乏しいために、喉摘者が不具者扱いにされたり、見せ物扱いにされることも多かった。このような情勢のなか、阪大病院で手術を受け、癌を克服して元気に四国の自宅に帰ったある男子喉摘者の場合、間もなく孤独に陥り、ノイローゼの末、世をはかなみ池に身を投じて、自ら命を絶つという悲劇が起こった。この事件を契機として、「同じ境遇にある人々が寄り集まって、相互に助け合い、励ましあって、折角助かった命を大切にしよう。さらに、積極的に社会活動にも参加できる道を開拓していく」という趣旨のもとに、1949年わが国で初めて大阪に『大阪の喉摘者の集まり』が誕生し、『阪喉会』(会員数40名)と命名された。さらに、1970年には日本喉摘者団体連合会(東京)が結成された。1972年、『阪喉会』は日本で最初の財団法人として認可され、会員相互の親睦、发声訓練、人工喉頭の改良と普及などのさまざまな活動を行ってきた。

その後、喉摘者の会は次第に増えて、1969年では会の数は22、会員数は約3000名になった。さらに、1981年の調査では図11に示すように、ほとんどの都府県に普及し、53団体、会員数約7000名に増加した(馬谷 1985)。これらの会の機能は主に发声訓練が中心であるが、その運営はほとんどが喉摘者のボランティア活動によって支えられている。

すでに、喉摘者の深刻な心境については触れたが、幸いにも喉摘者の気質は外向的で多弁、支配性が大きく、自己独立心が強い。これらの気質が社会復帰を比較的容易に実現させる原点にもなっていることを忘れてはならない。

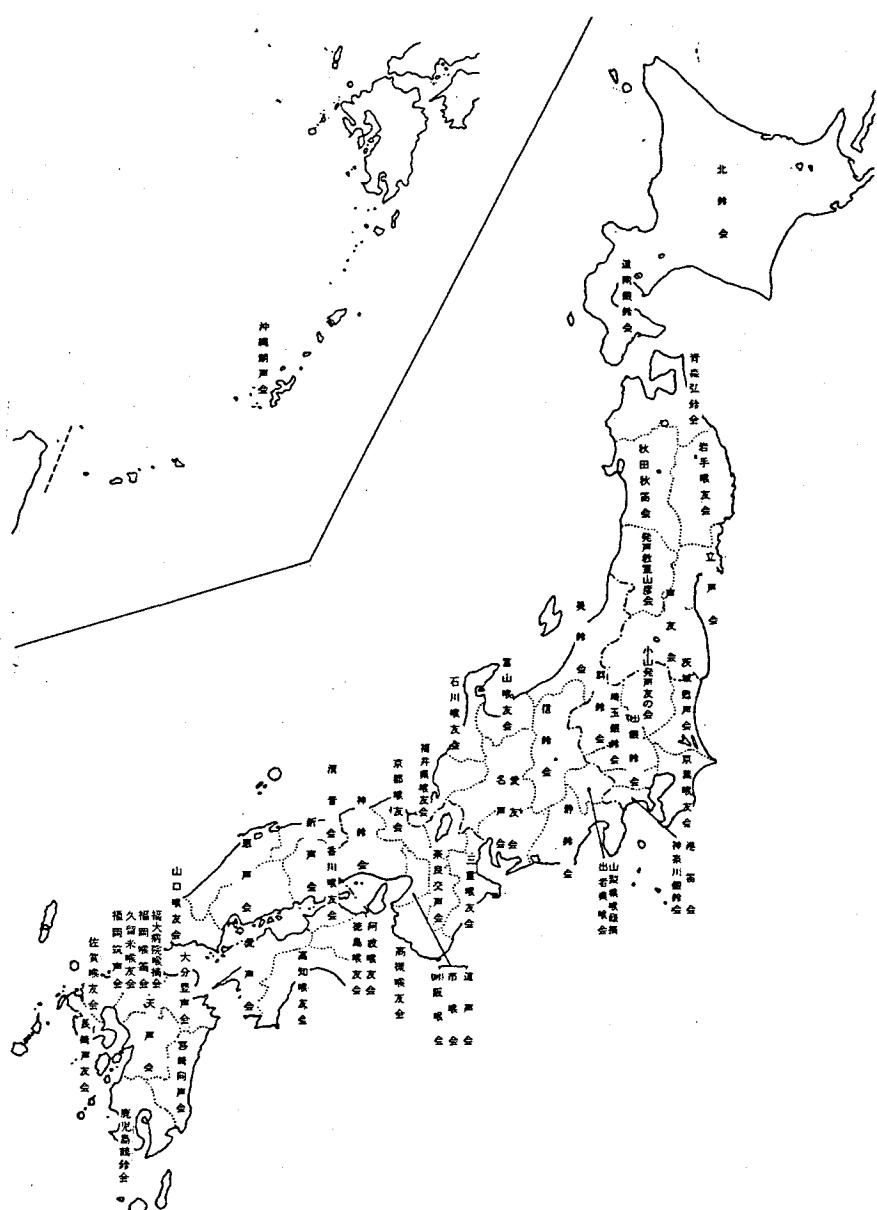


図11 日本全国の喉摘者団体分布マップ。

会報「咽喉連」第16号(1985)より

14. 声の回復

いうまでもなく、喉摘者が遅しく第二の人生を歩み、社会生活に適応して日々を創造的かつ有意義に送るためにには、代用音声リハビリテーション（代用音声の習熟）はきわめて重要な課題である。

図12および表7は音声言語の発声法を示している。通常、健常者は喉頭発声（図12-A）を行うが、喉摘者の代用音声には、(1)食道発声法（図12-B）、(2)呼気式人工喉頭発声法（図12-C）および(3)電池式人工喉頭発声法の3つの方法がある。これらの代用音声は、それぞれ一長一短があり、喉摘者の習熟度や個人的な好みもあって優劣はつけ難い。

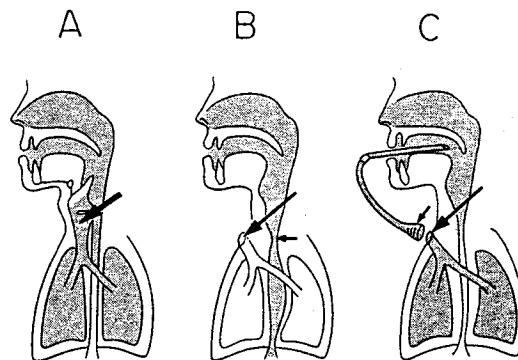


図12 音声言語のしくみ。A：健常者（矢印は喉頭を示す）、B：食道発声法（大きい矢印は気管孔、小さい矢印は仮声門を示す）、C：タピア式人工喉頭（大きい矢印は気管孔、小さい矢印は気管孔接合部を示す）佐藤(1986)より改変

表7に示すように、健常者は肺呼気を動力源として、声帯を振動させて喉頭原音（声帯原音）を產生したことばにする。ところが、食道発声法の場合は食道吐氣を動力源としている。先ず、食道全長にわたり充分に空気を取り入れ、しかもこの空気が胃へ流入しないよう、噴

