發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

Dr. Shintaro Nomura: Experimentelle Studien über die Mitschwingungen
der Körperwand bei der Stimmbildung.

東京帝國大學醫學部耳鼻咽喉科教室(主任 増田教授)

醫學士 野村新太郎
ノ ムラ シン タ ラウ

目 次

第一章 緒 論	
第二章 主要文献及ビ共振ト音放散作用間ノ 關係	
第三章 實驗ノ對象及ビ實驗裝置	
第一節 實驗對象及ビ記錄方法	
第二節 實驗裝置	
第一項 Talkie Film ニ記錄スル方法	
第二項 地震計ニ依ル記錄方法	
第四章 發聲ニ伴フ體壁共振ニ關スル實驗成 績	
第一節 Talkie Film 記錄	
第一項 頸 胸 部	
第二項 頭 部	
第二節 地震計記錄	
第一項 S.N. ナ對象トセル實驗	

第二項 M.K. ナ對象トセル實驗	
第三項 H.U. ナ對象トセル實驗	
第四項 Y.S. ナ對象トセル實驗	
第五章 總 括	
第一節 第四章第一節ノ總括	
第二節 第四章第二節第一項ノ總括	
第三節 第四章第二節第二項ノ總括	
第四節 第四章第二節第三、四項ノ總括	
第五節 第五章ノ綜説	
第六章 考 案	
第一節 聲區トノ關係	
第二節 音聲勢力ト體壁ノ共振勢力トノ關 係	
第三節 體壁ノ共振ト微小音勢力トノ關係	
第七章 總 結 論	

第 一 章 緒 論

人間ガ音聲ヲ發スル際、之ト同時ニ頭部、頸部、胸部等ノ體壁ガ共振スルハ一般ニ識ラレテキル事實デアル。昔伊太利ノ唱歌教師達ハ低聲ノ際ハ胸部、高聲デハ頭部ガ良ク振動スル事實ヲ認メテ、前者ヲ胸聲、後者ヲ頭聲ト呼ビ⁽²⁵⁾。人聲ヲ胸聲區及ビ頭聲區ノ二ツニ大別シタノデアル。體壁ノ斯カル共振性ニ關シテハ其後多數ノ咽喉科醫師、内科醫師、並ニ音聲教育家ガ各自ノ立場ニ即シタ關心ヲ以テ研究ヲ積ンダノデアル。咽喉科學者ハ人間ノ發聲機構ト聲區ノ本質トノ關係ニ於テ研究シ、内科學者ハ打診聽診

ニ際シテ胸部内臓ハ如何ニシテ特殊ノ音ヲ發シ乃至ハ傳播スルカノ研究ニ重點ヲ置イタ。發聲時胸壁ノ共振ヲ内科的ニハ音聲震盪ト呼バレテ居ル。音聲教育家ハ體壁ノ共振性ト歌聲ノ良否、就中體壁ノ共振ハ音聲ノ美シサニ對シテ何等カ寄與スルモノナリヤ否ヤヲ識ラント努メタ。

余モ亦發聲ニ伴フ體壁ノ振動ニ關シテ興味ヲ懷キ 増田教授及ビ颯田助教授ノ深甚ナル御指導ノ下ニ、此主題ニ就テ實驗ヲ重ネタ。今此結果ヲ報告スルニ先ダチ、在來ノ文献ハ此主題ヲ如

何=取扱ツタカ=就テ考察シ、共振、共鳴及び
音放散作用等ノ意義ヲ闡明シ、本研究ノ因テ起
ル理由ヲ明カニセントス。

第二章 主要文献及び共振、共鳴、音放散作用間ノ關係

發聲機構ノ近代科學的研究ノ先驅ヲナスモノハ佛人 Ferrein ノ假定ナリ⁽⁸⁾。夫レ=依レバ人間ノ聲帶ハ音聲絃トシテ自ラ音ヲ發スルヤウニ振動スル。之振動ノ勢力ハ微弱ナルヲ以テ體壁ハ共鳴盤トシテ勢力ヲ増強スル役割ヲ演ズルト謂フ。即チ Ferrein ハ人間ノ喉頭ヲ擦絃樂器ノ如ク考ヘ、呼氣ハ單ニ聲帶ヲ動かス。言ハバ絃樂器ノ弓ノ役目ヲスルモノト考ヘタ。

此假定ハ古伊太利派聲樂教師ノ傳統の意見ト共ニ發聲機構ノ研究上ニ、誤レル觀念ヲ永ク植エツケタノデアル。然ルニ 1862年 Helmholtz⁽⁹⁾ハ發聲ノ際ニハ、恰モ「サイレン」及び管樂器ノ如ク、規則正シク運動スル聲帶ニヨリ呼氣ガ週期的ニ遮斷サレテ音波トナル事實ヲ初メテ闡明シタ。以後發聲研究ガ漸ク旺トナリシ頃ノ研究者⁽⁸⁾デアル Brücke, Passavant, Grätzner, Merkel, Barth, Hennig⁽¹⁰⁾等ハ喉頭ヲ管樂器トシテ解釋シタルニ不拘、孰レモ依然トシテ體壁ハ母音發聲ニ際シテ共鳴シテ音聲ヲ増強スル作用アリト考ヘタノデアル。Maljutin⁽¹¹⁾ノ如キハ硬口蓋ヲ共鳴盤ト考ヘタ外、當時鼻腔ヲ提琴ノf形穴ニ相當スルト思惟シタ人々が少クナカッタト言ハレル。

1902年 Frey⁽⁷⁾ハ音叉ヲ用ヒテ頭蓋壁ノ音傳播性ヲ實驗シ之ハ Iwanof⁽¹²⁾ニヨリ追試確認サレタ。其後體壁ノ振動領域ヲ決定セントスル實驗ガ相次デ行ハレタ⁽²⁶⁾。1909年 Hopmannハ被驗者ニ Kochersches Kraniometer^(17a)ヲ被

セテ頭蓋ノ測定スベキ部位ヲ記録シツ、觸覺ニ賴ツテ各母音發生中ニ於ケル頭蓋壁ノ振動範圍ヲ測定シタ。夫レ=依レバ語音「ア」ハ振動範圍最モ少ク、「イ」「ウ」ハ振動範圍最大ニシテ「エ」「オ」ハソノ中間ニ位シテ振動範圍ハ各々「イ」「ウ」ヨリモ稍ニ狭イ。即チ口蓋内ノ狹窄部ガ高度ナ程壁振動ノ範圍ハ廣イ事ヲ示シタノデアル(第1圖及第2圖)。

第 1 圖

第 2 圖

次ニ 1911年 Zimmermann ハ薄膜ニテ作レル Hörkappe^(17a)ヲ被檢者ニ被セテ類似ノ實驗ヲ行ツタ。ソノ結果ニ依レバ胸聲ヨリ頭聲ニ至ルニ從ツテ頭蓋壁ノ振動ハ次第ニ減少シタ事ガ著シイ。更ニ 1912年 Stern⁽²⁶⁾ハ聽診器及び微音聽診器 Phonendoskop 並ニ觸覺ヲ以テ以上ノ實驗ヲ追試シタガ大體ニ於テ Hopmannノ結果ト一致スルヲ知ツタ。此際音聲ヲ強メルト振

動範圍ハ増スガ夫レハ一定度ニ止マルノヲ見タ。彼ハ頭蓋壁ノ共振ト聲區問題トヲ結び附ケントシテ胸聲及ビ頭聲ノ際ノ壁振動範圍ヲ測定シ Zimmermann ト反對ノ結果ヲ得タ。次ニ Stern ハ胸壁ノ振動ヲ測定シ、胸聲ノ際ハ胸骨柄ノ真下デ共振が最強ナルヲ斷定シタ。此部位ハ古伊太利樂派ガ正シイ Appoggiare la voce ノ際ノ重要ナ場所トシタモノデアル。而シテ彼ニ依レバ中聲、頭聲ニ進ムニ從ツテ胸壁ノ振動ハ弱マリ反對ニ頭蓋壁ノ共振ハ高マル。Katzenstein⁽¹⁷⁾ モ之ニ一致スル。Stern ハ實驗ノ際ニハ手ノ尺骨側が觸角最モ鋭敏ナルモ、耳殻ノ皮膚ハ最モ鋭敏ナル故必要ノ際ハ之ニ頼リ且ツ聾啞者ノ觸覺ハ鋭敏故時ニ之ヲモ併用シタ。(指頭ノ觸覺力ニ關スル研究ハ R. Schwanner (1890), C. F. Thiel (1931), W. Trendelenburg 等ノ實驗アリ。振動ノ相對的研究ニ際シテハ相當ノ信賴ヲ指頭ニ置イテ可ナルベシ)。Stern ハ其際附加シテ曰ク『音聲ハ共鳴ノ極度ニ利用スル事ニ依ツテ響キ、之ニ依ツテ音聲ハ音色及ビ傳播力ヲ獲得スル。音聲ハ吾人ノ肉體ト云フ共鳴盤ヨリ成ル大ナ共鳴器ヲ常ニ共鳴サセネバナラス。麗シイ音聲ハ全身ヲ通ジテ發セラレルト言ヘル』ト。彼ハ共鳴ノ意義ハ正當ニ理解シタガ身體ヲ共鳴器ノ壁ト考ヘタ事ハ事實ニ即シナイ點デアル。

1911 年 Giesswein⁽¹⁸⁾ ハ「ガラス」圓壺及ビ切離シタ頭蓋ヲ材料トシテ送風器及ビ種々ノ振動數ノ音ヲ以テ頭蓋竇腔ノ固有振動數ヲ測定シタ。夫レニ依レバ竇腔ヲ孤立的ノモノトシテ考察スル限り、夫レハ氣流ニ依ツテ固有振動ヲ起ス可能性ハアリト考ヘラレル。且ツ音聲ニ依ツテ c^{IV} 以上ノ音波サヘモ強メラレル可能性ハア

リトサル。彼ハ言フ『根本的誤謬ハ頭蓋骨ノ震動ヲ以テ共鳴ト同意ニ解スル事、或ハ胸壁ノ震動ヲ以テ共鳴ト考ヘル事デアル』ト。斯ク Giesswein ハ共鳴ト云フ現象ヲ正シク考ヘツ音色ハ附屬管壁ノ緊張度ト彈性ノ影響ニ依リ變リ得ルト考ヘタノハ注目スベキ事デアル。以上ハ主トシテ發聲機構ノ立場ヨリ頭蓋壁ノ振動ヲ論ジタモノデアルガ内科學者ガ呼吸器疾患ノ診斷ノ必要ヨリ胸部臟器並ニ胸壁ノ振動性ヲ研究シタモノ亦少クナイ⁽¹⁹⁾。即チ Wintrich, Skoda, Laennec, Selling 等主ナルモノデアル。ソノ後 1922 年 Martini⁽²⁰⁾ ハ正確ナ振動學的理論ノ下ニ胸壁ノ打診及ビ聽診ニ就テ詳細ナル研究ヲ發表シテ、內科的立場カラハ此問題ハ殆ド解決ヲ見タ。彼ハ漏斗ヲ胸部ニ當テ數種ノ長サノ管ヲ以テ雲母被膜ニ此振動ヲ傳ヘ、之ヲ記錄シテ肺氣胞ノ自己振動音域ヲ 85—135 Hertz ト決定シタ。而シテ肺ノ打診音ト氣胞音トハ同一本態ニ基ク事ヲ實證シタ。肺組織ハ彼ニ依レバ音響學的ニハ多孔性ノ單一物質ト看做スヲ得ベク。以上ノ自己振動領域ハ肺組織ノ彈力性ニ由來シタモノデ容量ニハ關係シナイ恒數デアル。從ツテ發聲ノ際ニハ上記ノ音域ニハ肺ハ強ク共鳴スルガ其以上ノ音域ニ於テ起ル肺組織ノ強制振動ハ音が高マル程急激ニ減退スル管デアル。サレド胸聲ノ特殊ノ音色ト胸壁ノ振動トノ關係ニ就テハ彼ハ何等言及シテ居ナイ。次デ Selling ガ打診音ニ關スル研究ニ於テ打診音ノ極大値ハ $A=108$ Hertz デアルトシタノハ上述ノ Martini ノ値ト一致スル。

1927 年 Cobet⁽²¹⁾ ハ打診音、聽診音、音聲震盪等ヲ研究シ肺ノ自己振動數ヲ $A-c=100-130$ Hertz トシタ。彼ハ Palmophor ト稱スル自

製ノ裝置ヲ使用シツ、音聲震盪ヲ聴取シ $F=f$
 $=85-170$ Hertz 間ニ於テ之ガ最モ強イト述べ
 タガ之ハ Martini ノ場合ト大差ガナイ。又之
 フ Rieggersches Kondensatormikrophon フ
 用ヒテ記録シタルニ基音ガ大部分デ第二倍音以
 上ハ 10 %以下トナツテキルヲ見タ。1928 年
 Rass⁽¹⁾ ハ同様ノ記録法ヲ用ヒテ實驗シ正常肺
 氣胞音ノ特徴音域ハ 150—400 Hertz ダトシタ。
 併シ彼ハ他ノ實驗⁽²⁾ ヲ行ツタ。即チ電話器裝置
 デ出シタ單音ヲ音ノ漏レナイ管ニ通ジテ之ヲ
 口中ニ入レ此際ニ胸壁ヨリ出タ音ヲ Rieggers-
 ches Kondensatormikrophon ニ送り記録ニ
 現ハシタ。夫レニ依レバ 90—400 Hertz ノ單
 音ヲ送ツタ時胸部ハヨク振動シ、此共振ハ 190
 Hertz ノ時最大値ヲ示シタ。

