耳翼ニ添加セル手掌ノ補聴量ニ對スル 實驗的研究

J. Kikuchi: Zur experimentellen Quantitativen Bestimmung der Verstärkung des
Gehörvermögens bei Anlegen der Handfläche an die Ohrmuschel.

ドクトル 菊 池 循 一

内 容 目 次

I. 緒言及ビ文献	第三章 實驗成績及ビ小結論
II. 音「エネルギー」(強度、振幅)ノ計測	第三編 發音體ノ出音勢力均一(ヴォリューム、コントロール及ビ真空管電流計併用)ニヨル實驗的研究
III. 豫備裝置	第一章 均一豫備裝置
A. 音 源	「ヴォリューム コントロール」及ビ真空管電流計ノ指度檢出
B. 音波撮影裝置	第二章 實 驗 例
C. 計 測 室	發音體ト手掌ノ距離20cm(接話音)ニ於テノ實驗
IV. 實 驗	第三章 實驗成績及ビ小結論
第一編 發音用電壓ノ均等ニヨル實驗的研究	第四編 「オツシログラフ」ニヨル實驗的研究
第一章 實 驗 例	第一章 豫備裝置
發音體ト手掌ノ距離20cm(接話音)及ビ同距離1m(談話音)ニ於テノ實驗	音源、「ライツ」形「マイクロホン」、電磁形「オツシログラフ」及ビ石膏鑄形手掌
第二章 實驗成績及ビ小結論	第二章 實 驗 例
第二編 發音體ノ出音勢力均一(ヴォリューム コントロール)ニヨル實驗的研究	發音體ト手掌ノ距離1m(談話音)ニ於テノ實驗
第一章 均一豫備裝置	第三章 實驗成績及ビ小結論
第一項 發音「ラッパ」ノ周波數特性檢出	V. 總 括
第二項 發音「ラッパ」出音勢力ノ均一檢出	VI. 總 結 論
第三項 第一及ビ第二項混合法	
第二章 實 驗 例	
發音體ト手掌ノ距離20cm(接話音)ニ於テノ實驗	

I. 緒言及ビ文献

難聴者が對話音ヲ聴取セントスルトキ或ハ健

全聴力ヲ有スルモノモ遠距離ノ音樂又ハ微細

音響ヲ偷聴セントスルトキハ耳翼ニ手掌ヲ片側或ハ兩側ニ添加シテ聽力ノ増加ヲ試ムルコトハ日常ノ慣行ニシテ爲メニ至細ナル微妙ノ音ヲ判然聽取スルコトヲ得。或ハ一定距離ニテ殆ンド聽キガタキ微音モ耳翼ニ手掌ヲ添加スルトキハ憂然耳朶ヲ打ツテ覺ユ。而シテ聽力ハ手掌ノ添加ニヨリ片耳ニ於テ倍加。兩耳ニ於テ更ニ倍加増大スルガ如キヲ覺ユルナリ。然リト雖モ其增強ハ只各個人ノ主觀的評價ニシテ其補聴量(増加度)ヲ實驗音響學的ニ檢索センハ至難ノ業ナリ。殊ニ之ニ關スル文獻ノ徴スベキモノナク只單ニ耳翼並ニ手掌添加ノ音波捕捉ニヨル聽力強盛ヲ唱道セルモノアルノミ。即チ。

1. v. Trölsch. 2. Politzer. 3. Kupper ハ耳翼ノ聽感增強作用アルハ勿論ナルモ幾何程度ニ強調スルヤハ認識不可能ナリト云ヘリ。

4. Hesse R. u. Doßlein F ハ動物中耳翼ヲ音ノ方向ニ轉換シテ音波受納ニ便ナラシムルモノアリ。人間ニテモ偷聴ニハ耳翼ヲ緊張セシム。夜間ニ活動スル動物(鼠、野狐、半猿人)ハ微妙ノ音響感受ノタメ耳翼ハ大ニシテ運動特ニ敏速ナリ。又聽力鋭敏ナル鼻ハ其飛翼ヲ膜襌耳翼ニ添加スルヲ見ル。

5. H. Frank. 6. Gradenigo ハ耳翼官能ヲ檢査スルニ好適ノ例ヲ報告セリ。即チ左側耳翼ヲ外傷ニテ根部ヨリ切離セルモノニテ外聽道鼓膜等ハ健全ナリ。而シテ其聽力檢査成績ハ。

音又及ビ呬語 善聽。

袖時計 左側 $\frac{1}{2}$ m 大耳鏡ヲ送入スル時ハ $1\frac{1}{2}$ m.
右側 4 m。

音源ノ方向。左耳不確實ナリ。

7. Manasse. 8. Iwata ハ先天性耳翼缺損症ニ就キ、又 9. Weber. 10. Mack ハ音源方向ノ認識能機ニ就キ報告セリ。

11. Müller. 12. Magendie. 13. Backmann. 14. Bruns. 15. Harless. 16. Essers 等ハ耳翼ニ來ル音波ハ直接外聽道ニ至ルモノト、他ハ一度耳角ニ反射シテ外聽道ニ至ルモノトニ區別シ耳翼ト顚顚面ノ角度ニ關スル聽力差異ノ報告アリ。

Mack. 17. Schneider. 18. Rinne 等ハ耳翼ノ一定音ニ對スル共鳴作用ヲ報告セリ。19. Schäfer ハ之ヲ非認セリ。

其他耳翼軟骨ノ直達ノ音波傳達作用ニ就キ前諸氏ノ他ニ 20. Geigel. 21. Kretschmann. 22. Lucianie Bernstein. 23. Kisch 等アリ。

之ヲ總約スレバ耳翼ノ音波捕捉機能及ビ外聽道ヘノ音波傳達作用ハ顯著ニシテ殊ニ難聽者ニ於テハ健耳ヨリ遙ニ有力ナルヲ知ルベキナリ。

耳翼ニ添加セル手掌ハ本來ノ耳翼ヨリ音波捕捉面大ニシテ補聴力ノ更ニ強盛ナルハ勿論ナリ。其添加手掌ノ補聴力ノ量的關係ヲ數學的ニ研索セントスルハ本實驗ノ目的ナリ。

II. 音「エネルギー」(強度・

振幅)ノ計測

音感覺ノ強弱ハ物理學的ニハ耳ニ到達スル音波ノ「エネルギー」ト直接關係アルモノナルコトハ論ヲ俟タザル所ナリ。而シテ音ノ強サハ音線(Schallstrahl)ニ直角ナル平面ノ一定面積ヲ單位時間ニ流通スル音波ノ「エネルギー」ノ全量ヲ以テ云ヒ表ハスヲ通則トス。故ニ今適當ナル記音裂置例令バ Audiometer-Diaphragmaヲ音線ニ直角ナル平面上ニ位置セシメテ音波ヲ描記スレバ其波動ノ振幅ニヨリ音ノ勢力ヲ計測スルコトヲ得ベシ。

振幅算出方法。撮影「フィルム」ノ音波曲線ノ最高點ヲ過ギツテ其上下ニ2線 a, b, ヲ引キ

其2線間ノ距離ヲ「ルーペ」下ニテ比例「コンパス」ヲ用ヒ數回算出シテ其平均

値ヲ求ム。而シテ理論上ニハ其平均值ノ $1/2$ ヲ以テ振幅トス。

サテ音勢力即チ音ノ物理學の強サハ次式ニヨリ與ヘラル（村岡、森氏著音響學 71 頁）

$$J_m = \pi a n^2 \Delta V \rho a^2$$

茲ニ J_m ハ運動「エネルギー」ノ平均值、 π ハ圓周率、 n ハ振動數、 ΔV ハ媒體ノ容積、 ρ ハ密度、 a ハ振幅。

即チ一定條件ノ下ニ於テハ一定ノ振動數ヲ有スル音ノ強サハ其振幅ノ自乗ト媒體ノ密度トノ積ニ正比例ス。

$$J_m = K a^2 \rho \quad K \text{ ハ 常 數}$$

從ツテ普通ノ實驗ニ於テハ大氣ノ壓力一定ナルトキハ振幅ノ自乗ニ正比例ス。

故ニ受信器ノ音膜振動振幅ハ其受音スル音ノ物理學の勢力ニ比例スルモノト考フレバ、上述ノ方法ニヨリテ測定セル描記音波振幅ノ自乗ノ比ニ等シト看做スコトヲ得。今 Audiometer ノ受音部ニ手掌ヲ添加スルト然ラザルトニヨリ生スル描記音波ノ振幅ヲ計測スレバ耳翼ニ手掌ヲ添加スル場合ト、然ラザル場合トニ於ケルト類同ノ量的關係ヲ觀察スルコトヲ得ベキナリ。此際見ラル、振幅ノ差異ガ與ヘラル、音ノ振動數ニ關係スルヤ、又更ニ音源ト受音器トノ距離ニ關係アルヤ否ヤモ本實驗ノ研究項目ナリ。

III. 豫 備 装 置

A. 音 源

一定ノ振動數ト一定ノ振幅ヲ有スル不變ノ發音機ヲ製作スルコトハ多大ノ困難ヲ伴ヒ、更ニ其發音機ガ調節裝置ニヨリ連續的ニ各音列ノ發音ヲ行フコトヲ得バ連續音又並ニ響笛ニ代リ聽力検査上至便ト思ハレ、之ヲ東京電氣會社技師淺尾理學士並ニ東京放送局技師加藤氏ニ依頼シ

テ次ノ發音機ヲ製作セリ。

本器製作ノ原理ハ眞空管發振器「オシレーター」ヲ應用セルモノニシテ發音部、増幅部並ニ電池ノ三部ヨリ構成シ其解説ハ次ノ如シ。

1. 發 音 部

記號 (1.0, 0.1, 0.01, 0.001 等) ハ振動數ヲ増減スル鍵ニシテ「コンデンサー」ヲ應用セルモノナリ。而シテ其記號ノ數ハ十進法ニヨルモノナリ。故ニ只其鍵ノ移動ニヨリ直チニ一定振動數ノ發音ヲ得ル理ナルモ「コンデンサー」ニ使用セル金屬板面ニ微細ノ異狀アルモ物理學の正確ヲ期シ難シ。爲ニ其鍵ノ移動ノミニテハ所要ノ振動數ヲ得難シ。依テ本發音機ヲ福島樂器製造所主調律師福島氏ニ依頼シテ「正規(ピアノ)ト比較シ左表ノ音階列ヲ檢出セリ。

周波數	音名	A	B	C	D	E	HIGH LOW	鐵心ノ 有 無
82.5	E	5	10	10	10	0	L	アリ
88.0	F	5	6	10	0	0	L	アリ
99.0	G	4	3	7	0	0	L	アリ
123.0	B	2	4	3	0	0	L	アリ
132.0	c	1	9	3	7	0	L	アリ
147.0	d	1	3	7	0	0	L	アリ
165.0	e	0	9	0	10	0	L	アリ
176.0	f	0	7	3	0	0	L	アリ
198.0	g	0	4	6	3	0	L	アリ
247.0	b	5	9	6	10	0	H	ナシ