表7 音声言語の発声法の比較。 佐藤(1986)より

	喉頭発声	食道発声	Tapia式人工喉頭	電気人工喉頭
動力源	肺呼気	食道吐氣	肺呼気	電気エネルギー
原音	声帯	下咽頭の仮声門	ゴム膜	ブザー音
共鳴・構音器官	自然な動き	ダイナミックな動き	口を開き気味の構音	口の開閉が単調である
呼吸筋	主として内・外肋間筋、横隔膜働く	頸部、胸部、横隔膜、腹部筋も働く（努力性）	主として内・外肋間筋、横隔膜働く	働かない

門（食道から胃への入り口）の手前で溜めるよう訓練し、この空気をエネルギー源とする。一旦、食道内に飲み込んだ空気を再び口腔内へ戻すとき、あらかじめトレーニングによって習得した要領で食道上部を収縮させ、下咽頭・頸部食道にできる仮声門で原音を作る。この原音をダイナミックに放出させて、共鳴・構音する。食道発声の音声産生法は、いわば「げっぷ」の原理に似ている。食道発声の利点は、(1)自分の身体の一部を仮声帯とするので、肉声といえる。(2)器具を用いないために、両手が自由に使えるから電話やメモができる。(3)嗅覚がほぼ回復し、鼻をかむことができるなどがある。一方、欠点としては、(1)習熟に相当の努力が必要で、病弱者や高齢者には向かない。(2)話すことばが音声学的に、音量不足で雑音が多く、不明瞭で聞き取りにくい。(3)外観的に、苦しそうに見えるなどが挙げられる。

呼気式人工喉頭（パイプ式人工喉頭）はスペインの耳鼻咽喉科医G. Tapia (1875～1950) によって発明されたとされていることからタピア式または笛式人工喉頭と呼ばれ、日本に渡来したのは1910年頃といわれている。わが国のある専門書にタピア式人工喉頭の1882年発明説が記載されているが、この年はタピア教授が7～8歳の幼年期に当たることになるから明らかに誤りであろう。表7に示されているように、タピア式人工喉頭の場合、呼気がゴム膜を振動させて原音を発生する。この発声法の利点は、(1)現在、用いられている代用音声のなかで、最も音量があり、明瞭度が良い。(2)習熟が容易で、疲労が少ないなどが挙げられる。また、欠点として(1)器具を用いるために、身体障害者としての意識を強める。(2)原音のピッチが低いために、なかなか馴染めず、違和感を抱くことがある。(3)話すことばが不明瞭で、聞き取りにくいことが多い。(4)概して、不潔感を伴う。(5)手元に器具がないと啞者になる、などが挙げられる。

電池式人工喉頭発声法は、習熟がきわめて容易で体力が弱った高齢者でも使用しやすいという利点がある反面、音声学的には話すことばの明瞭度が低く、音声の抑揚がなく、一本調子の語調のため、会話に感情が伴わず、不自然である上、きわめて高価であるという欠点がある。

15. リハビリテーションの動向

すでに述べたように、わが国ではスピーチリハビリテーションは各喉摘者団体において喉摘者の徹底したボランティア活動によってきわめて活発に、かつ自主的に運営されている。一般に、各地で毎週定期的に行われている発声教室は、リハビリテーションのみならず、喉摘者にとって一種の社交場としての役割も果たし、精神衛生的にも良い効果をあげている。

上述のような代用声帯リハビリテーションは全世界に広く普及しているわけではない。きわめて遺憾なことに、発展途上国では喉摘者の大部分が、未だ発声不能の障害者として一般

表8 東南アジア各国の音声回復法の比較。
会報「日喉連」第16号(1985)より

国名	団体の有無	登録人数	指導者	発声法	備考
1. マレーシア	なし	50名 その他不明	なし	未定	手術の歴史浅い センターワーク
2. パキスタン	あり	50名 その他不明	少い	食道声 EL	喉頭形成少數
3. インドネシア	なし	なし 人数不明	なし	未定	手術は手おくれの傾向
4. インド	あり 約20団体	500名 その他3000名	あり 言語治療士	食道声 EL	リハビリに熱心 雇用の促進
5. 中国	なし	沢山いる 人数不明	なし	食道声 成果(-)	
6. 韓国	あり 5~6団体	300名 その他不明	あり 言語治療士	食道声 ELも少々	
7. 台湾	なし	127名 その他不明	なし	笛式人喉 食道声 EL シンガープロム	70% 18% 5%以下 6%
8. 香港	なし	かなり多い 人数不明	なし	EL60%	センター ワーカー
9. フィリピン	なし	人数不明	なし	笛式人喉 EL小数	島多く実態 つかめず
10. 日本	53団体	(1963) 7500名	各団体に あり	食道声 笛式人喉 EL 喉頭形成	66.5% 23.6% 7.4% 2.9%

社会生活から隔離されている。1982年7月、第3回喉頭摘出者世界大会が東京で開催され、現状改善に関する大会宣言が採択されて以来、国連の国際障害者年(IYDP)本部の理解と援助が得られ、1984年4月、アジア喉摘者団体連盟が創立されるに至った。表8は喉摘者アジア連盟各国の状況をまとめたものである(会報「日喉連」,1985)。たとえば、マレーシアでは喉摘手術の歴史が浅いために、手術を受けて田舎へ帰ってもそのまま放置されたままとなる。また、貧しい人はたとえ喉頭癌と診断されても手術を受けることができない。パキスタンでは、1984年の喉摘者は650名が登録され、すでに喉摘者団体もある。一般に、パキスタンでは経済的に貧しい人は食道発声を習得し、裕福な人は電動式人工喉頭を使用している。インドでは、喉頭全摘出手術はすでに約50年前から行われ、言語治療士のコースも設置されている。発声法は主として食道発声と電動式器具が併用されている。1982年7月、インド政府は喉摘者を身体障害者として認定した。また、中国では日本に比べて喉摘者はきわめて多い。私たちが第一回国際喉癌学術会議(1988年7月3日~7日、中華人民共和国瀋陽市)に

講演のため招かれた際、学会終了後に中国医科大学附属第一医院において、喉摘者との面接調査（図13）と新型器具の臨床テストを行うため、同医院耳鼻咽喉科と喉癌病棟を訪れたが、声の回復法は食道発声が中心で、当日は呼気式人工喉頭による発声を習得した患者はいなかつた。中国では主に、南部地方において呼気式人工喉頭（タピア式人工喉頭）が使用されている。



図13 中国喉摘者との面接調査（中国医科大学附属第一医院喉癌病棟にて）。

筆者の指先に気管孔カニューレが黒い点として見える。手術後8日目のこの喉摘者は、スピーチリハビリテーションはまだ始めていなかった。

現在、欧米諸国を除き、喉摘者団体アジア連盟各国ではスピーチリハビリテーションの指導者の養成と声の回復に関する基礎知識の習得につとめている。

16. 新型「人工喉頭」の特徴

先ず、タピア式人工喉頭のうち、現在大阪の喉摘者によって用いられ、最も普及しているいくつかの器具を簡単に紹介してみよう。図14は任意に選んだ3種類の従来型人工喉頭（A, B, C）と新型人工喉頭（D）の外観を示している。これらの構造はきわめて簡単で、気管孔接合部（1）、音源部（2）、連絡チューブ（3）、L字管（4）口中パイプ（5）および接合部アダプター（6）からなり、ほぼ共通している。