1925 年 Giesswein⁽³⁾ ハ種々ナル程度ノ彈力ヲ
 持ツタ物質ヲ以テ管腔ヲ作り、或ハ馬ノ氣管ヲ
 用ヒテ、音又及ビ送風器ヲ以テ夫等ノ自己振動
 數ヲ測定シ彈性、管長及ビ管ノ厚サ等トノ關係
 ヲ考究シテ後人間ノ氣管枝ノ自己振動數ハ話聲
 音域ノ下端ニ相當スルト論ジ 音聲振盪ノ原因
 ヲ氣管枝ノ共鳴ニ求メタ。

以上ノ文献ヲ通覽セバ發聲ニ伴フ體壁共振ノ研
 究ニ二種ノ異ナル傾向ヲ看取スル事ガ出來ル。

1) 内部組織ノ固有振動數ヲ測定シ以テ體壁
 ノ最強共振音域ヲ決定セントスルモノ。

2) 體壁自身ノ共振ノミヲ測定シタルモノ。

孰レノ立場ヨリ論ズルモ在來ノ文献ニ於テ實
 際上ニモ甚ダシイ不一致ヲ見ズ。肺組織ノ固有
 振動域ハ以上ノ文献ヨリ大體 90—400 Hertz、
 其最大振動域ハ 100—135 Hertz 間ニアリト云
 フテ差支ヘナイ。

而シテ發聲ニ際シテ肺ガ固有振動ヲ以テ共鳴

スル現象ト、之ガ體壁ヲ振動セシメル時其影響
 ガ口ヨリ出ヅル音聲ニ及ブ程大ナリヤ否ヤ ト
 ハ稍ニ異ナレル問題ニ屬スル。結局ノ主題ハ共
 鳴ト共振トノ孰レニ關セズ體壁ガ果シテ、恰カ
 モ絃ノ振動ヲ受ケテ共振シ以テ振動ヲ空氣ニ傳
 ヘテ音トナス共鳴盤ノ作用、即チ音放散盤 Schall-
 labstrahler デアルヤ否ヤニ歸着スル。

1929 年 Tondori⁽⁴⁾ ガ『口裂ハ人間ノ聲器ニ
 於テハ音放散ヲナス作用、即チ提琴ノ胴ノ役目
 ラスル。共鳴ト音放散トハ關係ガナイ』ト言ツ
 タノハ頗ル重要ナ事デアル。何トナレバ共振ガ
 物體ノ固有振動域ニ起ツテ振幅大ナル場合ヲ共
 鳴ト呼ブガ、從來共鳴現象ニ神秘的意味ヲ賦與
 シ發聲生理學上ニ多クノ誤解ヲ招イタ故デア
 ル。共鳴器ガ周圍音場ノ音聲力ヲ吸收シテ強イ
 音響ヲ發シ、或ハ音又ガ共鳴箱ニ取付ケラレテ
 音が急ニ強マル等ノ現象ノ理解ニ際シテ共鳴
 器、共鳴箱ガ音ノ勢力ソノモノヲ増加シタ如ク
 解サレ易イ。事實ハ以下ノ如クデアル。共鳴器
 ヲ持來ル時ハ音場ニ廣ク分散シテ居タ音勢力ハ
 共鳴器ニ吸收サレテ 共鳴器ノ方向ニ集合スル
 ノデアル (Rayleigh)⁽⁵⁾。音又ヲ共鳴箱ニ取付
 ケルト長イ時間ヲ費シテ使用サルベキ音又ノ勢
 力ガ共鳴箱ニ傳ツテ早急ニ使用シ盡サレテ一時
 ニ音が強マルニ過ギナイ。兩現象トモ音場勢力
 ノ總和ニハ變化ナク、共鳴ハ前者デハ空間的、
 後者デハ時間的ニ音勢力ガ濃縮シテ起ツタ現象
 ニ外ナラナイ。發聲器官ノ場合ニ之ヲ論ズレバ
 發聲ノ勢力ハ呼吸筋ノ筋力ト喉頭筋緊張力トニ
 ヲツテ一義的ニ決定サレル筈デアル。然ルニ身
 體ノ組織ハ空氣ヨリモ密度が大デアリ、組織ノ
 共振ヲ來タシテ後結果トシテ體壁ニ振動ガ現ハ
 レ 之ガ再ビ空氣ノ振動ヲ起シタト考ヘテモ、

音ガ組織＝入射ノ際及ビ組織自身ヲ振動セシメル爲、消失シタ勢力ハ決シテ少クナイ。音聲ガ組織＝共鳴ヲ起ス時ハ夫レ＝費ス可キ勢力ハ一層大ナル損失トナル。即チ理論的＝論ズレバ音壁ト體組織ノ共振トハ相助ケ合ハズシテ却ツテ共通ノ勢力ヲ奪ヒ合フ立場＝アル事が明カトナル。優レタ唱歌教師ガ異口同音ニ、「ア」ヲ唄フ時ヨリ「イ」ヲ唄フ時ノ方が聲ガ弱クテ唄ヒ難イト告白スル事實ハ以上ノ理論ヲ完全ニ裏書キスルモノデアル。何トナレバ「ア」ヲ發聲ノ際ハ附屬管＝狹窄部位ハ存在セズシテ體壁ノ共振ヲ來タス事少ク、最大量ノ音聲勢力ハ直接口外ニ送り出ヅル故發聲ガ樂デアル。「イ」ノ場合ハ音ハ體組織ニ多ク吸收サレテ弱マリ、逆ニ發聲ハ難シクナル。1932年 Husson u. Tarneaud モ壁振動ハ音聲勢力ノ損失ナル事ヲ論ジテキル^(14,30)。1922年 Rabotnoff⁽²⁷⁾ ハ『音聲ガ強マルノハ胸壁ノ振動＝依ツテ起ルトスルノハ許容出來ナイ。歌手ハタトヘ外套ヲ纏ツテモ同一ノ強サデ聲ヲ出ス事が出來ル。胸壁ノ振動ハ音ヲ伴ハナイ震動デアル』ト論ジタ。之ハ一應尤モデアルガ、一方『音ヲ伴ハナイ震動』ト決メテ仕舞フノハ誤リデアル。又 1934年 Forchhammer⁽⁶⁾ ハ『振動體ノ共振ガ音又ハソノ一部ヲ強メル時ニ共鳴ト呼ブ可キダ』ト論ジタノハ共鳴ト音放散トノ混同デアルガ、續イテ『胸壁等ノ振動ガ

空氣、身體、空氣ト二重傳播＝外ナラナイカラ共鳴デモ音ノ増強デモナイ。單ニ内腔＝強イ振動ガアル證據デアル。即チ之ハ勢力ノ損失デアル。損失ヲ避ケルニハ口中ニ不用ナ狹窄部ヲ作ラナイ事デアル』ト論ジタ。此内容ハ正シイ。併シ斯カル壁振動ガ再ビ空氣＝傳播サレテ相當有力ナ音トナルヤ否ヤハ實際ノ測定ヲ待タズシテハ斷定出來ナイ。測定＝依ツテ振動ノ大キカラ知ル時ハ壁振動ガ共振カ共鳴カ、將タ音放散ノ役割ヲ演ズルカノ疑問ハ同時ニ解決サレル。依ツテ余ハ今後之ヲ詳述セントスルモノデアル。

尙ホ 輓近 Trendelenburg⁽³⁰⁾ ハ Selenmikrophon 及ビ Rieggersches Kondensatormikrophonヲ用ヒテ體壁共振ヲ相當深く研究シタ。其結論トシテ最後ニ次ノ如ク述ベテキル。即チ、

1) 頭蓋壁ト胸壁ニ於テハ振動ハ單絃振動デアル事が多イ。即チ先ヅ音ガ體壁ヨリノ音放散ニ依ツテ強メラレ得ルトセバ夫レハ聲ノ基音デアラウ。

2) 鼻音ガ體壁ヨリ放散サレル程度ハ時ニ侮リ難イ。母音モ時ニ體壁ヨリ放散サレ得ル。等ヲ述ベテキル。サレド未ダ此主題＝基礎的解答ヲ與ヘ得ナイ憾ガアル。今回余ハ共振、共鳴、音放散力等ノ理論的關係ニ注意シツ、此主題ニ就テ努力セントスル所以デアル。

第三章 實驗ノ對象及ビ實驗法

第一節 實驗對象及ビ記錄方法

男性3人及ビ女性2人ヲ實驗對象トシタ。

(第1)。S.H. 27歳。♂。素人聲樂家(Bariton)。全身所見異常ナク。鼻腔、口腔、咽喉腔ニ異常ナイ。身長 168 cm。體重 55 kg。體表面積 16334 cm² (後

出高比良氏⁽²⁸⁾ノ計算法ニ依ル)。

(第2)。S.N. 30歳。♂。素人聲樂家(Tenor)。全身所見變リナシ。鼻腔。輕度ノ鼻中隔左彎曲症アル他口腔、咽喉腔ニ異常ナシ。身長 163 cm。體重 61 kg。體表面積 15476 cm²。

(第3) M.K. 氏。34歳。♂。Tenor 歌手。東京音楽學校聲樂科職員。健康ニシテ鼻咽喉ニ異常ナシ。身長 165 cm。體重 70 kg。體表面積 17863 cm²。

(第4) H.U. 氏。22歳。♀。Soprano。東京音楽學校聲樂科生徒。健康。輕度鼻加答兒アル以外咽喉ニ異常ナシ。身長 153 cm。體重 48.5 kg。體表面積 14470 cm²。

(第5) Y.S. 氏。21歳。♀。Mezzosoprano。東京音楽學校聲樂科生徒。健康。鼻咽喉ニ異常ナシ。身長 156.8 cm。體重 55 kg。體表面積 15538 cm²。

(第1)ニ於テハ壓電氣ヲ利用セル pick-up ナ體表ニ輕ク押シ當テツ、胸壁 $g=192$ Hertz 及ビ頭聲 $g'=384$ Hertz ナ發聲セシメ、之ヲ Talkie 裝置中ニ導キ、濃淡式 Talkie Film トシテ記録シタ。

(第2)乃至(第5)ニ於テハ石本式小形地震計ナ「ゴム」帶ヲ以テ胸壁。頭壁ニ附着セシメテツノ振動ナ地震計ノ振動。更ニソノ小鏡ノ廻轉ニ移シ。更ニ之ヲ光學の槓杆デ廓大シテ感光紙ニ記録シタ「ゴム」帶ハ極力緊迫シ胸部デハコノ狀態ニテ吸氣ガ不可能ノ程度ニ締メ。頭部デハ輕イ頭痛ヲ催ス程度ニ緊縛スル。壓力ハ Tycos 血壓計ヲ體壁ト「ゴム」帶間ニ挿入シテ測定セル結果 1.333×10^6 Lyne/cm² 程度デアル。故ニ毎回ノ實驗ニ際シテ帶ノ壓力ハ同程度ト見テ差支ヘナイ。

實驗ニ際シテハ 1 Oktav ナ長三度ニ三等分セル $c=128$ Hertz, $e=160$ Hertz, $gis=204$ Hertz, $c'=256$ Hertz, $e'=320$ Hertz, $gis'=407$ Hertz 等ノ調子ヲ選ンダ。尙ホ必要ニ應ジテ $A=108$ Hertz, $b'=456$ Hertz ノ範圍ニモ及ンダ(男性ノ場合)。女聲デハ $g=192$ Hertz, $g''=767$ Hertz 間ノ三度音階ヲ用ヘル事ニシタ。音聲ハ各唱者ノ能力ニ應ジテ強聲(f)及ビ中強聲(mf)ヲ用ヒ。實驗中音聲ノ強弱。美醜並ニ光箱中ノ廻轉鏡ヲ眺メツ、振幅等ノ關係ヲ監視シツ、感光用紙ニ記録チナサシメタ。

第二節 實驗裝置

第一項 Talkie Film ニ記録スル方法

第3圖ハ筆者ノ使用セル理研式研究用「トーキー」錄音機デアル⁽²⁷⁾。右上前面錄音部。右下同 Film 送り部。左上横側送り「ムラ」除去裝置。左下後面減速「ギヤ」裝置等デアル。第4圖ハ錄音裝置ト Film ノ