264.0	c'	4	10	10	10	0	H	ナシ
297.0	d'	3	9	10	10	0	H	ナシ
330.0	e'	3	2	10	10	0	H	ナシ
352.0	f'	2	8	3	0	0	H	ナシ
396.0	g'	1	10	10	1	0	H	ナシ
440.0	a'	1	7	1	7	163	H	ナシ
495.0	b'	1	3	2	6	180	H	ナシ
528.0	c''	1	1	4	10	180	H	ナシ
594.0	d''	0	8	0	0	180	H	ナシ
660.0	e''	0	5	10	10	0	H	ナシ
704.0	f''	0	5	1	10	0	H	ナシ
792.0	g''	0	3	7	5	0	H	ナシ
880.0	a''	0	2	7	9	0	H	ナシ
990.0	b''	0	1	9	7	0	H	ナシ
1056.0	c'''	0	1	4	7	0	H	ナシ
1188.0	d'''	0	0	10	6	0	H	ナシ
1320.0	e'''	0	0	7	3	0	H	ナシ
1408.0	f'''	0	0	5	3	180	H	ナシ
1584.0	g'''	0	0	3	1	180	H	ナシ
1760.0	a'''	0	0	1	7	0	H	ナシ
1980.0	b'''	0	0	1	0	0	H	ナシ
2112.0	c''''	0	0	0	7	0	H	ナシ
2376.0	d''''	0	0	0	0	0	H	ナシ

本表ハ毎秒 440 振動ヲ基調トシテ算出セリ (田邊尚雄氏著、音樂ニ必要ナル音ノ知識⁽²⁴⁾及ビ最近科學ヨリ見タル音樂ノ原理⁽²⁵⁾参照)。

表中ノ A, B, C, D, E ハ記號 1.0, 0.1, 0.01, 0.001, 180°ニ相當ス High Low ハ其鍵ノ移動ニヨリ振動數ノ増減ヲ示ス。

鐵心。其有無ニヨリ振動數ヲ變ズ即チ其心棒送入ニヨリ振動數減少ス。

UX 112 A ハ真空管ヲ示ス。

2. 増幅部

増幅器ハ「トランスフォーマ」應用ノ真空管 2 個

(UX201A UX112A) ヨリナリ所要ニ應ジテ 1 個或ハ 2 個ヲ連接使用ス。(I, II)

「イ」ハ心線電流加減抵抗器 (レオスタート) ニテ電壓ヲ調節一定ス。

「ロ」ハ音量調節器 (ヴァリウム、コントロール) ニテ其百分比ニヨリ振幅ヲ加減ス。

Out. ハ端子ニテ導子ニヨリ發音「ラッパ」ニ連接ス。B, A, C ハ共ニ各導子ニヨリ B, A, C 電池ニ連接スルヲ示ス。V ハ「ヴォルト」ニテ電壓ヲ示ス。

3. 電池

電池ハ Filament ニ A 電池 6 V. Plate 電壓ニ B. 電池 100 V. ナ用ヒ、C. 電池トシテ 9 V. ナ用ヒ増幅部並ニ發音部ニ連接ス。

4. 電壓計

「ヴォルトメーター」ノ示針ニヨリ A 電池ヲ 5 V, B 電池 100 V. ニ一定ス。

B. 音波撮影裝置

音波ヲ記載シテ之ヲ肉眼視スルコトハ記音器蓄音器ノ吹込盤ニテ容易ナルモ余ノ實驗ニ適セズ。數次試ミテ失敗セリ。依テ余ハ英國 Adam Hilger 社製造ノ次ノ Audiometer ヲ使用セリ。

本器ハ音波ニヨツテ生ズル壓力ノ變化ヲ記錄スル裝置ニシテ音波ノ研究特ニ音聲、樂器等音響學ノ實驗研究上甚ダ便利ナルモノナリ。

本器ヲ大別シテ光源ヲ含ム「サウンドボックス」及ビ寫眞裝置ノ二部トス。全長凡ソ 6 尺ナリ。

本圖ニテ明ナル如ク「ラッパ」R ハ「サウンドボックス」B ニ適合シ B ノ内部ニ 45 度ノ角度ヲナシテ備ヘラレタル特種振動膜 C (標準周波數 800—1800) アリ。而シテ C ノ中央部ニハ白金鍍ノ鏡ヲ有シ光源 D ヨリ集光「レンズ」E 及ビ間隙 F ヲ通ジテ來ル光ヲ反射ス。今「ラッパ」ノ附近ニテ音ヲ發スレバ振

動膜ハ音波ノ變化ニ應ジテ變化シ。從ツテ振動面ニヨリ反射サル、間隙ノ像ハ2個ノ「レンズ」G及Bハヲ經テ寫眞部Jノ「フィルム」上ニ來ル。而シテJハ小電動機（又ハ時計仕掛）ニヨリ廻轉セラル、ガ故ニ連續的ニ間隙ノ像ヲ寫シ其變化ハ音波ノ變化ト一致ス。又Jハ白動閉塞器ニテ $\frac{1}{6}$ 。廻轉ヨリ一廻轉迄6種「フィルム」ノ露出時間ヲ變化セシムルコトヲ得。

C. 計 測 室

計測室ノ十全ナ期スルニハ完全無響室ノ必要ヲ見ルモ元來此ノ研究ハ添加手掌ノ補聴量ニ對スル比較計測ヲ主眼トスル故ニ只其計測時ニ同一要約ノ室内同一ノ氣壓。同一ノ音源ヲ得バ十分ナルニヨリ次ノ間口3.45m、奥行3.4m、高サ2.65m、全容積31.0845立方米ノ室ヲ使用セリ。

以上ノ音源E乃至d''''（毎秒周波數82.25—2376）ヨリ得タル各周波數個々ノ音ニツキ檢索ヲ行フコトハ理論的の見地ヨリ必ズシモ必要ナラズ又人ノ可聴音ノ各種ニツキテ檢査センコトモ容易ナラズ依ツテ余ハ普通ノ談話音並ニ聲樂ニ要スル音ノ範圍ニ於テ次表ノ十種音ニツキ研究ヲ行ヘリ。

音ノ種類	音階	振動實數
1 (約 100振動)	G	99
2 (約 200振動)	g	198

3 (約 300振動)	d'	297
4 (約 400振動)	g'	396
5 (約 500振動)	b'	495
6 (約 600振動)	d''	594
7 (約 700振動)	f''	704
8 (約 800振動)	g''	792
9 (約 900振動)	a''	880
10 (約 1000振動)	b''	990

而シテ是等ノ各音ニツキテ音源ト受音器トノ距離20cm（低話音ノ距離）及ビ1m（談話音ノ距離）ノ兩距離ニ於テ計測ヲ反復セリ。

受音撮影ニハAudiometerノ「サウンドボックス」ニ連結セル「ラッパ」ヲ除去シテ其受音口ノ中軸線ニ對シ直角ノ位置ニ音源ヲオキ其發音ニヨルDiaphragma（音膜）ノ振動ヲ撮影シ、更ニ直チニ同一要約ノ下ニ受音口部ニ音源ニ直角ニ手掌ヲ添加シテ音膜ノ振動ヲ撮影セリ（圖ノ如シ）。音膜ノ面積ハ2.010624平方厘ニシテ手掌ノ面積ハ約141.5平方厘ナリ。而シテ使用セル音膜ノ固有振動ハ1600「ヘルツ」。音膜ト撮影「フィルム」トノ距離ハ47.5cmナリ。

斯クシテ得タル音膜振動ノ勢力ノ割合ヲ%ニヨリ表現セリ。即チ手掌添加セザル時ノ「エネルギー」ヲ1トシテ手掌ヲ添加セル際ノ「エネルギー」ノ増加ノ割合ヲ前者ノ幾何%ナリトセリ。

第一編 發音用電壓ノ均等ニヨル實驗的研究

第一章

實驗例

以上ノ豫備裝置ニ於テ得タル十種音ニツキ發音體ト手掌ノ距離 20cm (接話音) 及ビ同距離 1m (談話音) ニ於テノ實驗ハ次ノ如シ。

第一實驗

音源。毎秒約 100 振動 (振動實數 99. 音階 G) 増幅真空管 2 球。發音用電壓 (A 電池 5V, B 電池 100V, C 電池 9V.)

音量調節器 50° 以下各例ニテ同様ナリ。

氣壓。752 mmHg。

1. 上記要約ノ下ニ音源距離 20cm ニ於テ得タル

音波寫真ハ次ノ如クニシテ (第 1 圖 a, b) 振幅ノ平均値ハ夫々 1.8mm 及ビ 2.2mm ナリ。但シ a ハ手掌ヲ添加セザル場合。b ハ添加セル場合ニシテ以下各實驗例ニ於テ同様ナリ。

今兩者ノ比較即チ手掌ヲ添加セルモノト然ラザル際ニ於ケル勢力ノ割合ハ。

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{2.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.8}{2}\right)^2} = 1.493$$

茲ニ J_{ma} ハ a ノ振幅ヲ有スル音ノ「エネルギー」ヲ表ハスモノトス。以下各實驗ニテ同様ナリ。

ニシテ手掌ノ添加ニ依リ音強度 (振幅) 49% 増大セルヲ見ル。

第 1 圖

第 2 圖

2. 次ニ上記要約ノ下ニ只音源ト受音器ノ距離 1 m トシテ得タル成績ハ次ノ如シ(第 2 圖 a, b)。

此ノ場合ニハ前記ノ音源距離 20 cm ノ場合ニ比シテ振幅ハ甚ダシク狭小トナル。之ニヨル振幅ノ平均値ハ夫々 0.6 mm 及ビ 0.8 mm ナ得。

音勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.6}{2}\right)^2} = 1.777$$

ニシテ手掌ノ添加ニヨリ 78% 強度ノ増大セルヲ見

ル。

第 二 實 驗

音源ハ每秒約 200 振動(振動實數 198, 音階 g)ヲ用ヒテ氣壓ハ 752 mm Hg,

1. 音源ト受音口トノ距離 20 cm (第 3 圖 a, b) 振幅ノ平均値ハ夫々 3.7 mm 及ビ 4.8 mm. ニシテ兩者音勢力ノ割合

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{4.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.7}{2}\right)^2} = 1.683$$

ニシテ手掌添加ニヨル強度ノ増加 68% ナ示ス。

第 3 圖

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m (第 4 圖 a, b) 振幅ノ平均値ハ夫々 1.0 mm 及ビ 1.2 mm ニシテ兩者音勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2} = 1.440$$

ニシテ手掌ノ添加ニ依ル「エネルギー」ノ増加ハ 44% ナリ。

第 4 圖

第三實驗

音源ハ每秒約 300 振動音 (振動實數 297. 音階 d')
ヲ用ヒ氣壓ハ 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口トノ距離 20cm (第 5 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 2.4mm. b, 3.8mm ニシテ兩者音

勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{3.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{2.4}{2}\right)^2} = 2.507$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 151%

ナリ。

2. 音源ト受音口トノ距離 1 m (第 6 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 1.0mm. b, 1.3mm ニシテ兩者音

勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2} = 1.690$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 69%
ナリ。

第 5 圖

第 6 圖

第四實驗

音源ハ每秒 400 振動音 (振動實數ハ 396. 音階 g')

