

炭素送話器の温度に依る異常現象の研究

西山 静 男*

Abnormal Phenomena of Carbon Transmitters due to Temperature Variation

By Shizuo Nishiyama
Totsuka Works, Hitachi Ltd.

Abstract

The writer studied various abnormal phenomena of the carbon transmitter of the telephone during the temperature variation. The phenomena were observed during the course of temperature balancing, when there was the temperature difference between the transmitter and the acoustic coupler to be used for measurement. Further, it was proved that the abnormal phenomena were caused by the shifting of the movable electrode, which compresses the carbon powder.

At the periphery where the diaphragm is clamped and at the center of the diaphragm, a mutual expansion coefficient observed from the position of the movable electrode has been prescribed, and theoretical formulas conforming to the actual result were worked out.

The writer measured the temperatures of the periphery and the center of the diaphragm, the deviation of the movable electrode and the variation of resistance at varying temperature almost the same found in actual case. He worked out empirical formulas, and investigated constants.

[I] 緒 言

マイクロフォンの如き音響電気変換機器として一般に電磁型、静電型等で実用可能とされているものは数種類あるが、炭素粉を変換要素に用いて直流抵抗を音圧で変調する方式であるライツマイクロフォン、或は炭素送話器が変換能率(感度)の点に於て他に比し極めて卓越している。電話機回路に於ても伝達距離を大にするにはこれに優るものはない。このように感度が高い長所をもつ反面非常に不安定である事が大きな欠点となつている。本報告に述べる測定時に生ずる温度の過渡状態に起因する異常現象も感度が高く極めて鋭敏なために発生するものである。

茲に謂う温度による異常現象とは送話器ユニットの特性を求める時、或は商用試験に於て往々発生するもので測定用音響結合器に入れ既知の音圧を振動板に与えて特性を求める。この時結合器と送話器との間に温度差があ

ると測定中に送話器が周辺より序々に温度変化する。その過渡状態に於て感度、動抵抗が非常に違つた特性を現わす現象である。温度の過渡状態に於てのみ起り平衡温度であれば温度の高低には影響されない。この問題は冬期など保温の爲め室内の温度が区々で一樣でない場所で起り易い。

熱に対しても送話器は一つの複雑な回路網と考えられ外部熱源によつて過渡的に機構内部に不平衡が生じ、これが可動電極を変位せしめて炭素粉の接触圧力に影響するために起る事を、振動板の温度、可動電極の変位を実測し解明する事が出来た、茲にその大要を報告する次第である。