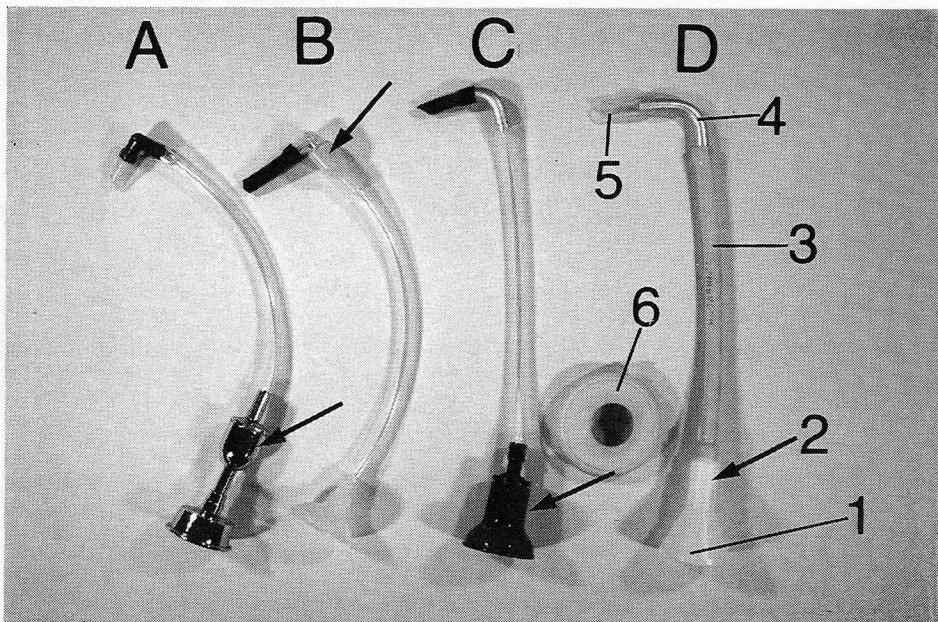


図14 従来型人工喉頭と新型「人工喉頭」外観の比較。A～C：従来型器具、
D：新型器具（燐青銅箔の振動弁内蔵）。矢印は音源部を示す。1：気管
孔接合部、2：音源部、3：連絡チューブ、4：L字管、5：口中パイプ。
6：接合部アダプター。 宮本ら(1988a)より

発声するときは、図12-Cに示されているように、気管接合部（小さい矢印で示す）を気管孔（大きい矢印で示す）を中心に上から覆うように当てがい、他方の口中パイプを口腔内に挿入すると、気管と口腔内とが連絡することになる。そこで、ちょうど健常者が発声するときと同じ要領で喉摘者が肺呼気を接合部内に送り込むと、音源部のゴム膜が振動を起こして原音を発声する。同時に、この原音は連絡チューブを通して口腔内に導入され、喉摘者が構音動作を行うと、ことばになる。

それでは、新型「人工喉頭」にはどのような特徴があるのか、従来型器具と比較しながら



図15 人工喉頭の音源部の比較。A：新型器具、B：従来型器具。太い矢印は
呼気の流れる方向を示す。振動体の素材とその設置方向がまったく異なる。
宮本ら(1988a)より

述べてみたい。新型器具の最も大きな特徴は音源部の構造と振動弁の素材にある。その音源部は図15-Aに示されているように、特徴的な形状のテフロン製パイプで、気管孔側に設けた斜断面に杓子型の振動弁が特殊な固定法で設置されている。従来型器具の振動弁がちょうど健常者の声帯と同様に、呼気の流れを遮る方向に直角に張られている（図15-B）のに対し、新型器具のそれは呼気流の方向にほぼ沿う位置に装着されている（図15-A）。さらに、新型器具の振動弁には従来型器具のゴム膜と異なり、厚さ50ミクロンの燐青銅箔、ステンレス箔およびチタン箔が使用されている。

臨床発声テストの結果、音声学的に最も良好な成績を示した燐青銅箔製の振動弁は、開発当初に用いたアルミ箔（厚さ50ミクロン）に比べて著しく耐久性に優れている。たとえば、燐青銅箔の疲労強度をしらべるため、簡便式折り曲げテスト（一定の角度内を規則的なリズムで折り曲げ、金属箔が切断するまでに要する回数を求める）を施行した結果は平均460回で、開発当初に使用したアルミ箔（約20回）に比べてきわめて優れていた。また、浸水テストの結果、金属箔は連続240日を経過した後もほとんど変化はなく、結露や唾液に対する耐蝕性の点でも優れていた。さらに、呼気熱に対しても強い性質を備えている。

新しい「人工喉頭」は喉摘者のためを配慮し、いくつかの工夫がなされている。たとえば、気管孔周辺の皮膚面に接合部が密着するように天然ゴム製のアダプター（図13-D参照）を必要に応じて着脱できるように考慮した。このため、たとえ喉摘者の喉頭孔周辺の皮膚面に凹凸があっても呼気漏れを防ぐことができるので構音しやすい。従って、話すことばがとぎれることはない。また、器具がなるべく目立たないよう、従来型器具の連絡チューブの色を今までの黒色または白色を改めて、肌色ないしホワイトアイボリーを採用した。

17. 新型器具の音声の特徴

A. 代用声帯原音

ここでいう原音とは、健常者の喉頭原音（声帯原音）に相当する音声で、喉摘者が通常の呼気によって生じる人工喉頭音源部の音声、つまりことばに構音する前の音をいう。

図16は従来型器具（A）ならびに新型器具（B）の代用声帯原音のサウンドスペクトログラムを示している。図16に明らかなように、両者の音声には著しい相違がみられる。原音に含まれる周波数成分は、従来型、新型いずれの器具も常に一定ではなく、人工喉頭ごとにゴム膜あるいは金属箔製振動弁の設置条件によって若干の違いはある。ゴム膜を内蔵した従来型器具の原音の場合（図16-A）、約1500ないし2500Hzまでの比較的狭い低周波数帯域に限られていたのに対し、3種類の金属振動弁内蔵の新型器具では、いずれも約6500ないし7500Hzまでの高周波数成分を含むきわめて広い帯域にわたっていた（図16-B）。