ニシテ氣壓ハ 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口トノ距離 20cm (第 7 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 1.9mm. b, 3.7mm ニシテ兩者音勢
力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{3.7}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.9}{2}\right)^2} = 3.792$$

ニシテ手掌添加ニヨル勢力ノ増加ハ 279%

2. 音源ト受音口トノ距離 1 m (第 8 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 0.7mm. b, 0.9mm ニシテ兩者ノ
音勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{0.9}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.7}{2}\right)^2} = 1.653$$

ニシテ手掌添加ニヨル勢力ノ増加ハ 65%ナリ。

第 7 圖

第 8 圖

第五實驗

音源ハ毎秒約 500 振動音(振動實數 495. 音階 b') 氣
壓ハ 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口ノ距離 20cm(第 9 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 3.4mm. b, 4.3mm ニシテ音勢力

ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{4.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.4}{2}\right)^2} = 1.614$$

ニシテ手掌ノ添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 61

%ヲ示ス。

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m(第 10 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 0.9 m, b, 1.1mm ニシテ音勢力

ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{1.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.9}{2}\right)^2} = 1.494$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 49%
トス。

第 9 圖

第 10 圖

第 六 實 驗

音源ハ每秒約 600 振動音(振動實數 594. 音階 d²)
氣壓ハ 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口トノ距離 20cm (第 11 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 3.2mm. b, 4.0mm トス。其音勢
力ノ割合ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{4.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.2}{2}\right)^2} = 1.562$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 56%

ヲ示スモノナリ。

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m (第 12 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 1.3mm, b, 1.6mm ニシテ其音勢
力ノ割合ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.3}{2}\right)^2} = 1.515$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 52%
ヲ示ス。

第 11 圖

第 12 圖

第 七 實 驗

音源ハ毎秒約 700 振動音(振動實數 704. 音階 f'')
氣壓ハ 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口ノ距離 20cm(第 13 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 4.4mm, b, 5.2mmニシテ其音勢
力ノ割合ハ

$$\frac{J_{m a}}{J_{m b}} = \frac{\left(\frac{5.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.4}{2}\right)^2} = 1.396$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 40%

ヲ示ス。

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m(第 14 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 1.4mm, b, 2.0mmニテ其音勢力
ノ割合ハ

$$\frac{J_{m b}}{J_{m a}} = \frac{\left(\frac{2.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2} = 2.040$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 104
%ヲ示ス。

第 13 圖

第 14 圖

第 八 實 驗

音源ハ每秒約 800 振動音(振動實數 792, 音階 g")
氣壓 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口ノ距離 20cm (第 15 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 6.8mm. b, 20mmニシテ其音勢力
ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{20.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{6.8}{2}\right)^2} = 8.650$$

ニテ手掌添加ニ依ル「エネルギー」ノ増加ハ 765%

ヲ示ス。

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m (第 16 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 1.8mm. b, 4.1mmニシテ其音勢
力ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{4.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.8}{2}\right)^2} = 5.188$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 419
%ヲ示ス。

第 15 圖

第 16 圖

本實驗(約 800 振動音)ニヨル振幅ハ全實驗ヲ
通ジテ極度ニ増大シ殊ニ 20 cm ノ距離ニ於ケル

(b)ハ其振幅「フィルム」ノ全復ニ及ビ光力弱
リテ振幅曲線ヲ判然寫眞スルコトヲ得ズ。又 1

m距離ニ於テノ振幅モ大ニシテ殆ンド他ノ例ニ於ケル近距離ノ振幅ニ匹敵スルヲ見ルナリ。是等ノ振幅増大ノ理ハ此 800 振動音ハ Audiometer ノ音膜固有振動 (1600) ノ半數 (一音階ノ差) 即チ完全協和音 (音律上) ニ相當シ爲メニ振幅ノ増加甚大ナルモノト思ハル。

第九實驗

音源ハ每秒約 900 振動音 (振動實數 880, 音階 a'')

氣壓ハ 752mm Hg.

1. 音源ト受音口ノ距離 20cm (第 17 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 4.8mm. b, 5.4mm ニシテ其音

勢力ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{5.4}{4.8} \right)^2 = 1.311$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加 31%ヲ示ス。

2. 音源ト受音口ノ距離 1m (第 18 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 1.4mm. b, 1.9mm ニシテ其音勢力ノ割合ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{1.9}{1.4} \right)^2 = 1.893$$

トス。ヨツテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 89 %ヲ示ス。

第 17 圖

第 18 圖

第十實驗

音源ハ每秒約 1000 振動音 (振動實數 990, 音階 b'') 氣壓 752 mm Hg.

1. 音源ト受音口ノ距離 20cm (第 19 圖 a, b)
振幅ノ平均値ハ a, 1.6mm. b, 2.1mm トス。其音勢力ノ割合ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \left(\frac{\frac{2.1}{2}}{\frac{1.6}{2}} \right)^2 = 1.722$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 72%
ヲ示ス。

2. 音源ト受音口ノ距離 1 m (第 20 圖 a, b)

振幅ノ平均値ハ a, 0.8mm. b, 1.0mmニシテ其音勢
力ノ割合ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \left(\frac{\frac{1.0}{2}}{\frac{0.8}{2}} \right)^2 = 1.563$$

ニシテ手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加ハ 56%
ヲ示ス。

第 19 圖

第 20 圖

第二章

實驗成績及ビ小結論

以上實驗ノ每秒約 100—1000 振動ノ各音階
列 (G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'', b'') ノ

10種音ノ音波ヲ音源ヨリ受音器迄ノ距離 20cm
(低話音ノ距離) 及ビ 1 m (普通談話音ノ距離)
ニ於テ受音器ニ手掌ヲ添加セルト然ラザル際ニ
分チ撮影セル音波曲線ノ振幅檢索成績ニヨリ列
舉スルトキハ次表ノ如シ。

音源ト受音器ノ距離 20 cm

	實驗例	音 階 (振動數)	振 幅	振幅ノ差	「エ ネ ル ギ ー」 (音強度)ノ比較差	手掌添加ニヨ ル「エ ネ ル ギ ー」ノ増加度 (%)
毎 秒 約 100 振 動	a	G (99)	1.8mm	0.4mm	$\frac{\left(\frac{2.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.8}{2}\right)^2}=1.493$	49 %
	b		2.2mm			
毎 秒 約 200 振 動	a	g (198)	3.7mm	1.1mm	$\frac{\left(\frac{4.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.7}{2}\right)^2}=1.683$	68 %
	b		4.8mm			
毎 秒 約 300 振 動	a	d' (297)	2.4mm	1.4mm	$\frac{\left(\frac{3.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{2.4}{2}\right)^2}=2.507$	151 %
	b		3.8mm			
毎 秒 約 400 振 動	a	g' (396)	1.9mm	1.8mm	$\frac{\left(\frac{3.7}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.9}{2}\right)^2}=3.792$	279 %
	b		3.7mm			
毎 秒 約 500 振 動	a	b' (495)	3.4mm	0.9mm	$\frac{\left(\frac{4.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.4}{2}\right)^2}=1.614$	61 %
	b		4.3mm			
毎 秒 約 600 振 動	a	d'' (594)	3.2mm	0.8mm	$\frac{\left(\frac{4.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.2}{2}\right)^2}=1.562$	56 %
	b		4.0mm			
毎 秒 約 700 振 動	a	f'' (704)	4.4mm	0.8mm	$\frac{\left(\frac{5.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.4}{2}\right)^2}=1.397$	40 %
	b		5.2mm			
毎 秒 約 800 振 動	a	g'' (792)	6.8mm	13.2mm	$\frac{\left(\frac{20.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{6.8}{2}\right)^2}=8.650$	765 %
	b		20.0mm			
毎 秒 約 900 振 動	a	a'' (880)	4.8mm	0.6mm	$\frac{\left(\frac{5.4}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.8}{2}\right)^2}=1.311$	31 %
	b		5.4mm			
毎 秒 約 1000 振 動	a	b'' (990)	1.6mm	0.5mm	$\frac{\left(\frac{2.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.6}{2}\right)^2}=1.722$	72 %
	b		2.1mm			

音源ト受音器ノ距離 1 m

	實驗例	音 階 (振動數)	振 幅	振幅ノ差	「エ ネ ル ギ ー」 (音強度)ノ比較差	手掌添加ニヨ ル「エネルギー」ノ増加率 (%)
毎 秒 約 100 振 動	a	G (99)	0.6mm	0.4mm	$\frac{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.6}{2}\right)^2}=1.777$	78 %
	b		0.8mm			
毎 秒 約 200 振 動	a	g (195)	1.0mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}=1.440$	44 %
	b		1.2mm			
毎 秒 約 300 振 動	a	a' (297)	1.0mm	0.3mm	$\frac{\left(\frac{1.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}=1.690$	69 %
	b		1.3mm			
毎 秒 約 400 振 動	a	g' (396)	0.7mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{0.9}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.7}{2}\right)^2}=1.653$	65 %
	b		0.9mm			
毎 秒 約 500 振 動	a	b' (495)	0.9mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.9}{2}\right)^2}=1.494$	49 %
	b		1.1mm			
毎 秒 約 600 振 動	a	d'' (594)	1.3mm	0.3mm	$\frac{\left(\frac{1.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.3}{2}\right)^2}=1.515$	52 %
	b		1.6mm			
毎 秒 約 700 振 動	a	f'' (704)	1.4mm	0.6mm	$\frac{\left(\frac{2.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2}=2.041$	104 %
	b		2.0mm			
毎 秒 約 800 振 動	a	g'' (792)	1.8mm	2.3mm	$\frac{\left(\frac{4.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.8}{2}\right)^2}=5.188$	419 %
	b		4.1mm			
毎 秒 約 900 振 動	a	a'' (880)	1.4mm	0.5mm	$\frac{\left(\frac{1.9}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2}=1.893$	89 %
	b		1.9mm			
毎 秒 約 1000 振 動	a	b'' (990)	0.8mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2}=1.563$	56 %
	b		1.0mm			

表解 表中ノaハ手掌ヲ添加セザルモノ。同bハ添加セルモノ。

1. 一般ニ振動數増加スル時ハ其振幅モ増加シ音階 g'' 即チ約 800 振動ニテ最大限ニ達シ振幅極度ニ増大ス。而シテ再ビ遞減スルヲ見ルナリ。而シテ此音階 g'' ノ振幅著大ナルハ恐ラク實驗ニ使用セル Audiometer 音膜ノ固有振動數 (1600 振動) ノ $1/2$ ニテ恰モ 1 音階ノ差ニ相當シ完全協和音ヲ呈スルニヨルナリ。即チ音源ヨリノ音「エネルギー」ニ共鳴作用ノ附加セル爲ナリ。

振幅ノ振動數ニ對スル百分率ハ次ノ如シ。

黒線 手掌添加セザルモノ
點線 手掌添加セルモノ

黒線 手掌添加セザルモノ
點線 手掌添加セルモノ

2 振幅ノ差異。前百分率ノ示ス如ク受音器ノ口部ニ手掌ヲ添加シテ撮影スル時ハ其然ラザ

ル際ヨリ振幅ハ常ニ増大ス。而シテ其増加ノ割合ハ各例ニ於テ同様ナラズ。距離 20 cm ニテハ約 400 振動音及ビ 800 振動音ニ於テ振幅ノ差顯著ナリ。同ジク 1 m ニテハ約 800 振動音ニ於テ其差大ナルヲ見ル。