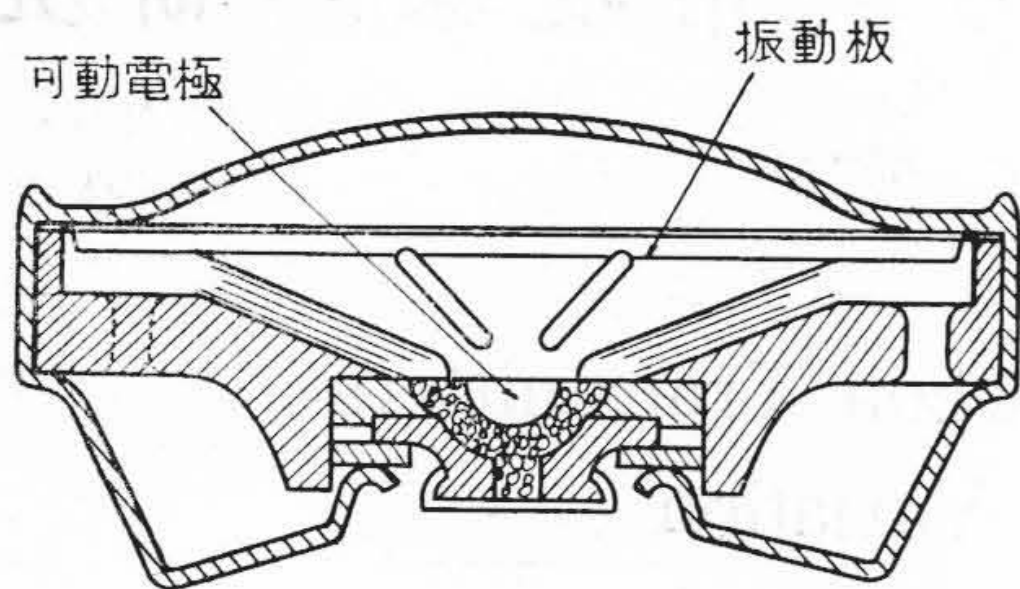
[II] 異常現象の性質

異常現象を新型電話機に用いる4号送話器に例をとつて説明する。

[1] 4号送話器の構造

その構造は第1図の如く振動板は円錐形で、振動板中

* 日立製作所戸塚工場



第1図 4号送話器の構造図

Fig. 1. Structure of the #4 Transmitter

中央に可動電極がついている。両極は同心球面である。伝送周波数帯域を調節する為め密閉型の背気室をもっている。この音響等価回路は第2図の如くで自由度1である。ブックダンパーのもつ機械抵抗を利用して共振点を抑制し直線歪を小さくしている。

第3図は炭素室に炭素粉を充填した時の電極との関係を示したものである。炭素粉の機械インピーダンスは全体の振動系に直列に入っている。炭素粉の如き粒体の機械インピーダンスは複雑で周波数、変位により変るものであるが⁽¹⁾、狭い範囲に於ては概ね一定なる実効ステイフネス、実効質量、機械抵抗の直列接続と考える事が出来る。

送話器ユニットの感度の測定には第4図の如き音響結合器を用い、結合した標準受話器により結合音響容量内に規定の音圧(10 μ Bar)を加えて振動板を駆動し、その出力を以て感度を表わす。又炭素粉の振動状態の直流抵抗を以て動抵抗と称している。この測定器および方法は電通省の購入試験に細部にわたって指定されており他の納入試験もこれに準じている。

送話器感度 k_T を単位音圧 (μ Bar) に対する交流出力を以て表わせば

$$k_T = 20 \log \frac{S_e}{\sqrt{R_T}} \cdot \frac{1}{\omega z} + \mu_V \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{但し } z = r + j \left\{ 1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega} \right)^2 \right\} \frac{m}{\omega}$$

S_e ...振動板の有効面積

R_T ...動抵抗

μ_V ...炭素粉の機械-電気変換能率即ち単位変位に対する交流出力電力 (db)

z ...振動系の機械インピーダンス

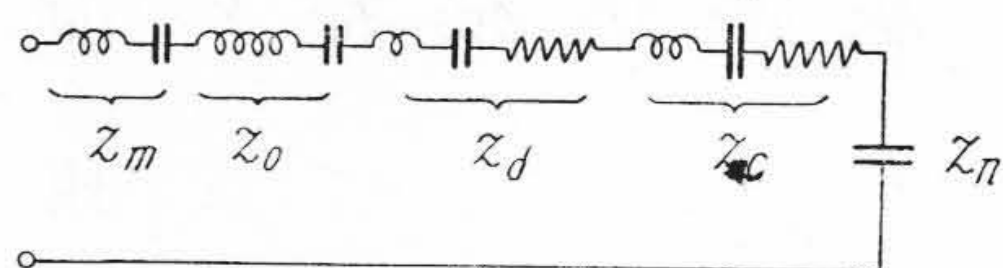
r ...振動系の機械抵抗

m ...振動系の機械実効質量

ω_0 ...共振角周波数

ω ...測定角周波数

この測定には炭素粉の状態を一定にするため送話器を結合器に挿入し、直後に数回回転して炭素粉が新たに自



Z_m ...防湿膜の機械インピーダンス

Z_0 ...振動板 "

