

# 電話用炭素送話器の最近の進歩

西山 静 男\*

## Advanced Investigation of the Carbon Transmitter of Telephone

By Shizuo Nishiyama

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The present article is devoted to the general description of what the writer derived out of the recent research in transmitter used as an electric contact resistance type transducer. In the article while introducing the results of the measurement of displacement-response transducing coefficient and input mechanical impedance of carbon granule, carried out by means of the dynamic actuating and static measuring vibrometers, the writer indicates on the basis of this measurement, the fact that the carbon granule possesses a characteristic which can be specified in a certain statistical consistency. The writer also gives a recapitulatory note concerning his observation in the peculiar phenomena, such as switch-in and microphone oscillation phenomena, which are caused by heat of the whole transmitter construction.

### 〔I〕 緒 言

従来我国に於ては電話用送話器として主に 1-A, 1-B 送話匣が用いられていた。この送話匣は性能が不安定な上、音響特性もあまりよくなかった。しかるに終戦後、電気通信研究所に於て電話機の改良がとり上げられ、同所の御指導と電話機製造会社の協力により数次にわたり研究試作が重ねられ特性優秀なる 4 号電話機の実現を見るに到った。この 4 号電話機実用化の一部として従来の送話器の改良が行われ、特性のすぐれた T-4 号送話器が実用化され現在は広く一般に用いられるようになった（この送話器の工場試作は日立製作所が担当した）。

送話器は接触抵抗型音響電気変換器として他の変換器と異り変換と同時に増幅作用も兼ねている。音響勢力を振動板により集音して機械振動に変換し、直流電力を交流に変換するリレー作用を行わせるものである。

接触抵抗に用いる材料としては主として現在は仏印ホンゲイ産の無煙炭を用いている。振動による歪を減少するために粒状群として多数箇を一つの統計量として取扱うものである。

以上の理由から容易に了解出来ることであるが炭素送

話器の特性研究の殆ど総ては炭素粉の振動特性の検討が重要な課題になる。その最も重要な作用をなす炭素粉に就いては、電気音響変換の面でも、材料の面でも殆ど確実な知識は得られていなかった。これは炭素粉が材質的に極めて複雑な性質をもつこと、性質が不安定であること及び適切な測定手段を欠いていたためであつた。電気通信研究所に於ては T-4 送話器の実用化と共に炭素粉の品質を均一化するため、炭素粉材料に関する種々な測定方法を定め、又炭素粉の電気音響特性を明らかにするため、動電駆動—静電測定型バイブロメータを実用化し炭素粉の感度、能率、機械インピーダンスの測定を行いその性質を明らかにした。その他送話器には後述の如き脈動現象、閉路現象或いは異常現象の如き熱膨脹歪に基づく種々なる好ましくない現象を表わす。これ等の理論的な解析も行われた。また送話器には炭素粉による劣化現象があり、実用上大きい問題となつている。これに就いては方々で盛んに検討が進められている。

これ等の研究は今日もなお新しい成果を生みつゝあり、今後の成果は期してまつべきものがあるが一応現在までを総論的に纏めることも意義あることと思われるので筆者の知る範囲に於て上記諸問題に就いて報告した。各位の御叱正を得たいと考える。

\* 日立製作所戸塚工場



## 〔II〕 炭素送話器の構造

一般に用いられる縦流型炭素送話器の構造は2電極間に炭素粉を充填し直流を饋電する電極の一方は振動板を主とする振動系に直結し、振動板により音響勢力を集音して可動電極の起振力に変成して振動せしめる。第1図は代表的な4号型送話器の構造で、第2図はその分解図である。第3図はその音響等価回路を示したものである。

振動系として普通の構造では各機械インピーダンスの諸要素が直列に絡がる。即ち自由度1の音響回路が用いられることが多い。しかし炭素粉の機械インピーダンスをも考慮に入れて自由度を2とする構造もある<sup>(1)</sup>。又振動板の両側の気圧を均衡せしめて話中に於ける呼吸を音として再現しないように、周波数特性の低域切断（概ね200サイクル以下）することも昔より行われている方法である。

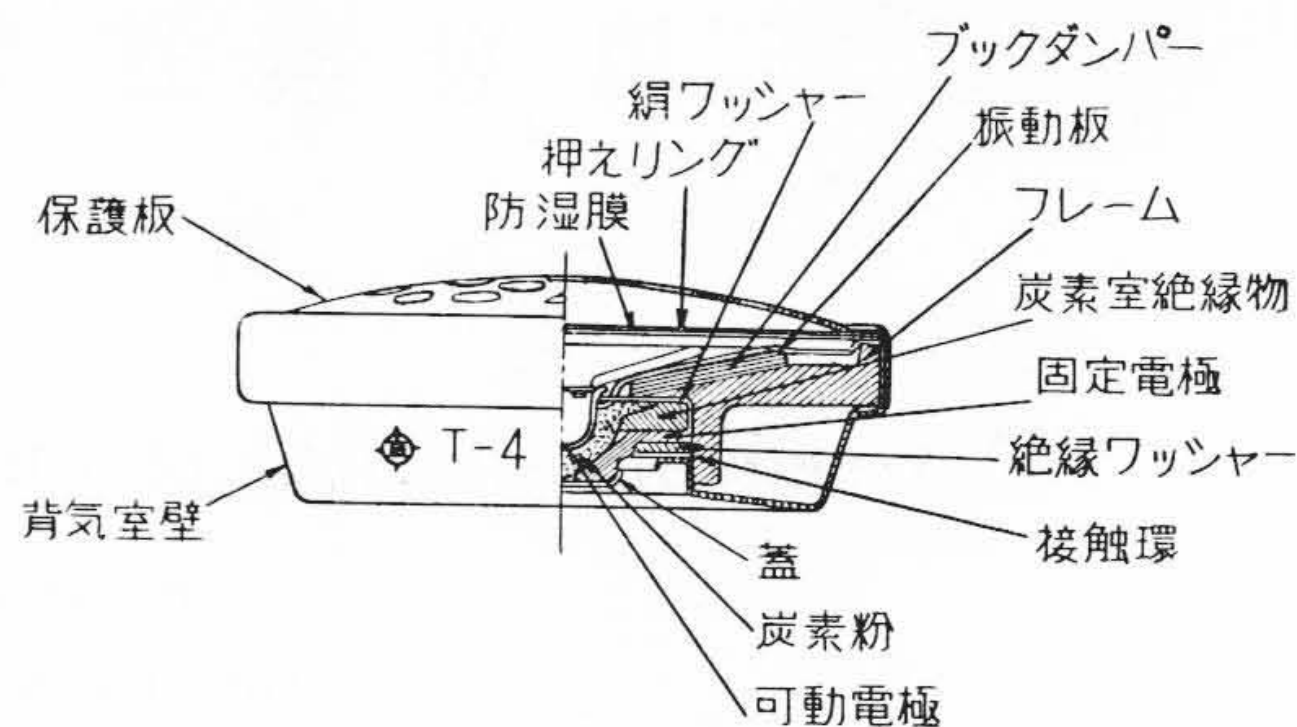
振動系の直線歪を改善するために4号型では振動板中央部にブックダンパを挿入し、共振を抑制する方法がとられている。振動板は空気を媒質とする音圧を受けて可動電極に起振力を与える目的を有する故、変成比を出来るだけ大きくすると同時に、機械インピーダンスを極力下げて空気特性インピーダンスに可及的に近づく如く形状、材質に考慮が払われている。4号型ではそのために0.07mm程度の薄いデュラルミン板を材料にし、全体を円錐形にして、伝送周波数帯を調節するために周辺クランプ部に沿つて平坦にし適当なコンプライアンス（剛性の逆数）を与える如くされている。しかして筆者はかゝる振動板上の変位分布を測定した結果、振動板中央に炭素粉の集中機械インピーダンスが負荷されても変位分布は低周波域では左程影響を受けないことを知つた（近く報告の予定）。又4号送話器は同心球面の電極を用いているため傾斜角特性が良好である<sup>(2)</sup>。

## 〔III〕 炭素粉の入力機械インピーダンス

炭素粉は音響等価回路では振動板に直列に挿入されたものと考えることが出来、振動板、炭素粉等はすべて可動電極から見た機械インピーダンスで取扱い、従つて炭素粉の入力機械インピーダンスが問題である。従来は炭素粉のインピーダンスを測定することは不可能で数値を正確に求めたものは皆無に近い状態にあつたが、最近低機械インピーダンスのバイブロメータを使用し正確に測定されている<sup>(3)</sup>。今これらに就いて順を追つて紹介する。

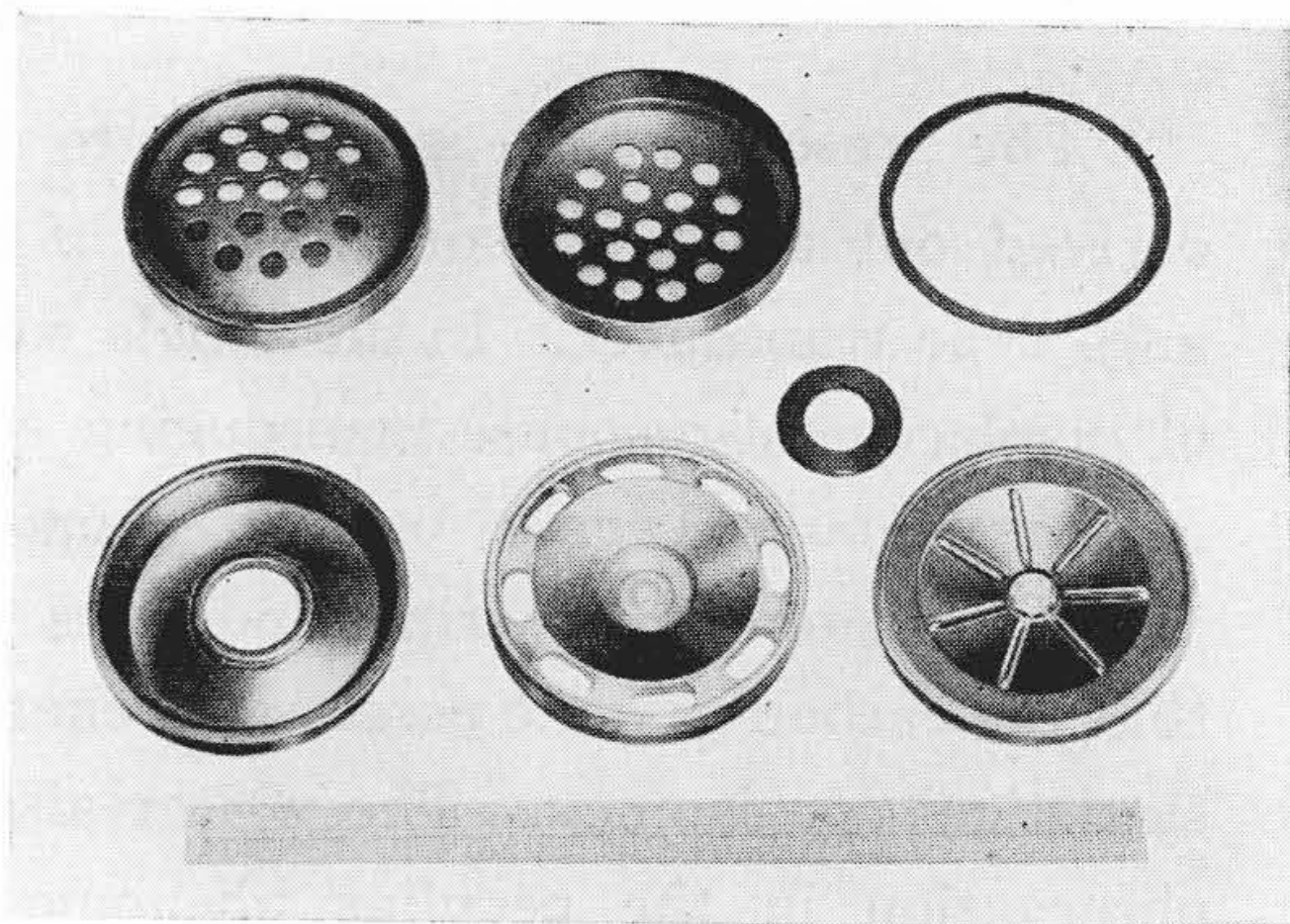
### （1） 入力機械インピーダンス測定用バイブロメータ

現在実用されているものは第4図の如き動電駆動—静電測定型である。即ち駆動線輪により振動系に起振力を与え、その振動変位、速度の測定は振動板と中心磁極との間の静電容量を静電型機械—電気変換器として振動量



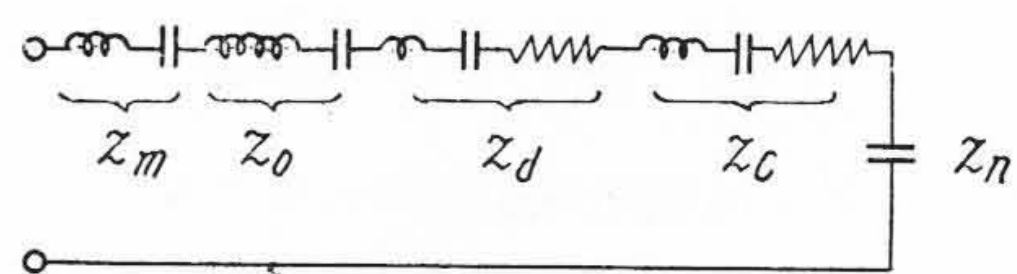
第1図 4号送話器の構造図

Fig. 1. Structure of the #4 Transmitter



第2図 4号送話器部品図

Fig. 2. Parts of #4 Transmitter



$Z_m$ …防湿膜の機械インピーダンス  
 $Z_0$ …振動板 “  
 $Z_d$ …ブックダンパー “  
 $Z_c$ …炭素粉 “  
 $Z_n$ …背気室 “