3. 「エネルギー」(音強度)ノ比較差。即チ手掌添加セザル時ノ「エネルギー」ヲ 1 ト添加時ノ「エネルギー」ヲ算出スル時ハ音源ト受音器ノ距離 20 cm ニ於テハ (G) 1.493, (g) 1.683, (d') 2.507, (g') 3.792, (b') 1.614, (d'') 1.562, (f'') 1.397, (g'') 8.650, (a'') 1.311, (b'') 1.722 ニシテ平均 2.573 ナリ。而シテ (g') 及ビ (g'') ノ特異例ヲ除ケバ、平均 1.661 ヲ示ス。音源ト受音器ノ距離 1 m ニ於テハ (G) 1.777, (g) 1.440, (d') 1.690, (g') 1.653, (b') 1.494, (d'') 1.515, (f'') 2.041, (g'') 5.188, (a'') 1.893, (b'') 1.563, ニシテ平均 2.025。而シテ (g'') ノ特異例ヲ除ケバ平均 1.674 ヲ示ス。

4. 手掌添加ニヨル「エネルギー」(音強度)ノ増加度。此増加度ヲ手掌添加セザル時ヲ 1 トシテ % ニヨリ算出スル時ハ音源ト受音器ノ距離 20 cm ニ於テ (G) 49%, (g) 68%, (d') 151%, (g') 279%, (b') 61%, (d'') 56%, (f'') 40%, (g'') 765%, (a'') 31%, (b'') 72% ニシテ、平均 157%。而シテ (g') 及ビ (g'') ノ特異例ヲ除ク時ハ平均 66% ヲ示ス。

音源ト受音器ノ距離 1 m ニ於テハ (G) 78%, (g) 44%, (d') 69%, (g') 65%, (b') 49%, (d'') 52%, (f'') 104%, (g'') 419%, (a'') 89%, (b'') 56% ニシテ平均 103%。而シテ (g'') ノ特異例ヲ除ケバ平均 67% ヲ示ス。

小 結 論

本實驗ノ成績ニヨリ受音器ニ添加セル手掌ノ

補聴量ヲ音響數學的ニ闡明スル事ヲ得ベク而シテ其補聴量ヲ示ス「エネルギー」ノ増加度ハ實驗音源 (G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'',

b'')ニ對シ近距離 (20cm低話音距離)ニ於テ平均約66%。又僅カニ隔リタル距離 (1m普通談話音距離)ニ於テ平均約67%ヲ示ス。

第二編 發音體ノ出音勢力均一 (ヴォリューム・コントロール)ニヨル實驗的研究

第一章

均一豫備裝置

前編ニ於テハ各周波數 (毎秒約100—1000 振動ノ10種音)ノ發音ニ要スル原動力タル電壓ヲ一定シテ計測シ。且ツ各周波數相互間ノ比較ヲ求メシモ發音「ラッパ」ノ發音勢力ハ入電力量一定ナルモ常ニ同一ナラズ。之「ラッパ」振動盤ノ固有振動「ラッパ」全體ノ共鳴作用並ニ「コイル」ノ「インピーダンス」ノ變化等ニヨル特性ニ起因スルナリ。而シテ其音響出力ノ比ヲ各周波數ニヨリ描キタル曲線ヲ其「ラッパ」ノ周波數特性ト云フ。

第一項 發音「ラッパ」ノ周波數

特性檢出

先ヅ次ノ第1圖ノ如ク發音。受音並ニ記錄ノ各部ヲ裝置シテ「ラッパ」ヨリノ發音ヲ「コンデンサー・マイクロホン (C)」ニ受ケ此勢力ヲ擴大裝置ニヨリ増幅シ。整流裝置ニテ片波ヲ整流シ此整流セラレタル電流ヲ自働記錄裝置ニ導キテ「ラッパ」ノ周波數特性ヲ記錄セリ。

第 1 圖

無響室

自働記錄裝置ノ記錄用紙ヲ送出スベキ原動力ト發音部ニ於ケル「ビートオシレーター」ノ周波數變更用目盛盤 (「ダイヤル」) トハ豫メ器械的ニ接續セラレテ兩者ハ同一ノ撥條裝置ニヨリ廻轉ヲ繼續シ「ビートオシレーター」ノ「ダイヤル」ノ指示スル周波數ト記錄用紙ノ示ス周波數トガ全く合致スルガ如ク構成セラル。

以上第1圖ノ各部ヲ解説スレバ左ノ如シ。

1. 「ビート・オシレーター」 (唸リ發振器)

第2圖ハ此發振器ノ圖解ニシテ其甲及ビ乙ハ3極真空管ナリ。各真空管ハ毎秒十萬「サイクル」程度ノ電氣振動ヲ發生スルモノトス。A及ビBハ甲及ビ乙真空管ヨリ發生セラレタル振動電流ヲ取出スベキ「コイル」ニシテ各(C)「コイル」ニ結合セラル。丙真空管ハツノ擴大真空管ニシテ(C)「コイル」ヲ入力側ニ有ス。

今。甲及ビ乙兩真空管ノ周波數全く合致スルトキハ(C)「コイル」ニハ十萬「サイクル」ノ振動電流ヲ與ヘラレテ何等可聽周波ノ電流ヲ得ズ。然ルニ乙真空管ノ(B)「コイル」ニ添加セル蓄電器ヲ若干變化セシメテB。回路ノ振動數ヲ變スレハ爰ニ甲及ビ乙ノ間ニ所謂唸リ音ヲ發生シ(C)「コイル」ハ此唸リヲ受ケ

テ丙真空管ノ動作ニヨリ此唸リ音ヲ増幅シ擴聲器ヲ鳴動セシム。唸リ音ノ周波數ハA及ビB回路ノ振動數ノ差ニヨリテ決定セラル、モノニシテ式次ニヨリ算出ス。

A. 「コイル」振動數～B. 「コイル」振動數
＝唸周波數

第1圖ニ於ケル「ビートオッシレーター」ノ「ダイヤル」ハ第2圖ニ於ケル乙真空管ノB. 回路ニ添加セラレタル加減蓄電器ヲ意味スルモノニシテ「ダイヤル」ニハ豫メ校正セラレタル唸周波數ヲ記入セリ。又第1圖ノ(UX171A) 真空管ハ第2圖ノ丙真空管ニ相當ス。

2. 「コンデンサー、マイクロホン」(蓄電器型送話器。第1圖ノ(C))

本送話器ハ普通「ラヂオ」ノ放送ニ使用セラル、「カーボン、マイクロホン」トハ全ク趣チ異ニセルモノニシテ 空氣ヲ介シテ相對スル2個ノ導體ニヨリテ形成セラレタル電極間ノ電氣容量ノ變化ヲ利用セルモノニシテ此電氣容量ガ與ヘラル、音聲ニ應ジテ變化スル現象ヲ應用セルモノナリ。

3. 擴大器(第1圖)。抵抗擴大ヲ利用セル可聴周波増幅裝置ナリ。

4. 整流裝置(第1圖)。本裝置ハ次ノ第3圖ニ示ス如キ接續ヲ有スルモノニシテ三極真空管ヲ利用セリ。今擴大器ニヨリ増幅セラレタル勢力ガ(G)ナル「グリッド」ニ與ヘラレ。此與ヘラレタル勢力ニヨリ同真空管ノ「プレート」電流ガ變化ス。其變化ノ割合ハ全ク(G)ノ變化ニ比例ス。(m)ハ直流電流計ニシテ「プレート」回路ニ流ル、電流ノ平均値ヲ支持ス。

5. 記録裝置(第1圖)。第3圖ニ於ケル(m)電流計ニ一致シーツノ自働直流電流計ナリ。其細説ハ前述セリ。

6. 無響室。第1圖ノ二重線ニテ示セル部分ナリ。

以上ノ「ビート、オツシレーター」及ビ「コンデンサー マイクロホン」, 擴大裝置等ノ固有周波數特性ハ 100—3000「サイクル」ニ於テハ全ク一直線ト看做スコトヲ得。又「コンデンサー、マイクロホン」ハ雜音絶無ニ近ク本實驗ニ最適ノモノナリ。

以上ノ裝置ニヨリ記録セラレタル曲線次ノ第4圖ヲ得タリ之ヲ此「ラップ」ノ特性ト云フ。

第4圖

第二項 發音「ラップ」出音勢力ノ

均一檢出

前述ノ特性曲線(第4圖)ニヨリ各周波數ノ「ラップ」出力ヲ均一タラシムル目的ヲ以テ次ノ計算ヲ施セリ。

一定出力ノ水平線(均一)ヲ第4圖ノ出力曲線中最モ便利ナル假説點「3」單位ニ定メ之ヨリ低キ點ハ「ヴオリューム、コントロール」ヲ昇ゲ、高キ點ハ下ゲテ「3」ニ一定セリ。其昇降ノ方法ハ次ノ如シ。

第4圖ノ曲線ニ依リ1例ヲ示セバ 100「サイクル」ニ於ケル出力ハ1.5單位ニシテ出力「3」單位水平線トノ比ハ $\frac{3.0}{1.5} = 2$ ナリ從テ 100「サイクル」ニテ「3」單位水平線ノ出力ヲ得ルニハ $3 \times 2 = 6$ 即チ6單位入力ヲ與フレバ可ナリ。而テ其6單位入力ヲ得

ル爲メノ「ヴォリウム、コントロール」ノ指度ヲ計出スルニハ次圖ノ方法ニ依ル。

第 5 圖

即チ第5圖ノ如ク「ヴォシレーター」ニ V.C. (ヴォリウム コントロール) ヲ裝置シテ(UX171A)増幅。真空管ニ與フル入力電壓ヲ加減シ得ル如クナシ此出力側ニハ擴大器及ビ真空管電壓計ヲ接続ス(真空管電壓計トハ三極真空管ノ「プレート」電流ガ「グリッド」電壓ノ變化ニ依リ行ハル、現象ヲ利用セル電壓計ニシテ其特徴ハ普通可動コイル型電壓計ノ如ク電力ノ消耗殆ンド無キニアリ)。如斯狀態ニ於テ真空管電壓計ノ指示ヲ6 Vニ保ツ「ヴォシレーター」ノ出力ヲ V.C. ニ依リテ加減シ此時ノ V.C. ノ示度ヲ記録シテ 100「サイクル」ニ於ケル出力ヲ前記ノ如ク「3」水平線ニ保持スルモノトス。其他ノ周波數ニ於テモ第4圖ノ曲線ヲ基根トシテ前例同様ノ計算ヲ行ヒ「3」水平線ニ一致セシメ出音勢力ヲ均一タラシム。

第三項 第一及ビ第二項混合法

本法ハ次ノ第6圖ノ如ク裝置ス。

第 6 圖

「ビート、ヴォシレーター」ハ3極真空管ヲ利用セル発振裝置ニシテ且ツ V.C. ヲ附加セリ。而シテ擴大器ハ特ニ周波數特性ヲ檢出セズ。「C」ハ「コンデンサー、マイクロホン」ニシテ其受ケ