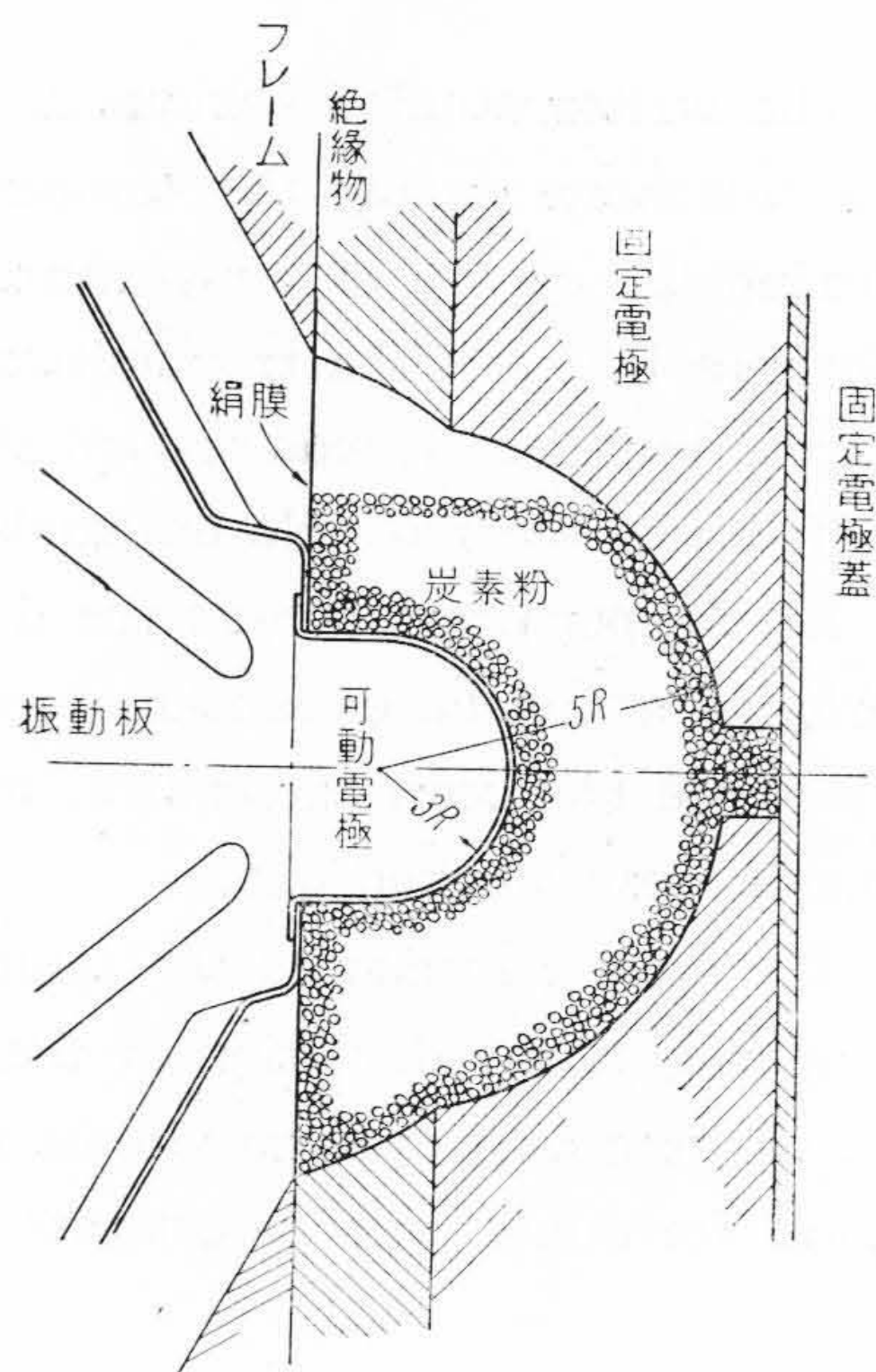
Z_d ...ブックダンパー "

Z_c ...炭素粉 "

Z_n ...背気室 "