第 3 圖

運動トノ關係ヲ示ス。

第 4 圖

第5圖ハ電氣の振動トナリタル音波ガ光線ヲ媒介トシテ Film ニ録音サレル迄ノ經過ヲ圖説セルモノデアル。

第 5 圖

扱テ最初「ロッシェル」鹽 Rochelle salt ナ以テ製作セル壓電氣性 Pick up ニ依ツテ可檢振動ガ電流ノ振動ニ變化サレテ光源タル glow lamp ニ至ル。glow lamp ノ光力ハ電流ノ強弱ニ並行スルヲ以テ此光力ノ變化ヲ第5圖ノ如クシテ Talkie Film 上ニ濃淡ノ縞トシテ録音スル。Film ノ速度ハ毎秒 45.6 cm デ第4圖裝置ノ如ク速度ヲ可及ノ様ナラシムルヤウ工夫サレテキル。

出來上ツタ Film ノ濃度Dト照ラシタ光量Lトノ間

ニハ、

$$D = \log \left(\frac{1}{L} \right)$$

ナル關係アリ。此關係ハ音ノ Sensation level ト音ノ壓力ノ大キサトノ關係ニ相當スル。而シテ此録音裝置ハ田口工學士ニ依レバ 55—6000 Hertz 間デハ、其特性曲線ガ略々直線狀ナナストサレテキル。

第二項 地震計ニ依ル記錄方法

(第一) 地震計ノ外觀及ビ構造。

余ノ使用セル石本式小形地震計ハ石本教授ノ御好意ニ依リ特ニ製作ニ成功シタル世界最小ノ變位地震計デアル。從ツテ其構造及ビ理論ニ就テ未ダ詳細ナル説明ヲ成書ニ見出ス能ハズ。依テ余自ラ計算セル結果ヲ稍々詳細ニ亘リ掲載スル。

第 6 圖

此地震計ノ高サハ 8.2 cm, 長サ 10 cm, 幅 5 cm, 重サ 475 g, 振子及ビ附屬物ノ重量ハ 255.7 g. 第 6 圖ニ於テ底 A ナリテ體壁ニ密着スル。底 A ハ面積 5×4 cm²。之ニ續ケル一翼 B ハ支點部 C ナリテ地震計ノ主要部タル振子 D ナリテ支ル。振子 D ノ底面中心ヨリ棒ヲ出シテ小軸 Pivot E ナリテ擔ヒ、E ハ直徑 4.5 mm ノ小鏡 F ナリテ自由ニ廻轉スル。小鏡ハ凹面鏡ナシ其焦點距離ハ 30 cm デアル。今床 A ニ一定ノ變位アリタル時振子 D ハ慣性大ナル故其初メノ瞬間

第 7 圖

ニハ尙ホ殆ド静止スル。故ニ底 A ヨリ出タ他翼 G ニ取付ケタ馬蹄形小磁石 H ト、Pivot E トナリテ接觸セシムレバ初メノ瞬間ニハ H ノミ動キ Pivot E ハ殆ド静止シ居ルヲ以テ、H ノ變位ハ E ナリテ廻轉スル運動ニ變化シテ小鏡ハ廻轉スル。後者ノ運動ヲ光槓杆ニヨリ擴大シテ感光紙ニ記錄スル。細長キ容器 I ハ振子 D ノ下側面ヨリ出デシ金屬板制振器 dämpfer ナリテ容ル、空隙ヲ藏ス。之ニ油ヲ入レテ Oil damper トスル事ガ出來ル。

以上ヨリ明カナル如ク地震計ノ主要部分ハ實ニ其振子及ビ振子附屬物ニアル故此部ヲ圖解スレバ第 8 圖ノ如クナル。同上圖ハ側面ヨリ、同下圖ハ下

第 8 圖

面ヨリ觀察セル場合デアアル。圖ノ數字單位ハ mm
デアアル。尙ホ地震計ノ材料ニ就テ一言スレバ底ニ
續ク臺。振子ヲ支ヘル 2 本ノ支柱及ビ小軸ハ鐵製
(即チ A,B,E,J 等。比重 7.86)。振子自身ハ鉛製(比
重 11.34)之ヲ眞鍮ニテ薄ク被ヒタルモノデアアル。
(D)。振子附屬部分及ビ制振器 I ハ眞鍮製(比重 8.5)
デアアル。

(第二) 重心、慣性能率及ビ振動ノ中心

振子ノ完全ナル作用ヲ識ル爲ニハ其振動ノ中心ヲ
決定スルヲ要スル。其爲ニ第 8 圖ニ於ケル如ク振子
附屬部分ヲ計算シヨキヤウ 16 小部分ニ細分シ。支
點 O ヨリノ各小部分ノ重心ノ位置ヲ次式ニヨリ算出
シタ。

$$\text{重心} \quad \bar{x} = \frac{\int x dx dy}{S}, \quad \bar{y} = \frac{\int y dx dy}{S}$$

S ハ XY 面ニ投射セル各部分ノ面積。又支點 O ハ
理論上振子支持棒 J ノ狹窄部即チ板發條部ニ於テ C
ニ近キ $1/3$ 等分點ニアル⁽¹⁵⁾。

慣性能率。各小部分ノ重心ニ關シテハ其慣性能率
 J_g ハ

$$J_g = c \iint (x^2 + y^2) dx dy$$

但 C ハ各部分ノ密度。之ヲ支點 O ヨリノ慣性能率ニ
換算スレバ Steiner ノ定理⁽²⁰⁾ニ依リ

$$J_0 = J_g + M h_i^2$$

M_i ハ各部分ノ質量。 h_i ハ各重心ト支點 O 間ノ距離
デアアル。

依ツテ振子及ビ附屬部チ一結ニシタ全體ノ重心ノ位
置ハ

$$X = \frac{\sum_{i=0}^{16} M_i \bar{x}_i}{\sum_{i=0}^{16} M_i} = 48.695$$

$$Y = \frac{\sum_{i=0}^{16} M_i \bar{y}_i}{\sum_{i=0}^{16} M_i} = 0.579$$

各分母ハ振子及ビ附屬部チ一結ニシタ全質量 M ニ外
ナラズ。故ニ支點 O ト重心トノ距離 H ハ

$$H = \sqrt{\bar{X}^2 + \bar{Y}^2} = 48.698$$

又全體ノ慣性能率 J ハ

$$J = \sum_{i=0}^{16} J_0 = 633225000 \text{ (mg, mm}^2\text{)}$$

故ニ振動ノ中心ノ O ヨリノ距離 l ハ

$$l = \frac{J}{HM} = 50.857$$

然ルニ小軸 E ト O 間ノ距離ハ 79 ナル故振動ノ中心
ニ於ケル變位ハ小鏡ノ部デハ

$$\frac{79}{1} = 1.55^{34} \text{ 倍} \dots\dots\dots (1)$$

ダケ擴大サレル。

(第三) 地震計振子ノ運動

今 X ナル變位ガ起ツテ地震計ノ底面 A ガ上方ニ押
上ゲラレト一 $M\ddot{x}$ ナル力ガ振子ノ振動ノ中心ニ働
キ其力ノ能率ガ O チ支點トシテ振子ヲ廻轉サセル。
彈性ノ常數ヲ k トセバ平衡ノ位置ヨリ角 θ ダケ振子
ガ振レタ時。之ヲ元ニ戻サントスル力ハ $-k\theta$ 。又制
動裝置ノ抵抗ハ運動ノ方向ト反シテ運動ノ大サニ比
例スルカラ O ノ周ノ廻轉能率ハ下ノ式デ與ヘラレ
ル。

$$J\ddot{\theta} = -k\theta - 2R\dot{\theta} - Ml\ddot{x}$$

簡單ノタメ $\frac{k}{J} = \omega^2, \quad \frac{R}{J} = \gamma$

トセバ前式ハ

$$\ddot{\theta} + 2\gamma\dot{\theta} + \omega^2\theta = -\frac{Ml}{J}\ddot{x} \dots\dots\dots (2)$$

單純ナル場合トシテ $x = L \cos pt$ ナル單絃運動ナル
時ハ式(2)ノ解ハ

$$\theta = Ae^{-\gamma t} \cos \omega' t + Be^{-\gamma t} \sin \omega' t \\ + \frac{Ml}{J} \frac{L p^2 \cos(pt - \varphi)}{\sqrt{(p^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 p^2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{但 } \omega'^2 = \omega^2 - \gamma^2, \quad \varphi = \tan^{-1} \frac{2\gamma p}{\omega^2 - p^2}$$

(3) ノ最後ノ項ハ地震計ノ變位ニ依ツテ起ツタ振子
ノ強制振動ヲ表ハス。

$$p \gg \omega$$

ナル時ハ $\gamma^2, \left(\frac{\omega}{p}\right)^2$ 等ハ小サイカラ略サレテ

$$\theta = \frac{Ml}{J} L \cos(pt - \varphi)$$

故ニ振動ノ中心ノ變位 ξ ハ θ ガ小サイカラ

$$\xi = l \sin \theta \approx l\theta$$

$$= \frac{Ml^2}{J} L \cos(pt - \varphi) \dots\dots\dots (4)$$

之ハ床ノ振幅 $= \frac{Ml^2}{J}$ チ乗ジタモノデアアル。即チ地震

計ノ周波特性曲線ハ $\omega \gg p$ ノ場合ニハ直線狀ヲナス。之 Mikrophon トノ著シキ對照點デ後者ノ如ク固定サレタ振動計デハ其自己振動數ヲ出來ルダケ上ゲル事が必要デアルガ、地震計ノ如ク床ト共ニ自ラ運動スル振動計デハ自己振動數ヲ低メテ夫ヨリ遙カニ高イ振動數ヲ記録スル特性曲線ガ直線狀ニ近ヅク。

(第四) 擴大裝置

小軸 Pivot ノ運動ハ廻轉運動ニ代ヘラレル際摩擦ガアツタリ滑ツタリセズニ。正確ニ廻轉運動ニ代ヘラレル爲ニ馬蹄形小磁石ノ一脚 Hニ小軸ヲ接觸セシメル。即チ此兩者ノ相對的變位ハ廻轉ノ際ニ移動シタ小軸ノ周(圓弧)ノ長サニ等シイ。即チ小軸ノ直徑ヲ d , 廻轉角ヲ ϕ トセバ變位ノ長サ ξ' ハ

$$\xi' = \phi \frac{d}{2} \quad \dots\dots (5)$$

鏡面ガ ϕ ダケ廻轉セバ之ヲ照シタ反射光線ノ方向ノ移動ハ 2ϕ デアル。小鏡、感光面間ノ距離ヲ S トシ。反射光線ニ直角ニ面シタ感光紙ニ記録サレル光線軌跡ノ變位ヲ ξ'' トセバ

$$\xi'' = S \sin 2\phi \approx 2S\phi \quad \dots\dots (6)$$

(5), (6)ノ比ハ小鏡ヲ用ヒタ擴大裝置ニヨル倍率 V_0 デアルカラ

$$V_0 = \frac{\xi''}{\xi'} = \frac{4S}{d} \quad \dots\dots (7)$$

即チ距離ニ比例シ小軸ノ太サニ反比例スル。

余ノ使用セル地震計デハ振動ノ中心ニ於ケル變位ヲ ξ トセバ(1)ニヨリ

$$\frac{\xi'}{\xi} = \frac{79}{1} \approx 1.5534 \quad \dots\dots (8)$$

然ルニ地震計ノ底ノ變位ガ L ナル振幅ヲ有スル時。振動ノ中心ニ於ケル變位ノ示ス振幅 ξ ハ(4)ニヨリ

$$\xi = \frac{Ml^2}{J} L = 1.0444 L \quad \dots\dots (9)$$

實驗ノ際ニハ感光紙ヲ小鏡ヨリ 70 cm 離シタル故 $S=70$, 又小軸ノ直徑 $d=1.5$ mm, 從ツテ全體ノ倍率 V ハ(7), (8), (9)ヨリ

$$V = \frac{\xi''}{L} = \frac{\xi}{L}, \quad \frac{\xi'}{\xi} V_0 = 3028 \text{ 倍} \quad \dots\dots (10)$$

即チ感光紙ノ曲線ノ振幅ハ實際ノ振幅ノ 3000 倍ト看做シテヨイ。

以上述ベタ小軸ノ運動ヲ圓滑ナラシメル爲。軸ノ兩端ニハ瑪瑙ノ軸受ケヲ使用シ。其廻轉ノ速ヲノ程度ハ小軸ノ鏡ヲ指デ廻轉セシメル時數回廻轉シテ靜止

スル程度ニスル⁽¹⁵⁾。(第9圖)。

第 9 圖

E = 小軸

Pivot

F = 小鏡

H = 小磁石

K = 軸受。

光學的槓杆トシテハ横河式 Oscillograph ノ附屬光箱 Optical box ヲ使用シタ(第10圖)。

第 10 圖

第 11 圖

第 10 圖及第 11 圖ノ説明

(A) 振動測定ニ關スルモノ。

B' 電燈用電池。IP 鐵板。L 電燈。m 小磁石。
m₁, m₂ 小鏡。mh 磁石支持架。O 横河製光箱。P 振動板。PH ビン穴。R 廻轉子。S 地震計。S' m₂ヲ載セル臺。S₁ S₂「ガラス」製目盛尺。SP 發條板。