第3図 音響等価回路

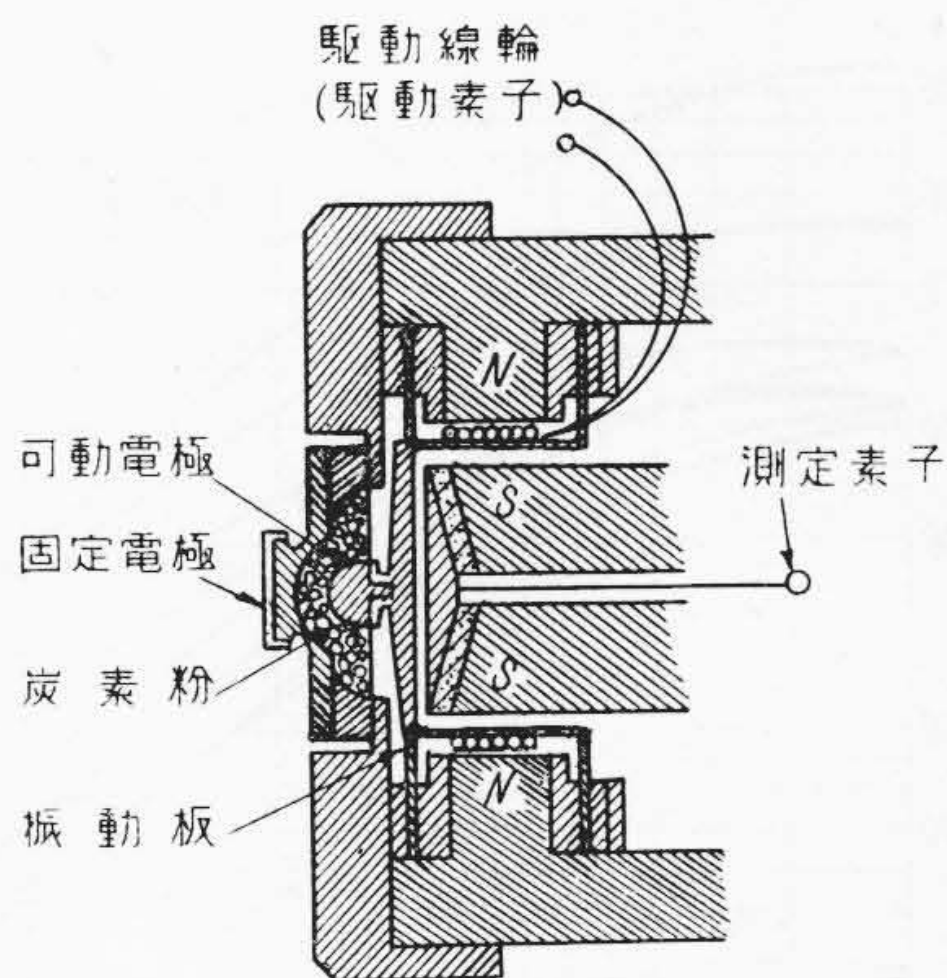
Fig. 3. Equivalent Net Work

を電氣量に変換し、指示電圧により直ちに振動変位（或いは速度、加速度）を知る方法である。又別の方法としては機械—電気変換係数の変動することを考慮して測定の都度最も安定した定数と考えられる駆動線輪の力係数を基準にする方法もある<sup>(4)</sup>。これらの変換係数、力係数は予め較正しておく必要がある。

### （2） バイブロメータの較正

測定精度を上げるためにはそれに応じてバイブロメータの較正に高い精度を要する。従来より実用されている較正法には次の如きものがある。即ち標準受話器が容易に入手し得る場合には平衡法<sup>(4)</sup>が都合が良く、その方法は標準受話器と一定容積で結合しバイブロメータの振動





第4図 動電駆動—静電測定型バイブロメータ

Fig. 4. Dynamic Actuating and Static Measuring Type Vibrometer

系がその受話器の音圧による駆動力と駆動線輪より受ける駆動力が平衡した時の関係式<sup>(4)</sup>

$$20 \log A = 20 \log \frac{\dot{E}_R}{\dot{I}} + \dot{K}_R + 20 \log S_e \dots\dots (1)$$

但し  $A$  : 駆動線輪の力係数

$\dot{E}_R$  : 標準受話器の入力電圧

$\dot{I}$  : バイブロメータ駆動電流

$\dot{K}_R$  : 標準受話器の電圧感度

$S_e$  : 振動板の実効面積

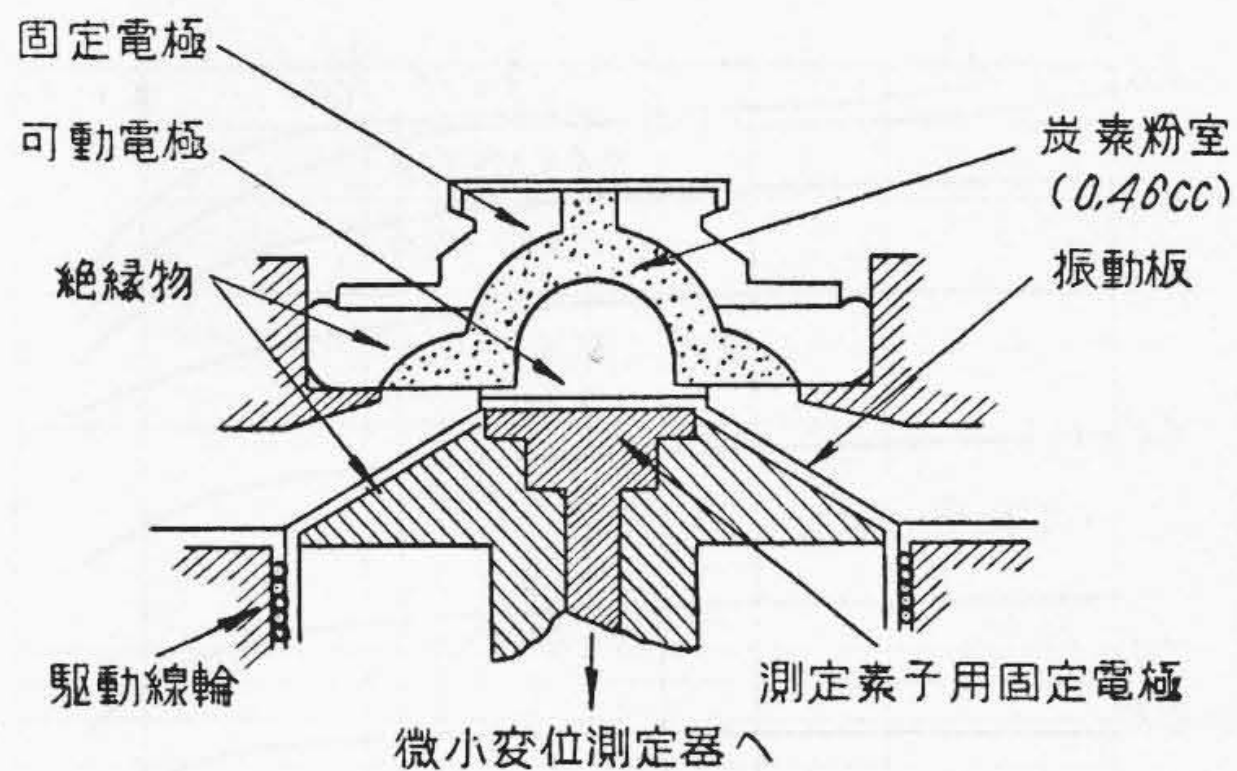
より駆動線輪の力係数  $A$  を求めるものである。

他の較正方法としては通研に於て実用化された駆動線輪の可逆則を用いるものがある（これに就いては昭和26年本誌<sup>(5)</sup>に於て既に説明した。この方法は昭和25年夏頃電々公社通研に於ても実施されていたが未発表のため文献の引用を脱落したのでこゝに断つておく）。その方法によるとバイブロメータ較正には極めて便利で、バイブロメータの駆動素子と測定素子が振動系の機械インピーダンスを結合要素として一体となつたと考えることから出発している。その概要のみを簡単に述べる。

- (i) 駆動線輪の電気—機械変換係数と静電測定素子の機械—電気変換係数の積を測定する。
- (ii) 駆動(線輪), 測定の両素子の機械—電気変換係数の比を測定する。
- (iii) 駆動素子の可逆則を振動系の機械インピーダンスを測定し算出して求める。

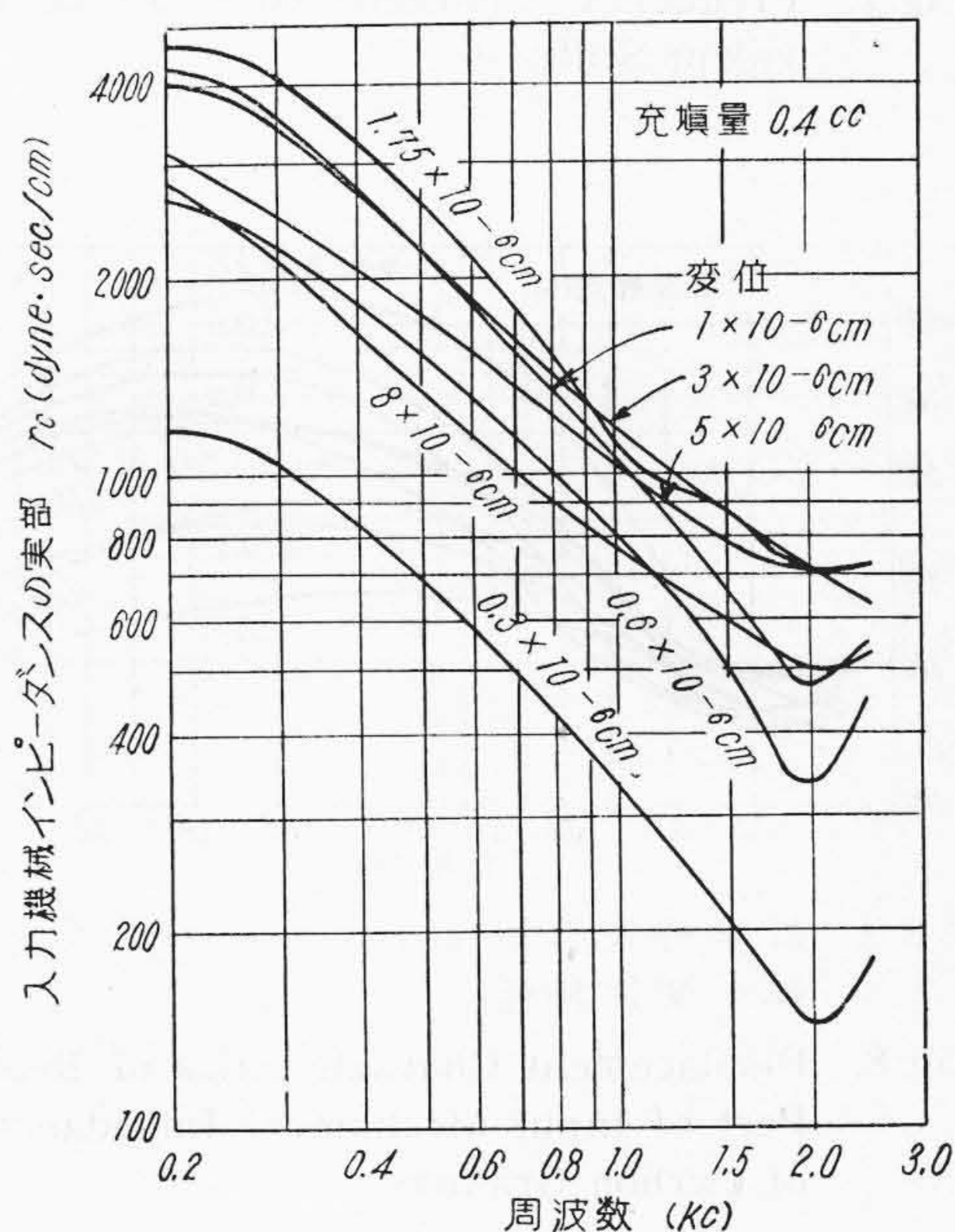
の測定操作を行うのみで標準音響機器を必要としないで測定素子の機械—電気変換係数を絶対値で求め得られるものである。この方法に類似のもので力係数が周波数に無関係であるという仮定のもとに同様の可逆則より求める方法もある<sup>(6)</sup>。以上の測定法により測定素子の変換係数の絶対値が知られる。

かくの如くバイブロメータの駆動素子の力係数或いは



第5図 炭素粉室とバイブロメータの結合部分

Fig. 5. Connection of the Carbon Chamber with the Vibrometer



第6図 炭素粉の入力機械インピーダンス実部の周波数特性

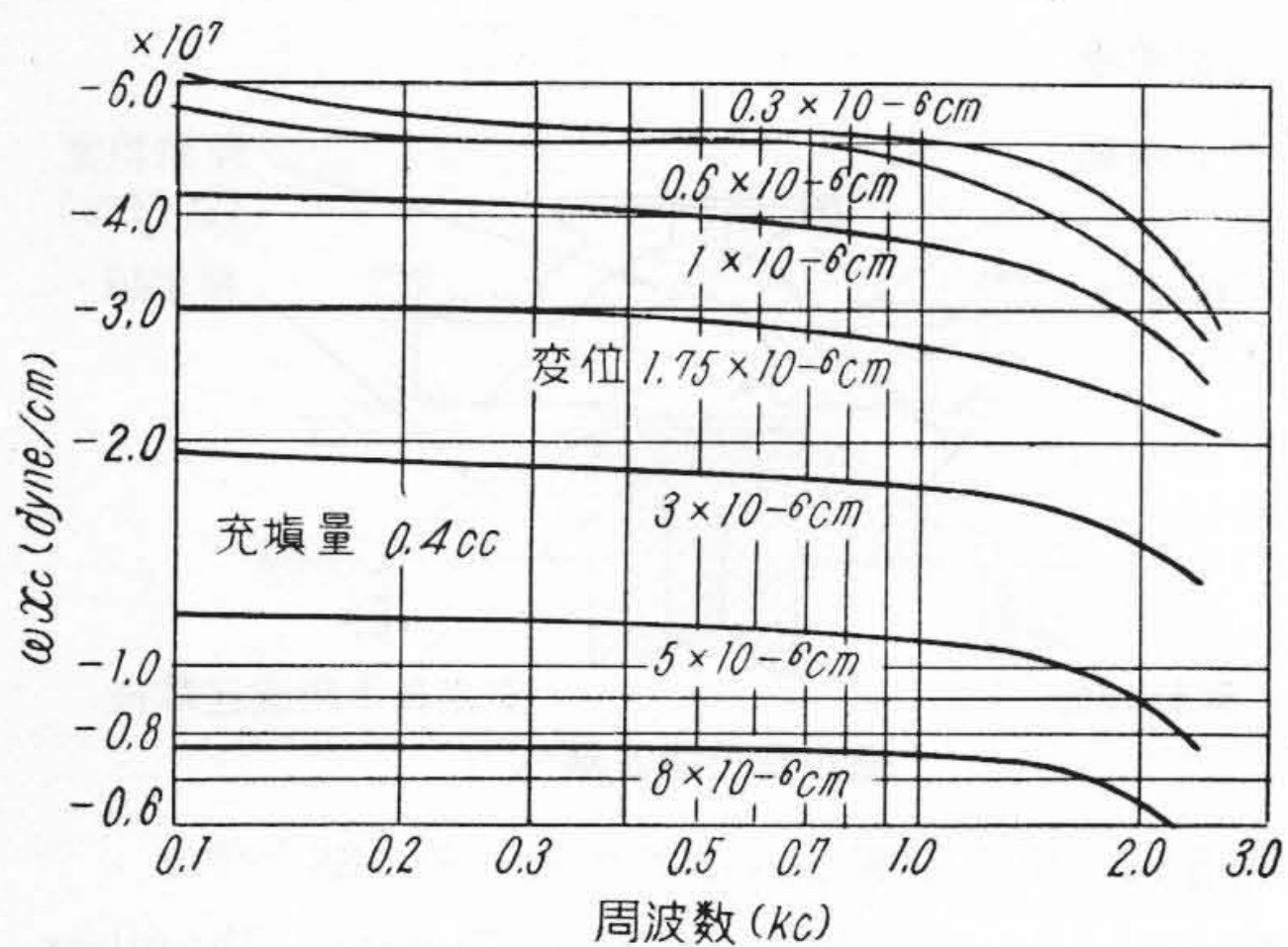
Fig. 6. Frequency Characteristics of Real Part of Input Mechanical Impedance of Carbon Granule

