

## 高圧X線映画による語音発声時の 声帯運動に関する研究

清 水 一 正

### Experimental Studies on Movements of the Vocal Cords during Phonation by High Voltage Radiograph Motion Pictures

The movements of the vocal cords during phonation were observed by high voltage radiograph motion pictures taken by an image amplifier. The films were studied in following ways: (1) viewing by large screen projection at slow film speed; (2) observation on a film editing projector; and (3) frame by frame analysis with detailed measurements.

Ten boy students with intact larynx were examined.

The results obtained are as follows:

- (1) In Japanese five vowels, [i] requires the longest time to close the glottis completely and to commence phonation after complete closure of the glottis, [a] requires the shortest time and [o] [e] [u] are between those two.
- (2) In any vowel the time required for closure of the glottis and the time from completion of glottis closure to the beginning of voice production are longer in head voice than in chest voice.
- (3) The time from the beginning of glottis closing to the phonation is longer in voiced consonants than in voiceless consonants, and longer in explosives than in fricatives.
- (4) As regards attack of tone, hard attack or "coup de glotte" requires the longest time from the beginning of glottis closing to the voice production.
- (5) The vocal cords reach rest position about 0.0181–0.0937 sec. after the finishment of phonation.
- (6) The position of the vocal cords and the Morgagni's sinus during vowel utterance is usually highest in [i] and lowest in [o].
- (7) The vocal cords become thicker and the contact area of the both cords is wider in chest voice than in head voice.

K. SHIMIZU

---

清水一正：京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任 後藤光治教授）。Kazumasa Shimizu :  
From the Oto-rhino-laryngological Department, University of Kyoto (Director : Prof.  
Mitsuharu Goto).

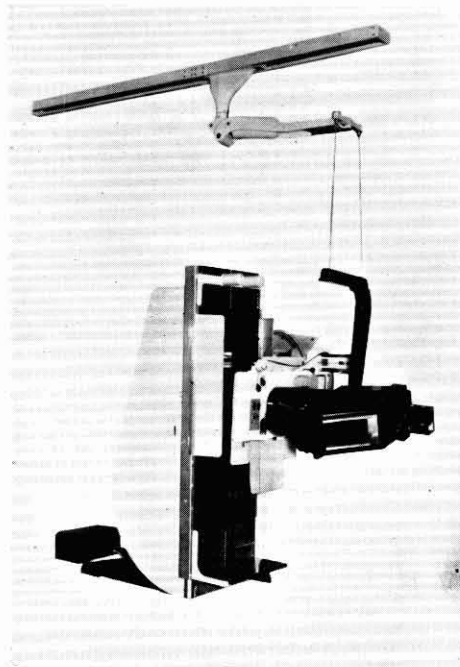
## 第1章 緒 言

発声時の声帯運動に関しては19世紀後半以来数多くの研究がある。その殆んど凡ては母音発声時のものであり、特にa音発声時に関してはストロボスコープ、高速度映画により声帯運動の詳細が知られている。しかし子音発声時の声帯運動に関する研究は殆んど皆無の状態である。著者は最近特に進歩したイメージ・アンプリファイアを用いて語音発声時の喉頭レ線映画撮影を行ない、声帯運動に関する新知見を得たので報告する。

## 第2章 実験装置ならびに方法

### 第1節 実 験 装 置

#### A) レントゲン映画撮影装置 (図)



BS-55B型 診断用透視台

- i) 桂-150 II型X線高電圧装置
- ii) レントゲン線増巾装置：  
鳥津イメージ・アンプリファイア
- iii) カメラ：Eastman Kodak社のCine Kodak K-100 16mm映画カメラ
- iv) フィルム：Du Pont Type 628 ASA; 320
- v) 撮影条件：  
管電圧；120 KVP. 管電流；4mA.  
焦点；イメージアンブ管容器前面70cm.

レンズの明るさ; F. 2.8

フィルム速度; 64駒/秒.

撮影方向; 矢状軸

散乱線除去用ブレンダ; Lucidex 1枚

## B) 音声録音分析装置

東通工製 CN—I Condenser Microphone を用い東通工製 KP 3 型 Tape Recorder で Sony Tape に録音. 録音した語音はすべて Sonagraph で記録分析.