タル勢力ヲ増幅裝置ニヨリ増幅シ、更ニ真空管電壓計ニ接続セリ。今「ビート、ヴォシレーター」ニヨリ或ル周波數ヲ發振スレバ、擴大器ハ發音シ「C」「マイクロホン」ハ之ニ感應シ、増幅器ハ此勢力ヲ擴大シ之ニ接続セル真空管電壓計ハ或ル電壓ヲ指示ス。此指示スル電壓ヲ一定ニ保ツベキ「ヴォシレーター」ノ V.C. ヲ各周波數ニ應ジテ記録シ置キ此度盛リニヨリテ發音スレバ擴大器ヨリノ出音勢力ハ一定ナリ。

第6圖各部ノ説明ハ第1圖ニ等シ。而シテ此「マイクロホン」及ビ増幅器ノ周波數特性ハ 100—3000「サイクル」ニ於テハ殆ンド直線ト看做シ得ルモノトス。

第二章

實驗例

以上ノ操作ニヨリ各周波數(毎秒約 100—1000 振動音)ノ出音勢力ノ均一セラレタル發音體ト手掌ノ距離 20cm(接話音)ニ於テノ實驗ハ次ノ如シ。

第一實驗

音源。毎秒約 100 振動音(振動數 99、音階 G)「ヴォリウム、コントロール (V.C.) 24.1 度。

發音用電壓(A電池 5 V, B電池 180 V, C電池 9 V)増幅真空管 2 球ハ各實驗例同様ナリ。

氣壓。758 mm Hg。

上記要約ノ下ニ音源ト受音器ノ距離 20cm ニテ得タル音波曲線ハ次ノ如ク(第7圖 a, b)ニシテ其振幅ノ平均値ハ a, 2.8mm b, 3.3mm ナリ。但シ a ハ手掌ヲ受音器ニ添加セザル場合、b ハ添加セル場合ニシテ以下各實驗例ニテ同様ナリ。

今兩者ノ比較即チ手掌ヲ添加セルモノト然ラザル際ニ於ケル音勢力ノ割合ヲ示セバ

$$\frac{J_{\text{m b}}}{J_{\text{m a}}} = \frac{\left(\frac{3.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{2.8}{2}\right)^2} = 1.380$$

ニシテ手掌ノ添加ニ依リ音強度(振幅) 38% 増大セルヲ見ル。

第 7 圖

第 二 實 驗

音源. 毎秒約 200 振動音(振動實數 198. 音階 g).
 V.C. 60 度. 氣壓. 758 mm Hg.
 前ニテ得タル音波曲線ハ次ノ如ク(第 8 圖 a, b)ニシ
 テ其振幅平均値ハ a, 1.2mm. b, 1.4mm ナリ。而シ

テ兩者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.2}{2}\right)^2} = 1.376$$

ニシテ b ハ 37% 音強度ノ増加ヲ示ス。

第 8 圖

第 三 實 驗

音源. 毎秒約 300 振動音(振動實數 297. 音階 d').
 V.C. 63.8 度. 氣壓 758 mm Hg.

其音波曲線ハ次ノ如ク(第 9 圖 a, b)ニシテ振幅過
 小ノ爲メ計測不可能ナリ。

第 9 圖

第 四 實 驗

音源。毎秒約 400 振動音(振動實數 396. 音階 g)
V.C. 68 度。氣壓 758 mm Hg。

其音波曲線ハ次ノ如ク(第 10 圖 a, b) ニシテ振幅平
均值ハ a, 0.8mm. b, 1.0 mm ナリ。而シテ兩者勢

$$\text{力ノ比ハ} \quad \frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{1.0}{0.8} \right)^2 = 1.562$$

ニシテ b ハ音強度 56% 増大セルヲ示ス。

第 10 圖

第 五 實 驗

音源。毎秒約 500 振動音(振動實數 495. 音階 b)
V. C. 70 度。氣壓 758 mm Hg。

以上ノ音波曲線ハ次ノ如ク(第 11 圖 a, b) ニシテ振
幅ノ平均値ハ a, 0.8 mm. b, 1.0mmナリ。而シテ

$$\text{テ其兩者勢力ノ比ハ} \quad \frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{1.0}{0.8} \right)^2 = 1.562$$

ニシテ b ハ音強度 56% 増大セヲ示ス。

第 11 圖

第六實驗

音源。毎秒約 600 振動音(振動實數 594. 音階 d'')
 V.C. 68.5 度。氣壓 758 mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第 12 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
 平均値ハ a, 0.8mm. b, 1.0mm ナリ。而シテ其兩者勢

力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{1.0}{0.8} \right)^2 = 1.562$$

ニシテ b ハ音強度 56% 増大セルヲ示ス。

第 12 圖

第七實驗

音源。毎秒約 700 振動音(振動實數 704. 音階 f'')
 V.C. 66.2 度。氣壓 758 mm Hg.
 其音波曲線ハ左ノ如ク(第 13 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
 平均値ハ a, 2.4mm. b, 3.7mm ナリ。而シテ兩者勢

力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{3.7}{2.4} \right)^2 = 2.376$$

ニシテ b ハ音強度 138% 増大セルヲ示ス。

第 13 圖

第八實驗

音源。毎秒約 800 振動音(振動實數 792. 音階 g'')
 V.C. 66.4 度。氣壓 758 mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第 14 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
 平均値ハ a, 4.2mm. b, 5.6mm ナリ。而シテ其兩者勢

力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \left(\frac{5.6}{4.2} \right)^2 = 1.777$$

ニシテ b ハ音強度 77% 増大セルヲ示ス。

第 14 圖

第 九 實 驗

音源。毎秒約 900 振動(振動實數 880。音階 a'')

V.C. 66.4 度。氣壓 758 mm Hg。

其音波曲線ハ次ノ如ク(第 15 圖 a, b)ニシテ振幅ノ
平均値ハ a, 1.7mm. b, 2.2mmナリ。而シテ兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{2.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.7}{2}\right)^2} = 1.674$$

ニシテ b ハ音強度 67% 増大セルヲ示ス。

第 15 圖

第 十 實 驗

音源。毎秒約 1,000 振動音(振動實數 990。音階 b'')

V.C. 66.5 度。氣壓 758 mm Hg。

其音波曲線ハ次ノ如ク(第 16 圖 a, b)ニシテ振幅ノ
平均値ハ a, 0.8mm. b, 1.0mmナリ。而シテ兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2} = 1.562$$

ニシテ b ハ音強度 56% 増大セルヲ示ス。

第 16 圖

第三章

實驗成績及ビ小結論

以上實驗ノ每秒約 100—1000 振動音ノ各音階列 (G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'', b'') ノ

「ラッパ」出音勢力均一セル 10 種音ノ音波ヲ音源ヨリ受音器マデノ距離 20cm (低話音) ニ於テ受音器ニ手掌ヲ添加セルト然ラザル際トニ分テ撮影セル音波曲線ノ振幅檢査成績ニヨリ列舉スルトキハ次表ノ如シ。

音源ト受音器ノ距離 20 cm

	實驗例	音階	振幅	振幅ノ差	「エネルギー」 (音強度)ノ比較差	手掌添加ニヨル「エネルギー」 増加度
約 100	a	G	2.8mm	0.5mm	$\frac{\left(\frac{3.3}{2}\right)^2}{\left(\frac{2.8}{2}\right)^2} = 1.380$	38 %
	b		3.3mm			
約 200	a	g	1.2mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.2}{2}\right)^2} = 1.367$	37 %
	b		1.4mm			
約 300	a	d'				
	b					
約 400	a	g'	0.8mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2} = 1.562$	56 %
	b		1.0mm			
約 500	a	b'	0.8mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2} = 1.562$	56 %
	b		1.0mm			
約 600	a	d''	0.8mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2} = 1.562$	56 %
	b		1.0mm			
約 700	a	f''	2.4mm	1.3mm	$\frac{\left(\frac{3.7}{2}\right)^2}{\left(\frac{2.4}{2}\right)^2} = 2.376$	138 %
	b		3.7mm			

約 800	a	g''	4.2mm	1.4mm	$\frac{\left(\frac{5.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.2}{2}\right)^2}=1.777$	78 %
	b		5.6mm			
約 900	a	a''	1.7mm	0.5mm	$\frac{\left(\frac{2.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.7}{2}\right)^2}=1.674$	67 %
	b		2.2mm			
約1000	a	b''	0.8mm	0.2mm	$\frac{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{2}\right)^2}=1.562$	56 %
	b		1.0mm			
平 均					1.647	65 %

1. 各周波數(毎秒約 100—1000 振動音ノ 10 種音)ニ於ケル「ラッパ」ノ出音勢力均一ナルトキハ其勢力ニヨリ誘起セラレタル Audiometer ノ振動膜ノ振動ハ殆ンド同一ノ振動振幅ヲ呈スベキ理ナリ。然ルニ前表ノ振幅ハ軒輊不同ナリ其由來ニ就テハ之ヲ各様ニ觀察スベキモノトス。

- (1)「オーデヲメーター」振動膜ノ固有振動關係。
- (2)「オーデヲメーター」各部ノ各周波數ニ對スル共鳴作用ノ差異。
- (3)検査室ノ形狀。容積。材料。器具ノ影響。
- (4)波形ノ純不純(陪音ノ多寡等)
- (5)室内温度。濕度。
- (6)實驗ノ誤差。

即チ音波勢力ハ前各項ノ微妙ナル理學的變化ニヨリ各周波數ニ對シ絶對的均一ヲ期スル事ハ不可能ニ屬ス。然リト雖モ本實驗ハ只一定周波數ニ對シ同一要約ノ下ニ只手掌添加ニヨル音勢力ノ増減狀態ヲ檢索スル目的ニ對シテハ寸毫ノ瑕瑾ナキモノナリ。

2. 800 振動並ニ其前後ニ於テハ振幅ノ著大

ナルハ「オーデヲメーター」音膜ノ固有振動數(1600 振動)ノ $\frac{1}{2}$ ニテ恰モ 1 音階ノ差ニ相當シ完全協和音ヲ呈スルニヨル即チ顯著ナル共鳴作用ナリ。又 100 振動音ノ振幅大ナルハ前項ノ各種關係ニヨルモノナリ。

振幅ノ振動數ニ對スル百分率ハ次ノ如シ。

3. 振幅ノ差異。前百分率ノ示ス如ク受音器ノ口部ニ手掌ヲ添加シテ撮影スルトキハ其然ラザル際ヨリ振幅ハ常ニ増大ス。而シテ其割合ハ 7 及ビ 800 振動音ニテ顯著ナルノミニテ其他ハ概ネ 0.5mm 以下トス。

4. 「エネルギー」(音強度)ノ比較差。即チ手掌添加セザルトキノ「エネルギー」ヲ 1 トシ

添加時ノ「エネルギー」ヲ算出スルトキハ音源ト受音器ノ距離 20cm ニ於テハ (G)1.380. (g)1.367. (g')1.562. (b')1.562. (d'')1.562. (f'')2.376. (g'')1.777. (a'')1.674. (b'')1.562 ニシテ平均 1.647 ヲ示ス。