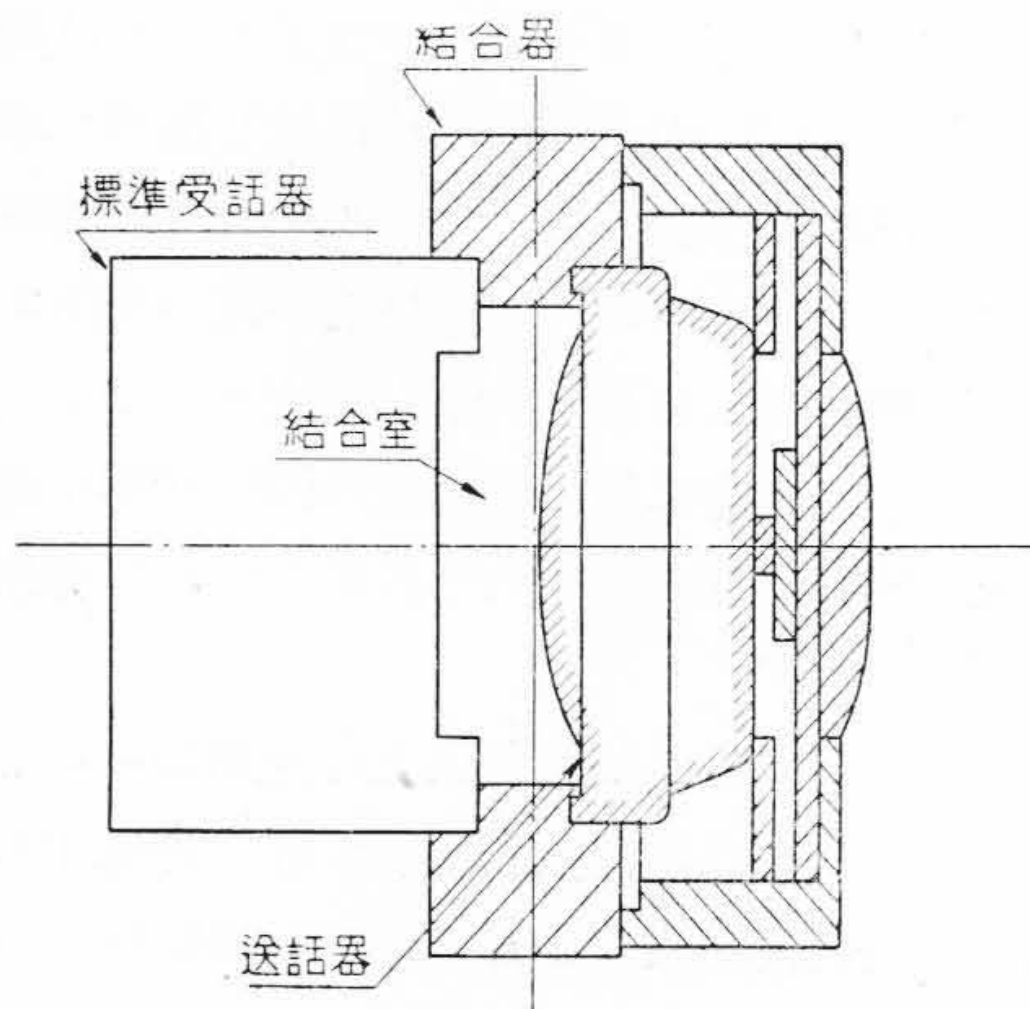
第2図 音響等価回路

Fig. 2. Equivalent Net Work



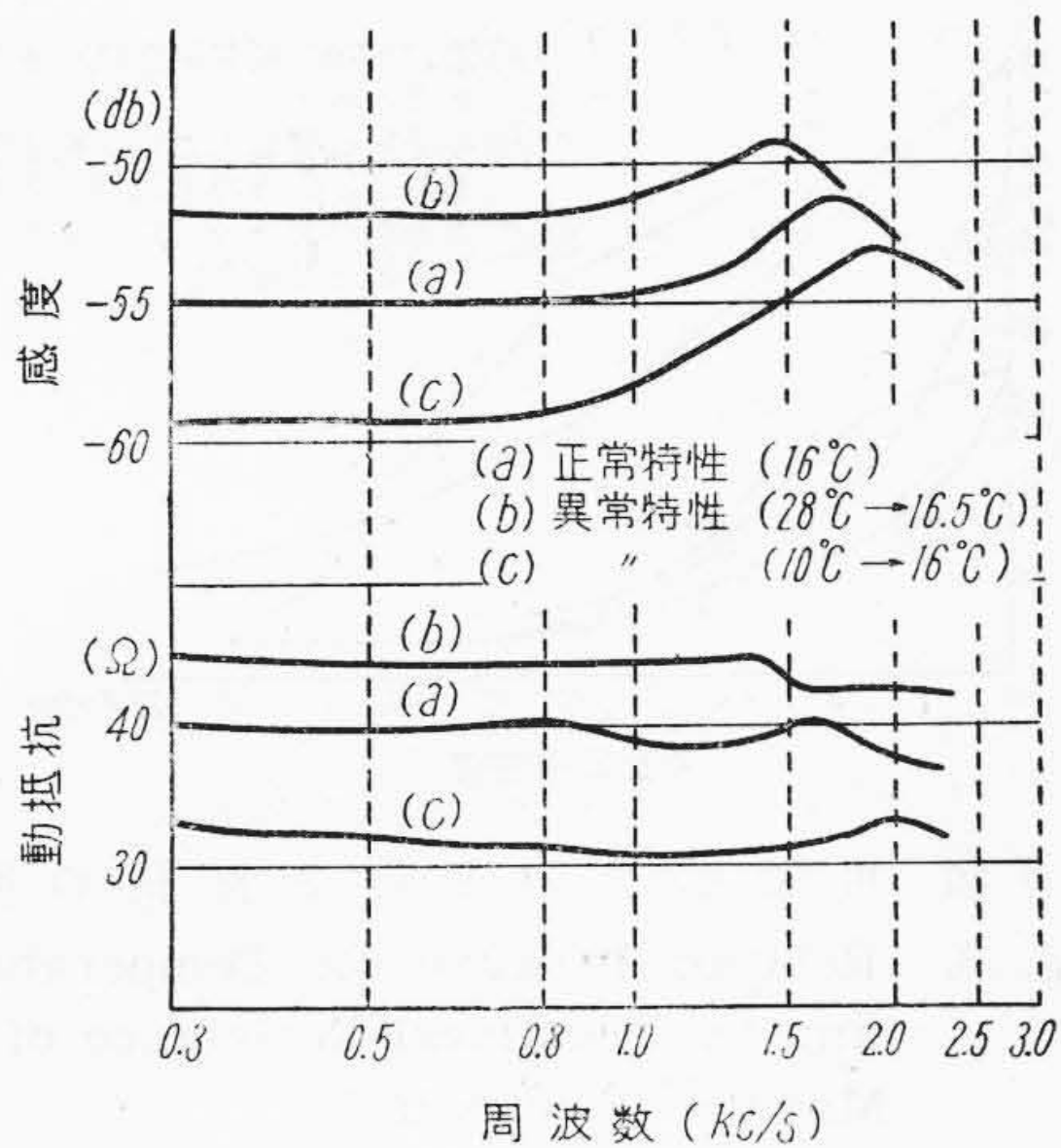
第3図 炭素室の構造

Fig. 3. Structure of the Carbon Chamber



第4図 音響結合器

Fig. 4. Acoustic Coupler

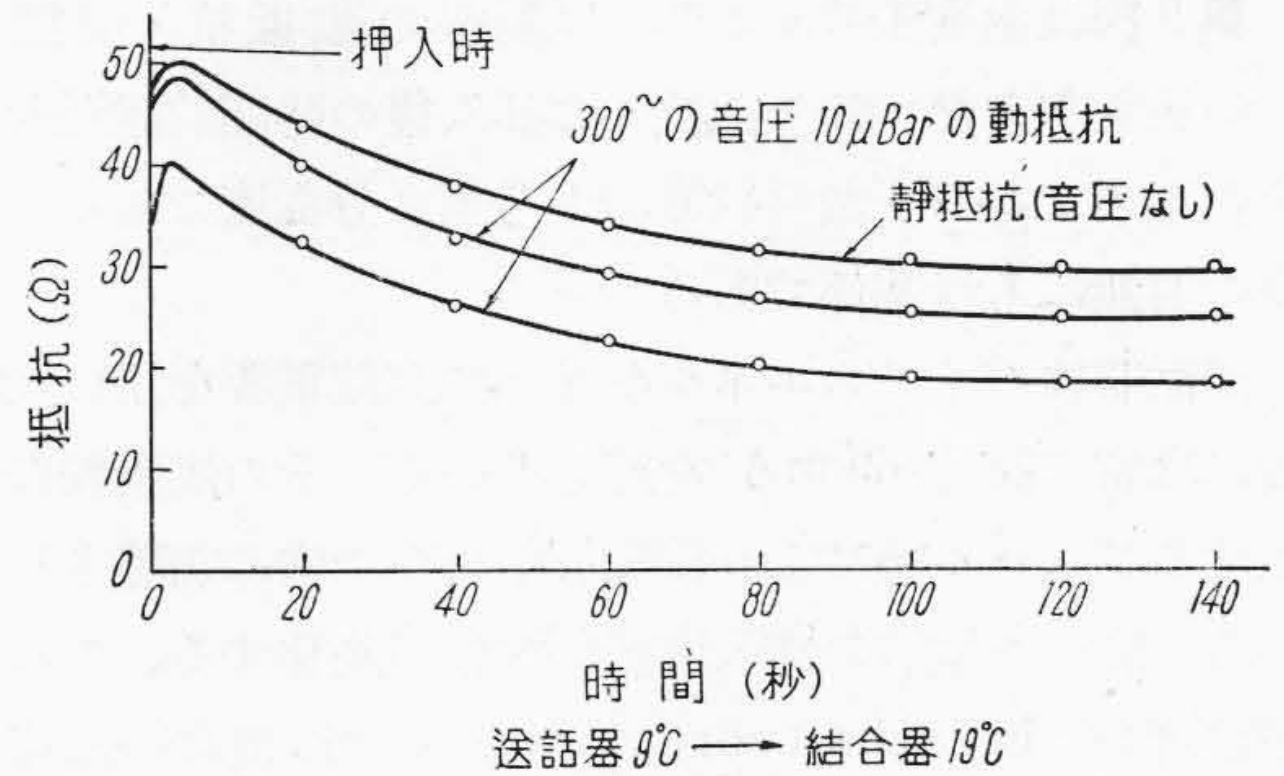