測定素子の変換係数を測定すれば直ちにバイブロメータの振動変位を求めることが出来るが、実際の測定回路、方法はそれぞれの報告<sup>(4)(5)</sup>に譲り今回は省略する。

### (3) 入力機械インピーダンス

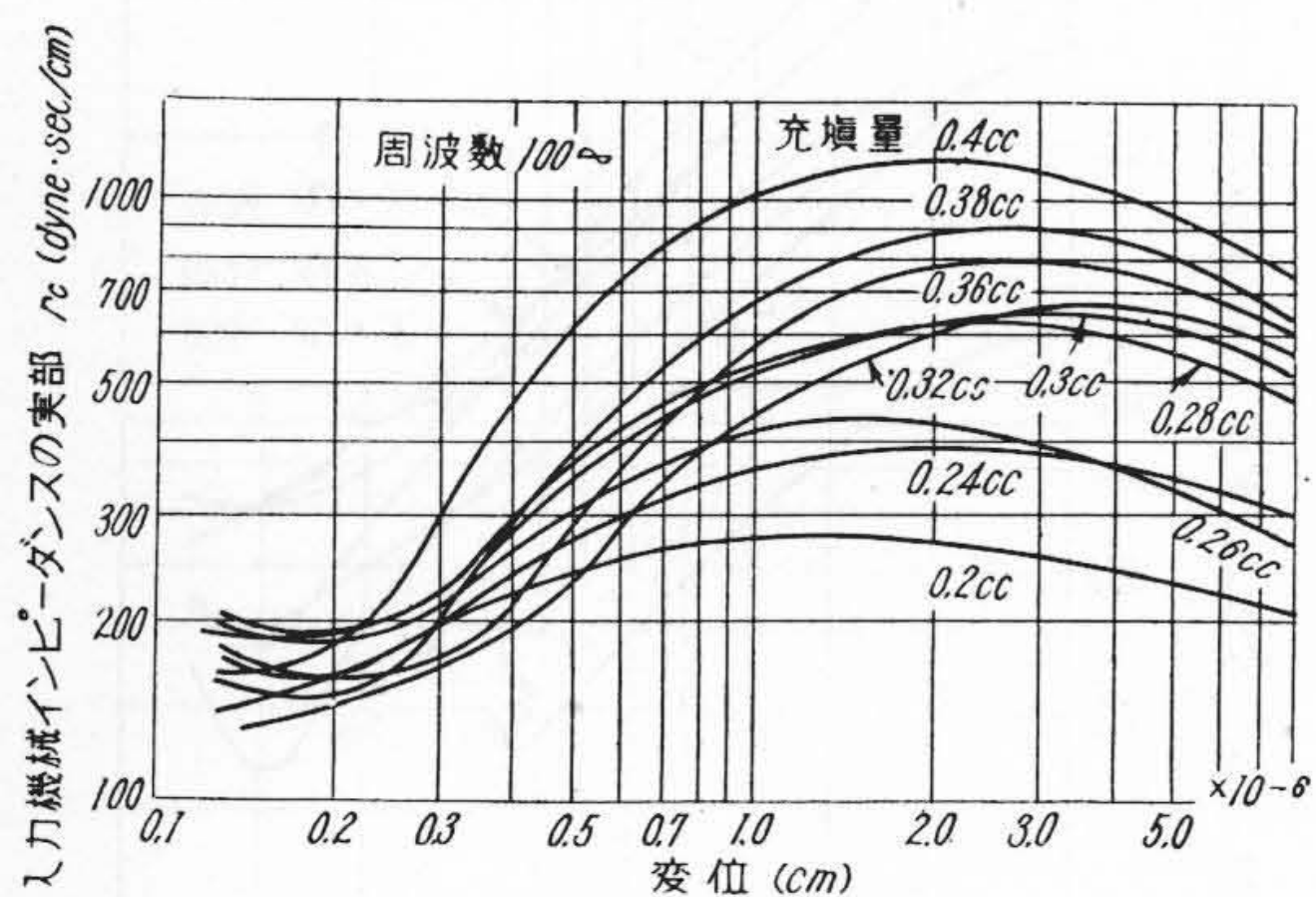
前述の低機械インピーダンスのバイブロメータを用いてその振動板に可動電極をつけ炭素粉を充填して機械インピーダンスを測定することが出来、同心球面電極、平面電極の場合に就いて変位、周波数、粒度等を種々変えて測定した結果は報告されている<sup>(3)</sup>。その測定結果を引用すると、第5図<sup>(3)</sup>は測定球面電極、炭素室の構造を示し、第6図<sup>(3)</sup>はその電極を用いた時のインピーダンス実部の





第7図 等価ステイフネスの周波数特性

Fig. 7. Frequency Characteristics of Equivalent Stiffness

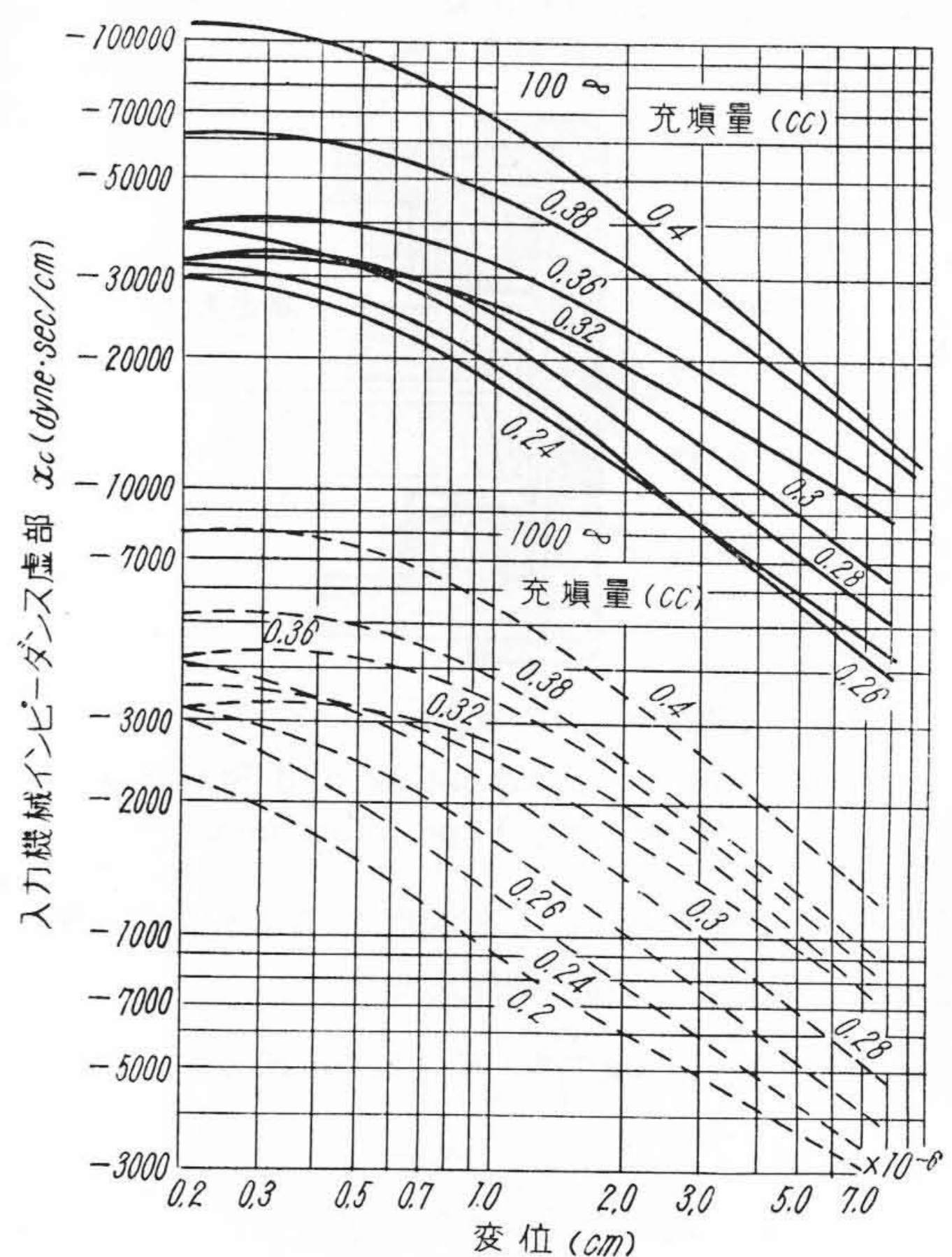


第8図 炭素粉入力機械インピーダンス実部の変位特性

Fig. 8. Displacement Characteristics of Real Part of Input Mechanical Impedance of Carbon Granule

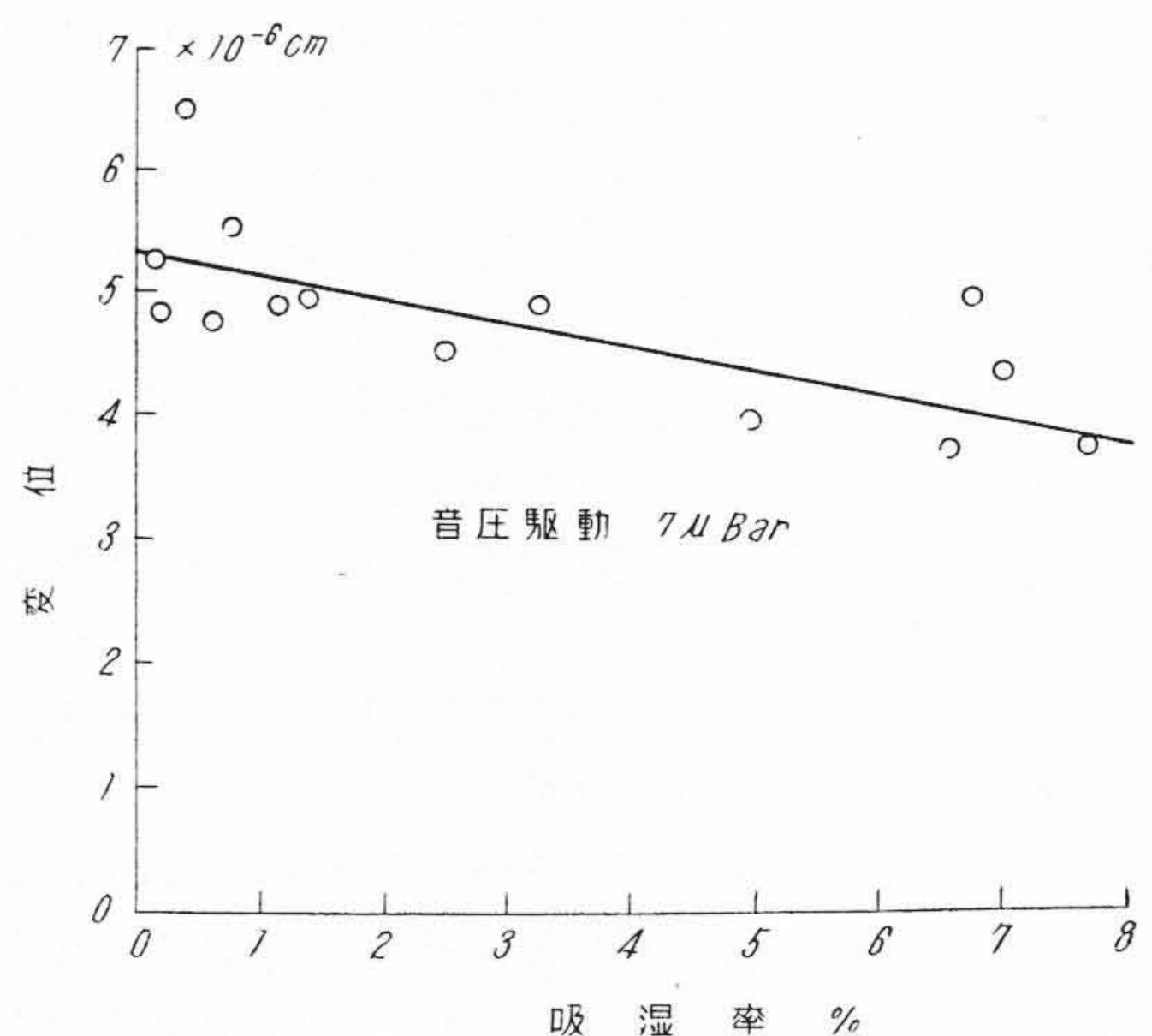
周波数特性を、第7図<sup>(3)</sup>は虚部を周波数で除したもの即ち実効ステフネスを示し、2,000サイクル以下では概ね一定のステフネスが尙くと考えられ<sup>(3)</sup>、第8図<sup>(3)</sup>及び第9図<sup>(3)</sup>は実部及び虚部の変位特性で極端な非直線性を有する。従つて実際は第3図の如き簡単な集中定数として表わせられないものである。