(B) 勵動裝置ニ關スルモノ。

B 電池。BH 刷子擔子。Br 刷子。C 磁石コイル。
CB 炭素刷子。EM 電磁石。g₁, g₂, g₃, g₄ 齒車(g₁=g₃, g₂=g₄, $\frac{g_2}{g_1}=4$)。In 絕緣體。M 電動機($\frac{1}{16}$ 馬

力。1分間廻轉1400回迄)。Nネオン電燈。St「ストロボスコープ」。

(第五) 性能實驗。

上述ノ構造及ビ理論ニ依リ製作サレタ余ノ地震計ガ實際使用ニ際シ所期ノ如キ性能ヲ發揮スルヤ否ヤヲ確メルタメ一定裝置ヲ以テ實驗ヲ行ツタ。第10圖ハ實驗裝置ノ寫眞。第11圖ハ其模型圖デアル。實驗原理ハ兩圖ニ示ス如クーツノ平面板Pニ地震計S及ビ板自身ノ振動ヲ觀察スル所ノ鏡及ビ磁石 m_1, m_2 ヨリ成ル裝置S'ヲ固定シ。任意周波數ヲ以テ板Pヲ振動シツ、地震計及ビ板ノ振動ノ關係ヲ識ルノデアル。斯クテ起サレタ鏡 m_1, m_2 ノ廻轉運動

ヲPinhole PHヲ通ジタ點狀光線ヲ媒介トシテ「ガラス」製目盛 S_1, S_2 デ計測スルカ廻轉子R中ニ巻イテアル感光紙ニ記錄セシメル。

振動板Pハ4枚ノ銅鐵製板發條(厚サ1mm)ヲ以テ臺ニ取附ケラレテキル。Pニ固定シアル鐵板IPハ電磁石EMニ依リ周期的ニ牽引サレル。後者ヲ動カス電流ハ電池B(10000 Volt)ヨリ出タモノデアル。此電流ハ電動機M、齒車 g_2, g_1 及ビEboniteデ等距離ニ絶縁サレタ10個ノ眞鍮刷子Brヨリ成ル裝置ヲ以テ毎秒1000回迄周期的ニ遮斷シ得ル。一方遮斷回數ハ齒車 g_3, g_4 デ連絡シタStroboskop Stヲ讀ンデ自在ニ加減出來ル。

第 12 圖

(a) 110 ~

(b) 260 ~

(c) 350 ~

第 13 圖

(a) 40 ~

(b) 200 ~

(c) 550 ~

斯クテ得タ地震計ノ振動狀況ヲ勵動音又(振動數100 Hertzノモノ)ノ振動ト共ニ記錄セバ第12圖及ビ第13圖(b)(c)ノ如クナル。又電動機ノ廻轉數ヲ連續的ニ移動シテ板ノ振動ノ大キサ及ビ地震計ノ振動ノ大キサヲ記錄セバ第14圖ヲ得ル。圖デ下方ノ曲線ハ板ノ

第 14 圖 (a)

(b)

振動。上方ノ曲線ハ之ニ伴フ地震計ノ振動ヲ示ス。
第 15 圖ハ第 14 圖ノ兩振幅ノ比ヲ取ツタモノ即チ

第 15 圖

地震計ノ特性曲線デアル。之ヲ觀察セバ 100 Hertz 以上デハ振幅比殆ンド一定シ居ルヲ以テ(第4)ニ進ベタ理論ニ依リ。特性曲線ハ諸點ヲ連ネタ所ノ横軸ニ並行セル直線デアルコト明カトナル。此周波特性曲線ニ依リ。實驗ニ記錄セル曲線ノ振幅ハソノ儘大キサヲ比較スル事可能ナルヲ證明サレタノデアル。

尙ホ第 13 圖(a)ハ振動板Pノ自己振動曲線ヲ打撃ニ依ツテ取ツタモノデアル。對數減衰率ハコノ曲線ヨリ計算ノ結果0.08。又第 16 圖ハ同様ニ地震計ノ自己振動曲線

第 16 圖

デ。固有振動數ハ 25 Hertz。對數減衰率ハ 0.111。故ニ(2)式ハ $\ddot{\theta} + 11.1 \dot{\theta} + 24674 \theta = -0.205 \ddot{x}$ トナル。體壁ノ發聲ニ伴フ共振ハ此固有振動數ヨリ遙カニ大ナル振動數ヲ有スルカラ減衰率ハサシテ重要デハナイ。

第 四 章 發聲ニ伴フ體壁共振ニ關スル實驗成績

第一節 Talkie Film 記錄

素人 Bariton S.H. ナ對象トシテ調子 g, g' ナ以テ語音「ア」ヲ稍々強ク發聲セシメ。以下ノ場所ニ於テ Pick up ナ稍々輕ク觸レシメテ體壁ノ共振ヲ記錄セル狀態ハ附圖第 1 圖乃至第 17 圖ニ示セル如シ。

圖ニ於テ時間ノ經過ハ左ヨリ右ヘ進行スル。縞模様ノ濃淡ハ普通ノ音波形ニ於ケル高低ニ相當シ。濃淡變化ノ割合ハ波形ノ勾配ニ相當スル。即チ濃淡變化

ノ緩急ハ勾配ノ大小ニ相當シ濃淡變化ノ豐富サハ波形ノ複雑サニ一致スル。又濃淡ノ程度ハ曲線ノ高低程度ノ對數ヲ示ス。上下ノ幅ニハ特別ノ意味ハナイ。

第一項 頸 胸 部

(1) アダム隆起 Pomum Adami ノ部ニテ(a)g(b)g' ノ調子ニテ語音「ア」ヲ發聲シツ、振動ヲ記錄ス。g, g' 何レニテモ「ア」ノ定型の圖形ニ於ケルヨリモ濃淡ノ差ノ鋭イ圖形ヲ與ヘル。濃淡差ノ程度

ニハ g, g' ニ於テ變リハナイ。

(2) 前者ヨリ稍々下部彈力圓錐 *Conus elasticus* ノ位置。但、 g, g' 共ニ濃淡鋭ク、ソノ程度ノ差ハ g, g' 共ニ變リハナイ。

(3) 胸骨上第四肋骨ノ高サ。濃淡ノ差ハ前二者ニ較ブレバ可成リ不明瞭ナルガ、 g, g' 間ノ濃淡程度ノ差異ハナイ。

(4) 前腋窩皺襞内方第三肋骨間部ノ高サ。濃淡ノ差ハ前者ヨリモ一層朦朧ナル。サレド g, g' 兩場合ノ程度ハ同ジ。

(5) 肩胛骨間下部。 g, g' 共ニ僅カニ不明瞭ナル綫ヲ見ルノミ。ソノ程度孰レトモ差ハナイ。

(6) 肩胛骨下中間部。(5) ヨリ 7 cm 位下部。 g, g' 共ニ縞ハ殆ンド見エナイ。

(7) 右肩胛骨中央部。 g, g' 共ニ無構造。時ニ不規則ナル縞入ルノミ。

(8) 右肩胛骨直下。漠然タル縞形ヲ見ル。 g, g' ハ其程度同ジ。

(9) 左肩胛骨直上。殆ンド無構造。

(10) 左肩胛骨直下。 g, g' トモ同程度ナル漠然タル縞形ヲ見ル。其有様ハ右側(8)ニ於ケルト同様。

第二項 頭 部

(11) 前額中央部。 g, g' 共ニ鮮明ナル縞模様ヲ示シ g ニ於テハ一周期内ニ 5 本ノ縞ヲ見ル。之ハ $b''=960$ Hertz ナル第五倍音ニ相當スルモノデアル。 g' ニ於テハ同様鮮明ニシテ第二倍音ニ相當スル縞現ハレル。之ハ $g''=768$ Hertz ニ相當スル。

(12) 前額右側部。 g, g' 同程度ニ鮮明。(11) ト殆ンド異ナラザル縞形デアル。

(13) 鼻尖部。 g, g' 共ニ濃淡ノ甚ダ鮮明ニシテ規則正シイ縞模様デアル。 g ノ場合ハ上述ノ第五倍音ヲ明白ニ示ス外、其前後ノ倍音ヲ混セルノガ觀察セラレル。 g' ノ場合ハ第二倍音著明。

(14) 下唇ヨリ直下。前者ヨリ稍々不鮮明ノ類似圖形ヲ示ス。 g, g' ノ場合ノ鮮明度ニ大差ナシ。

(15) 右耳珠前部。前額中央部ニ於ケル場合ヲ稍々不鮮明ニセル如キ圖形デアル。 g, g' ハ同程度ノ明瞭ヲ示ス。

(16) 右耳朶ノ下方。(15) ト大差ハナイ。 g, g' 間ノ明瞭度ハ同程度。

(17) 項正中部。(11) 類似ノ相當明瞭ナル圖形ヲ示ス。 g ノ場合一周期内ニアル 5 本ノ縞模様ガ稍々不

鮮明ナルハ第四倍音 $g''=468$ Hertz ガ混在スルタメト思惟サレル。 g' ノ場合モ相當鮮明。

以上孰レノ場合モ共振ハ 1 秒時間ニ亘リ記錄シタガ、其全經過ニ及ンデ圖形ハ殆ンド一様デアル故附圖ニハ其一部ヲ示セルモノデアル。

第二節 地震計記錄

素人 Tenor S.N., 歌手 Tenor M.K., 聲樂女生徒 Sopran H.U. 及 Mezzosopran Y.S. ノ 4 人ヲ對象トシテ胸壁及ビ頭壁ノ共振ヲ記錄シタ。コノ際地震計ヲ取附ケタ被驗者ガ記錄器械ト相對シテ實驗スルノデアルガ人體ハ完全ニ固定スル事不可能ニシテ多少ノ動搖ハ免カレナイ。サレド身體ノ動搖並ニ胸壁ノ記錄ノ際現ハレル心臟搏動ニ依ル振レ等ハ音波週期ヨリハ遙カニ緩カナル故此波形記錄ヨリ振幅ヲ計算スルニハ少シモ差支ヘハナイ。而シテ多數ノ記錄ヨリシテ波形ノ週期ハ音聲ノ夫ニ一致スル事ガ證明サレル。尙ホ被驗者ハ時ニ無理ナ位置ヲ取ル必要上、光楨杆ノ光芒ハ常ニ細ク銳カラシムル事ハ不可能ニシテ、記錄波形亦之ニ應ジテ常ニ優美ナラシムルハ甚ダ困難デアル。サレド被驗者ハ斯クノ如キ實驗條件ノタメニ希望スル音聲ノ發聲ガ妨ケラレルヤウナ事ハナイ。又實驗ノ前期ニハ共振ヲ記錄スル際、廻轉子ヲ數回廻轉セシメテ約 1 秒時間之ヲ記錄シタガ、斯クテ全時間中波形ニ變化ナキヲ知りタル後ハ 1 回轉セシメテ $\frac{1}{3}-\frac{1}{4}$ 秒間ノ振動ヲ記錄セシメテ測定シタ。尙ホ本章デ振幅ト云フハ便宜上物理學的意味ノ振幅ノ二倍ニ解シ、波形凹凸ノ兩極端ノ距離ヲ指ス事ニシタ。實驗ノ際ノ音聲ハ原則トシテ長三度毎ニ選ビ、S.N. ニ於テハ $c-gis'$ 間、M.K. ノ場合ハ $A-b'$ 間、女聲デハ $g-g''$ 間ヲ用ヒタ。(附圖地震計記錄圖第 1 圖乃至第 32 圖參照。尙ホ附圖說明ヲ參照サレタシ)。

第一項 S.N. ヲ對象トセル實驗

第一部 胸廓ニ於ケル實驗

(第一)。胸骨柄 Manubrium sterni 直下。

(A) 語音「ア」(1) 調子 = 128 Hertz (胸聲) 強サ mf. Film 波形ノ振幅 0.1 mm. 之ヲ前章(10) 式ノ理由ニ依リ 3000 デ除セバ絕對振幅ヲ得ル。絕對振幅 = 3.3×10^{-5} mm. 程度。

(2) 調子 $e=160$ Hertz (胸聲) 強サ mf. Film 振幅 0.1. 絕對振幅 3.3×10^{-5} mm.