第5図 異常現象中の周波数特性
Fig. 5. Frequency Response in the Abnormal Phenomena

重で接触し直すようにしている。

(2) 周囲温度による影響

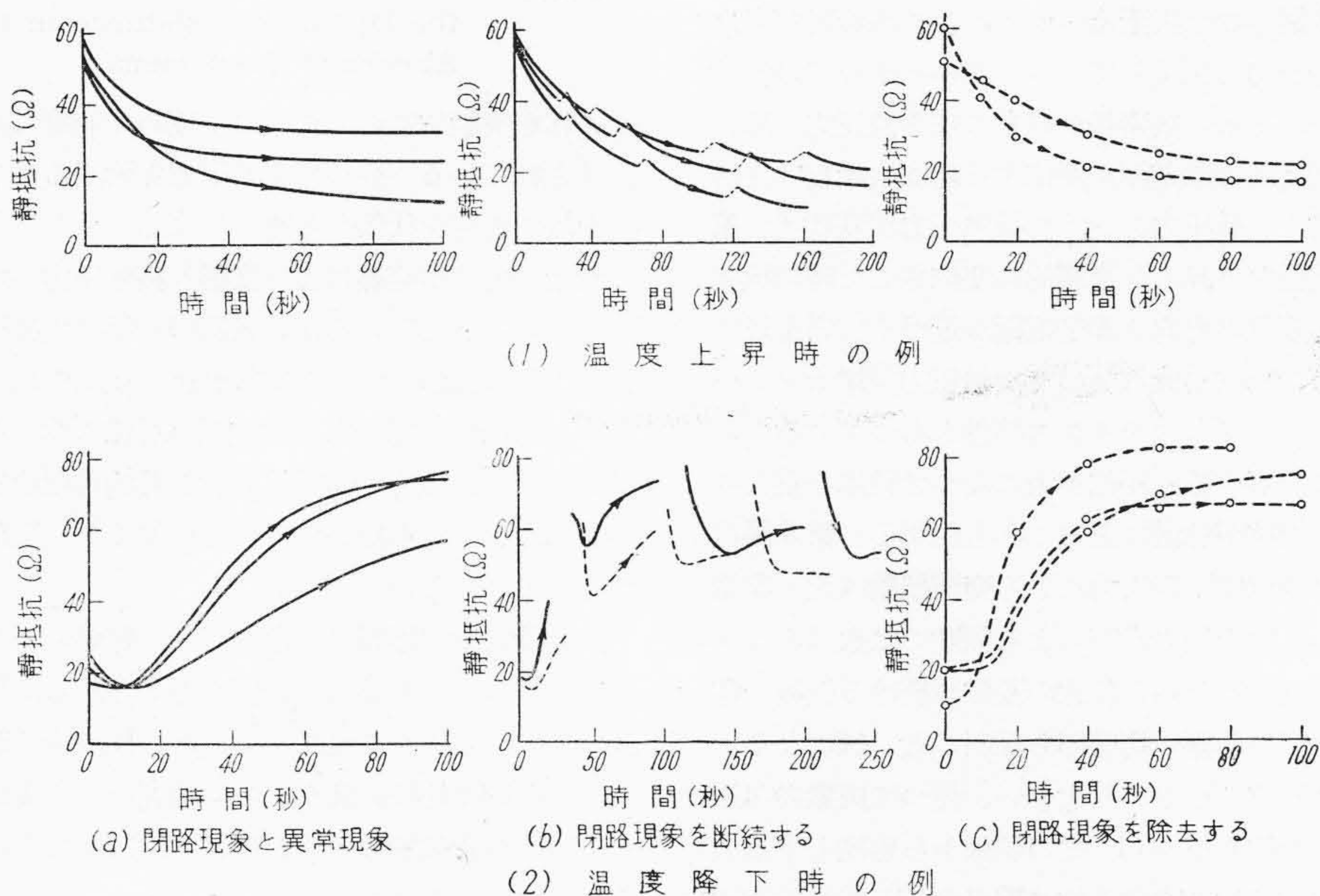
送話器を音響結合器に挿入して測定する時被測定送話器と音響結合器との間に温度差があると感度、動抵抗の値が非常に違ってくる。この現象を第5図を例にとつて説明すると、特性(a)は正常値であるが、今試料と音響結合器とに温度差をつけ試料の温度を約 11.5°C 高く保持し特性を求めると同図(b)の如く、 11°C 低く保持し



第6図 異常現象中の動抵抗
Fig. 6. Dynamic Resistance in the Abnormal Phenomena

たものは同図(c)の如くなる。しかして平衡温度に達した後送話器を振つて測定し直すと特性(b)(c)は正常なる特性(a)に復帰する。又感度が高く出る時は後述の如く動抵抗も高く、低い時は同様に低い、両者は不可分の関係にある。又これは温度変化の過渡状態のみで起る事も了解出来た。

試料と結合器とに温度差がある場合は結合器の構造として送話器に直接接触する所は周辺の部分であり、且つ指定の結合器は現在は偶然金属で構成されている。従つて温度差がある時熱の授受の最も大なる所は振動板の周辺のクランプ部分である事は容易に了解出来る。又周辺より温度変化を与えた時のみ実際に等しい異常現象を再現し得ている。



第7図 異常現象と閉路現象の関係
Fig. 7. Relation between the Abnormal and the Switch in Phenomena