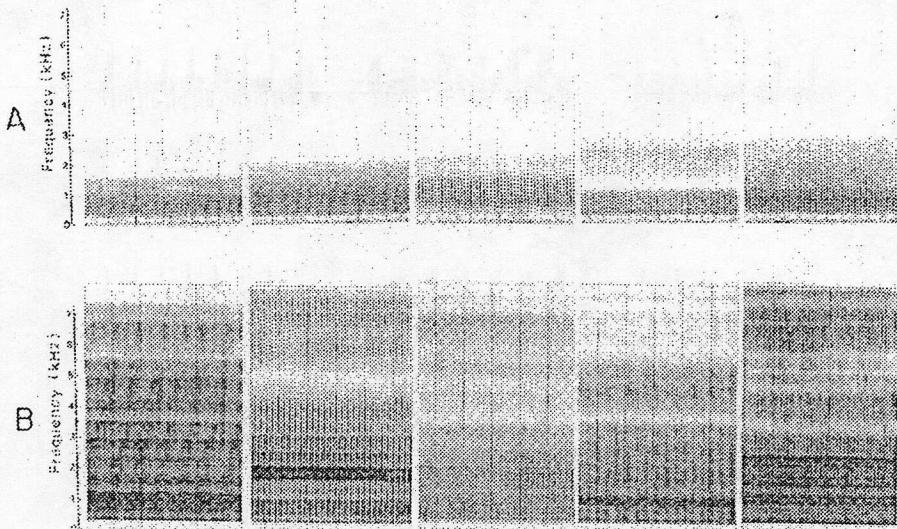


図16 従来型人工喉頭と新型「人工喉頭」の原音の比較。A：従来型、B：新型。新型器具（B）には7500Hzまでの幅広い帯域の周波数成分が含まれていることに注目されたい。縦軸：周波数（KHz） 宮本ら(1988a)より

一方、これらの原音のピッチは従来型器具では、平均85～130Hzで概して低かったが、新型器具では平均110～180Hzで、健常者の男声のピッチに近似し、著しく改善された。また、図16-Bに示された新型人工喉頭の原音は健常者の喉頭原音と同様に、音声のエネルギー成分は低周波数帯域で最も強く、周波数が高くなるほど弱くなる傾向が認められ、健常者の喉頭原音に近づいた。

B. 日本語5母音の原波形

新型「人工喉頭」による5母音はどのような原波形を示すのだろうか。健常者と喉摘者にそれぞれ5母音を単独に発声させて、一旦カセットコーダーに収録した後、再生しソナグラフを用いて分析した。とくに、喉摘者の場合、はじめに自分が日常生活において使いなれている従来型器具を用いて発声し、次いで新型器具を使って、しかもまったく練習しない条件で発声させた。なお、新型「人工喉頭」を用いた臨床発声テストは60～75歳の男子喉摘者を対象として、大阪大学医学部附属病院耳鼻咽喉科外来ならびに阪喉会スピーチリハビリテーションセンターにおいて施行した。

図17は65歳の男子喉摘者における5母音の原波形の一例を示している。一般に、いずれの母音についても従来型器具の波形（図17-B）は健常者のそれ（図17-A）に比べて異なっている。ところが、同じ喉摘者が新型器具を用いて発声すると（図17-C），基本的に健常者の原波形（A）に近似するようになった。とくに、母音/a/, /i/ および/u/の波形が改

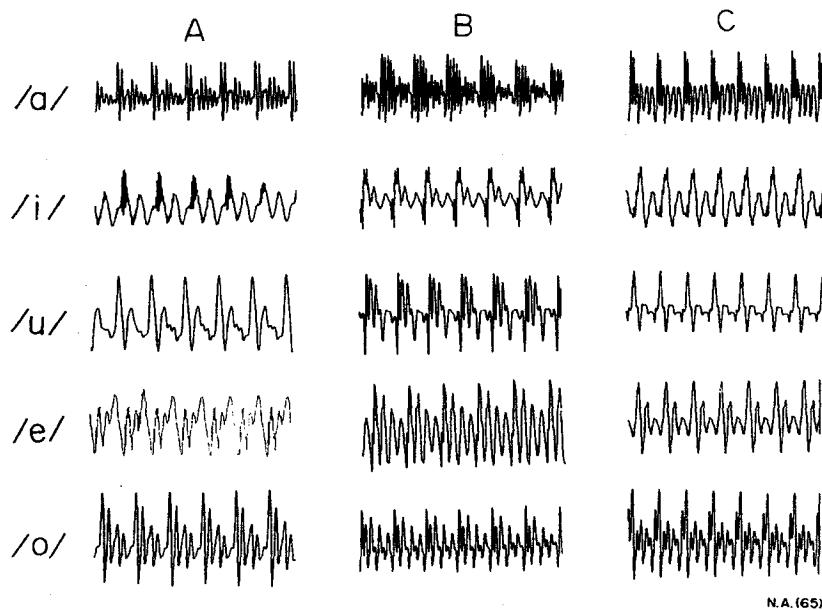


図17 日本語5母音の原波形の比較。A：健常者，B：喉摘者（自分の従来型器具を使用），C：Bと同じ喉摘者（新型「人工喉頭」を使用）。

宮本ら(1988a)より

善されていることがよくわかる。この傾向は他の喉摘者でも同様に認められたが、構音技術の習熟度が高いほど、新型人工喉頭による母音原波形の改善率は良好であった。また、5母音のピッチは従来型器具（図17-B）の場合、平均128.5Hz、新型器具（図17-C）では151.5Hzであった。

ちなみに、5母音音声の強さをdB値の大きいものから順に並べると、健常者では/a/→/o/→/e/→/u/→/i/であった。従来器具を用いたときは/a/→/e/→/o/→/i/→/u/の順で、さらに新型器具では/a/→/o/→/i/→/e/→/u/の順で、いずれの場合にも平常呼吸条件下の発声では/a/の母音が最も強かった。

C. 話ことばの特徴

臨床発声テストでは、主として日常会話、挨拶語および簡単な童話の朗読を行った。従来より、日本語母音/i/は言語習得過程において学習が遅く、しかも人工喉頭の音声の中では構音が難しく、5母音のうちで最も不明瞭とされている。ここでは、とくに新型「人工喉頭」を用いて発声したことばの母音/i/に注目しながら、従来型人工喉頭による音声との比較を試みた成績を中心に述べてみたい。

先ず、挨拶語の人工喉頭音声の一例を紹介してみよう。図18は比較的高い構音技術を習得した、いわゆるgood speakerに属する男子喉摘者（72歳）が発声した「オハヨウ」の原波形

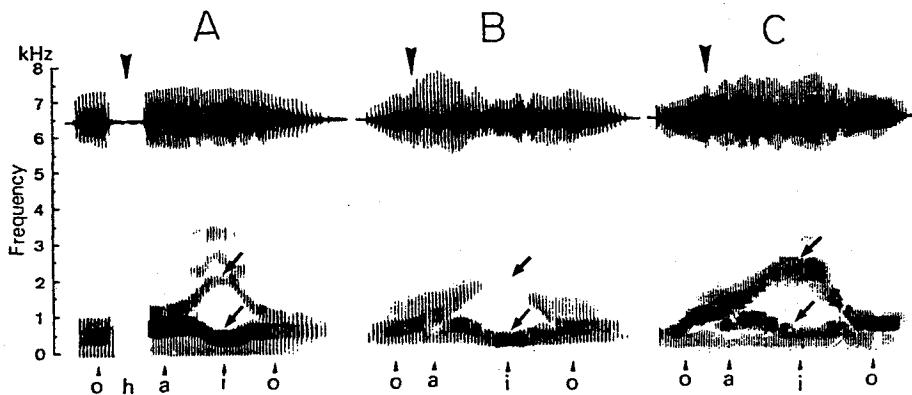


図18 「オハヨウ」音声の波形（上段）とサウンドスペクトログラム（下段）の比較。A：健常者，B：喉摘者（自分の従来型器具を使用），C：Bと同じ喉摘者（新型「人工喉頭」を使用。）従来型器具（B）ではF2（上の矢印で示す）が欠けているが、新型器具（C）では明瞭に認められることに注目されたい。宮本ら(1988a)より