炭素粉の入力機械インピーダンスは焼成条件によつても多少変化する。第10図はこの一例<sup>(7)</sup>で、吸湿率と変位との関係を示し直線的関係があり、吸湿率を少くすれば変位はやゝ大きくなる。測定は4号送話器を背気室より駆動した時の可動電極の変位を静電的に測定<sup>(8)</sup>したもので、吸湿率が少い程変位は大きく、即ち炭素粉の入力機械インピーダンスは小さくなり、且つ炭素粉の機械インピーダンスは振動板の約2倍程度に大きい<sup>(3)</sup>ので吸湿率を少くすることにより炭素粉のインピーダンスは可成り減少し得ることがわかる。



第9図 炭素粉入力機械インピーダンス虚部の変位特性

Fig. 9. Displacement Characteristics of Imaginary Part of Input Mechanical Impedance of Carbon Granule



第10図 吸湿率と変位の関係

Fig. 10. Relation between the Absorption Factor for Vapour and Displacement



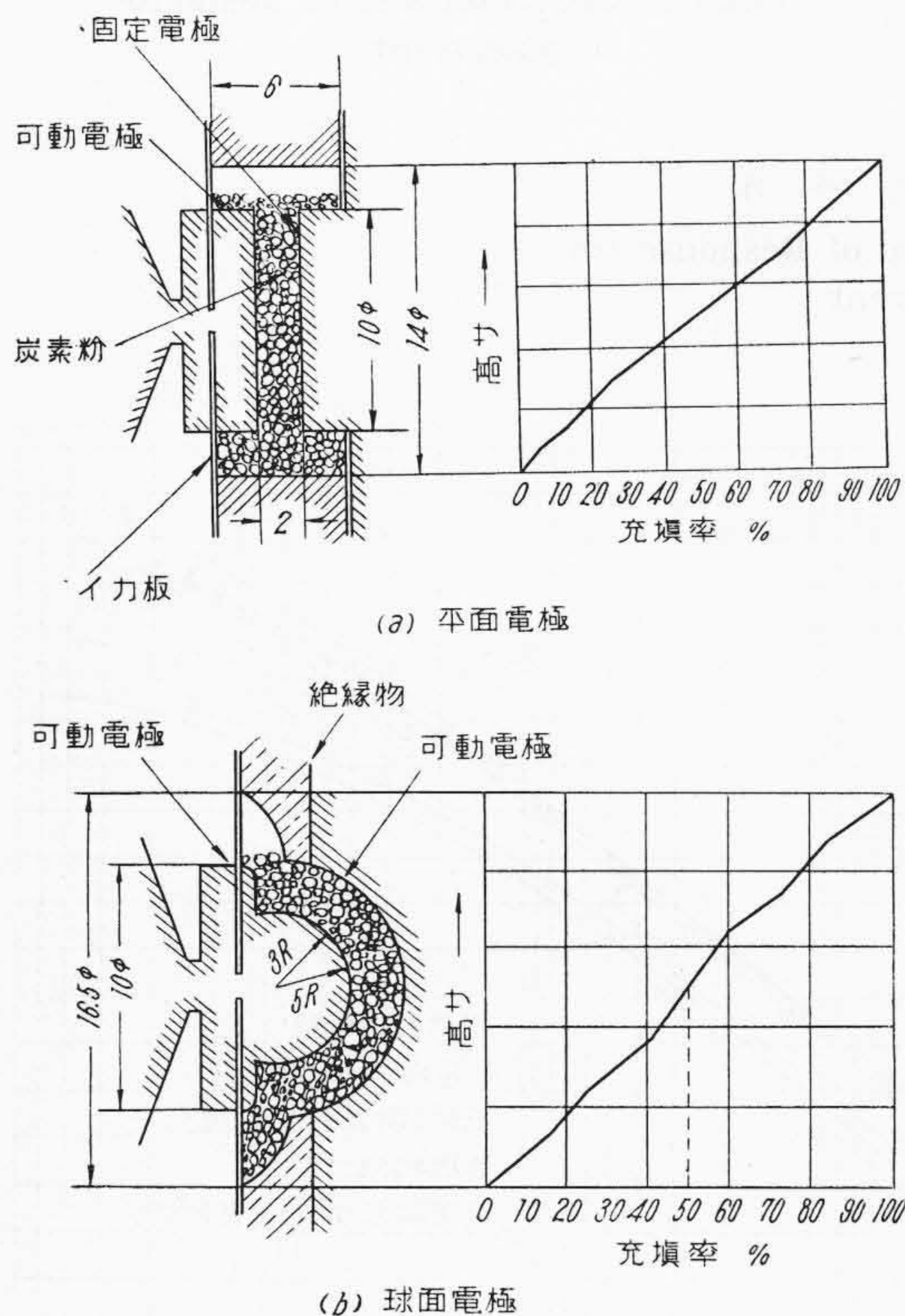
## 〔IV〕 マイクロホン能率及び感度

前章で述べたと同様なバイブロメータを用い測定する(3)(9)(10)(11)。但し振動板の機械インピーダンスを高くし、振動板に可動電極をつけたものである。バイブロメータを予め較正して既知の変位を与え、その時の交流出力より変位—交流出力の変換係数(感度)を $\delta$ として求めると

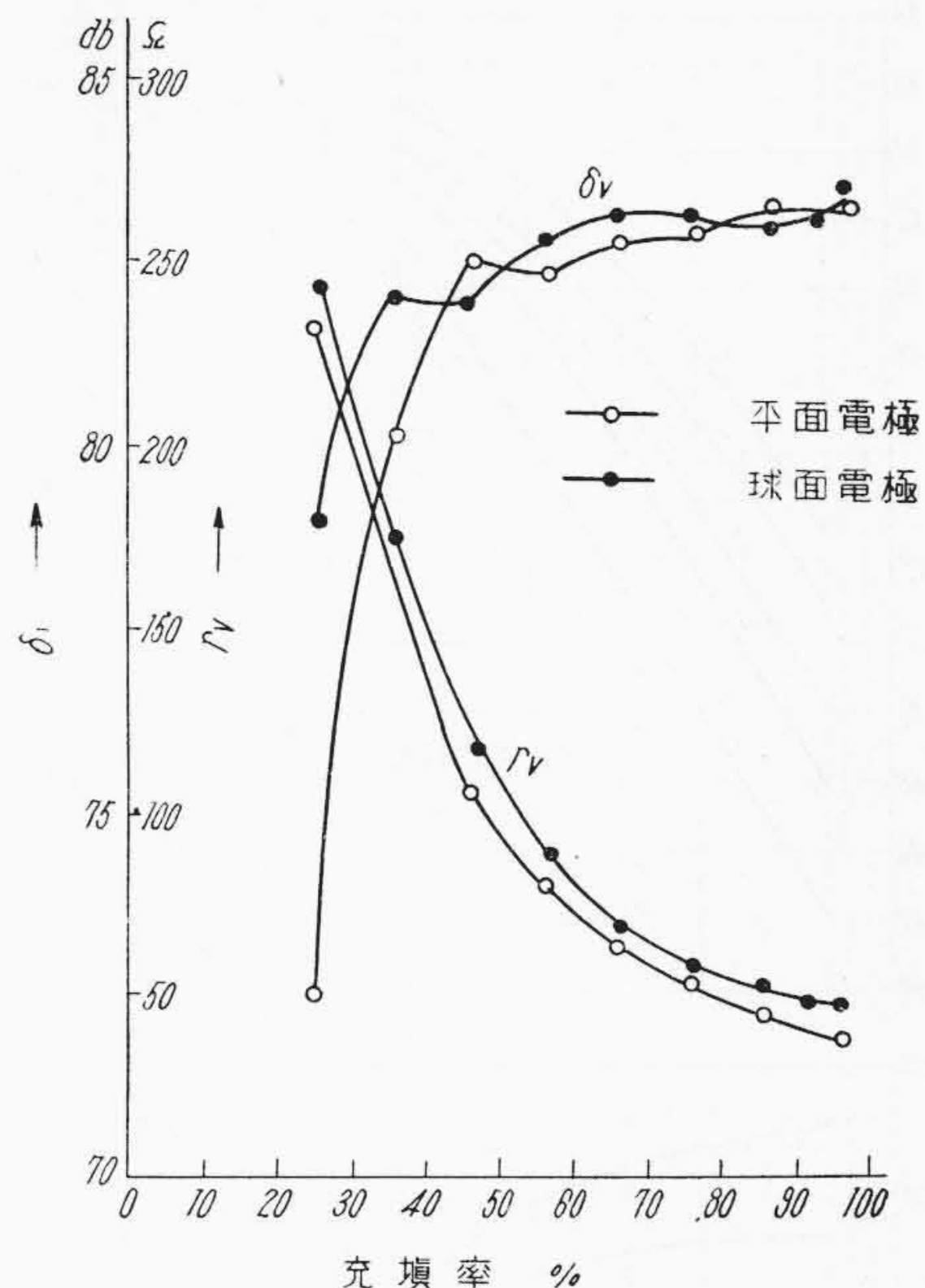
$$\delta = 20 \log \frac{e}{\sqrt{r\xi}} \dots \dots \dots (2)$$

となり、これらの測定結果に就いては既に広範な検討が行われている(10)。

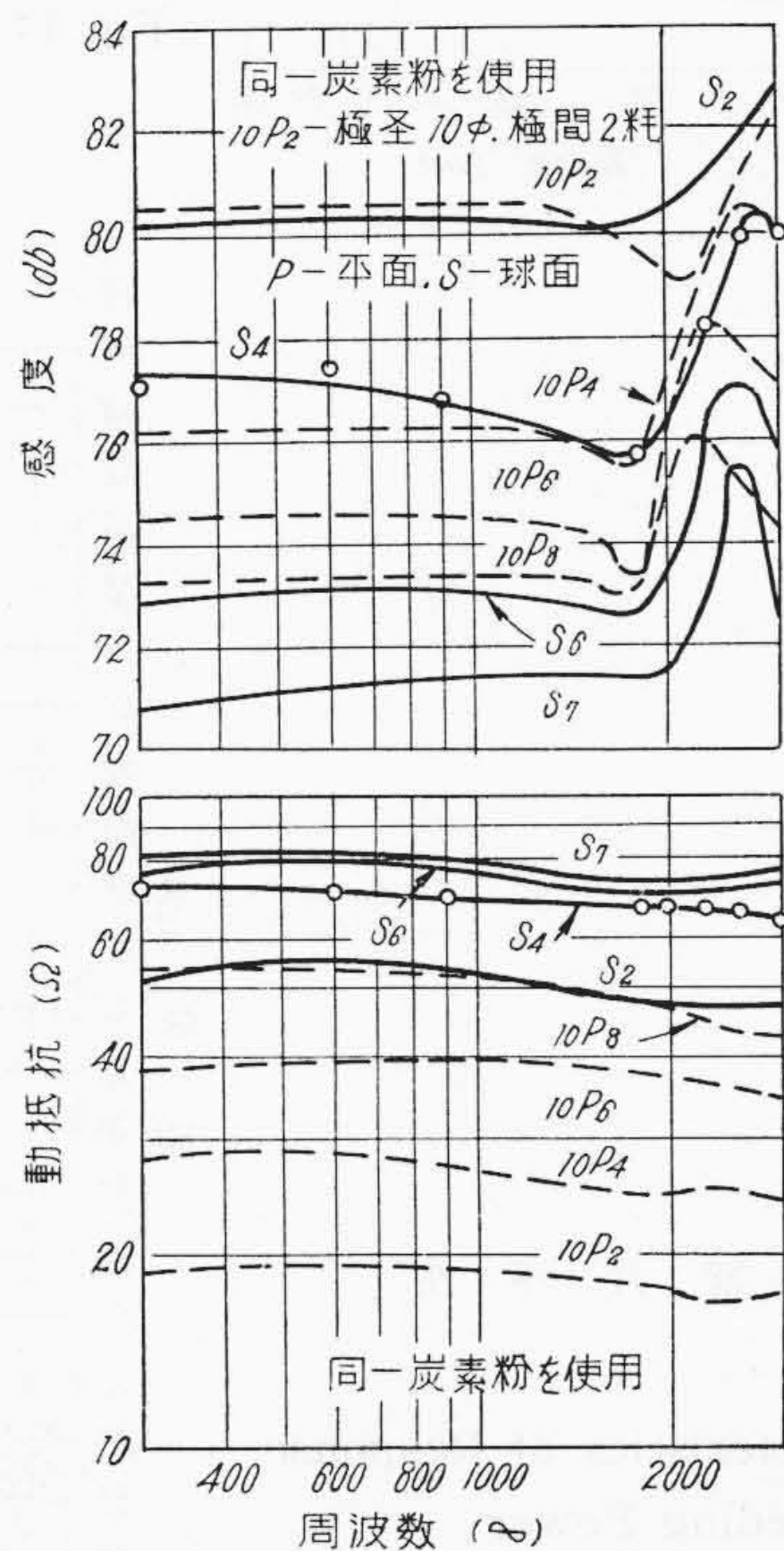
使用した電極は球面及び平面で炭素室に炭素粉を満量にした時の充填率を100%としその充填の状況を計算より求めると第11図の如くなる(11)。第12図(11)は充填率を逐次変えた時の感度、動抵抗の関係を示し、第13図(10)は周波数特性を表わす。周波数が高くなると粉体中の波動の位相差により谷、山が現われて来る。第14図(10)(次頁参照)は供給電流に対する感度の関係で供給電流が小さい間は比例関係が成立するが、概ね数十mA程度が限度



第11図 電極、炭素室構造並びに充填率(計算値)  
Fig.11. Mechanism of Electrode and Carbon Chamber, and Volume Percentage (Calculated)