## 第2節 実験対象

発語障害なく喉頭に異常を認めない健常な男子学生10名 (21~24才).

## 第3節 実験操作

被検者を立位にし発声時の喉頭の矢状軸撮影を行なう. 先ず被検喉頭の前面で2本の金属棒を打ち鳴らし, それと同時に被検者は軽い吸息を行なった後発声を行なう. その全経過をレントゲン映画撮影し, 且つ同時に被検者の口の前においたマイクロホンで金属棒の打音を含めて被検者の音声をテープ録音する.

撮影フィルムの微速度映写, 一駒宛の拡大投影描画, 引伸し陽画像作製等により声帯運動の観察分析検討を行なう. 一方テープ録音した音声を Sonagraph で記録分析する. 映画フィルム上の金属棒の打ち合った点と Sonagram 上の金属棒打音の位置とをそれぞれ基点に取り映画フィルム上の声帯運動と Sonagram とを時間的に対比観察する.

## 第3章 声門閉鎖と発声との時間的關係について

声門閉鎖開始, 閉鎖完了, 発声の時間的關係を各語音毎にレ線映画フィルムと Sonagram とから算出検討する.

### 第1節 母音音節

#### 1) 胸声 (c ~ e 音調)

第 1 表

	声門閉鎖開始より 完了迄の時間(秒)	声門閉鎖完了より 発声迄の時間(秒)	声門閉鎖開始より 発声迄の時間(秒)
u	0.0817±0.0006	0.1573±0.0010	0.2390±0.0013
o	0.0809±0.0005	0.1560±0.0010	0.2369±0.0012
a	0.0791±0.0006	0.1541±0.0010	0.2327±0.0013
e	0.0794±0.0005	0.1564±0.0009	0.2348±0.0009
i	0.0832±0.0005	0.1587±0.0011	0.2416±0.0011
平均	0.0808±0.0006	0.1564±0.0006	0.2372±0.0010

10名に3回宛 u, o, a, e, i を発声せしめた場合の平均値, 公算誤差は第1表の如くである。

## 2) 頭声 (c'~e' 音調)

10名に3回宛 u, o, a, e, i を発声せしめた場合の平均値, 公算誤差は第2表の如くである。

第 2 表

	声門閉鎖開始より完了迄の時間(秒)	声門閉鎖完了より発声迄の時間(秒)	声門閉鎖開始より発声迄の時間(秒)
u	0.0825±0.0007	0.1616±0.0007	0.2440±0.0010
o	0.0816±0.0005	0.1614±0.0006	0.2430±0.0008
a	0.0814±0.0006	0.1592±0.0005	0.2406±0.0009
e	0.0833±0.0006	0.1622±0.0008	0.2455±0.0009
i	0.0851±0.0006	0.1634±0.0010	0.2485±0.0014
平均	0.0828±0.0006	0.1614±0.0005	0.2446±0.0010

## 第2節 子音音節

無声子音々節としては摩擦音から ha, hi, he, sa, shi を, 破裂音から ta, pa を, 有声子音々節としては za, da, ba を, 又鼻音々節としては na, ma をそれぞれ代表として撰んだ。無声子音々節は5名に3回宛, 有声子音々節および鼻音々節は10名に3回宛発声せしめ, その平均値および公算誤差を算出すると第3表の如くなる。

第 3 表

		声門閉鎖開始より子音波迄の時間(秒)	声門閉鎖開始より母音波迄の時間(秒)
無 声 摩擦音	ha	0.042 ±0.001	0.1036±0.0012
	hi	0.041 ±0.001	0.1020±0.0007
	he	0.042 ±0.001	0.1010±0.0007
	sa	0.043 ±0.001	0.2024±0.0010
	shi	0.042 ±0.001	0.2016±0.0012
	平均	0.042 ±0.001	ha, hi, he sa, shi 0.1022±0.0009 0.2020±0.0011
無 声 破裂音	ta	0.045 ±0.001	0.0852±0.0010
	pa	0.045 ±0.001	0.0804±0.0011
	平均	0.045 ±0.001	0.0828±0.00105
有 声 摩擦音	za	0.0781±0.0010	0.2446±0.0005
有 声 破裂音	da	0.0815±0.0009	0.2007±0.0008
	ba	0.0832±0.0011	0.2039±0.0007
鼻 音	na	0.0786±0.0010	0.2520±0.0007
	ma	0.0796±0.0008	0.2516±0.0006
	平均	0.0791±0.0009	0.2518±0.0007