(3) 調子 $gis=204$ Hertz (胸聲)ノ強サ f 。(以下最初ノ數字ハ Film ノ波形振幅、第二ノ數字ハ絕對振幅トスル。單位ハ mm.)。0.2。 6.7×10^{-5} (第5圖)。

(4) 調子 $c'=256$ Hertz (中聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} (第5圖)。

(5) 調子 $e'=320$ Hertz (頭聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(6) 調子 $gis'=407$ Hertz (頭聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(B) 語音「イ」。

(1) 調子 c (胸聲)。強サ f 。0.4。 1.3×10^{-5} (第4圖)。

(2) 調子 e (胸聲)。強サ f 。0.4。 1.3×10^{-5} (第4圖)。

(3) 調子 gis (胸聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(4) 調子 c' (中聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(5) 調子 e' (頭聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(6) 調子 gis' (頭聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(C) 語音「ウ」

(1) 調子 e' (頭聲)。強サ mf 。0.14。 4.7×10^{-5} 。

(2) 調子 gis' (頭聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(D) 語音「ン」

(1) 調子 c (胸聲)。強サ f 。Film 振幅 0.2。絕對振幅 6.7×10^{-5} 。

(2) 調子 e (胸聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(3) 調子 gis (胸聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(4) 調子 c' (中聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(5) 調子 e' (頭聲)。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} (第7圖)。

(6) 調子 gis' (頭聲)。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} (第7圖)。

(第二)。右側乳房部 (第四肋骨ノ高サ)。

(A) 語音「ア」

(1) 調子 c (胸聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(2) 調子 e (胸聲)。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} 。

(3) 調子 gis (胸聲)。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} 。

(4) 調子 c' (中聲)。強サ mf 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(5) 調子 e' (頭聲)。強サ mf 。振幅微小ニシテ計測不可能。

(6) 調子 gis' (頭聲)。強サ mf 。同上。

(B) 語音「オ」。調子 e (胸聲)。強サ f 。0.5。 17×10^{-5} 。

(C) 語音「ウ」。調子 e (胸聲)。強サ f 。0.3。

10×10^{-5} (第10圖a)。

(D) 語音「エ」。調子 e (胸聲)。強サ f 。0.4。 13.3×10^{-5} 。

(E) 語音「イ」。調子 e (胸聲)。強サ f 。0.5。 17×10^{-5} 。

(F) 語音「ム」

(1) 調子 e (胸聲)。強サ f 。0.4。 13.3×10^{-5} 。

(2) 調子 g (胸聲)。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(G) 語音「ン」。調子 e 。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} 。

(II) 語音「NG」。調子 e 。強サ f 。0.2。 6.7×10^{-5} 。

(第三)。右。側胸部。(第五肋間腔ノ高サ)。

(A) 語音「ア」

(1) 調子 c 。強サ mf 。振幅微小。

(2) 調子 e 。強サ f 。0.3。 10×10^{-5} 。

(3) 調子 e' 。強サ mf 。振幅微小。

(4) 調子 gis' 。強サ mf 。同上。

(B) 語音「ウ」

(1) 調子 c 。強サ f 。0.1。 3.3×10^{-5} 。

(2) 調子 e 。強サ mf 。振幅微小。

(3) 調子 e' 。強サ f 。0.4。 13.3×10^{-5} 。

(4) 調子 gis' 。強サ mf 。波形見エズ。

(第四)。左。側胸部

(A) 語音「ア」

(1) 調子 e 。強サ f 。0.4。 13.3×10^{-5} (第6圖)

(2) 調子 e' 。強サ mf 。波形見エズ。

(第五)。上腹部 (劍狀突起直下)

(A) 語音「ア」

(1) 調子 c 。強サ f } 波形微小。
(2) 調子 e 。強サ f }

(3) 調子 gis 。強サ f }
(4) 調子 c' 。強サ mf } 波形見エズ。
(5) 調子 e' 。強サ mf }
(6) 調子 gis' 。強サ mf }

(B) 語音「ウ」

(1) 調子 c 。強サ f } 波形微小。
(2) 調子 e 。強サ f }

(3) 調子 gis 。強サ mf } 波形見エズ。
(4) 調子 c' 。強サ mf }
(5) 調子 e' 。強サ mf } 波形見エズ。
(6) 調子 gis' 。強サ mf }

(第六)。肩胛骨間部上部。

(A) 語音「ア」

- (1) 調子 e. 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} (第 8 圖).
 (2) 調子 c'. 強サ mf. 振幅微小.
 (3) 調子 gis'. 強サ mf. 0.1. 3.3×10^{-5} (第 9 圖).

(B) 語音「ウ」

- (1) 調子 e. 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} (第 8 圖).
 (2) 調子 c'. 強サ mf. 振幅微小.
 (3) 調子 gis'. 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} (第 9 圖).

(第七). 肩胛骨間部中部.

(A) 語音「ア」

- (1) 調子 e. 強サ f. 振幅微小.
 (2) 調子 e'. 強サ f. 波形見エズ.

第二部 頭蓋壁ニ於ケル實驗

(第一). 前額正中部ニ於ケル實驗

(A) 語音「ア」

- (1) 調子 c (胸聲). 強サ mf. Film 振幅 0.2.
 絕對振幅 0.67×10^{-4} . 備考. 弱キ第二倍音現ハル.
 (2) 調子 e (胸聲). 強サ mf. 0.4. 1.3×10^{-4} .
 (3) 調子 gis (胸聲). 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} .
 (4) 調子 c' (中聲). 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} .
 (5) 調子 e' (頭聲). 強サ mf. 0.6. 2.0×10^{-4} .
 (6) 調子 gis' (假聲). 強サ ff. $3.6.12 \times 10^{-4}$. 備考. 非音樂的ニシテ Wilde Luft ノ多イ裏聲ヲ短イ間最強聲デ發シタ場合.

(B) 語音「オ」

- (1) 調子 c. 強サ f. $5.0.17 \times 10^{-4}$. 備考. 第三倍音現ハル (第 15 圖).
 (2) 調子 e. 強サ f. $4.0.13.3 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音アリ (第 15 圖).
 (3) 調子 gis. 強サ f. $3.5.11.7 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音アリ.
 (4) 調子 c'. 強サ mf. 0.6. 2×10^{-4} .
 (5) 調子 e'. 強サ mf. $1.0.3.3 \times 10^{-4}$ (第 16 圖).
 (6) 調子 gis' (頭聲). 強サ f. 0.3. 1×10^{-4} .
 (6)' 調子 gis' (假聲). 強サ ff. $21.0.70 \times 10^{-4}$. 備考. Wilde Luft ノ多イ非音樂的ナ裏聲ヲ極短ク ff デ發聲セル場合 (第 16 圖).

(C) 語音「ウ」

- (1) 調子 c. 強サ f. $3.0.10 \times 10^{-4}$. 備考. 第三倍音現ハル (第 12 圖).
 (2) 調子 e. 強サ f. $2.5.8.3 \times 10^{-4}$ (第 12 圖).
 (3) 調子 gis. 強サ f. $5.2.17 \times 10^{-4}$ (第 13 圖).

- (4) 調子 c'. 強サ f. $1.0.3.3 \times 10^{-4}$ (第 13 圖).
 (5) 調子 e'. 強サ f. $1.8.6 \times 10^{-4}$ (第 14 圖).
 (6) 調子 gis'. 強サ mf. $0.6.2 \times 10^{-4}$ (第 14 圖).

(D) 語音「エ」

- (1) 調子 c. 強サ f. 0.3. 1×10^{-4} .
 (2) 調子 e. 強サ f. 0.3. 1×10^{-4} .
 (3) 調子 gis. 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} .
 (4) 調子 c'. 強サ f. 0.6. 2×10^{-4} .

(E) 語音「イ」

- (1) 調子 c. 強サ f. $3.5.11.7 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音現ハル.

- (2) 調子 e. 強サ f. $4.0.13.3 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音現ハル. 同一強サノ音聲デ二度記録シタル例ヲ示ス (第 11 圖).

- (3) 調子 gis. 強サ f. 2.0. 6.7×10^{-4} .
 (4) 調子 c'. 強サ f. 2.4. 8×10^{-4} .
 (5) 調子 e'. 強サ f. 2.2. 7.3×10^{-4} .
 (6) 調子 gis'. 強サ f. 3.0. 10×10^{-4} .

(F) 語音「ム」

- (1) 調子 c. 強サ f. 3.2. 10.7×10^{-4} .
 (2) 調子 e. 強サ f. $3.0.10 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音出ヅ.

- (3) 調子 gis. 強サ mf. 0.8. 2.7×10^{-4} .
 (4) 調子 c'. 強サ mf. 1.4. 4.7×10^{-4} .
 (5) 調子 e'. 強サ mf. 1.5. 5×10^{-4} (第 17 圖).
 (6) 調子 gis'. 強サ mf. 1.0. 3.3×10^{-4} (第 17 圖).

(G) 語音「ン」

- (1) 調子 c. 強サ f. $3.5.11.7 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音アリ (第 18 圖).

- (2) 調子 e. 強サ f. $2.0.6.7 \times 10^{-4}$ (第 18 圖).
 (3) 調子 gis. 強サ f. $2.4.8 \times 10^{-4}$ (第 10 圖 b).
 (4) 調子 c'. 強サ mf. 1.2. 4×10^{-4} .
 (5) 調子 e'. 強サ f. $2.8.9.3 \times 10^{-4}$ (第 23 圖).
 (6) 調子 gis'. 強サ f. $1.8.6 \times 10^{-4}$ (第 23 圖).

(H) 語音「NG」

- (1) 調子 e. 強サ f. $3.0.10 \times 10^{-4}$. 備考. 第二倍音出ヅ.

- (2) 調子 e'. 強サ f. $3.0.10 \times 10^{-4}$.

(I) 語音「L」

- 調子 e. 強サ f. $3.0.10 \times 10^{-4}$.

(J) 語音「R」

調子 e. 強サ f. 1.0. 3.3×10^{-4} .

(第二). 顚頂部

(A) 語音「ア」

(1) 調子 e. 強サ f. 2.2. 7.3×10^{-4} .

(2) 調子 c'. 強サ mf. 0.4. 1.3×10^{-4} .

(3) 調子 e'. 強サ mf. 微小.

(B) 語音「オ」

(1) 調子 e. 強サ f. 5.6. 18.7×10^{-4} (第 20 圖).

(C) 語音「ウ」

(1) 調子 e. 強サ f. 6.0. 20×10^{-4} .

(2) 調子 c'. 強サ mf. 1.4. 4.7×10^{-4} .

(D) 語音「エ」

調子 e. 強サ mf. 1.6. 5.3×10^{-4} .

(E) 語音「イ」

(1) 調子 e. 強サ f. 10. 33×10^{-4} (第 20 圖).

(2) 調子 e'. 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} (第 19 圖).

(F) 語音「ム」

(1) 調子 e. 強サ f. 5.8. 19.3×10^{-4} (第 22 圖).

(2) 調子 c'. 強サ f. 1.0. 3.3×10^{-4} .

(3) 調子 e'. 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} (第 22 圖).

(G) 語音「ン」

(1) 調子 e. 強サ f. 7.6. 25.3×10^{-4} (第 21 圖).

(2) 調子 c'. 強サ f. 0.6. 2×10^{-4} .

(3) 調子 e'. 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} (第 21 圖).

(第三). 後頭部

(A) 語音「ア」

(1) 調子 e. 強サ mf. } 微小 (第 25 圖).
調子 e'. 強サ mf. }

(B) 語音「ウ」

(1) 調子 e. 強サ f. 1.4. 4.7×10^{-4} (第 26 圖).

(2) 調子 e'. 強サ f. 0.4. 1.3×10^{-4} (第 26 圖).

(C) 語音「イ」

調子 e'. 強サ f. 0.2. 0.7×10^{-4} .

(D) 語音「ン」

調子 e'. 強サ f. 0.15. 0.5×10^{-4} (第 25 圖).

(第四). 右頰部

(A) 語音「イ」

調子 e. 強サ f. 1.5. 5×10^{-4} .

(B) 語音「ム」

調子 e. 強サ f. 1.5. 5×10^{-4} (第 24 圖).

(第五). 項部

(A) 語音「ア」

調子 e. 強サ mf. 微小.

(B) 語音「ン」

調子 e. 強サ mf. 0.4. 1.3×10^{-4} .

(第六). 右側頸部

(A) 語音「ア」

調子 e'. 強サ f. 0.6. 2×10^{-4} .

(B) 語音「ン」

(1) 調子 e. 強サ f. 1.6. 5.3×10^{-4} .

(2) 調子 e'. 強サ f. 0.3. 1×10^{-4} .

(第七). 口底部

(A) 語音「ア」

調子 e. 強サ mf. 1.8. 6×10^{-4} .

第二項 M.K. フ對象トセル實驗

第一部 胸骨柄直下ノ實驗

(A) 語音「オ」

(1) 調子 A=108 Hertz (胸聲). 強サ f. Film
振幅. 1.2. 絶對振幅 40×10^{-5} . (第 29 圖 a).

(2) 調子 c (胸聲). 強サ f. 1. 33×10^{-5} .

(3) 調子 e (胸聲). 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} .

(4) 調子 gis (中聲). 強サ f. }
0.2. 6.7×10^{-5} . } (第 29 圖).
(5) 調子 a=216 Hertz (中聲). }
強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} . }

(6) 調子 c' (中聲). 強サ mf. 振幅微小.

(7) 調子 e' (頭聲). 強サ f. 0.1. 3.3×10^{-5} .

(8) 調子 gis' (頭聲). 強サ mf. 振幅微小.

(9) 調子 a'=432 Hertz (頭聲). 強サ f. 0.1,
 3.3×10^{-5} (第 29 圖 a).

(B) 語音「ア」

(1) 調子 c. 強サ f. 0.5. 17×10^{-5} .

(2) 調子 c'. 強サ f. 振幅微小.

(C) 語音「ウ」

(1) 調子 c. 強サ f. 0.5. 17×10^{-5} .

(2) 調子 c'. 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} .