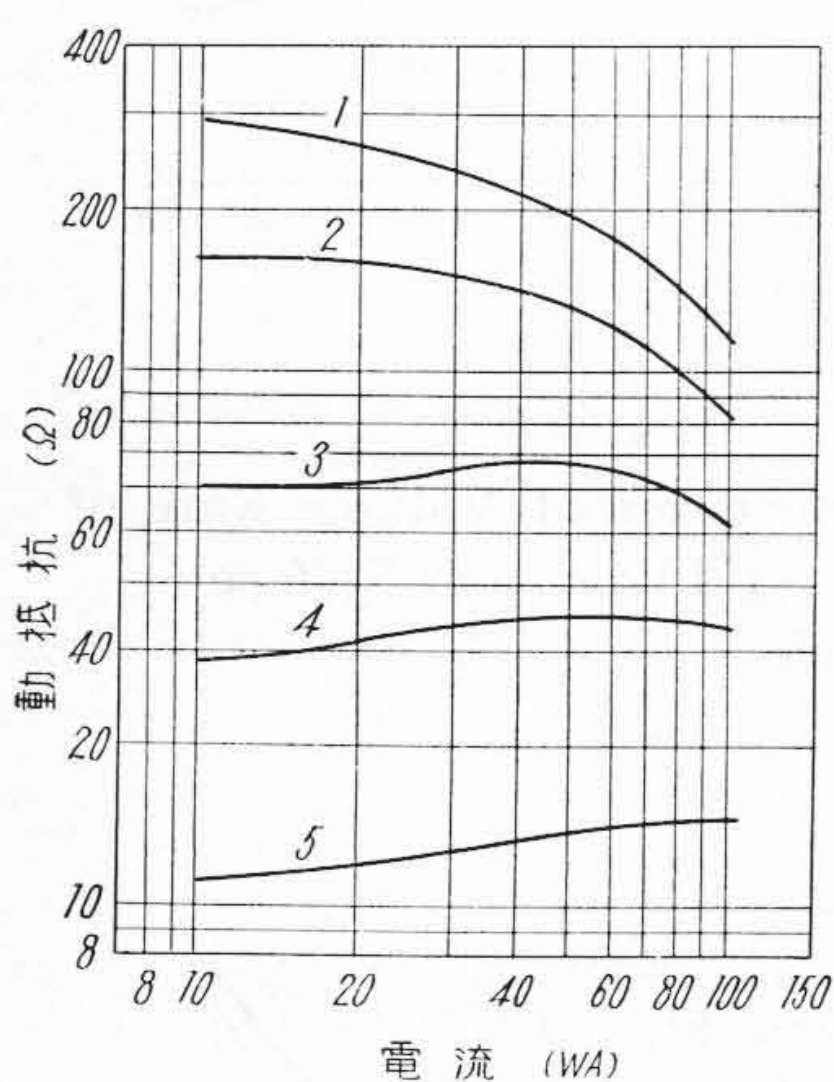
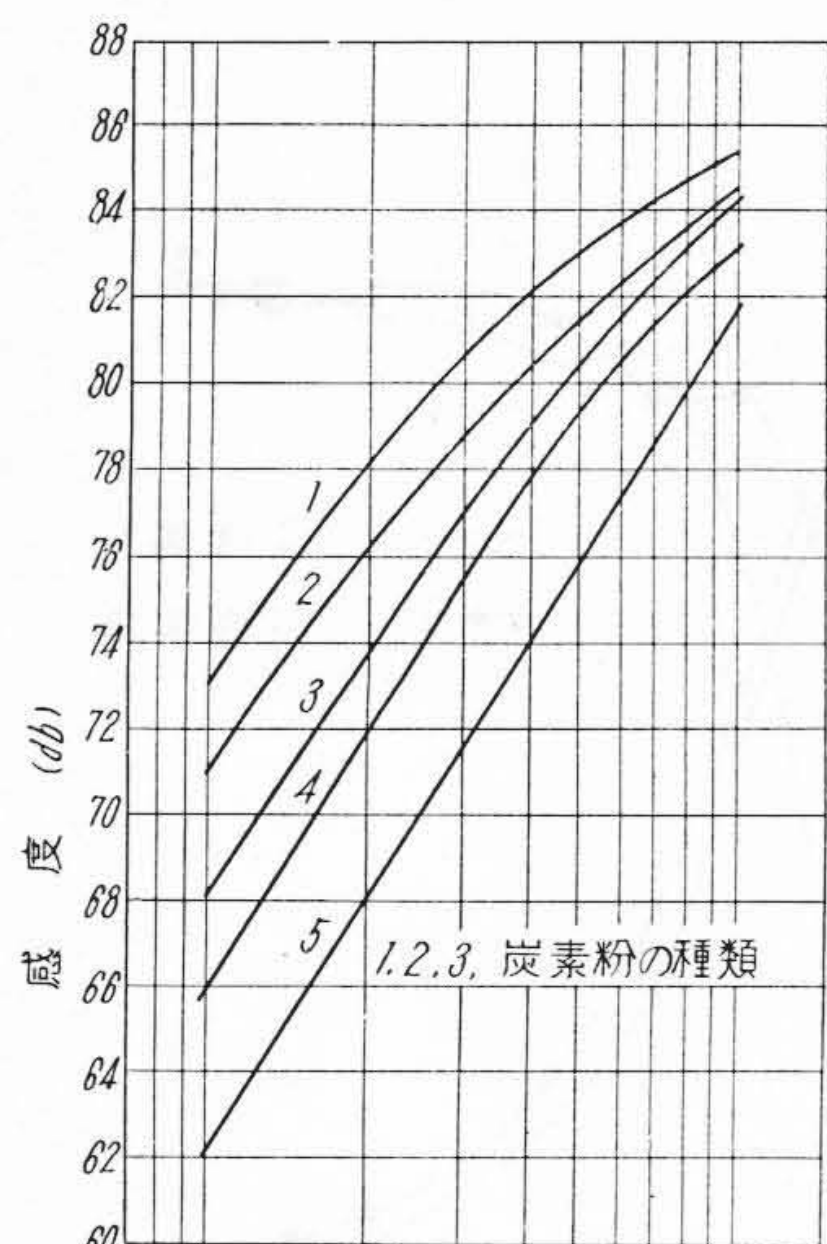


第12図 平面及び球面電極の充填率特性  
Fig.12. Characteristics of Volume Rate of Filling for Plane and Sphere Electrode



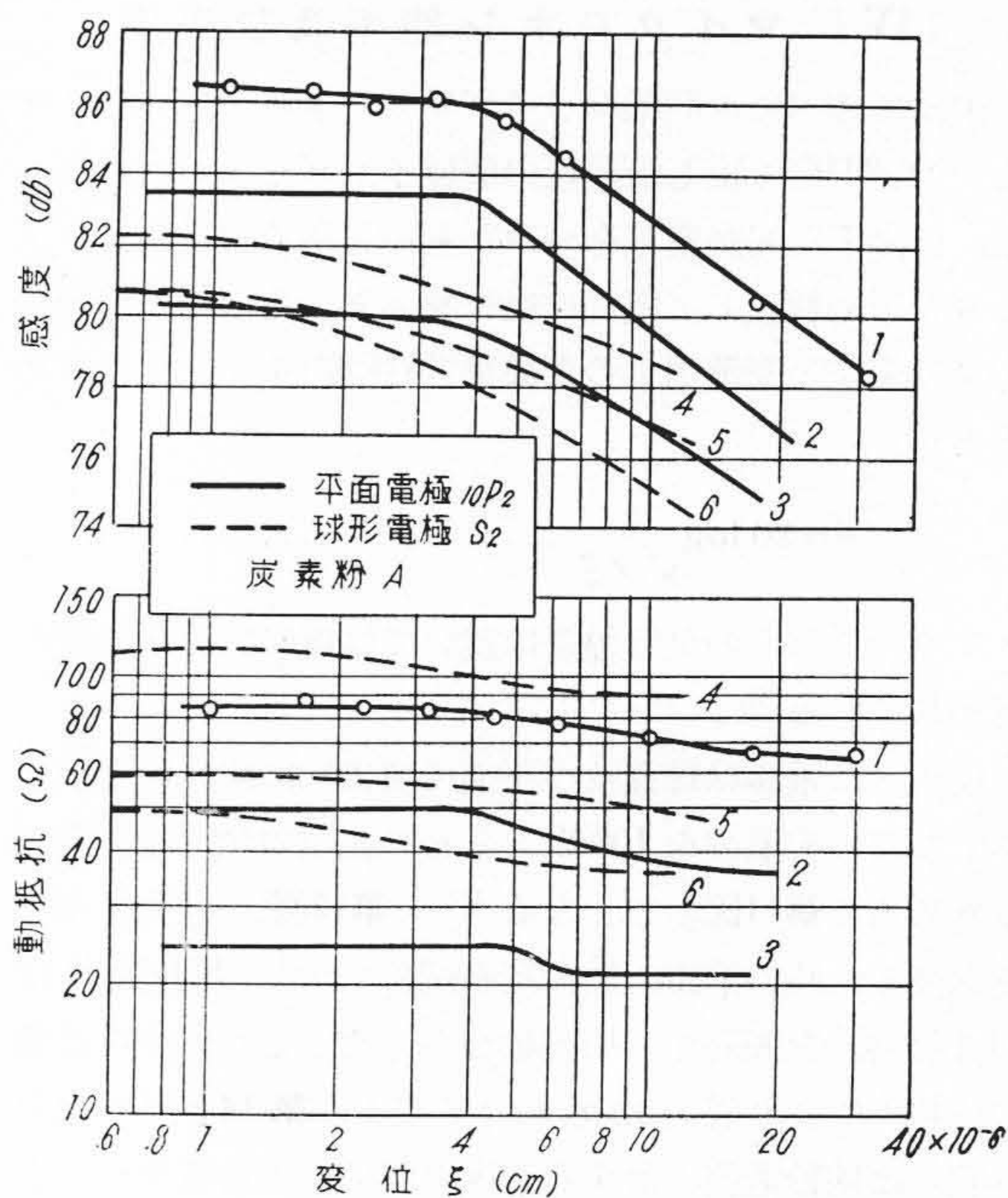
第13図 周波数特性  
Fig.13. Frequency Characteristics