（上段）とサウンドスペクトログラム（下段）を示している。サウンドスペクトログラムとは音声描写図（俗にソナグラムまたは声紋ともいう）のことであることで、3つの要因すなわち、周波数（縦軸：kHz）、時間（横軸：左から右に経過する）および音声の強弱（強い部分は分析結果のパターンが濃く、弱い部分は薄く示される）が三次元的に記録紙の上に同時表示される。このため、耳で聴いただけではどのような音であるのか、よくわからない複雑な音でも比較的容易に理解することができる。つまり、音声を目で見るということになる。

通常、「オハヨウ」(o ha yo)には3つの母音(/o/, /a/, /i/)が含まれているが、サウンドスペクトログラム（図18-下段）に明らかなように、従来型器具の音声（B）では第2ホルマント（F2：上の矢印）は健常者音声（A）のF2（上の矢印）に比べてきわめて弱く、ほとんど認められなかった。ところが、Bと同じ喉摘者が新型「人工喉頭」を用いて「オハヨウ」を発声した場合には、図18-Cのソナグラムに示すように、母音/i/のF2成分（上の矢印）に顕著な改善がみられた。とくに、この新型器具による音声（図18-C）のF2はF1（第1ホルマント、下の矢印）とともに健常者の音声（図18-A）と同等、もしくはそれ以上にきわめて明瞭に認められた。さらに、新型器具を使用した「オハヨウ」音声では、ソナグラムに明らかなように、母音/o/から/a/、/a/から/i/、/i/から/o/への推移、すなわち母音のわたりも正確に構音されていたことがわかる。

ここでいうホルマント（Formant）とは、それぞれの母音の音色を特徴づけ、ある母音を他の母音から区別させる特徴音域周波数のことである。いわば各母音の特徴周波数成分といえる。

一般に、母音ごとにいくつかのホルマントが存在し、周波数の低いものから順に第1ホルマント(F1)、第2ホルマント(F2)、第3ホルマント(F3)・・・と呼ばれている。

これらのホルマントのうち、F2は母音を正確に認知するために、最も重要で不可欠であることがよく知られている。このことは簡単な実験からも理解できる。たとえば、3種類の日本語5母音(①F1とF2で構成された人工合成母音、②F1のみで構成された人工合成母音、③F2のみで構成された人工合成母音)を収録したテープを再生し、ランダム表示の条件で健常聴力の大学生を対象に聞き取り検査を試みると、①音に対する正解率は85~95%、②音では20%以下で、わからないと答えた人が多かったのに対し、③音の場合は65~75%の正解率を得た。当然のことながら、人工合成音の作成条件によって反答率が影響されるが、この成績から母音の知覚にとってF2がきわめて有効にはたらいていることが推測できる。

一方、人工喉頭を使用した音声(図18-B,C)の場合、すでに図12-Cに示したように、喉摘者は原音を連絡チューブを経て口腔へ導入し、口中パイプ(図14-D,⑤)の先端をちょうど口蓋垂の前方に位置するように挿入してことばを話す。それゆえ、子音の[h]成分(無声摩擦音)のような声門音は健常者の音声(図18-A、原波形に▼印で示す)と異なり、喉摘者の音声(図18-B)では無声化が難しいために、[ha]を正確に構音できない。このため、原波形はとぎれることなく、母音/o/から/a/へ連続して出現することになる(図18-B,C:原波形に▼印で示す。)。たとえば、固有名詞のhashimotoを人工喉頭で発声すると、ashimotoに聽こえる音声になる。

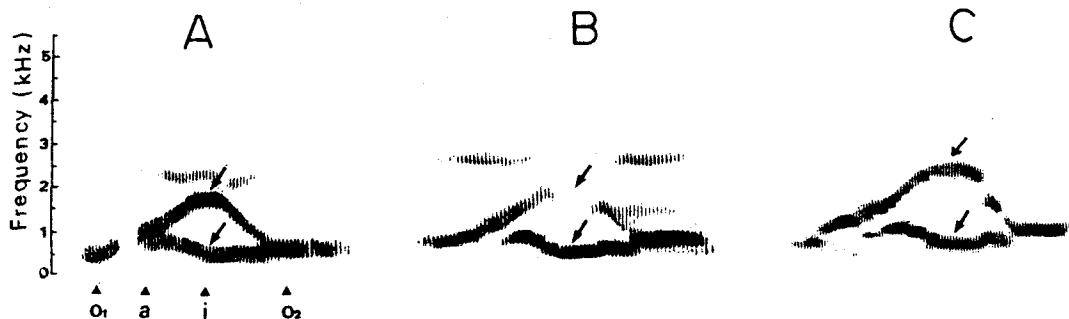


図19 「オハヨウ」音声のサウンドスペクトログラム。図18の被験者と異なる。

詳細は本文を参照されたい。宮本ら(1988b)より

次に、先の喉摘者とほぼ同様の構音技術をもつ別の喉摘者の例を図19に示し、新型「人工喉頭」による音声の特徴を述べる。図19-Bに明らかのように、従来型器具を使って発声した「オハヨウ」のサウンドスペクトログラムでは母音/i/のF2(上の矢印)がまったく認められなかったにもかかわらず、同じ被験者が新型器具を用いると、図19-Cに示すように

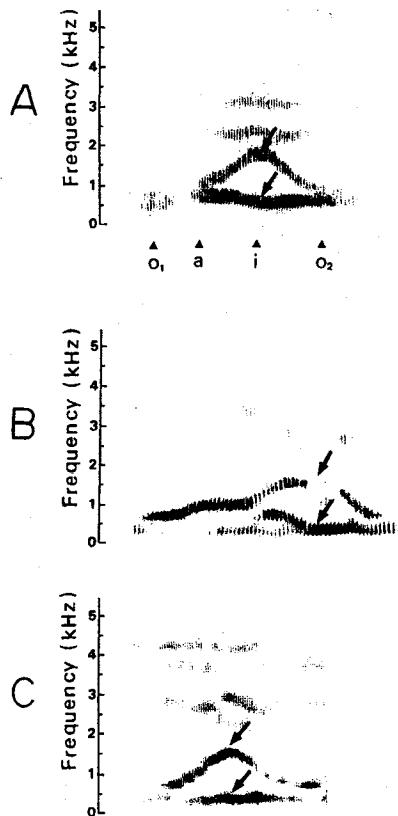


図20 健常者(A)と構音技術が未熟な喉摘者(B)の「オハヨウ」音声のサウンドスペクトログラムの比較。

著しく音声が改善され、母音/i/のF2成分（上の矢印）が明瞭に出現した。このF2は健常者音声のF2（図19-A、上の矢印）よりむしろ顕著に、しかも典型的な日本人男子の母音/i/と同様のF2ホルマント周波数（平均2225Hz：図19-C、上の矢印）が認められ、構音がきわめて正確に行われていることを示している。