(D) 語音「エ」

(1) 調子 c. 強サ mf. 0.7. 3.3×10^{-5} .

(2) 調子 c'. 強サ mf. 振幅微小.

(E) 語音「イ」

(1) 調子 c. 強サ f. 0.2. 6.7×10^{-5} .

(2) 調子 c'. 強サ f. 0.1. 3.3×10^{-5} .

(F) 語音「ム」

(1) 調子 c. 強サ f. 0.7. 23×10^{-5} .

(2) 調子 c' , 強サ f , 0.1 , 3.3×10^{-5} 。

第二部 前額中央部ニ於ケル實驗

(A) 語音「イ」

(1) 調子 A , 強サ f , 3 , 10×10^{-4} 。備考。第二倍音 $A \vee$ (第 1 圖)。

(2) 調子 c , 強サ f , 2.5 , 8.3×10^{-4} 。備考。第二倍音 $A \vee$ (第 27 圖)。

(3) 調子 e , 強サ f , 2.5 , 8.3×10^{-4} (第 2 圖)。

(4) 調子 gis , 強サ f , 2.5 , 8.3×10^{-4} (第 28 圖)。

(5) 調子 $b=229$ Hertz, 強サ ff , 3 , 10×10^{-4} (第 3 圖)。

(6) 調子 c' , 強サ f , 2 , 6.7×10^{-4} (第 27 圖)。

(7) 調子 e' , 強サ f , 1 , 3.3×10^{-4} (第 2 圖)。

(8) 調子 gis' , 強サ f , 0.8 , 2.7×10^{-4} (第 28 圖)。

(9) 調子 $b'=458$ Hertz, 強サ f , 1 , 3.3×10^{-4} (第 3 圖)。

(9)' 調子 b' , 強サ mf , 0.3 , 1×10^{-4} (第 3 圖)。

第三項 H.U. フ対象トセル實驗

第一部 胸骨柄直下

(A) 語音「オ」

(1) 調子 g (192 Hertz), 強サ f , 0.1 , 3.3×10^{-5} 。

(2) 調子 h (242 Hertz), 強サ f , 0.1 , 3.3×10^{-5} 。

(3) 調子 es' (304 Hertz)

(4) 調子 g' (384 Hertz)

(5) 調子 h' (483 Hertz)

(6) 調子 es'' (609 Hertz)

波形現ハレズ。

(B) 語音「ア」

調子 g , 強サ f , 0.1 , 3.3×10^{-5} 。

(C) 語音「ム」

調子 g , 強サ mf , 微小。

第二部 前額中央部

語音「イ」(第 30, 31 圖)。

(1) 調子 g , 強サ f , 0.8 , 2.7×10^{-4} 。

(2) 調子 $a=215$ Hertz, 強サ f , 0.5 , 1.7×10^{-4} 。

(3) 調子 h , 強サ f , 0.3 , 1×10^{-4} 。

(4) 調子 c' , 強サ f , 0.5 , 1.7×10^{-4} 。

(5) 調子 es' , 強サ f , 0.25 , 0.83×10^{-4} 。

(6) 調子 g' , 強サ f , 0.1 , 0.33×10^{-4} 。

(7) 調子 c'' (512 Hertz)

(8) 調子 es'' (609 Hertz)

(9) 調子 g'' (768 Hertz)

波形現ハレズ。

第四項 Y.S. フ対象トセル實驗

第一部 胸骨柄直下

語音「オ」

(1) 調子 e'

(2) 調子 g'

(3) 調子 c''

(4) 調子 e'' (640 Hertz)

強サ f , 何レモ波形現ハレズ。

第二部 前額中央部

語音「イ」(第 32 圖)。

(1) 調子 e' , 強サ f , 0.1 , 0.33×10^{-4} 。

(2) 調子 g'

(3) 調子 c''

(4) 調子 e''

強サ f , 波形ヲ示サズ。

第五章 總括

第一節 第四章第一節ノ總括

Talkie Film フ用ヒタ實驗カラ發聲ニ伴フ體壁各部ノ共振ノ傾向ヲ總括セバ次ノ結果ニ到達スル。

1) 胸部ニ於テモ、頭部ニ於テモ胸聲 g 及ビ頭聲 g' デ發聲シタ際、記錄圖形ノ濃淡程度ニハ兩音聲ノ間ニ差別ハナイ。從ツテコノ結果ハ胸廓ニ振動ヲ起ス音聲ガ胸聲デ、頭部ニ振動ヲ起ス音聲ガ頭聲デアルト云フ俗説ヘノ反證ヲナ

ス。

2) 喉頭部ノ圖形ハ定型的母音ノ夫レトハ稍ヤ異ナルガ強イ濃淡ヲ示ス。喉頭内部ノ音波以外ニ種々ノ喉頭筋ノ緊張ニ依ル影響ガ考ヘラレル。

3) 胸廓ニ於テハ胸壁前面デ振動強ク背部ハ弱イ。振動ニ依ル濃淡圖形ハ單純デアルカラ大部分基音ヨリ成ルヲ識ル。

4) 顔面ニ於テハ胸部ニ比シテ圖形遙カニ鮮

明、複雑デ。或ル程度ノ倍音ノ混在ヲ認メル。
口裂=近キ爲メ口ヨリ出ヅル音波ノ影響ハ相當
考ヘ得ルガ之ヲ考慮=入レテモ濃淡ノ對照ハ胸
聲。頭聲ノ兩場合トモ胸部ノ夫レヨリハ大キ
イ。

尙ホ注意スベキハ Trendelenburg ヲ始メ
Mikrophon ヲ用ヒタ從來ノ如何ナル實驗デモ
體壁ノ共振ヲ記錄スル際、口裂ヨリ出タ音波ガ
空氣=ヨリ直接 Mikrophon =影響シナイトハ
斷ジ難イ。然モ體壁ノ振動勢力ハ微小デアル故
如何ナル防音装置中=聲ヲ吐キ出シテモ音波ノ
洩レノ影響ハ考ヘラレル。殊=健康ナル肺臟ノ
共鳴域ハ主トシテ 135 Hertz 前後故之ヨリ遙
カ=高イ振動數ノ倍音ハ體表ヘ傳播ヲ妨ゲラレ
ルノハ理論上明カデアル。聽診器デ音聲震盪ヲ
聽取シテモ大部分基音ノミ聽取サレル。故ニ
Talkie Film =依ル體壁振動ノ記錄ガ少量乍ラ
音聲ノ影響ヲ受ケテキル事ハ考ヘ得ラレル。併
シ體壁各部ノ發聲時共振ノ傾向ヲ比較スルニハ
差支ヘナイ。地震計ヲ以テ實驗シタ結果ハ音聲
ノ影響ヲ全然除外出來ル。

第二節 前章第二節第一項總括

胸骨柄直下=於テ種々ノ語音ヲ用ヒテ c-gis'
即チ 128—408 Hertz 間ノ三度音階ノ各音符ニ
テ發聲センメテ實驗セル結果=依レバ胸聲ト頭
聲トノ間=於テ體壁共振ノ振幅差異ハ從來想像
サレタ程著シカラズ絶對振幅=シテ其範圍ハ

3—13×10⁻⁵mm. ノ程度デアル(物理的=ハ1.5
—6.5×10⁻⁵mm.). 從ツテ頭聲ノ際=ハ胸部ノ
振動ハナイト云フ俗說=ハ全ク反スル結果デア
ル。

胸廓ノ他ノ部位=於ケル成績亦上述ノ結果=矛
盾セズ。

次=前額中央部=於テ各語音ヲ c-gis' 間ノ三
度音階ノ各音符ヲ用ヒテ發聲シツ、實驗セル結
果=ヨレバ胸聲ノ場合ガ概シテ共振々幅大デ頭
聲=行ク=從ツテ振幅ハ減ズル事實ヲ識ル。振
幅ノ範圍ハ語音「ア」「エ」ノ場合ヲ除ケバ大部
分 1.6—5×10⁻⁴mm 程度デアル(物理的=)。
又調子 c, e 時=gis' 等デハ時=第二乃至第三
倍音ノ存在ヲ識ル事が多イノハ興味アリ。各語
音ヲ通觀セバ開母音程振幅ハ概シテ減ズル傾向
ヲ示ス。「ア」及「エ」ノ場合ハ振幅最小サ
ク大體 0.7×10⁻⁴mm. 程度デアル。

頭壁=於テハ前額部、胸壁=於テハ胸骨部ガ振
動最大故兩者ハ頭壁及ビ胸壁ノ代表ト看做シテ
ヨイ。サレバ平均的=論ズレバ頭蓋壁ノ振幅ハ
胸骨部ノ夫レノ 10 倍近ク=達スル。但シ茲=
唯一ツ 語音「オ」=於テgis' ノ場合=例外
アリ。振幅 35×10⁻⁴ =達スル。之ハ Wilde
duft ノ多イ非音樂的ナ假聲(俗=薄氣味ノ惡イ
裏聲)ヲ短イ間出來ルダケ強ク發聲シタ場合デ
アル。他ノ場合、就中歌手 M. K. 氏ノ場合ニ
ハ此如キ事ナク結論ヲ破ル程有力トハ思惟サレ
ナイ。

顙頂部=於ケル共振ガ比較的大デアルノハ注目
=值スル。振幅ハ前額部ノ夫レヲ凌駕スル場合
ガアルガ 倍音が現ハレタ例ガ無イノハ前額部
ト對照ヲナス。其範圍ハ調子 e ノ場合ハ 3.6—
10×10⁻⁴mm =達スルガ c', c' =至ツテ急激

=振幅が減ズル事實ハ興味アリ。換言スレバ頭聲=至ツテ急激=振幅が小トナル。調子 e' デハ平均 $0.65 \times 10^{-4} \text{mm}$. 程度デアル。

後頭部デハ概シテ共振ガ小サイガ茲デモ前同様胸聲ヨリモ頭聲=至ツテ振幅が減ズル。

第三節 前章第二節第二項總括

$A-b' = 103 \text{ Hertz} - 158 \text{ Hertz}$ 間ノ三度音階ヲ用ヒテ前項同様ノ實驗ヲ行ツタガ第一項ノ場合ヨリモ振幅一般ニ大デアルノハ専門聲樂家ノ豐富ナル聲量ニ並行セル事實デアル。胸骨柄下ニテ三度音階ヲ胸聲Aヨリ頭聲 a' =至ル迄發聲セシメテ實驗セル結果ニ依レバ此間振幅ハ規則正シク變化シ(物理的の振幅) $20 \times 10^{-5} \text{mm}$ ヨリ $1.7 \times 10^{-5} \text{mm}$ 迄減ズル($e-a'$ 間デハ $17 \times 10^{-5} \text{mm}$. ヨリ $1.7 \times 10^{-5} \text{mm}$.). 高音樂の頭聲ニ及ンデモ胸壁ノ共振ガ相當存在スル現象ハ注目スベキデアル(語音「オ」ノ時胸壁ノ振幅最大)。

次ニ前額中央部ニ於ケル實驗ニ依レバ胸聲Aヨリ頭聲 b' =至ル迄振幅ハ規則正シク變化シ $5 \times 10^{-4} \text{mm}$. ヨリ $1.5 \times 10^{-4} \text{mm}$. 迄減ズル($e-gis'$ 間デハ 4.2×10^{-4} ヨリ $1.3 \times 10^{-4} \text{mm}$. 迄)。即チ頭蓋壁ノ共振ニ於テモ胸聲ノ場合ガ振幅遙カニ大デアル(語音「イ」ノ場合頭壁ノ振幅最大)。

今同一ノ調子ノ發聲ニ伴フ前額及ビ胸壁ニ於ケル最大共振ノ振幅ヲ比較スレバ(前額デハ語音

「イ」. 胸壁デハ語音「オ」ノ場合之ニ相當ス)。

番號 調子 聲區 前額振幅 胸骨振幅 比

(1)	A	胸聲	5×10^{-4}	20×10^{-5}	2.5
(2)	C		4.2×10^{-4}	16.7×10^{-5}	2.5
(3)	e		4.2×10^{-4}	3.3×10^{-5}	12.5
(4)	gis	中聲	4.2×10^{-4}	3.3×10^{-5}	12.5
(5)	c'	聲	3.3×10^{-4}	1.67×10^{-5}	(「イ」ニテ) 20
(6)	e'	頭聲	1.67×10^{-4}	1.67×10^{-5}	10
(7)	gis'	聲	1.3×10^{-4}	1.67×10^{-5}	(a'ニテ) 8

即チ胸聲上部及ビ中聲ニ於テ兩者ノ比率最大デアル。

第四節 前章第二節第三. 第四項總括

女聲ノ場合ハ男聲

ノ場合ニ比シテ振幅一般ニ小デアル。

H.U. デ $g-es'' =$

$192 \text{ Hertz} - 609 \text{ Hertz}$ 間ノ三度音階上デ實驗シタガ、胸骨柄下デ g, h 等ノ調子デ $1.67 \times 10^{-5} \text{mm}$. ノ小振幅現レタノハ著シイ。