第 16 図  
供給電力特性

Fig. 16.  
Characteristics of Response  
for Feeding Power

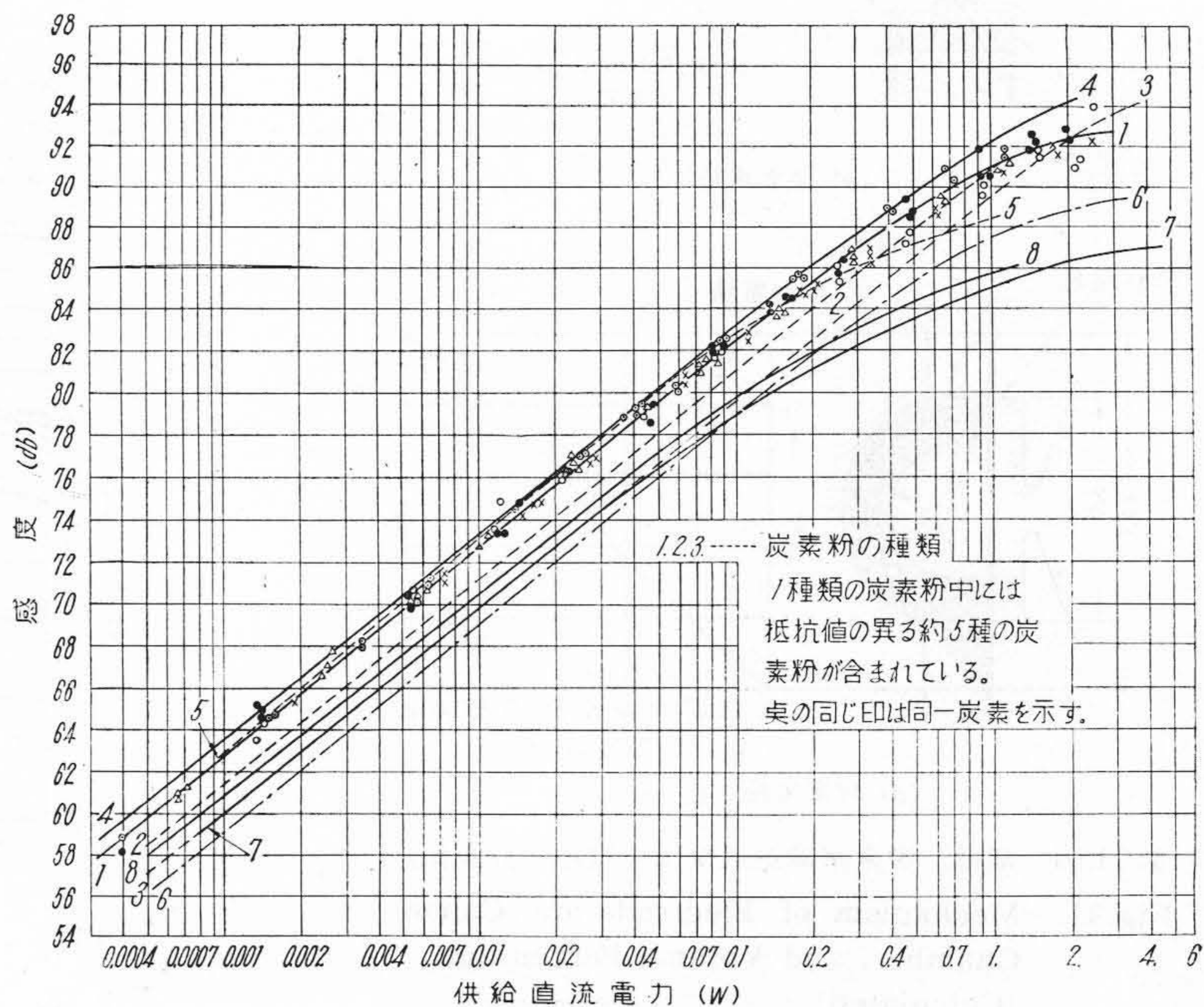


第 15 図 変 位 特 性

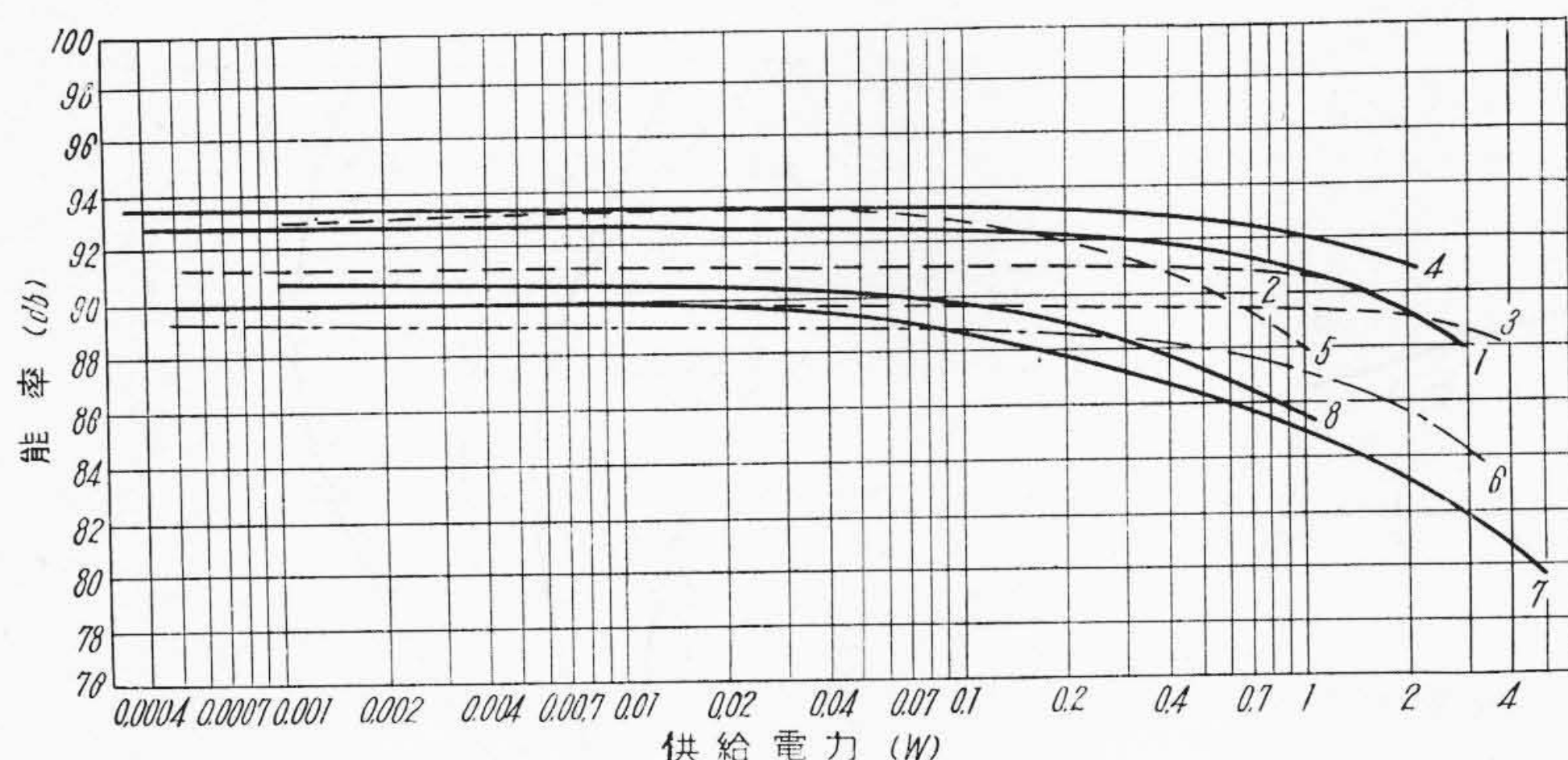
Fig. 15. Characteristic of Response  
Displacement

第 14 図 供 給 電 流 特 性

Fig. 14. Characteristic of Response for  
Feeding Current







第17図

能率—供給電力特性

Fig. 17.

Relation between Efficiency and Feeding Power

である。第15図<sup>(10)</sup>は変位特性で変位が  $4 \times 10^{-6}$  cm 以上になると感度は反つて低下する。第16図<sup>(10)</sup>は供給直流電力と感度の関係を示すものであり、各線は種類の違う炭素粉数種に就いて測定されたもので例えば曲線1は原料及び製法が同じで焼成温度が異なる数種の炭素粉に就き求められたもので供給電力が小さい場合はよく1本の直線にのり供給電力が大きくなると外れて下へ曲る。従つて焼成温度の差のために抵抗の異なる炭素粉ではその感度—供給電力特性は次により与えられる<sup>(10)</sup>。

$$\delta = \alpha \cdot 10 \log(r_v I^2) + C \dots \dots \dots (3)$$

第16図より  $\alpha$  は殆ど 1 に等しい、従つて (2), (3) 式より

$$\eta = \log \frac{\Delta r_v \cdot I \sqrt{r_v}}{\sqrt{r_v} \cdot I} \frac{1}{\xi} = \log \frac{\Delta r_v}{r_v} \frac{1}{\xi} = C' \dots \dots \dots (4)$$

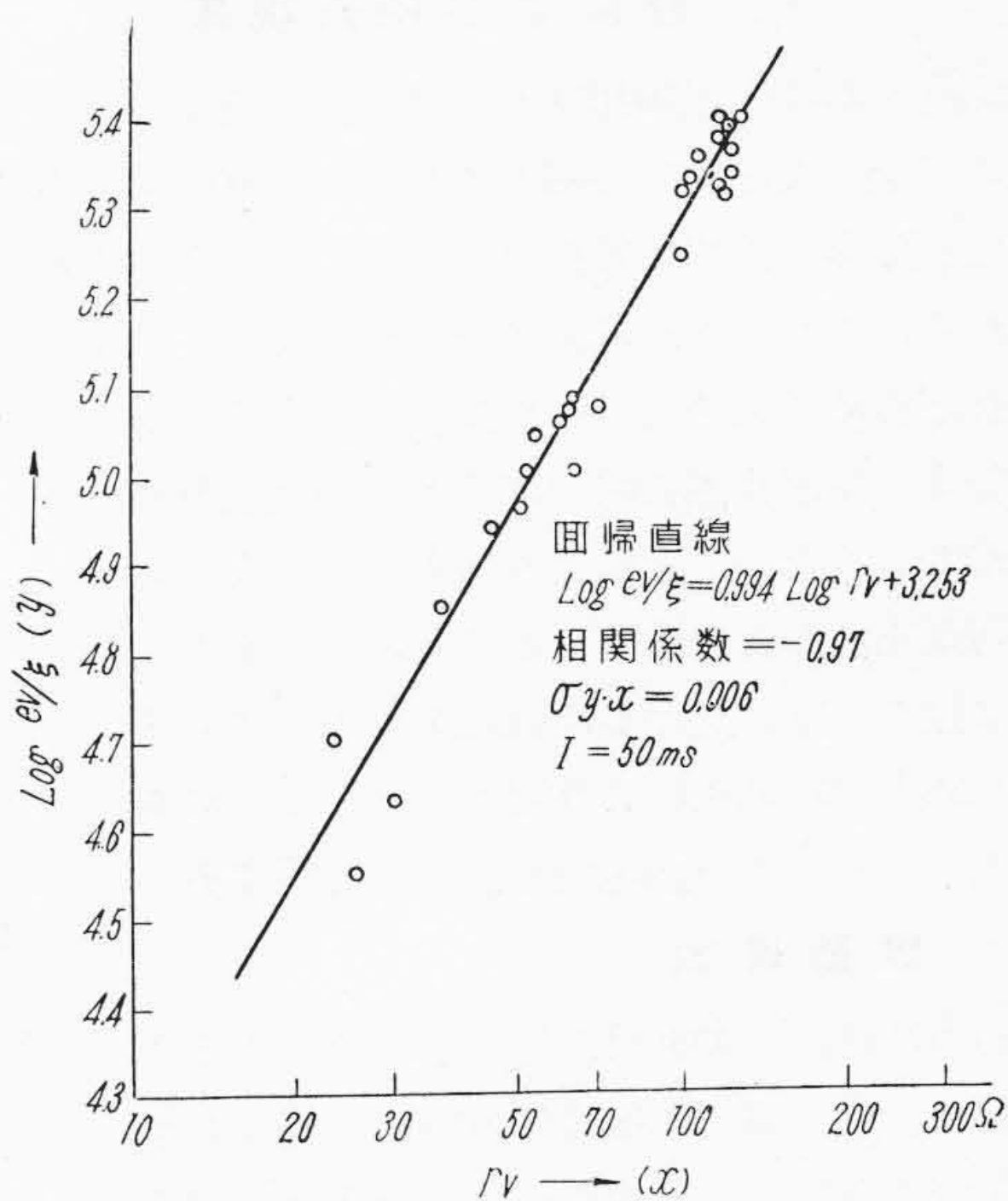
$$\text{但し} \quad C' = \frac{C}{20} \quad e = \Delta r_v I$$

$\eta$  は炭素粉の変換能率、 $\Delta r_v / r_v$  は変調度と称する。第17図は (4) 式の関係を示す。送話器の普通の使用状態では供給電力は 50 乃至 400 mA で特性がやゝ曲つた部分に相当している<sup>(10)</sup>。

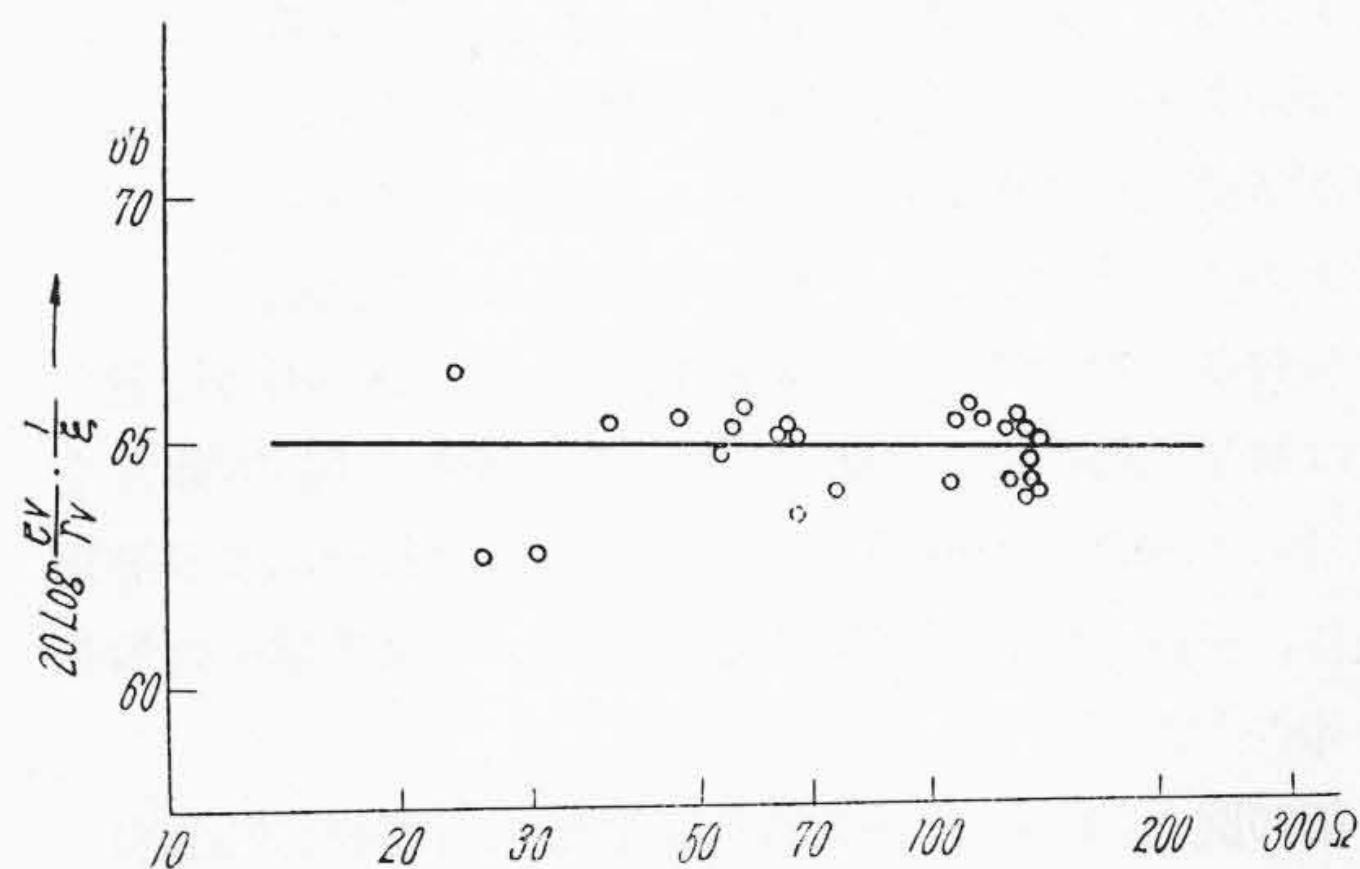
一方抵抗値が非常に違う各種の炭素粉に就いて同様に測定し第18図<sup>(11)</sup>の如き結果を得た。抵抗値に対して能率が殆ど一定であることが確かめられ、その結果より  $\alpha = 0.994$   $C' = 4.554$  を得ている。

マイクロホン能率は上記の如く概ね一定であるが焼成方法の改善により多少向上することが出来る。即ち第19図(次頁参照)に示す如く、吸湿率を少くなる如く焼成すればデシベル表示で  $\eta$  は 2~4 db 向上させることが出来る<sup>(7)</sup>。

炭素粉は粉体にした状態で接触抵抗を利用して非常に不安定であり、又接触表面の条件に影響されて取扱いが非常にむづかしいものであるが測定手段を適当に選べば前述の如く比較的顕著な一定の性質をもつものであることが知れるのである。