ここで、タピア式人工喉頭の構音技術がやや未熟な75歳の喉摘者（poor speaker）の場合、新型器具を用いることによって、どのように音声が健常化するか参考までに図20に示した。従来型器具による「オハヨウ」（B）は健常者音声（A）の発声持続時間（約0.75秒：日常普通に挨拶をするときの平均的な時間）に比較して延長した。さらに、先の2例（図18、図19）と同様、図20-Bに明らかなように母音/i/のF1（下の矢印）は認められたが、F2（上の矢印）成分はまったく欠けていた。この同じ喉摘者が新しい人工喉頭を用いて「オハヨウ」を発声すると、図20-Cに示すように母音/i/のホルマントはF1、F2いずれも顕在化する

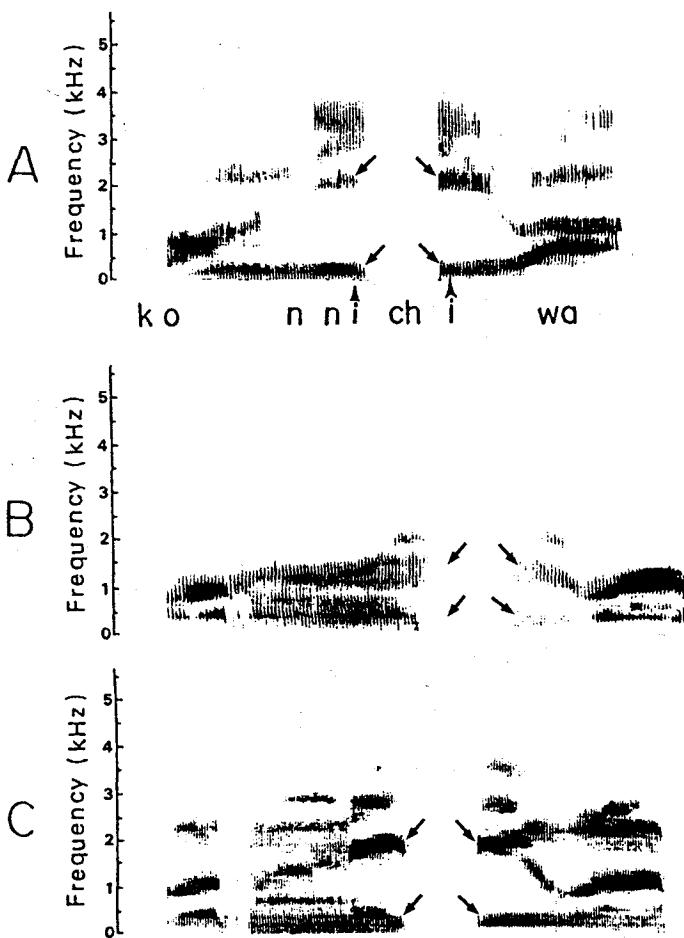


図21 「コンニチワ」音声のサウンドスペクトログラムの比較。A：健常者，B：喉摘者（自分の従来型器具を使用），C：Bと同じ喉摘者（新型器具を使用）
2つの母音/i/はいずれもF1およびF2がきわめて正確に認められる。
詳細は本文を参照されたい。宮本ら(1988a)より

とともに、通常の発声持続時間に短縮した。

一般挨拶語のうち、母音/i/が改善される様子を紹介するため、図21に「コンニチワ」(ko n ni chi wa)の1例を示してみよう。この場合の喉摘者は先の図18と同じgood speakerに属する別の被験者である。健常者の音声のサウンドスペクトログラム(図21-A)を一見して明らかのように、2つの母音/i/はいずれもF1(下の矢印)・F2(上の矢印)が観察できた。ところが、従来器具を用いて構音した場合、[ni]に含まれた母音/i/のF1およびF2はともに不明瞭で、しかも健常者音声(A)に比較してF2周波数(1300Hz)が低い

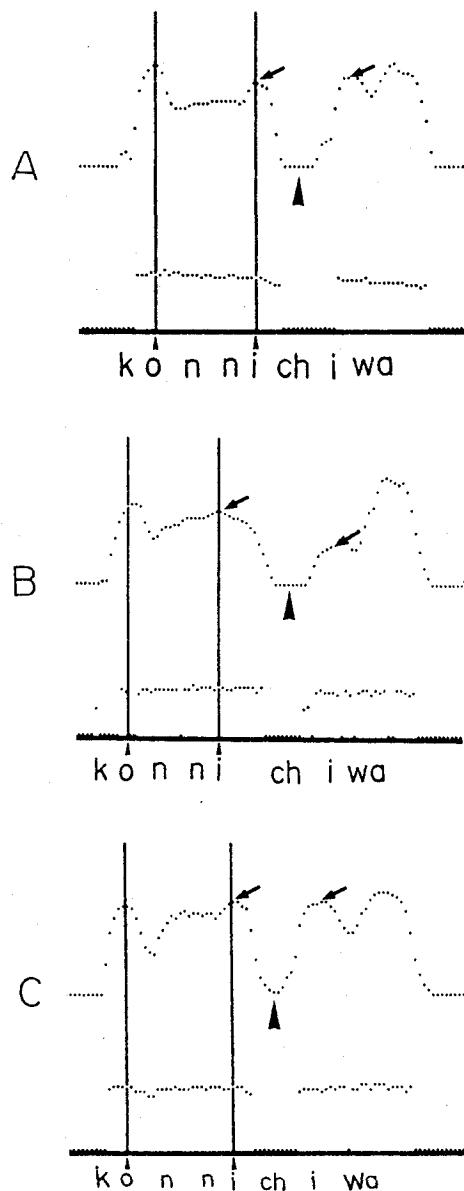


図22 「コンニチワ」音声の音圧とピッチの比較。A : 健常者, B : 喉摘者(自分の従来型器具を使用), C : Bと同じ喉摘者(新型器具を使用)。▲印は[ch]成分(無声破擦音 $tʃ$)を示す。2つの矢印は母音/i/の音圧レベルを示す。新型器具(C)を用いると、健常者(B)と同様に、母音/i/が正確に構音されている。ピッチはA : 138.8Hz, B : 120.0Hz, C : 139.9Hz。
上の曲線: 音圧, 下の曲線: ピッチ。
宮本ら(1987)より

ためにF1（600Hz）に接近した。このため、両者の相対的位置関係（上と下の矢印の間隔）は健常者の音声のそれ（図21-A）に比べて著しく相違した。一方、[chi]に含まれる母音/i/は、従来型器具による音声（図21-B）の場合、F1（下の矢印）、F2（上の矢印）とともに不明瞭で、ほとんど認められなかったが、新型器具を使用することにより、前後2つの母音/i/ホルマント成分は、F1およびF2いずれもきわめて正確かつ明瞭に表現することができた。従って、F1およびF2周波数帯域の相対的位置関係も健常化し、図21-Cに示した2つの矢印表示に明らかなように、健常者の音声（A）に近似したソナグラムパターンを示した。このような新型「人工喉頭」による「コンニチワ」音声を聴取すると、従来型器具の音声に比べてその明瞭度はきわめて高かった。