5. 手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加度。此増加度ヲ手掌添加セザルトキヲ 1 トシテ%ニヨリ算出スルトキハ (G)88%. (g)36%. (g')56%. (b')56%. (d'')56%. (f'')138%. (g'')

78%. (a'')67%. (b'')56% ニシテ平均 65%ヲ示ス。

小 結 論

本實驗ノ成績ニヨリ耳翼(受音器)ニ添加セル手掌ノ補聴量ヲ音響數學的ニ闡明スルコトヲ得ベク 而シテ其補聴量ヲ示ス「エネルギー」ノ増加度ハ實驗音源 (G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'', b'') ニ對シ 20cm ノ距離ニ於テ平均約 65% トス。

第三編 發音體ノ出音勢力均一(ヴォリューム・コントロール及ビ真空管電流計併用)ニヨル實驗的研究

第 一 章

均 一 豫 備 装 置

發音「ラッパ」出音勢力ノ均一ハ既ニ前編ニ於テ「ヴォリューム・コントロール」ノ示度ヲ標準トシテ各周波數(100—1000 振動音)ニテ檢出セリ。然リト雖モ、理想トスル「ヴォリューム・コントロール」ノ示度が必ズシモ音量ト物理學的ニ一致スルコトハ困難ナルコト尠ナカラズ。之往々電氣接觸ノ不完全或ハ抵抗線ノ不同又ハ其他ノ機械的不同ノ原因ニヨル。故ニ余ハ更ニ其誤差ヲ檢討絶減スル爲メニ「ヴォリューム・コントロール」ト同時ニ真空管電流計ヲ直接ニ聯結シテ各周波數ニ對シ均一水平單位ヲ求メテ出音勢力ノ均一ヲ算出セリ。其方法次ノ如シ。

- a. 出音勢力(音量)ヲ 2.3V 水平均一單位ニ一定セリ。前編ニテハ音量 3.0V 單位ニセルモ這回ハ「ヴォリューム・コントロール」ヲ前回ヨリ低キ抵抗ニ改造セル爲メ 3.0V ニ一定スルニハ増幅器ノ出力不足ナルニヨル。

- b. 前項ノ音量 2.3 V 水平單位ヲ各周波數(100—1000 振動音)ニヨリ「ヴォリューム・コントロール」ノ示度及ビ電壓計示度ヲ算出スルトキハ次表ノ如シ。

音量 2.3V 均一單位表

周 波 數	ヴォリューム コントロール 示度	電壓計示度 V
100	27.2度	35.2V
200	4.6	23.0
300	9.5	13.2
400	2.35	7.56
500	2.13	5.72
600	2.23	8.15
700	2.45	11.5
800	2.35	13.2
900	2.35	12.9
1000	2.35	15.1

第 二 章

實 驗 例

以上ノ操作ニヨリ各周波數(毎秒約100—1000

振動音)ニ對シ出音勢力ノ均一セラレタル發音體ト手掌トノ距離 20cm (接話音)ニ於テノ實驗ハ次ノ如シ。

第一實驗

音源。毎秒約 100 振動音 (振動實數 99, 音階 G) ヴォリューム・コントロール (v.c) 27.2 度。真空管電

壓計(電壓)35.2V。發音用電壓(A電池 5V B電池 180V。C電池 9V)。増幅真空管 2 球ハ各實驗例同様ナリ。

氣壓 759mm Hg。

上記要約ノ下ニ音源ト受音器ノ距離 20cm ニテ得タル音波曲線ハ次ノ如シ (第 1 圖 a, b)。

第 1 圖

ニシテ其振幅ノ平均値ハ a, 1.16mm. b, 1.43mm ナリ。但シ a ハ手掌ヲ受音器ニ添加セザル場合 b ハ添加セル場合ニシテ以下各實驗例ニテ同様ナリ。今兩者ノ比較即チ手掌ヲ添加セルモノト然ラザル際ニ於ケル音勢力ノ割合ヲ示セバ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.43}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.16}{2}\right)^2} = 1.52$$

ニシテ手掌ノ添加ニヨリ音強度(振幅)52%増大セルヲ見ル。

第二實驗

音源。毎秒約 200 振動音(振動實數 198, 音階 g') V.C. 4.6 度, 電壓 23.0V 氣壓 759 mm Hg。

前ニテ得タル音波曲線ハ次ノ如ク (第 2 圖 a, b) ニシテ其振幅平均値ハ a, 1.26 mm, b, 1.55mm ナリ。

而シテ兩者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.55}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.26}{2}\right)^2} = 1.51$$

ニシテ b ハ 51%音ノ強度増加ヲ示ス。

第 2 圖

第三實驗

音源。毎秒300約振動音(振動實數297. 音階 d')
 V.C. 9.5度. 電壓13.2V. 氣壓759 mm Hg。
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第3圖 a, b)ニシテ振幅平均
 値ハ a, 0.58mm. b, 0.70mmナリ。而シテ兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{0.7}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.58}{2}\right)^2} = 1.46$$

ニシテ b ハ 46% 音強度ノ増加ヲ見ル。

第 3 圖

第四實驗

音源。毎秒約400振動音(振動實數396. 音階 g')
 V.C 2.35. 電壓7.56V. 氣壓759 mm Hg。
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第4圖 a, b)ニシテ振幅平均
 値ハ a, 0.72. b, 0.84mm ナリ。而シテ兩者勢力ノ

比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{0.84}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.72}{2}\right)^2} = 1.36$$

ニシテ b ハ音強度 36% 増大セルヲ示ス。

第 4 圖

第五實驗

音源。毎秒約500振動音(振動實數495. 音階 b')
 V.C. 2.13. 電壓5.72V. 其音波曲線ハ次ノ如ク(第
 5圖 a, b)ニシテ振幅ノ平均值ハ a, 0.59 b, 0.72
 ナリ。而シテ其兩者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{0.72}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.59}{2}\right)^2} = 1.46$$

ニシテ b ハ音強度 46% 増大セルヲ示ス。

第 5 圖

第 六 實 驗

音源。毎秒約 600 振動音 (振動實數 594. 音階 d'')
 V.C. 2.23 度。電壓 8.15V. 氣壓 759mmHg。
 其音波曲線ハ次ノ如ク (第 6 圖 a, b) ニシテ振幅ノ平
 均值ハ a, 0.93 b, 1.12mmニシテ其兩者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{0.12}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.93}{2}\right)^2} = 1.45$$

ニシテ b ハ音強度 45 % 増大セルヲ示ス。

第 6 圖

第 七 實 驗

音源。毎秒約 700 振動音 (振動實數 704. 音階 f'')
 V.C. 2.45 度。電壓 11.5V. 氣壓 759 mm Hg。
 其音波曲線ハ次ノ如ク (第 7 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
 平均值ハ a, 1.72 b, 2.05mmナリ。而シテ兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{0.25}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.72}{2}\right)^2} = 1.37$$

ニシテ b ハ音強度 37 % 増大セルヲ示ス。

第 7 圖

第 八 實 驗

音源。毎秒約 800 振動音 (振動實數 792. 音階 g'')
 V.C. 2.35 度。電壓 13.2 V. 氣壓 759 mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク (第 8 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
 平均値ハ a, 3.48. b, 3.82 mm ナリ。而シテ其兩者

勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{3.82}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.48}{2}\right)^2} = 1.20$$

ニシテ b ハ音強度 20 % 増大セルヲ示ス。

第 8 圖

第 九 實 驗

音源。毎秒約 900 振動音 (振動實數 880. 音階 a'')
 V.C. 2.35 度。電壓 12.9 V. 氣壓 759 mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク (第 9 圖 a, b) ニシテ振幅ノ平
 均値ハ a, 1.40. b, 1.64 mm ナリ。而シテ兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{1.64}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.40}{2}\right)^2} = 1.37$$

ニシテ b ハ音勢力 37 % 増大セルヲ示ス。

第 9 圖

第 十 實 驗

音源。毎秒約 1,000 振動音(振動實數 990 音階 b')
 V.C. 2.35 度。電壓 15.1V。實壓 759 mm Hg。
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第 10 圖 a, b)ニシテ振幅ノ
 平均値ハ a, 0.66 b, 0.79 ナリ。而シテ兩者勢力ノ

比ハ

$$\frac{\text{Im } b}{\text{Im } a} = \frac{\left(\frac{0.79}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.66}{2}\right)^2} = 1.43$$

ニシテ b ハ音強度 43% 増大セルヲ示ス。

第 10 圖

第 三 章

實驗成績及ビ小結論

以上「ヴォリューム・コントロール」及ビ眞空
 管電流計併用ニテ出音勢力ヲ 均一セル 10 種音
 (毎秒約 100—1000 振動音。即チ音階列 G, g,

d', g', b', d'', f'', g'', b'', b'')ノ音波ヲ余ハ
 音源ヨリ受音器マデノ距離 20cm (低話音)ニ於
 テ受音器ニ手掌ヲ添加セルト然ラザル際トニ分
 チ撮影セリ。

之等ノ音波曲線ヲ其振幅検査成績ニヨリ列舉ス
 ルトキハ次表ノ如シ。

	實驗例	音 階	振 幅	振幅ノ差	「エ ネ ル ギ ー」 (音強度)ノ比較數	手掌ノ添加ニ ヨル「エ ネ ル ギ ー」増加度
100	a	G	1.16mm	0.27mm	$\frac{\left(\frac{1.43}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.16}{2}\right)^2} = 1.52$	52 %
	b		1.43mm			
200	a	g	1.26mm	0.29mm	$\frac{\left(\frac{1.55}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.26}{2}\right)^2} = 1.51$	51 %
	b		1.55mm			
300	a	d'	0.58mm	0.12mm	$\frac{\left(\frac{0.70}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.58}{2}\right)^2} = 1.46$	46 %
	b		0.70mm			

400	a	g'	0.72mm	0.12mm	$\frac{\left(\frac{0.84}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.72}{2}\right)^2}=1.36$	36 %
	b		0.84mm			
500	a	b'	0.59mm	0.13mm	$\frac{\left(\frac{0.72}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.59}{2}\right)^2}=1.46$	46 %
	b		0.72mm			
600	a	d''	0.93mm	0.19mm	$\frac{\left(\frac{1.12}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.93}{2}\right)^2}=1.45$	45 %
	b		1.12mm			
700	a	f''	1.72mm	0.33mm	$\frac{\left(\frac{2.05}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.72}{2}\right)^2}=1.37$	37 %
	b		2.05mm			
800	a	g''	3.48mm	0.34mm	$\frac{\left(\frac{3.82}{2}\right)^2}{\left(\frac{3.48}{2}\right)^2}=1.20$	20 %
	b		3.82mm			
900	a	a''	1.40mm	0.24mm	$\frac{\left(\frac{1.64}{2}\right)^2}{\left(\frac{1.40}{2}\right)^2}=1.37$	37 %
	b		1.64mm			
1000	a	b''	0.66mm	0.13mm	$\frac{\left(\frac{0.79}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.66}{2}\right)^2}=1.43$	43 %
	b		0.79mm			
平均					1.414	41 %