尚、無声子音々節では声門閉鎖完了前、即ち声門が吸息時の開大位より2/3~3/4程度閉鎖した時既に発声起っているが、有声子音々節では声門閉鎖完了とほぼ同時に発声を見る。

#### 第4章 発声時の声帯の形態について

##### 第1節 発声時の声帯の高さの変化について

1) 5母音発声時の声帯の高さは若干の個人差があるが、概括的にみるとi発声時に最も高く、e, a, u, oの順に低くなる。

2) 同一母音の頭声、胸声間について比較すると、頭声発声時の方が声帯は高く位置する。

##### 第2節 発声時の声帯の厚さおよび巾について

一般に発声に際し声帯は辺縁部が薄くなりつつ互いに近接、且つ上昇し正中線で接着した後音を発する。この際、胸声では声帯は厚く又巾広く接着するのに対し、頭声では声帯辺縁は薄く鋭く互いに僅かに接着するのみである。

##### 第3節 モ氏洞について

モ氏洞の高さは声帯の位置に概ね一致している。

モ氏洞の広さは個人差はあるが一般にはuで最も広く以下i, e, o, aの順となる。

モ氏洞の形はクローバ状をなしており、頭声と胸声とについて比較すると、頭声の場合の方が幾分丸味をおび、僅かに広く、位置は高い。

##### 第4節 声門の開大について

発声終了後声門は0.0781~0.0937秒で開大を完了する。之は頭声胸声によって差を見ない。

##### 第5節 起声法による声帯運動の差について

起声については発声法、訓練の有無等により個人差が著しい。しかし各種起声法の間には声帯運動の差が明らかに認められる。之を第4表に示す。

第4表

	声門閉鎖開始より完了迄の時間(秒)	声門閉鎖完了より発声迄の時間(秒)	声門閉鎖開始より発声迄の時間(秒)
H 起声		閉鎖完了前に発声	0.0241~0.0320
軟起声	0.0791~0.0944	0.0129~0.0312	0.1003~0.1073
硬起声	0.0801~0.0993	0.1011~0.2176	0.2411~0.3069

## 第5章 結 論

- (1) 5母音について見ると、胸声頭声共に声門閉鎖に要する時間、声門閉鎖完了後発声迄の時間は何れも〔i〕で最も長く〔a〕で最も短かく〔e〕〔o〕〔u〕ではこの中間の値を示す。之は母音発声時の口の大きさならびに消費呼気量と対比して考えると興味深い。
- (2) 頭声と胸声とを比較すると声門閉鎖に要する時間および声門閉鎖完了後発声迄の時間は5母音何れにおいても頭声発声時の方が長い。
- (3) 子音々節についてみると、声門閉鎖開始から発声迄の時間は、無声子音々節と有声子音々節とを比較すると有声子音々節が、又破裂音と摩擦音とを比較すると破裂音の方が長い。声門閉鎖開始より後続母音発声迄の時間は子音波の持続時間に比例する。
- (4) 起声法についてみると、声門閉鎖開始より発声迄の時間は硬起声の場合最も長くH起声では最も短い。軟起声ではその中間である。
- (5) 発声終了後声門の開大は0.0781~0.0937秒で完了する。
- (6) 声帯およびモ氏洞の高さは〔i〕で最も高く〔e〕〔a〕〔u〕〔o〕の順となる。又頭声では胸声より高位をとる。
- (7) 胸声発声時には声帯は厚く、又巾広く接着する。頭声発声時には声帯辺縁薄く且つ鋭く、互いに僅かに接着する。之は切替のストロボ映画の所見と一致する。