単位変位当りの交流出力と動抵抗

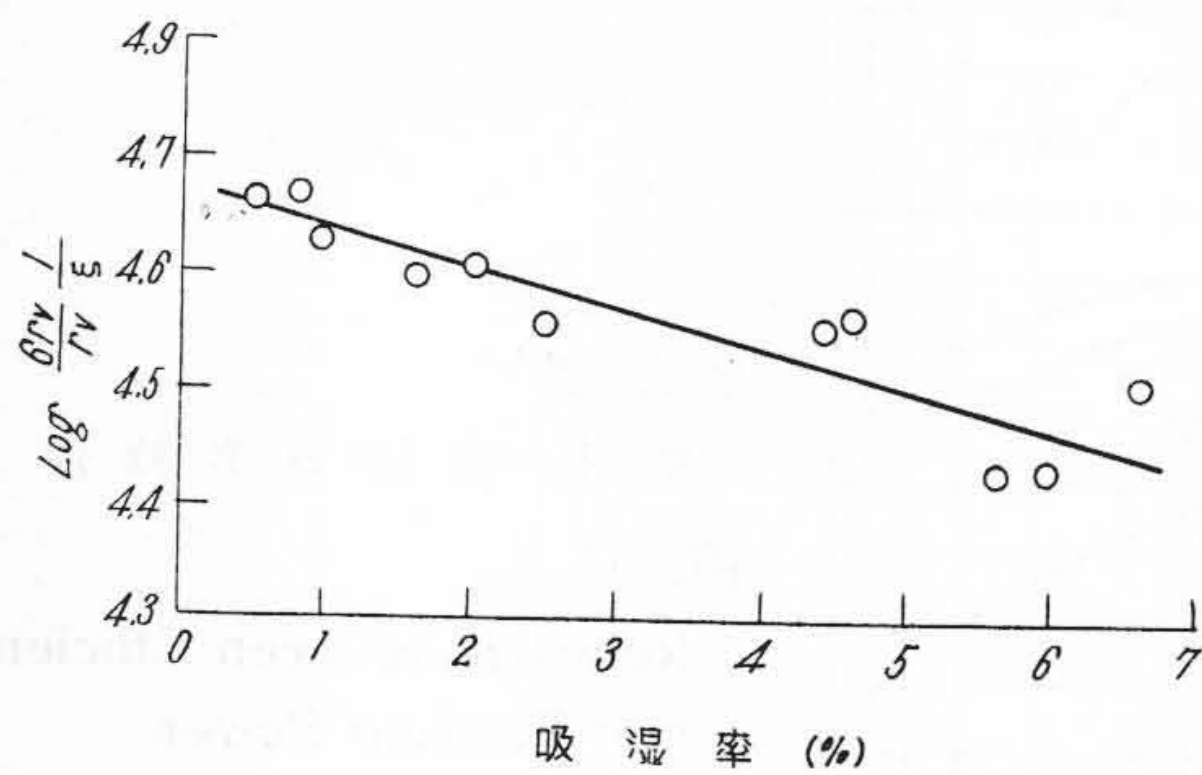


マイクロホン能率と動抵抗

第18図 マイクロホン能率

Fig. 18. Microphone Efficiency





第19図 吸湿率とマイクホン能率の関係  
Fig.19. Relation between Microphone Efficiency and Absorption Factor

### 〔V〕 熱による特異現象

炭素送話器は炭素粉相互の接触圧力が自重のみによって極めて微少な圧力で接触しており、これに可動電極を通じて振動を与えて接触抵抗を変調して使用するものであるから、これと同時に直流圧力が何んらかの原因で重畳すれば極めて顕著な特性の変化を生ずる。この直流圧力の発生の原因は熱膨脹の際各部の温度上昇の位相が等しくないことにより振動板が変形せられて可動電極が変位することに基因するもので、この原因の一部は送話器に直流を饋電して使用するため炭素粉抵抗により発熱するところにある。以下これによる諸現象を簡単に説明する。

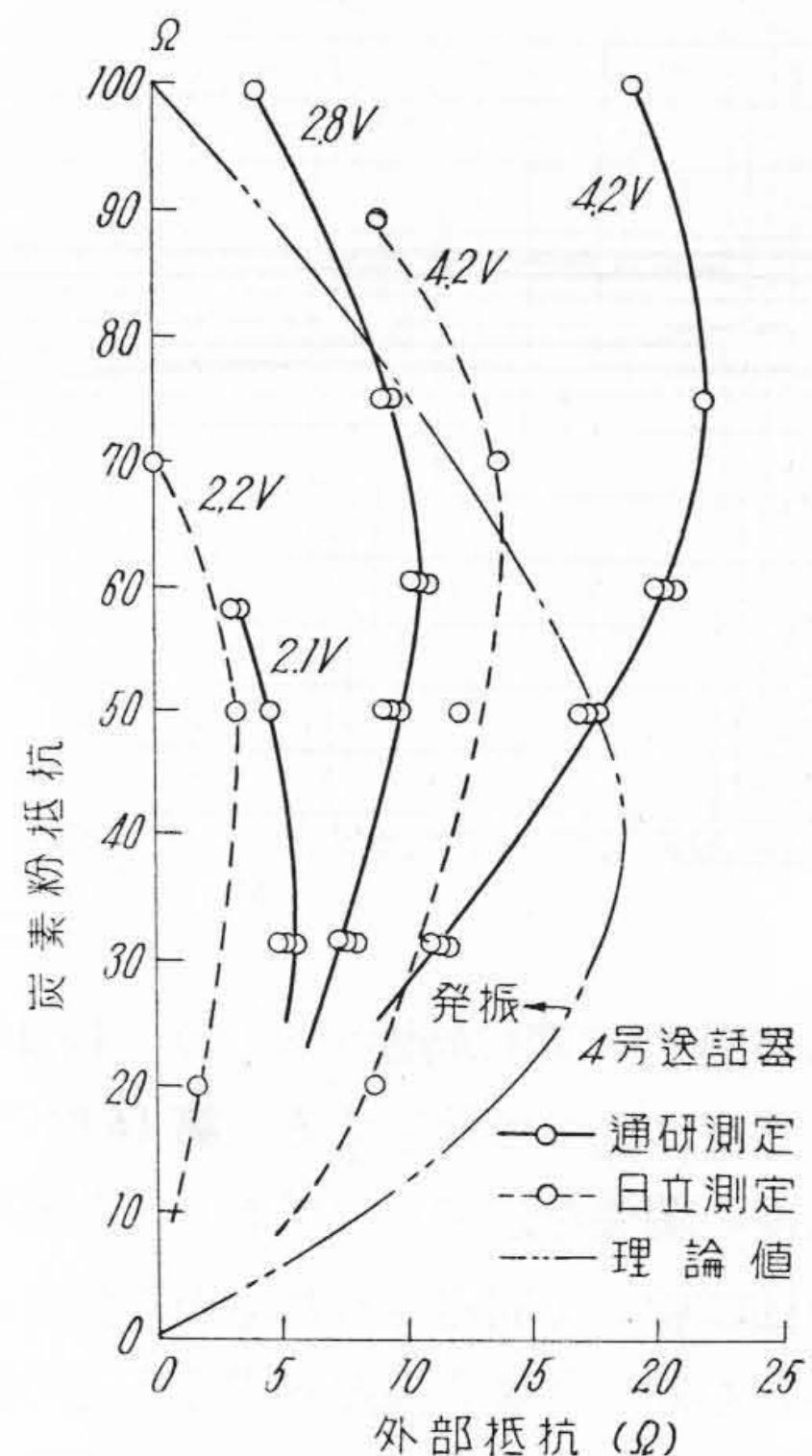
#### (1) 脈動現象

通話中に感度、動抵抗が周期的に変化する脈動現象は、熱が周辺に伝導する時に位相差を生じ振動板を変形し、そのために可動電極が炭素粉を圧縮し発生するものである。T-4送話器は端子電圧一定なる条件の下ではげしい脈動現象を生ずるので磁石式電話機ではこれを防止する必要がある。電気通信研究所では送話器抵抗、局部電池電圧と脈動防止抵抗との関係を実験的に求め<sup>(12)</sup>、その結果を用いて4号磁石式電話機の脈動防止を行つた。この脈動現象の一つの場合に就いては数学的解析は行われた<sup>(13)</sup>。これ等の各種の場合を総合して送話器の構造と外部回路の組合わせにより発振条件、持続条件が如何に異なるかに就いては数学的な解析を報告した<sup>(14)</sup>。

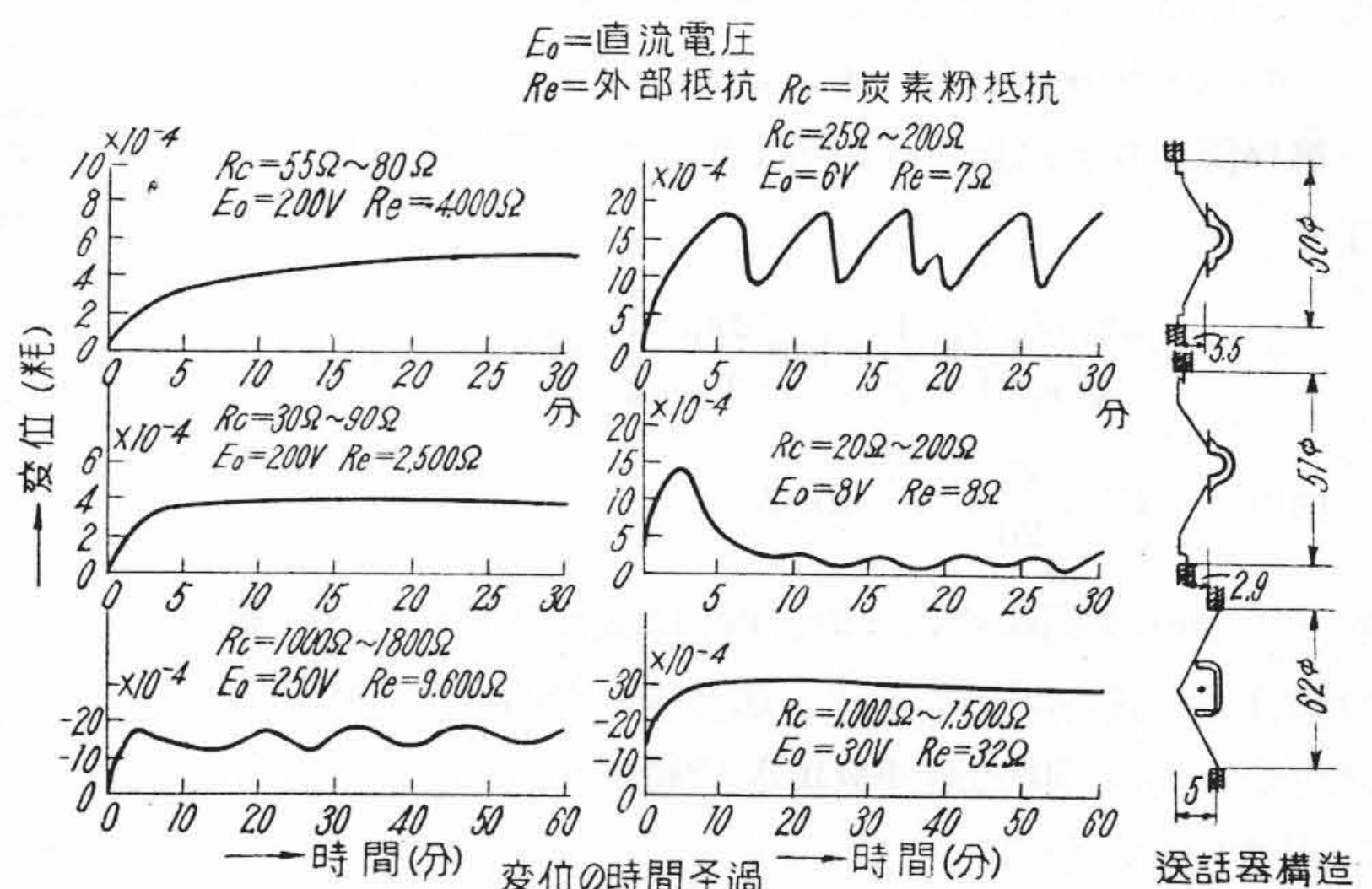
第20図は T-4 号送話器を定電圧回路(磁石式回路)で使用した場合の発振限界の実測値であるが、詳細な報告は別の機会に行う予定である。

#### (2) 閉路現象

通話直後に動抵抗、感度が徐々ではあるが顕著に変動する現象がある。これは炭素粉の発熱によつて内部構造



第20図 脈動の発振限界  
Fig.20. Microphone Oscillation Zone



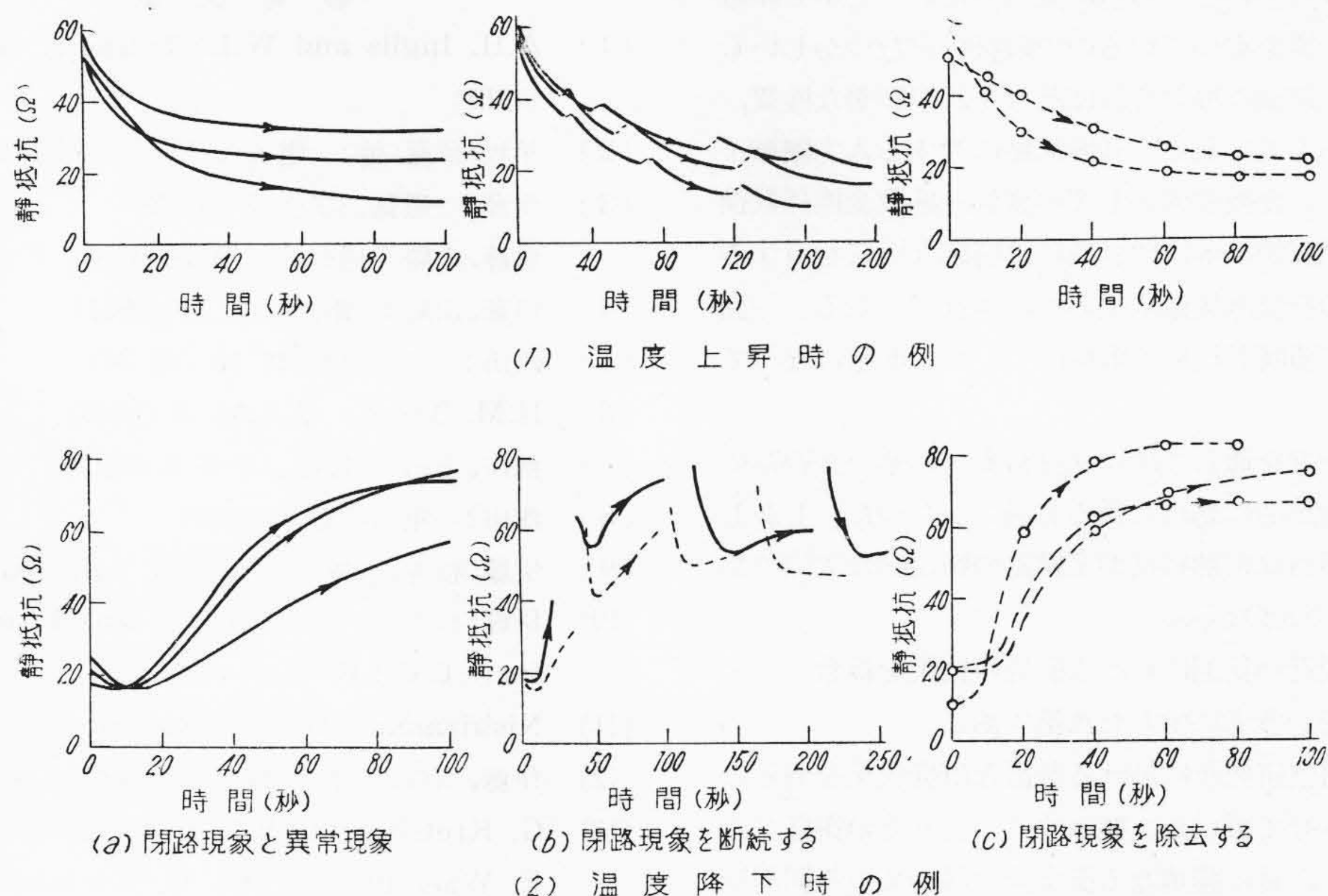
第21図 閉路、脈動現象中の変位  
Fig.21. Displacement of Movable Electrode in Switch-in and Oscillation Phenomenon