1. 本實驗ニ於テハ「ラッパ」ノ出音勢力ハ各周波數（毎秒約100—1,000振動音）ニ於テ完全ニ均一セラレタルモ尙ホ右表ノ示ス如ク振幅ハ軒輕不同ナリ。其由來ハ前編ニ述ベシ如ク「オーディオメーター」振動膜ノ共鳴其他ニ起因スルモノナリ。然リト雖モ本實驗（「ヴオリューム・コントロール」及ビ眞空管電流計併用）ハ前實驗（單ニ「ヴオリューム・コントロール」使用）ヨリ各周波數ニ對スル音強度増加度（手掌添加ニヨル）ニ甚ダシキ差異ヲ呈セザルハ「ラッパ」出

音勢力ノ均一ノ正確ナルヲ證スベキナリ。

2. 800 振動音並ニ其前後ニ於テ振幅ノ著大ナルハ前實驗ニ等シク而シテ其振幅ノ各振動數ニ對スル百分率ハ次表ノ如シ。

3. 振幅ノ差異。此百分率ノ示ス如ク受音器ノ口部ニ手掌ヲ添加シ撮影スルトキハ其然ラザル際ヨリ振幅ハ常ニ増大ス。而シテ其割合ハ各振動數ニ於テ大差ナシ。

4. 「エネルギー」（音強度）ノ比較差。即チ手掌添加セザルトキノ「エネルギー」ヲ1トシ添

加時ノ「エネルギー」ヲ算出スルトキハ音源ト受音器ノ距離 20cmニ於テ(G)1.52, (g)1.51, (d')1.46, (g')1.36, (b')1.46, (d'')1.45, (f'')1.37, (g'')1.20, (a'')1.37, (b'')1.43ニシテ平均1.414ヲ示ス。

5. 手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加度。

其増加度ヲ手掌ヲ添加セザルトキハ1トシテ%ニヨリ算出スルトキハ(G)52%, (g)51%, (d')46%, (g')36%, (b')46%, (d'')45%, (f'')37%, (g'')20%, (a'')37%, (b'')43%ニシテ平均41%ヲ示ス。

小 結 論

本實驗ノ成績ニヨリ耳翼(受音器)ニ添加セル手掌ノ補聴量ヲ音響數學的ニ闡明スルコトヲ得ベク豫メ其補聴量ヲ示ス。「エネルギー」ノ増加度ハ實驗音源(G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'', b'')ニ對シ20cmノ距離ニ於テ平均41%トス。

第四編 「オッシログラフ」ニヨル實驗的研究

前三編ニ於テハ「オーディオメーター」ヲ使用シテ測定セルモ其振動膜ノ特性並ニ共鳴作用ニヨリ各周波數ニ對スル振幅ノ差異顯著ニ現ハレ、且ツ其共鳴作用ヲ除却スルコト至難ナルタメ、更ニ正確ヲ期スル爲メ「オッシログラフ」ヲ使用セリ。此機ハ可檢周波數ニ對シ殆ンド特性ナク又共鳴作用ナシ。

ノ振動子(小鏡)ニ接續シテ其振幅ヲ撮影セリ。更ニ此「マイクロホン」ニ石膏鑄形手掌ヲ添加シテ前同様ノ操作ヲ反復セリ。而シテ此際其手掌

第 1 圖

第 一 章

豫 備 装 置

前編ニ等シク眞空管發振器ヲ用ヒテ低周波ノ振動電流ヲ起シ眞空管ニテ増幅シ擴聲器ニ結續シ無響室ニテ發音セリ。

擴聲器ヨリ1mヲ離レテ「ライツ型マイクロホン」ニテ受音セリ。而シテ其受音面ヲ發音體ノ音方向ニ平行セシム。之ヲ抵抗増幅器ニヨリ増幅シ、更ニ其出力端子ヲ電磁形「オッシログラフ」

面ハ擴聲器發音ノ音方向ニ直角タラシム(第1圖ノ如クス)。

以上各器體ヲ詳述スレバ次ノ如シ。

1. 真空管發振器ハ次ノ如シ。(第2圖)

第 2 圖

2. 擴聲器ハ獨逸「テレフンケン」製EH 329號ヲ用ユ。

3. 「ライツ」形「マイクロホン」ハ受音面ノ大サ381平方mm. 直径22mmニシテ周波數100—1000ニ於テハ殆ンド特性ヲ有セズ。

3. 抵抗增幅器。次ノ如キ接續(第3圖)ニテ其周波數特性ハ100—2000「サイクル」以内ニテハ直線(特性ナシ)ト看做ス事ヲ得。

第 3 圖

5. 「オッシログラフ」英國ケンブリッヂ會社製ノ電磁形「オッシログラフ」ニシテ振動子(小鏡)ノ固有振動ハ $\frac{2}{10,000}$ —3程度(「ダンピングオイル」ヲ用ユ)ヲ示スニ過ギズ。

6. 石膏鑄形手掌。寒天ニテ右側手指ノ雌形ヲ造リ。之ニ石膏ヲ注入シテ製作セリ(第1圖參照)。之ニヨル時ハ各實驗ニ際シ手掌面ノ形狀一定不變ナリ。

第 二 章

實 驗 例

以上ノ豫備裝置ニテ各周波數(100—1000振動音ノ10種)ニツキ發音體ト手掌トノ距離1mニ於テノ實驗ハ次ノ如シ。

第 一 實 驗

音源。毎秒約100振動音(振動實數99, 音階G)ノ「オッシレーター」。氣壓761 mm Hg。

前ニテ音源ト受音器ノ距離1mニテ得タル音波曲線ハ次ノ如ク(第4圖 a, b)ニシテ其振幅ノ平均値ハ a, 4.0mm, b, 5.5mmナリ。但シ a ハ手掌ヲ受音器ニ添加セザル場合。bハ添加セル場合ニシテ以下各實驗例ニテ同様ナリ。

今兩者ノ比較即チ手掌ヲ添加セルモノト然ラザル際ニ於ケル音勢力ノ割合ヲ示セバ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{5.5}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.0}{2}\right)^2} = 1.89$$

第 4 圖

ニシテ手掌ノ添加ニヨリ音強度 (振幅) 89%増大セルヲ見ル。

第 二 實 驗

音源。毎秒約 200 振動音 (振動實數 198. 音階 g)
氣壓 761 mm Hg。
前ニテ得タル音波曲線ハ次ノ如ク (第 5 圖 a, b) =

シテ其振幅平均値ハ a, 4.9mm, b, 5.8mmナリ。其兩者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{5.8}{2}\right)^2}{\left(\frac{4.9}{2}\right)^2} = 1.39$$

ニシテ b ハ 39% 音強度ノ増加ヲ示ス。

第 5 圖

第三實驗

音源。毎秒約 300 振動音 (振動數 297. 音階 d').
氣壓 761mm Hg.

其音波曲線ハ次ノ如ク (第 6 圖 a, b) ニシテ其振幅平
均值ハ a, 6.1mm. b, 7.1mm ナリ。其兩者勢力ノ比

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{7.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{6.1}{2}\right)^2} = 1.35$$

ニシテ b ハ 35% 音強度ノ増加ヲ示ス。

第 6 圖

a

b

第四實驗

音源。毎秒約 400 振動音(振動實數 396, 音階 g').
 氣壓 761mm Hg.
 其音波曲線ハ左ノ如ク(第 7 圖 a, b)ニシテ振幅平均

値ハ a, 5.1mm ニシテ b ハ操作ヲ誤リ寫眞現象不明
 ノ爲メ除去セリ。依テ本實驗ニテハ a, b ノ振幅比
 較不能ナリ。

第 7 圖

第五實驗

音源。毎秒約 500 振動音(振動實數 495, 音階 b').
 氣壓 761mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第 8 圖 a, b)ニシテ其振幅
 ノ平均值ハ a, 10.5mm. b, 13.6mm ナリ。其兩者
 勢力ノ比

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{13.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{10.5}{2}\right)^2} = 1.67$$

ニシテ b ハ音強度 67% 増大セルヲ見ル。

第六實驗

音源。毎秒約 600 振動音(振動實數 594, 音階 d').
 氣壓 761mm Hg.
 其音波曲線ハ次ノ如ク(第 9 圖 a, b)ニシテ其振幅ノ
 平均值ハ a, 10.8mm, b, 14.7mm ナリ。而シテ其兩
 者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{14.7}{2}\right)^2}{\left(\frac{10.8}{2}\right)^2} = 1.89$$

ニシテ b ハ音強度 89% 増大セルヲ見ル。

第 8 圖

第 9 圖

第七實驗

音源。毎秒約 700 振動音(振動實數 704. 音階 f'').
氣壓 761mm Hg.

其音波曲線ハ次ノ如ク(第 10 圖 a, b)ニシテ其振幅
平均値ハ a, 13.6mm. b, 17.0mmニシテ其兩者勢力

ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{17.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{13.6}{2}\right)^2} = 1.54$$

ニシテ b ハ音強度 54% 増大セルヲ見ル。

第 10 圖

第 八 實 驗

音源。毎秒約 800 振動音(振動實數 792. 音階 g'').
氣壓 761mm Hg.

其音波曲線ハ次ク如ク(第 11 圖 a, b) ニシテ其振幅
平均値ハ a, 12.1mm. b, 17.0mm ナリ。而シテ其兩

者勢力ノ比ハ

$$\frac{J_{mb}}{J_{ma}} = \frac{\left(\frac{17.0}{2}\right)^2}{\left(\frac{12.1}{2}\right)^2} = 1.97$$

ニシテ b ハ音強度 97% 増大セルヲ見ル。

第 11 圖

第九實驗

音源。毎秒約900振動音(振動實數880, 音階a[〃]).
氣壓761mm Hg.