図22は「コンニチワ」を構音したときの3母音（/o/, /i/, /a/)の音圧（上の曲線）ならびにピッチ（下の曲線）に関する時間的变化を示している。この例では、先の図18に示した「オハヨウ」含まれた[h]（声門音）と異なり、[ch]（歯茎音）は人工喉頭（図22-B, C）でも健常者（図22-A）と同じように構音することが可能であった。すなわち、図22の音圧曲線に付けた三角印は歯茎音が明瞭に発声できたことを示し、音圧が基線まで一過性に下降し、同時にピッチ曲線も中断した。また、2つの母音/i/（矢印で示す）の音圧変化曲線に明らかなように、新型「人工喉頭」を用いた音声（図22-C）は従来型器具の音声（図22-B）に比べて顕著な改善を示し、健常者の音声（図22-A）に近似し、健常化したことがわかる。とくに、[ch]成分（無声破擦音tʃ）につづく母音/i/の改善率が著しく、図22-Cに示すように右側の矢印のレベルが左側のレベルとほぼ同じ高さに位置し、健常者の音声（図22-A）に近づいた。すなわち、音圧変化曲線の経時的变化からも新型器具を用いた喉摘者の音声が健常者のことばによく類似したことを見ている。

D. 聴覚フィードバック効果

一般に、健康な人が通常の日常生活において話すことばは、直ちに自らの耳で聴いて常にモニターしている。従って、誰でも話のなかで「てにおは」に間違いがあると、すぐに訂正することができる。他人にそのことを指摘されて、はじめてことばの誤りに気付くというようなことはほとんどない。すなわち、言語習得ならびにスピーチコミュニケーションには、“聴覚フィードバック”がきわめて重要で、不可欠の条件としてよく知られている（宮本ら1988）。

従って、喉摘者の会話においてもまったく同様で、人工喉頭を使用して話すことばが明瞭か不明瞭かは、自分が最もよくわかる。すでに述べたように、鳴管型「人工喉頭」の話すことばが明瞭になった結果、直ちに話の内容が聞き手に理解されるようになった。このため、従来型人工喉頭による話しのことばに対し、聞き手が何度も問い合わせることによって生じた“いらだち”が解消し、喉摘者が心理的に落ち着いて会話ができるようになった。

現在、食道発声の習得に失敗し、タピア式人工喉頭にも上達しないまま、不満を抱き続けていた人、音声回復のためいろいろな方法を試みながらも、上手に習熟できなかつたために、自らも自信を失い、家族からも「おじいちゃんの話は全然わからない」と見離されたことによって、結局筆談に頼っている人、さらに声を失ったことを契機に、人生に失望し、精神的に落ち込んだ暗い日々を送っている人がいると聞いている。わが国では、スピーチリハビリテーションが実際に活発に行われている今日、私はこのような人々は決して多いとは思わないが、こんな人たちこそ新型「人工喉頭」を是非一度試みて頂きたいと考えている。

先に行った臨床発声テストに参加したある高齢喉摘者が、まったく劇的な聴覚フィードバック効果を示したことが印象深い。最近罹患した中風のために、今まで発声練習の指導者をつとめていたある喉摘者が、とくに自分のことばが相手に伝わりにくくなつたことを悩んでいた最中に、新型器具を用いて発声テストを行つた。この被験者は自分の声を聴いた直後、「わしの声、ようわかる！ええ声や。この器械できるまで死なれへん」と興奮して叫んだ。私にとってこのときの感動は今でも忘れられない。

E. 音声の明瞭度上昇の背景

明らかに、新型「人工喉頭」の音声は従来型人工喉頭のそれに比較して、音声スペクトログラムならびに音声波形、さらに聴取テストなどの成績から著しい改善が認められ、健常者の音声に近づいた（図18-C、図19-C、図21-C）。その主な理由として、(1)鳴管型「人工喉頭」の代用声帯原音には、健常者の喉頭原音にはほぼ近似したきわめて広帯域の周波数成分（100～7500Hz）が含まれ、従来型器具のそれ（100～2500Hz）と異なつてゐること（図16）、(2)喉摘者が口唇、舌、軟口蓋および上咽頭の一部などを用いて、手術前の健常時とほぼ同様の要領で構音動作を行うことによって、従来型器具には含まれていなかつた高周波数成分が無駄なく効果的に共鳴され、強められて、母音の認知に最も重要不可欠とされている第2ホルマント（F2）が明瞭に形成されたことの2点が考えられる。

一方、従来型器具の場合、その原音に含まれる周波数成分は低周波数帯域に限定されていたため、喉摘者が言語習得期に獲得した構音運動を行つてゐるにもかかわらず、共鳴特性が十分活用されず、F2が形成できなかつたことが、結果的にことばの明瞭度を低下させたものと推測される。

18. 実用化へのアプローチ

今まで、新型器具に関する臨床応用テストの結果を検討し、さまざまな改良を加えてきた。これらのうち、最も重要な点は振動弁の素材とその音質であるが、新型「人工喉頭」による話すことばの音声分析ならびに喉摘者によることばの聴取テストの結果から、新しい振

動弁として「燐青銅箔」(厚さ50ミクロン)を採用することに決定した。ステンレス箔内蔵器具の話しことばの音質は固い印象が強く、やや小型バイクのエンジン音に似た原音であった。また、チタン箔を用いたことばの場合は、ピッチが高く(約120~160Hz),従来型器具の低いピッチ(平均85~110Hz)に慣れ親しんだ喉摘者にとって違和感を伴い、低ピッチの音声を好む傾向が強かった。使用期間の長短に関係なく、一旦自分の声として使い始めた人工喉頭の低ピッチ音声が喉摘者の音声コミュニケーションにおいて固有の声として作用していることが推測される。

すでに述べたように、臨床テストでは、まったく練習しない条件下で新型器具を使って構音したにもかかわらず、きわめて優れた音声改善の成果をあげることができた。それゆえ、将来この新型「人工喉頭」をそれぞれの喉摘者が自分の器具として毎日使い慣れることによって、練習効果が伴うようになれば、今までに得た成績に比べて話しことばの明瞭度はさらに上昇することが期待できる。

想えば、第45回耳鼻咽喉科臨床会総会(会長:京都府立医科大学水越治教授)における特別講演「九官鳥の音声模倣行動—ヒトの聴覚・言語・音声機能を考えるー」(昭和58年9月10日)の中ではじめて新型「人工喉頭」の開発について発表して以来、喉摘者ならびにその家族から多くの問い合わせや使用を希望する旨の手紙を頂戴した。それゆえ、私たちは常にこのような人々に支援され、励まされながら基礎実験ならびに臨床テストを続けることができた。併せて、実にささやかな発想に基づく基礎研究ではあるが、その成果を一日でも早く喉摘者に還元すべき社会的使命感を抱いて微力ながら努力してきた。

19. おわりに

昭和62年9月より実用化のための準備を鋭意進めてきたが、昭和63年11月12日広島市において開催された第40回日本気管食道科学会における私たちの発表をもって東京の医科器械メーカーより正式に実用化することができた。私たちはこの新型「人工喉頭」が喉摘者にとって『話すことの喜び』あるいは『語ることの楽しみ』を再び取り戻すための手掛かりになることを心から願っている。