が膨脹する時に位相差が生じ前節同様に可動電極が変位するためである。

閉路現象は比較的緩慢な変化であるが脈動現象を起す場合には極めて急激な変化をすることがある<sup>(15)</sup>。これは脈動現象の一つの変形と考えられるのでこれに就いては別に報告する。

第21図は閉路、脈動現象中の可動電極の変位をバイプロメータ法により測定した例である<sup>(15)</sup>。これらの変位は左程大きいとはいえないが音声による振幅が  $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$ mm であることに比すれば極めて大きい変位であることがわかる。





第22図 異常現象と閉路現象の関係

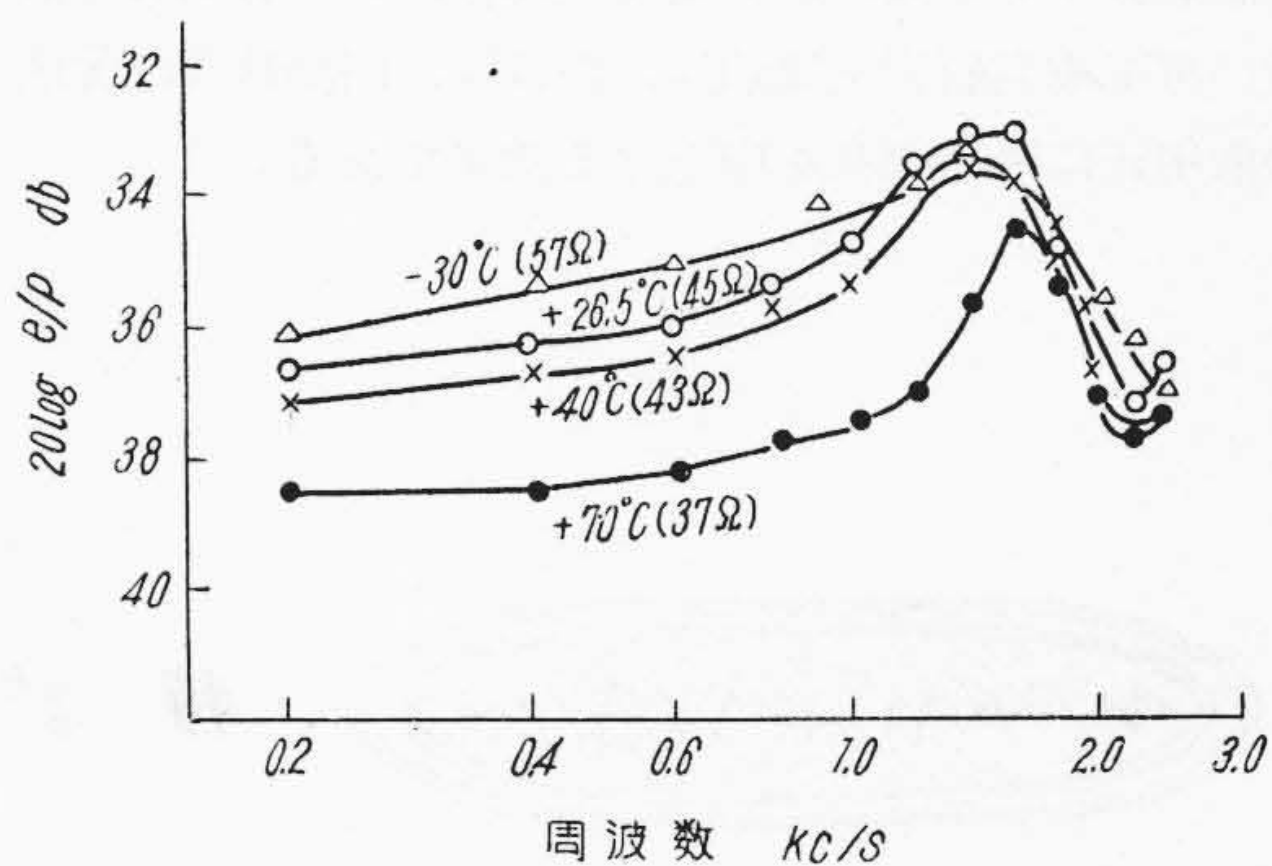
Fig.22. Relation between Abnormal and Switch-in Phenomenon

## (3) 測定中の異常現象

送話器は前述の如く極めて鋭敏であるため特性測定中に温度変化の過渡状態に於て行えば極めて異常な特性を現わす。これを異常現象と称する。

異常現象は送話器測定に通常行う方法である所の音圧較正法に於て往々発生し、送話器と測定装置との間に僅かでも温度差が存在する時に起る。第22図は送話器が温度差により上昇する時及び降下する時の静抵抗（動抵抗或いは感度をとつても同じ）の時間変化を測定したもので<sup>(17)</sup>、異常現象の途中で電流を断続して異常現象と閉路現象の関係を示したものである。

これらの現象は振動板が周辺から序々に熱を授受する時に発生すること及び振動板の変位が原因であることを数学的に解析し明らかにした<sup>(17)</sup>、従つて脈動、閉路現象と異なり異常現象は炭素粉自身の熱による作用が原因ではなく高温であろうが低温であろうが平衡状態に於ける特性は安定なものであることを明らかにした。その実証のため次の例<sup>(18)</sup>を掲げる。送話器全体を高温、低温に保持しそのまゝの状態に感度、動抵抗を測定した結果は第23図の如くである。測定には任意の電磁型受話器と結合し、受話器を可逆器として相互較正法を用い炭素粉の変位が出来るだけ一定となるようにしつつ測定したものである。−30~70°C 間の温度差に対して感度動抵抗の変化は予想外に少ない。平衡温度を保持すれば約 100°C の温度範囲で特性の差は他の特異現象に於ける差に較べて極めて僅かである。



第23図 炭素送話器感度の温度特性

Fig.23. Response Characteristic for Temperature

炭素送話器が不安定である原因は前述の如く熱を原因とした可動電極の変位に帰せられることが多い。これはすべて音響振動に緩慢な変位が重畳する結果発生するものである。これらの現象を解明することにより炭素送話器も比較的安定な変換器として取扱い得るものである。

炭素送話器の他の大きな欠点は使用中に劣化し、感度抵抗が変ること、即ち経時変化の問題である。これに対しては焼成法を適当に改善した結果顕著な効果のあることが認められつゝある。

## 〔VI〕 結 言

炭素送話器の如き接触抵抗型変換器は非常に感度が高く、電話回路の如く増幅手段のないところではこれに代



り得るものは目下のところ他に見当らない。しかし非常に不安定な性質をもっているので取扱いがむづかしいものであるが、詳細に検討すればそれぞれが顕著な性質、法則を有するものである。音響回路に対する入力機械インピーダンス、変換要素としての変位—感度変換係数換言すれば抵抗変調率等は統計的には明確な性質を有することが最近の研究結果漸次明らかにされつつある。一面熱を基因とする特異現象の解析についても明瞭になつて来た。

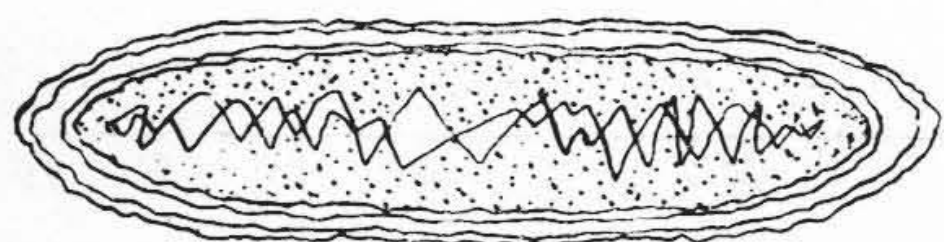
これらの研究を通じて炭素送話器も一応他の変換器同様かなり理論的に処理し得る見通しがたつた。しかし雑音、歪の問題は接触抵抗型変換器の宿命的な欠陥であることは認めねばならぬ。

本報告は最近の我国に於ける研究の結果を綜合して全般の説明を行い参考に供した次第である。

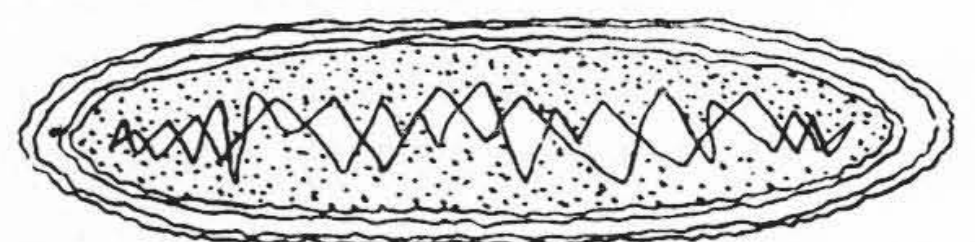
電々公社通信研究所に於ける豊富な研究成果を到るところで参照させて戴いた。擲筆するに当りその御好意を謝すると共に、常に懇篤なる御指導を賜つている同所早坂博士、伊藤氏、日立製作所中央研究所高田主任研究員、上田研究員並びに日立製作所戸塚工場三木課長に深甚の謝意を表すると共に、終始研究に協同せられた日立製作所戸塚工場当研究室猪瀬氏、西口氏、田島氏及び元所員の飯田氏に厚く御礼を申上げる次第である。

### 参 考 文 献

- (1) A.H. Inglis and W.L. Tuffnell: B.S.T.J. 4 (1951)
- (2) 早坂, 伊藤, 他: 電々公社実用化報告 Vol.2 No.1
- (3) 伊藤: 電気三学会 5 (昭 26)  
伊藤, 山崎 通研月報 Vol. 5 No. 7 (1952)
- (4) 伊藤, 山崎: 電通学誌 34 (1951)
- (5) 西山: 日立評論 33 10 (昭 26)
- (6) H.M. Trent: J.A.M. 4 (1948)
- (7) 西山, 上田: 電気三学会 5 (昭 29)
- (8) 西山: 電通学誌 投稿中
- (9) 伊藤, 杉本, 大塚: 通研月報 Vol. 3 No. 3 (1950)
- (10) 伊藤, 杉本, 金子: 通研月報 Vol. 4 No. 11 (1951)  
Ito: C.C.I.F. 資料 (1951)
- (11) Nishiyama: Hitachi Review 3 (1953)
- (12) 伊藤, 山口, 坂本: 通研月報 Vol. 4 No. 10 (1951)
- (13) G. Kretshmer: E.N.T. 13 (1936)  
E. Waetzmann, und G. Kretshmer: A.Z. 5 (1936)
- (14) 西山: 電気三学会東京支連 10 (昭 27)
- (15) G. Schubert: E.N.T. 4 (1927)
- (16) 西山: 電気三学会東京支連 10 (昭 28)
- (17) 西山: 日立評論 34 10 (昭 27)
- (18) 西山: 日立評論 別冊 No. 2 (昭 28)



## 特 許 と 新 案



(第30頁より続く) 最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (その3)

| 区 別  | 登録番号   | 名 称                         | 工 場 別  | 氏 名                  | 登録年月日     |
|------|--------|-----------------------------|--------|----------------------|-----------|
| 実用新案 | 410633 | 扇 風 機 台 板                   | 多賀工場   | 四 倉 輝 夫              | 29. 2. 13 |
| "    | 410636 | 扇 風 機 保 護 枠                 | 多賀工場   | 四 倉 輝 夫              | "         |
| "    | 460645 | 熱 動 継 電 器                   | 多賀工場   | 小 島 義 男              | "         |
| "    | 410574 | 共 電 式 電 話 機                 | 戸塚工場   | 山 田 博 三              | "         |
| "    | 410576 | 自 動 交 換 機 の ラ イ ン フ ァ イ ン ダ | 戸塚工場   | 野 上 邦 茂              | "         |
| "    | 410622 | ゲ ッ タ ー                     | 茂原工場   | 原 田 正                | "         |
| "    | 410627 | 赤 外 線 ヒ ー タ ー 装 置           | 茂原工場   | 本 多 忠 晴              | "         |
| 実用新案 | 410619 | エ レ ベ ー タ 制 御 回 路 用 ケ ー ブ ル | 日立電線工場 | 大 和 和 夫<br>高 橋 長 一 郎 | 29. 2. 13 |