其音波曲線ハ次ノ如ク(第12圖 a, b) ニシテ振幅ノ
平均値ハ a, 13.5mm. b, 18.1mmナリ。而シテ其兩

者勢力ノ比ハ

$$\frac{I_{mb}}{I_{ma}} = \frac{\left(\frac{18.1}{2}\right)^2}{\left(\frac{13.5}{2}\right)^2} = 1.78$$

ニシテbハ音強度78%増大セルヲ示ス。

第 12 圖

第十實驗

音源。毎秒約 1000 振動音 振動實數 990. 音階 b⁷。
氣壓 761mm Hg。

其音波曲線ハ次ノ如ク (第 13 圖 a, b) ニシテ振幅ノ
平均値ハ a, 15.4mm. b, 20.2mm ナリ。而シテ兩者

勢力ノ比ハ

$$\frac{J_m b}{J_m a} = \frac{\left(\frac{20.2}{2}\right)^2}{\left(\frac{15.4}{2}\right)^2} = 1.72$$

ニシテ b ハ音強度 72% 増大セルヲ示ス。

第 13 圖

第三章

實驗成績及ビ小結論

以上實驗ノ毎秒約 100—1000 振動音ノ各音階
列ノ 10 種音ノ音波ヲ無響室ニ於テ音源ヨリ受

音器 (マイクロホン) マデノ距離 1 m ニテ受音
器ニ手掌ヲ添加セルト然ラザル際ニ分チ, 「オッ
シログラフ」ニテ撮影セル音波曲線ノ振幅検査
成績ニヨリ列擧スルトキハ次表ノ如シ。

	實驗例	音 階	振 幅	振幅ノ差	エ ネ ル ギ ー (強度)ノ 比 較 差	手掌ノ添加ニ ヨルエネルギー 一増加度
約 100	a	G	4.0mm	1.5mm	$\frac{(\frac{5.5}{2})^2}{(\frac{4.0}{2})^2}=1.89$	89 %
	b		5.5mm			
約 200	a	g	4.9mm	0.9mm	$\frac{(\frac{5.8}{2})^2}{(\frac{4.9}{2})^2}=1.39$	39 %
	b		5.8mm			
約 300	a	d'	6.1mm	1.0mm	$\frac{(\frac{7.1}{2})^2}{(\frac{6.1}{2})^2}=1.35$	35 %
	b		7.1mm			
約 400	a	g'	5.1mm			
	b					
約 500	a	b'	10.5mm	3.1mm	$\frac{(\frac{13.6}{2})^2}{(\frac{10.5}{2})^2}=1.67$	67 %
	b		13.6mm			
約 600	a	d''	10.8mm	3.9mm	$\frac{(\frac{14.7}{2})^2}{(\frac{10.8}{2})^2}=1.89$	89 %
	b		14.7mm			
約 700	a	f''	13.6mm	3.4mm	$\frac{(\frac{17.0}{2})^2}{(\frac{13.6}{2})^2}=1.54$	54 %
	b		17.0mm			
約 800	a	g''	12.1mm	4.9mm	$\frac{(\frac{17.0}{2})^2}{(\frac{12.1}{2})^2}=1.97$	97 %
	b		17.0mm			
約 900	a	a''	13.5mm	4.6mm	$\frac{(\frac{18.1}{2})^2}{(\frac{13.5}{2})^2}=1.78$	78 %
	b		18.1mm			
約1000	a	b''	15.4mm	4.8mm	$\frac{(\frac{20.2}{2})^2}{(\frac{15.4}{2})^2}=1.72$	72 %
	b		20.2mm			
平 均					1.688	69 %

1. 本實驗＝於テ各周波數(毎秒約100—1000振動音ノ10種)ノ振幅ハ前三編ノ實驗ヨリ一般ニ増大ス。之「オシログラフ」ニ於テハ「オーディオメーター」ヨリハ受音「エネルギー」ノ消耗少ナク、且ツ抵抗増幅器ノ音勢力擴大度大ナル爲メナリ。

2. 本實驗＝於テ振幅均一ナラザルハ發音體タル真空管發振器ノ出力均等ナラザルト擴聲器ノ各周波數＝對スル特性ノ差＝起因ス。

3. 「マイクロホン」ニ連結セル抵抗増幅器並ニ「オシログラフ」ハ各周波數＝對シ殆ンド計數上ノ特性ナシ。

4. 本實驗＝使用セル石膏手掌ハ各實驗＝際シ其掌面ノ形狀屈曲一定不變ナル爲メ＝音響物理學の變化ナシ。只硬質ナルニヨリ生體手掌ニ比シ音波ノ反射、吸收等＝僅微ノ差異アラン。

5. 振幅ノ各周波數＝對スル百分率ハ次圖ノ如シ。(第19圖)

6. 振幅ノ差異。前百分率ノ示ス如ク「マイクロホン」(受音器)ニ手掌ヲ添加シテ撮影スルトキハ其然ラザル際ヨリ振幅ハ一般ニ増大ス。而シテ其差ハ0.9—4.9mmノ間ニアリ。

7 「エネルギー」(音強度)ノ比較差。即チ手掌添加セザルトキノ「エネルギー」ヲ1トシ添加時ノ「エネルギー」ヲ算出スルトキハ音源ト受音器トノ距離1m＝於テハ(G)1.89, (g)1.39, (d')1.35, (g')除ク(b')1.67, (d'')1.89, (f'')1.54, (g'')1.97, (a'')1.78, (b'')1.72ニシテ平均1.688ヲ示ス。

8. 手掌添加ニヨル「エネルギー」ノ増加度。此増加度ヲ手掌ヲ添加セザル時ヲ1トシテ%ニヨリ算出スルトキハ(G)89%, (g)39%, (d')

第 19 圖

35%, (g')除ク(b')67%, (d'')89%, (f'')54%, (g'')97%, (a'')78%, (b'')72%ニシテ平均69%ヲ示ス。

小 結 論

本實驗ノ成績ニヨリ耳翼(受音器)ニ添加セル手掌ノ補聴量ヲ音響數學的ニ闡明スル事ヲ得ベク、而シテ其補聴量ヲ示ス「エネルギー」ノ増加度ハ實驗音源(G, g, d', g', b', d'', f'', g'', a'', b'')ニ對シ20cmノ距離ニ於テ平均69%ヲ示ス。

V. 總 括

1. 可檢各周波數ニ於テ其「エネルギー」ノ示ス振幅ヲ均等ナラシムル爲メニ或ハ電壓ヲ均等（第1編）ニシ、或ハ其出音勢力ヲ均一（第2編、第3編）ニシ、或ハ特性ナキ「オッシログラフ」(第4編)ヲ用ヒシモ發音裝置並ニ受音裝置ノ微妙ナル理學的變化ヲ完全ニ消滅シテ各周波相互間ノ絶對的均等「エネルギー」價ヲ檢出スルコトハ至難ナリ。

而シテ本實驗ノ目的ハ只一定周波數ニ對シ同一要約ノ下ニ於テ手掌添加ニヨル音勢力ノ増減狀態ヲ檢索セントスルモノニシテ換言スレバ比較實驗ヲ行ヒシモノナリ。

2. 可檢各周波數ノ振幅ハ受音器ニ手掌ヲ添加スルトキハ其然ラザルトキヨリ一般ニ増大スルハ各編ノ示ストコロナリ。之手掌添加ノ爲メニ音「エネルギー」ノ増加ヲ表ハスモノナリ。

3. 可檢周波數ニ於ケル振幅ノ比較差ヲ求ムル爲メニ手掌ヲ添加セザルトキヲ1トシ添加時ノ振幅ヲ算出スルトキハ、第1編ニ於テ音源ト受音器ノ距離20cmニテ平均1.664。同距離1m

ニテハ平均1.674トス。第2編ニ於テ同距離20cmニテハ平均1.647トス。第3編ニ於テ同距離20cmニテハ平均1.414トス。第4編ニ於テ同距離1mニテハ平均1.688トス。

4. 可檢各周波數ニ於テ手掌添加ニヨル振幅ノ増加度ヲ%ヲ以テ表ストキハ第1編ニ於テ音源ト受音器ノ距離20cmニテハ平均66%。同距離1mニテハ67%トス。第2編ニ於テ同距離20cmニテハ平均65%トス。第3編ニ於テ同距離20cmニテハ平均41%トス。第4編ニ於テ同距離1mニテハ平均69%トス。

VI. 總 結 論

本實驗ノ成績ニヨリ耳翼（受音器）ニ添加セル手掌ノ補聴量ヲ音響數學的ニ闡明スルコトヲ得ベク。而シテ其補聴量ヲ示ス「エネルギー」ノ増加度ハ實驗音源（G, g, d', g', b', d'', f', g'', a'', b''）ニ對シ音源ト受音器ノ距離20cmニ於テハ平均57%。同距離1mニ於テハ平均68%トス。

摺筆ニノゾミ東京帝國大學橋田邦彦教授並ニ同増田胤次教授ノ懇篤ナル御指導ヲ謹謝ス。

引用書目

- 1) **v. Tröltsch**: Lehrbuch der Ohrenheilkunde, 1873. 2) **Politzer**: Monographie über die Beleuchtungsbilder des Trommelfells, Wien, 1865. 3) **Küpper**: Über die Bedeutung der Ohrmuschel des Menschen. A. f. Ohr. 1874, II. S. 158. 4) **Hesse R. u. Daffeln, F.**: Tierbau u. Tierleben B.G. Teubner, Leipzig, 1910. 5) **Franke H.**: Über die Funktion der Ohrmuschel. Passow-Schaeffers Beitr. 1913, VI. S. 119. 6) **Gradenigo**: Missbildungen der Ohrmuschel. A. f. Ohr. 1893, XXXIV. S. 281. 7) **Manasse**: Demonstration eines Falles von angeborenen Defekt der Ohrmuschel, Verh. d. D. Otol. Ges. 1907, S. 145. 8) **Iwata**: Angeborene Missbildung des äusseren Ohres. Passow-Schaeffers Beitr. 1912, V. S. 258. 9) **Weber**: Über den Mechanismus des Menschlichen Gehörorgans. Königl. Sächs. Ges. des. wiss., Math-Nat. Kl., 1851, S. 29. 10) **Mock, E.**: Bemerkungen über die Funktion der Ohrmuschel, A. f. Ohr. 1814, IX. S. 72. 11) **Müller**: Handbuch der Physiologie des Menschen, 1837. 12) **Magendie**: Handbuch der Physiologie, 1834. 13) **Buchmann**: Über den Einfluss, welchen Gestalt und Anheftungswinkel des äusseren Ohres auf die Stärke des Hörens hat. Mackels A. f. Anat. u. phys. 1825, S. 488. 14) **Burhus**: Über das deutliche Hören, Tnaug-Diss. Göttingen, 1857. 15) **Harless**: Hören. Wagners Handbuch der Phys. IV. S. 311. 16) **Essex**: Annales des sciences Nat. 1832, (zit nach. Begold). 17) **Schneider**: Die Ohrmuschel und ihre Bedeutung beim Gehör. Tnaug-Diss. Marburg, 1855. 18) **Reime**: Beiträge zur Physiologie des Menschlichen Ohres, Prager Vierteljahrsschrift 1855, I. S. 71. 19) **Schäfer**: Der Gehörsinn, Nagels Handb. der Phys. des Menschen, III. 1905. 20) **Geigel**: Die Bedeutung der Ohrmuschel für das Hören. n. med. Woch. 1907, S. 1478, u. S. 2337. 21) **Kretschmann**: Über mittönen fester u. flüssiger Körper. Verh. d. D. Otol. Ges. 1905, S. 78. 22) **Luciani**: Physiologie des Menschen, IV. 1911. 23) **Kisch**: Vergleichende Untersuchung der Luft-Knorpel-Knochen-Leitung beim Normalhörigen u. beim Mittelohrs gehörigen, Passow-Schäfer Beitr. 1922, XVIII, S. 392. 24) **田邊尚雄**: 音楽ニ必要ナル音ノ知識, 大正12年版. 25) **田邊尚雄**: 最近化学上ヨリ見タル音楽ノ原理. 大正13年版. 26) **村岡範爲**: 實驗及理論物理學. 音響學. 27) **Alexander u. O. Marburg**: Handbuch der Neurologie des Ohres. Bd. I. 1924. 28) **Denker u. Kahler**: Handbuch der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Bd. VI. 1926.

(稿原到着=昭和11・8・28)

—急 載—