稿を終るに臨み、臨床構音テストのため、耳鼻咽喉科外来をご提供下さり、常に激励とご教示を頂いた大阪大学耳鼻咽喉科学教室松永亨教授に深甚なる謝意を表します。また、臨床構音テストに際し、消毒・準備などのお世話を頂いた阪大病院耳鼻科外来藤城幸子婦長に謝意を表します。

とくに、臨床発声テストの被験者として終始ご協力下さった阪喉会理事長楠清曠氏をはじめ

め、会員諸氏のご好意に深謝いたします。

なお、本研究に用いたテスト器具の音源部の試作に当たり、ご協力下された永島医科器械株式会社永島二郎社長はじめ、技術部青木氏ならびに加藤氏に感謝いたします。

本稿に述べた臨床応用的研究の要旨は第39回・第40回日本気管食道科学会学術講演会ならびに第89回日本耳鼻咽喉科学会総会において発表した。

文 献

- Dunham,L. J. (1968) World map of cancer mortality rates and frequency ratios.
- 福間誠吾 (1981) がん登録による環境要因の検討と治療との相関に関する研究. 厚生省がん研究助成金報告.
- 平井雄 (1985) 非喫煙教育副読本: 知っていますか? たばこの害. 斗夢書房.
- 岩田重信 (1988) 喉頭の構造. 日本気管食道科学会会報, 第39巻, 第4号, 386-387.
- 黒岩哲生, 富永裕民, 広瀬かおる (1981) 日本におけるがん死亡. 癌の臨床, 27: 421.
- Klatt, D.H. and Stefanski, R.A. (1974) How does a mynah bird imitate human speech? J. Acoust. Soc. Am., 55, 822-832.
- 増田義郎 (1979)『コロンブス』. 岩波書店.
- 松崎俊久編 (1984)『寿命』. 女子栄養大学出版.
- 宮城音彌 (1971)『日本人の性格』. 朝日新聞社
- 宮原裕 (1981a) 頭頸部悪性腫瘍の発癌要因(第1報). 喫煙, 飲酒の影響に関する臨床的検討. 日本耳鼻咽喉科学雑誌, 84: 47.
- 宮原裕 (1981b) 頭頸部悪性腫瘍の発癌要因(第2報). アルコール症症例の検討. 日本耳鼻咽喉科学雑誌, 84: 146.
- 宮原裕 (1981c) 頭頸部悪性腫瘍の発癌要因(第3報). 喫煙, 飲酒の影響に関する臨床的検討. 日本耳鼻咽喉科学雑誌, 84: 233.
- 宮本健作, 橋野恵理, 赤刎玲子 (1984) 九官鳥の音声模倣学習—鳴管の特徴と脳の可塑性—第10回脳研究会シンポジウム「学習の周辺」. 脳研究会会誌, 227-238.
- 宮本健作 (1987) “鳴管型人工喉頭” の開発とその臨床的応用. 昭和61年度科学研究費補助金(試験研究2)研究成果報告書(研究代表者: 宮本健作).
- 宮本健作, 松永亨 (1988a) 「鳴管型人工喉頭」 の開発と臨床応用. 日本気管食道科学会会誌, 第39巻, 第4号, 438-443.
- 宮本健作, 山田恒夫, 宇野宏幸 (1988b) 新型人工喉頭の開発—「話す喜び」の回復を願ってー. 看護学生, 10月号, 78-79.
- 三宅進, 宮本健作編著 (1988)『心理学ウォッキング』-学びのメカニズム-. ブレーン出版.
- 大野政一 (1979) 硫素によって発症したと考えられる喉頭癌の1例について. 耳鼻と臨床, 25: 468.
- 佐藤武男 (1971) 無喉頭者の管理とリハビリテーション. 日本気管食道科学会会報, 第22巻, : 58.
- 佐藤武男 (1965) 喉頭癌の臨床的研究—喉頭癌患者の職業についてー. 日本耳鼻咽喉科学雑誌, 68: 987.
- 佐藤武男 (1986) 喉頭癌—その基礎と臨床—金原出版.
- 佐藤武男 (1988) 喉頭の基本構造. 日本気管食道科学会会誌, 第39巻, 第3号, 292-293.
- 重原勇治 (1985) 会報「日喉連」, 第16号.
- Stell,P.M. (1975) Exposure to asbestos and laryngeal carcinoma. J. Laryngol. & Otol., 84: 513.
- 瀬木三雄 (1981) 世界各国のがん死亡. 癌の臨床
- 高岡市郎 (1976)『たばこ博士の本』. 地球社.
- 豊住瀬一 (1981) 比較解剖的にみた喉頭の進化. 日本耳鼻咽喉科学雑誌, 84: 573.
- 宇賀田為吉 (1973)『タバコの歴史』. 岩波書店. 27: 395

- 馬谷克則, 佐藤武男 (1985) 喉摘者の全国統計調査 (1981年). 日本気管食道科学会会誌, 36 : 261.
- 山田康之 (1976) 喉頭癌発癌母地に関する病理組織学的研究 (発癌の場としての価値考察). 日本耳鼻咽喉科学会雑誌, 79 : 175.
- 吉江信夫 (1987)『難聴・耳なり・めまい』. 主婦の友社.
- Wynder, E.L. (1976) Environment factors in cancer of the larynx, a second book, 38 : 1951.

DEVELOPMENT OF A NEW "SYRINX-TYPE ARTIFICIAL LARYNX" AND ITS PRACTICAL APPLICATION

Kensaku MIYAMOTO and Tsuneo YAMADA

I have developed the New Pneumatic "Syrinx-type Artificial larynx" (The Miyamoto System of Artificial Larynx) to improve the speech sound of the conventional artificial larynx which hitherto has lacked clarity.

Whereas the usual artificial larynx has the same basic structure as a human's vocal cords, the New "Artificial Larynx" has a structure rather similar to the reed of a clarinet. Additionally, in the New Artificial larynx, a metal foil is attached to the inside of an acrylic cylindrical chamber, not a rubber membrane as in the conventional artificial larynx. Sound can be produced when the reed is activated by tracheal air flow. By comparing the soundspectrograms of speech using the "New Instruments" (A) with the results for conventional artificial larynges (B), the results may be summarized as follows: (1) The metal foils are excellent in durability against vibration, saliva and expired fever. (2) Though the original sounds of A include a wide range of frequencies from 100 to 7500 Hz, the sounds of B are limited to low frequency bands from 100 to 2500 Hz. (3) The New Artificial Larynx with a phosphor bronze foil was approved of by the laryngectomees for its sound pitch (120 Hz), sound quality, and light expiration. (4) F2 of the vowel /i/ was recognized distinctly in speech sounds by a good New Artificial Larynx. (5) "New-type Artificial larynx" speakers were able to talk in a more settled frame of mind and take pleasure in talking, because the hearer did not ask for repetitions, as a result of good understanding of the speech.

It becomes clear that the New "Syrinx-type Artificial Larynx" is considered suitable for practical application.