前額中央部ニ於テハ調子 g = 於テ $1.3 \times 10^{-4} \text{mm}$ ノ振幅ヲ示シ調子 g' = 至ル迄漸次減ジテ g' = 於テハ $0.167 \times 10^{-4} \text{mm}$. = 至ル。前額ト胸骨柄下ノ振幅ノ比ハ調子 g デ 8, h デ 3。

女聲ニ於テモ男子ノ胸聲ニ相當スル領域 h 迄明白ニ胸壁ノ共振ヲ見タノハ肺組織ノ共鳴性ヲ參照セバ興味ガアル。

Y.S. ノ場合ハ皮下脂肪組織ガ豐カデ共振ハ甚ダ少ク、特ニ總括スベキ事項ハナシ。

第五節 本章第二乃至第四節ノ綜説

1) 體壁共振ノ週期ハ音聲ノ夫ニ一致スル。

2) 概シテ論ズレバ、各場合トモ胸廓及ビ頭蓋壁共ニ胸聲ヨリ頭聲ニ昇ルニ應ジテ發聲ニ伴フ共振振幅ハ著減スル。即チ孰レノ部位ヲ問ハズ胸聲ノ際ノ振幅ノ方ガヨリ大デアル。

3) 専門聲樂家ノ場合が共振振幅ヨリ大ナルハ其聲量豐富ナル事實ニ並行セル現象ト考ヘラレル(男聲ノ場合)。

4) 素人聲樂家 S.N. ノ場合ニ比シ、専門聲樂家 M.K. 及ビ聲樂女生徒 H.U. ノ場合ハ發聲ノ調子が昇ルト共ニ共振々幅ノ減ジ方が規則正シイ。

5) 胸壁、頭蓋壁共鋭イ共鳴音域ハ見當ラナ

4。

6) 頭蓋壁ノ振動が胸壁ノ夫レニ比スレバ一般ニ振幅、ヨリ大デ。其比率ハ大部分 3—10 倍ノ程度デアル。

7) 大ナル振幅ノ例ハ胸壁デハ 2×10^{-4} mm, 頭蓋壁デハ 1.7×10^{-3} mm, ニ達スル。孰レモ胸壁ノ場合デアル。

第六章 考 案

發聲ニ伴フ體壁ノ振動ノ狀態ハ前述ノ如クナルガ、前章第二節 1) ニ述ベタ如ク胸壁ノ共振ハ打診音、氣胞音ヨリ得タ音ヨリモ高イ調子即チ gis' 前後 (400 Hertz 前後) ニ於テモヨク起ル事ヲ識ツタ。之ハ胸部ノ振動ハ 90—400 Hertz デ最大デアルト論ジタ Bass⁽²⁾ ノ實驗値ニ一致スル。即チ遙カニ頭聲區ノ音聲ニ及ンデモ胸部ハ振動スルガ専門聲樂家 M.K. 氏ノ場合デハ A—a (108—216 Hertz) 間デ共振最大デアル。之ハ Giesswein⁽⁹⁾ ノ場合ニ一致スル。女聲デ h (242 Hertz) 以下デ胸壁ノ共振が存在スルガ胸壁ノ最大自己振動領域ハ男女性トモ大差ナイノハ興味深イ。コノ音域ハ Martini⁽¹⁹⁾ ニ依レバ肺ノ自己振動音域ニ略ニ一致スル。

頭蓋壁ノ共振ガ胸壁ノ夫レヨリ遙カニ大ナルハ著シイ事デコノ際モ胸壁ノ場合ノ振幅ガヨリ大キイ。コノ事實ハ既ニ Trendelenburg⁽³⁰⁾ ノ實驗ガ示シタガ今回ハコノ事實ヲ一層具體的ニ證明シタノデアル。又附屬管ヨリ腦實質ヲ以テ遠ク隔テラレタ顱頂部ノ共振ガ甚ダ大キイノハ頭蓋壁ノ音傳播性ト關聯シテ著シイ現象デアル。最後ニ重要ナノハ本實驗ノ動機タル體壁ノ共振

ト口裂ヨリ出ヅル音聲トノ關係デアル。

第一節 聲區トノ關係

聲區ノ本質ニ就テハ夙ニ颯田⁽²⁴⁾ ノ研究アリ。夫レニ依レバ胸聲及ビ頭聲ノ依テ起ル相違ノ原因ハ喉頭ノ發聲機構ノ差異ニ基ヅク。余ノ實驗ハコノ結果ニ一致ス。何トナレバ胸聲、頭聲共ニ胸壁、頭壁ノ共振ヲ起シ、兩共振トモ胸聲ノ際ノ振幅が大デアル。然モ兩聲區ノ移行部ニ於テ共振振幅ノ變化ハ漸減的デアルカラデアル。以上ノ理由ニ依リ壁振動ガ兩聲區ノ音色ノ相違ノ本質ニ何等關與シナイノハ自明デアル。

第二節 音聲勢力ト體壁共振ノ勢力トノ關係

口裂ヨリ出ヅル音聲勢力ニ對シテ體壁ノ共振ガ若干ノ勢力ヲ供給スルヤ否ヤ、之ニ就テハ Fletcher⁽²⁾ (pp. 95—96) ノ研究ガ參照サレル。Fletcher ハ聲量中庸ナル 11 名ノ聲樂家ヲシテ Wagner ノ『巡禮ノ合唱』ヲ唄ハシメ、コノ樂曲内ノ若干ノ音符ノ聲ノ強サヲ測定シタ。以下ノ表ハ歌手ヨリ 18 吋隔ツタ所デ Bar = dyne/cm² ヲ單位トシテ 壓力ヲ彼ガ測定セル結果デアル。

聲 種	壓 力 (Bars)			勢 力 1000—30000 Microwatts	調 子 範 圍	
	pp.	mf.	ff.		1000 Hertz ナ O トセ ル Oktave 數 *	Hertz = 換算
Bass	13	18	31		-3.7—-2.6	77—165
Tenor	14	21	34		-2.8—-0.9	144—536
Soprano	14	20	24		-2.1—+0.2	223—1149
Alto	6	13	18		-2.5—-0.2	177—871

* コノ値 a ナル時 x Hertz トノ間ニ $\log x = 3 + 0.30103 a$ ナル關係アリ。

コノ表ヨリ聲量相當豐富ナル Teuor デ強サ f ナル聲ノ壓力ハ少クモ 25 bars 前後ト見積ツテ可ナルベシ。然ルニ Fletcher = 依レバ (同書 p. 67) 音聲ハ近似的ニ半球狀ヲナシテ口ヨリ放散サレルヲ以テ單位面積ヲ通過スル音聲ノ勢力ハ口ヨリノ距離ノ自乗ニ逆比例スル。併シテ壓力 P ト勢力 J トノ間ニハ $J = \frac{P^2}{415}$ ナル關係アルヲ以テ壓力ハ口ヨリノ距離ニ逆比例スル事トナル。故ニ口裂ノ面積ガ甚ダ小ナリトノ假定ガ成立スル時ニハ、口前 $\frac{1}{3}$ 吋ニ於ケル壓力ハ上表デ 25 bars ノ場合ニハ 1350 bars トナル。(Fletcher ガ同書デ口前 1 cm ノ振幅ヲ計算セルニ倣フ)。

一方音波ノ壓力 P ヲ振幅 A 及ビ振動數 N デ現ハセバ (同書 p. 311)。

$$p = 41.5 \sqrt{2 \pi A N} \text{ bars.}$$

M.K. 氏ガ強聲 f デ $gis = 204$ Hertz = テ發聲セル際ノ頭壁及ビ胸壁ノ振動ハ實驗ニヨリ各々

$$A = 4.2 \times 10^{-5} \text{ cm.}$$

$$A = 3.3 \times 10^{-6} \text{ cm.}$$

之ヲ各々前式ニ代入スレバ

$$p = 1.57 \text{ bars} \dots \dots (11),$$

$$p = 0.124 \text{ bars} \dots \dots (12),$$

即チ口前 $\frac{1}{3}$ 吋ニ於ケル音聲ノ壓力ガ 1350 bars ナルニ對シ、之ニ伴フ頭蓋壁及ビ胸壁ノ共振ノ壓力ハ各々僅カニ 1.57 bars 及 0.124

bars ニ過ギナイ。

然モ頭蓋壁及ビ胸壁共ニ振動大ナル領域ハ比較的限ラレ居ルヲ以テ音聲ニ及ボス共振ノ影響ハ微小ナモノト論ジテヨイ。

今コノ關係ヲ一層詳細ニ研究スルタメニ口ヨリ 18 吋 $= 2.54 \times 18 \text{ cm.}$ ノ距離デ 25 bars ナル音聲ノ全勢力 J ヲ Fletcher = 從ツテ コノ半徑ノ半球ノ有スル表面積ヲ乘ジテ計算セバ

$$\begin{aligned} J &= \frac{p^2}{415} \cdot \frac{4 \pi r^2}{2} \\ &= \frac{25^2 \times 2 \pi \times (2.54 \times 18)^2}{415} \\ &= 19779 \text{ Microwatts} \dots \dots (13) \end{aligned}$$

次ニ前額中央部ノ壓力 $p = 1.57 \text{ bars}$ ナル場合ノ 1 cm^2 = 就テノ勢力 J_1 ハ同様ノ理由ニ依リ

$$J_1 = \frac{1.57^2}{415} = \frac{5.94}{1000} \text{ Microwatts} \dots \dots (14)$$

同様ニ胸骨柄下ノ壓力ハ $p = 0.124 \text{ bars}$ ナル故 1 cm^2 = 就テノ勢力 J_2 ハ

$$J_2 = \frac{0.124^2}{415} = \frac{3.71}{100000} \text{ Microwatts} \dots (15)$$

扱テ日本人體表面積ノ測定ニ就テハ高比良氏⁽²⁸⁾ノ正確ナル業績アリ。夫レニ依レバ全體表面積ヲ $S \text{ cm}^2$, 身長 $H \text{ cm}$, 體重 $W \text{ kg}$ トセバ次ノ關係式ガ成立スル (平均誤差 $\pm 0.95\%$, 最大誤差 $\pm 2.64\%$)。

$$S = W^{0.425} \cdot H^{0.725} \times 72.46$$

M.K. 氏ノ場合 $H = 165 \text{ cm}$, $W = 70 \text{ kg}$ ナル故

$$S=17862.5 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots (16)$$

コノ内頭頸部ハ 10%。軀幹ハ 25%ヲ占メル。
今頭頸部ノ表面積ノ半分ニ及ンデ (11) 式デ示セル程度ノ振動ガ起ルトセバ其全勢力 J_K ハ (14)ト(16)ヨリ

$$J_K = \frac{5.94}{1000} \times \frac{17862.5}{10 \times 2} = 5.305 \text{ Microwatts} \dots (17)$$

又軀幹ニ於テ腹部、腰部ヲ除イテ胸部部全體ニ (12)式ニ示セル程度ノ振動ガ起ルトシ、之ヲ最大ニ見積ツテ軀幹ノ全表面積ノ半分ニ達スルト假定セバ、其全勢力 J_B ハ(15)ト(16)ヨリ

$$J_B = \frac{3.71}{100000} \times \frac{17862.5}{4 \times 2} = \frac{8.286}{100} \text{ Microwatts} \dots (18)$$

故ニ頭部及ビ胸部ノ共振ノ全勢力ト、口裂ヨリ出ル音聲ノ全勢力トノ比ヲ各 K 及 B デ表ハセバ (13), (17), (18)ヨリ

$$K = \frac{J_K}{J} = \frac{2.682}{10000} = \frac{2.7}{10000} \dots\dots\dots (19)$$

$$B = \frac{J_B}{J} = \frac{4.189}{1000000} = \frac{4.2}{1000000} \dots\dots\dots (20)$$

(19)及(20)ハ體壁ノ共振ヲ最大ニ見積ツテモ、之ガ唱歌ニ及ボス影響ハ無視出來ル事實ヲ示ス。他ノ場合ヲ計算シテモ同様ノ事實ガ随メラレルハ明カデアル。又女聲ニ於テハ共振ハ遙カニ微小ナルヲ第4章ヨリ識レルヲ以テ共振ノ全勢力ハ一層微弱ナルハ明白デアル。

第三節 體壁ノ共振ト微小音勢力トノ關係

以上ノ實驗成績ハ主トシテ歌聲ヲ用ヒタ場合、デアルガ、會話聲ノ如キ弱キ音聲ノ際ハ體壁ノ共振ハ遙カニ弱ク其範圍モ狹イ。之ハ余自身實驗ノ序デニ觀察シ得タ所デアリ Stern⁽²⁶⁾モ亦注意シテ居ル所デアル。

サレド今迄ニ觀察シ來ツタ體壁共振ノ一例ト會話聲ノ平均勢力、其他ノ音ニ關スル小勢力トヲ列舉スルト以下ノ如クナル。但會話聲ノ平均勢力ニハ子音及ビ休止時間ヲ含ムノハ勿論デアル (Fletcher p. 68, p. 140)。

種 類	平 均 勢 力	備 考
會 話 聲	(Microwatts)	
最 強	1000	{ 口裂ヨリ 1 cm デ振幅 1/100 mm. 口裂ヨリ 10 cm デ 1/1000 mm, 2 bars.
普 通	10	
最 弱	0.1	
柔 カ イ 呬 語	0.001	
最 小 可 聽 音		
123 Hertz	1.06×10^{-6}	0.021 bars
200 Hertz ⁽¹¹⁾	0.12×10^{-6}	
256 Hertz	0.036×10^{-6}	0.0039 bars
體 壁 ノ 共 振		
J_1 (204 Hertz)	0.00594	{ 4.2×10^{-4} mm. Amp. 1.57 bars 振幅 3.3×10^{-5} mm. 0.124 bars
J_2 (ク)	0.0000371	
J_K	5.3	
J_B	0.083	

以上ノ比較ヨリシテ共振ノ部分勢力 J_1, J_2 ハ最小可聽音閾ヨリハ遙カニ強イ音デアルガ明カ

トナル。即チ音聲震盪トシテモ直接聴取サレル理デアル。殊ニ J_1 ハ呬語ノ勢力ノ約6倍ナル

ハ注目ニ値スル。又胸壁共振ノ全勢力 J_B ハ最弱會話聲ニ匹敵シ頭壁共振ノ全勢力 J_K ハ普通會話聲ノ半分ノ勢力ニ達スル。即チ聲量豊カナ歌手ガ唱歌ノ際ニ體壁ノ共振ニ費ス勢力ハ侮リ難イノデアルガ此際ハ音聲ノ勢力モ遙カニ豊富ナル故前者ノ音場ニ及ボス影響ハ微小デ第二義的ナ存在ニ過ギナイ。普通會話聲ニ際シテハ J_K

ノ如キ強イ體壁ノ共振ハ伴ハナイ事ハ勿論ダガ體壁ノ共振能力ハ夫レ自身ノミヲ考ヘルト相當注目サルベキ現象デアル。サレド厚着ノ服裝ノ際、帽子ヲ被ツタ際共ニ音聲ハ弱ラナイ。肺炎デ肺組織ノ音傳播力が高マレル際デモ音聲ハ強マラナイ。理由ハ上述ノ通りデアル。

第七章 總 結 論

1) 發聲ニ伴フ體壁ノ共振ガ口裂ヨリ出ヅル音聲ニ對シテ影響スル程度ハ微小デ第二義的ニ過ギナイ。

2) 此共振ハ聲區ノ本質ニハ關係ナイ。

3) 胸壁ノ振動ニ比シ、頭蓋壁ノ振動ガ一般ニ振幅大デアル。

4) 體壁ノ共振ニハ鋭イ共鳴音域ハ存在シナイ。孰レノ場所デモ概シテ低聲ハ振幅が大キイ。

5) 共振ハ可聽音デアルガ副産物的存在デアルカラ體壁ハ眞ノ意味ノ音放散盤 Schallabstrahler デハナイ。

6) 發聲ニ際シ體組織ハ自ラ共振シツ、内部ヨリ體表面迄其振動ヲ傳播スルノデアルカラ此現象ニヨリ然ラザレバ音聲ニ振り向ケラルベキ之ニ相當スル音勢力ヲ消耗スル。故ニ體組織ハ音消耗者 Schalldämpfer トシテ働ク。

論文起草ニ際シ、親シク深甚ナル御指導ト御懇篤ナル御校閲トヲ余ニ賜ハリタル増田教授、颯田助教授ヲ始め、有益ナル御助言ヲ賜ハリタル生理學教室橋田教授、地震計製作其他御親切ナル御忠言及ビ便宜ヲ賜ハリシ地震研究所長石本教授ニ對シ欄筆スルニ臨ミ衷心ヨリ深謝ス。尙ホ苦痛、困難ヲ極メタル實驗ノ對象トナルヲ快諾サレタ東京音樂學校城多助教授、上木久子嬢、白尾容子嬢及ビ當教室堀口申作君等ニ幾重ニモ深謝シ併セテ實驗ニ際シ多大ノ御助力ヲ寄セラレタ理化學研究所工學士田口柳三郎氏、生理學教室醫學士勝木保次君、時實利彦君及ビ地震研究所理學士飯田汲事君等ノ御好意ト勞力ニ滿腔ノ謝意ヲ表スル。

尙ホ本研究ハ第 41 回大日本耳鼻咽喉科會總會並ニ昭和 11 年 12 月ノ同東京地方會席上デ梗概ヲ發表シタ。

文

- 1) **Bass, E.:** Über das Wesen der Atemgeräusch. Zschr. f. d. ges. Exp. Med. Bd. 59, S. 133, Bd. 63, S. 578, 1928.
- 2) **Ders.:** Das akustische Frequenzspektrum norm. u. infiltr. Lungengwb. Verh. d. Deutsch. Ges. f. inn. Med. Bd. 40, S. 166, 1928.
- 3) **Cohet, R.:** Untersuchng. u. d. Stimmfremitus, Deutsch. Arch. f. kl. Med. Bd. 155, S. 199, 1927.
- 4) **Edens, E.:** Lehrbuch d. Perkussion u. Auskultation S. 158, 1920.
- 5) **Fletcher, H.:** Speech and Hearing, p. 67-68, 96-97, 140, 308-311, 1929.
- 6) **Forchhammer, J.:** Was ist Resonanz, u. welche Rolle spielt sie bei der Stimmbildung? Die Stimme XXVIII-Jg. Heft 12, 1934.
- 7) **Frey, H.:** Experimentelle Studien u. d. Schalleitung im Schädel. Zschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 28, 1902. Weitere Untersuchg. u. die Schalleitg. im Schädel, ebenda Bd. 33, 1903.
- 8) **Giesswein, M.:** Über die „Resonanz“ d. Mundhöhle u. d. Nasenräume, im bes. d. Nebenhöhlen d. Nase. Beiträge z. Anat. usw. d. O-N-H. Bd. 4, S. 317, 1911.
- 9) **Ders.:** Die Resonanzbeziehung. zw. Stimme u. Brustorganen, ebenda Bd. 22, 1925.
- 10) **Grützner:** Physiol. d. St. u. Spr. in Hermann's Handbuch. d. Physiol. 1879.
- 11) **橋田邦彦:** 生理學要綱.
- 12) **Helmholtz:** On the sensations of tone. Trans. by A. J. Ellis. p. 98, 1912.
- 13) **Hennig, C. R.:** Über die Entstehung der hohen Resonanz, Leipzig 1902.
- 14) **Husson u. Tarneaud:** Rev. de Laryngologie etc. T. 53, 1932.
- 15) **石本己四雄:** 振動實驗及測定法. 共立社實驗工學講座. 昭9年.
- 16) **Iwanoff:** Zschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 33, 1902.
- 17) **Katzenstein, J.:**

献

- Über Brust-, Mittel- u. Falsettstimme. Beiträge z. Anat. etc. d. Ohres etc. Bd. IV, S. 271, 1911.
- 17a) **Katzenstein, J.:** Methoden zur Erforschung der Tätigkeit des Kehlkopfes sowie der Stimme und Sprache. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von E. Abderhalden S. 380, 1930.
- 18) **Maljutin, E. N.:** Die Bedeutung d. Form d. harten Haumens als eines wichtigen Bestandteils d. Resonators beim Singen. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol. Bd. 9, S. 40, 1899.
- 19) **Martini, P.:** Studien über Perkussion u. Auskultation. Deutsch. Arch. f. kl. Med. Bd. 139, 1922.
- 20) **三村剛昂, 助川巳之七:** 力學, 昭10年.
- 21) **Moll, A.:** Singen u. Sprechen (Reclam).
- 22) **Rabotnoff, L. D.:** Zur Frage über die Stimmbildung bei Sängern. Zschr. f. Hals- usw. Bd. 2, S. 322, 1922.
- 23) **Rayleigh:** The theory of sound. Art. 318, 1898.
- 24) **堀田琴次:** 聲區ノ本質ニ關スル實驗的研究. 大日耳鼻. 第39卷, 2274頁, 昭8年.
- 25) **澤崎定之:** 基礎唱歌法. 昭9年.
- 26) **Stern, H.:** Gesangs-physiologie u. pädagogik in ihr. Bezieh. z. Frage d. Muskelimpfd. u. d. beim Singen am Schädel u. am Thorax fühlbaren Vibrationen. Machr. f. O-L-R. Jg. 46, S. 337, 1912.
- 27) **田口御三郎:** 發聲活動寫眞. 共立社寫眞科學講座. 1937.
- 28) **高比良英雄:** 日本人新陳代謝論其2. 榮養研究所報告. 第1卷, 第1號, 61頁, 大14年.
- 29) **Tondorf:** Zur Physiologie d. menschl. Stimmorgans. Zschr. f. H-N-O. Bd. 22, S. 412, 1929.
- 30) **Trendelenburg, W.:** Physiologische Untersuchungen über die Stimmklangbildung. Sitzgsb. d. preuss. Acad. d. Wiss. XXXI-II, 1935.

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究
Talkie 記錄(第1—17圖)

上。調子 $g=192$ Hertz. 下。調子 $g'=384$ Hertz.

第1圖. アダム隆起

第2圖. 彈力圓錐部

(第3圖省略)

第4圖. 前腋窩皺襞内方

第5圖. 肩胛骨間下部

第6圖. 肩胛骨下中間部

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

第7圖。右肩胛骨中央部

第8圖。右肩胛骨直下

第9圖。左肩胛骨直上

第10圖。左肩胛骨直下

(第11圖省略)

第12圖。前額右側

Dr. Shintaro Nomura: Experimentelle Studien über die Mitschwingungen
der Körperwand bei der Stimm**bildung**

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

第 13 圖. 鼻 尖 部

第 14 圖. 下唇下部

第 15 圖. 右耳珠前部

第 16 圖. 右耳朶下方

第 17 圖. 項 部

Dr. Shintaro Nomura: Experimentelle Studien über die Mitschwingungen der Körperwand bei der Stimmbildung.

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

地震計記錄圖

(第1~33圖)

第1圖, M.K. 前額 語音「i」。調子 A=108 Hertz.

第2圖, 同上, 調子 e=160 Hertz. e'=320 Hertz.

(第3圖省略)

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

第 5 圖

第 4 圖

第 6 圖

第 7 圖

第 8 圖

第 9 圖

第 10 圖 a

第 10 圖 b

第 11 圖

第 12 圖

第 13 圖

第 14 圖

第 15 圖

第 16 圖

第 17 圖

第 18 圖

第 19 圖

Dr. Shintaro Nomura: Experimentelle Studien über die Mitschwingungen der Körperwand bei der Stimmbildung.

野村論文附圖

發聲ニ伴フ體壁共振ノ實驗的研究

第 20 圖

第 21 圖

第 22 圖

第 23 圖

第 24 圖

第 29 圖

第 25 圖

第 26 圖

第 27 圖

第 28 圖

第 30 圖

第 32 圖

第 31 圖

第 33 圖

Dr. Shintaro Nomura: Experimentelle Studien über die Mitschwingungen der Körperwand bei der Stimmbildung.

附 圖 說 明

Talkie 記錄圖第 1—17 圖ニ於テハ本文第四章第一節ヲ參照。各圖ノ上圖ハ調子 g ，同下圖ハ調子 g' ニテ發聲セル際ノ共振デアル。即チ前者ハ胸聲，後者ハ頭聲ノ場合ニ相當スル。圖ノ下方ノ説明ハ pick up ナ當テタル部位ヲ示ス。

地震計記錄圖(第 1—第 32 圖)

第 1—第 3 圖ハ M.K. 氏ヲ對象トス。實大ヨリ長サニ就テ $\frac{1}{2}$ ニ縮小。類似曲線ガ 2 條以上アルハ廻轉子ヲ 1 回以上廻轉シタルニ依ル。曲線ニ於テ大ナル週期ノ起伏ハ被驗者ノ身體ノ動搖ニ相當シ，規則正シク繰返ヘス小起伏ハ體壁ノ共振ニ相當ス。此小起伏ナキ一様ノ曲線ハ無聲時ノ曲線。

上端ニアル點狀ノ刻ミハ時間指標 Time index ニシテソノ一週期ハ $\frac{1}{100}$ 秒ニ相當ス。

曲線ニ A, c, b 等ト記セルハ發聲ニ用ヒタ調子。non ト示セルハ無聲時ノ曲線。

第 4 圖—第 32 圖。實大ノ一部ヲ示ス。「ア」「オ」等トアルハ用ヒシ語音， gis, c' 等トアルハ用ヒシ調子。Mハ胸骨柄下。l-Sbハ左，側胸。Rハ背面。r-Mam. ハ右乳房部。Stn. ハ Stir. ハ前額中央。Scheit. ハ顙頂部。Wハ右頰部。Hハ後頭正中部。

第 4—第 26 圖。S.N. ナ對象トス。

第 27—第 30 圖。M.K. ナ對象トス。

第 30, 31 圖。H.U. ナ對象トス。

第 32 圖。Y.S. ナ對象トス。

上端相隣ル二點間ノ距離ハ前同様 $\frac{1}{100}$ 秒ニ相當ス。

(原稿到着=昭和16・11・20)

——急 載——