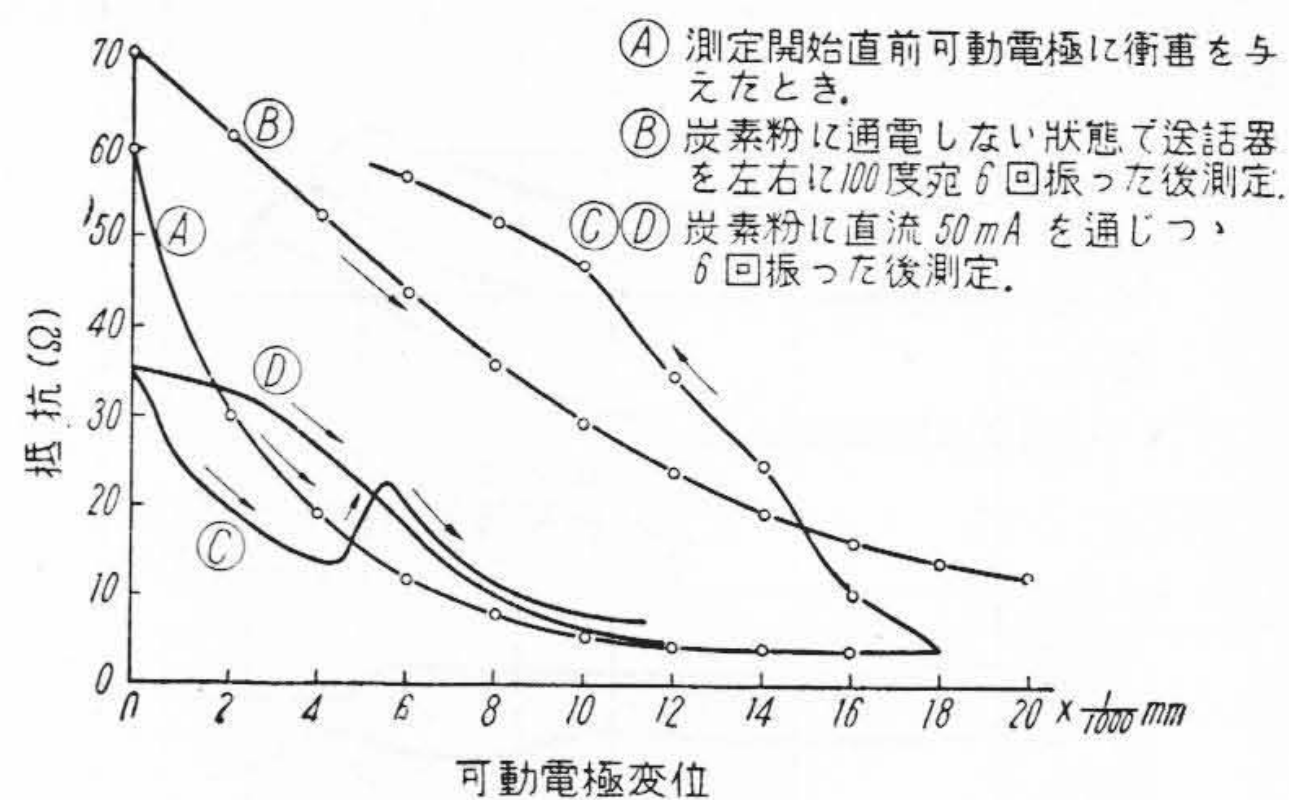
第 6 図は温度差のある時の送話器の動抵抗・静抵抗（音圧を加えない時の抵抗）の挿入後の時間的経過を求めたものである。過渡状態は 1 乃至 2 分程度である。音圧の有無にも無関係である。

送話器はバイアスエネルギーとして直流電源を用い炭素粉には常に直流 50 mA を通じている。その炭素粉に発生するジュール熱により振動板中央部で常に加熱されている。従つて電流の流入直後に特性が変化する、これは閉路現象 (Einschaltvorgang) と呼ばれ既に一部報告されている⁽²⁾ものである。

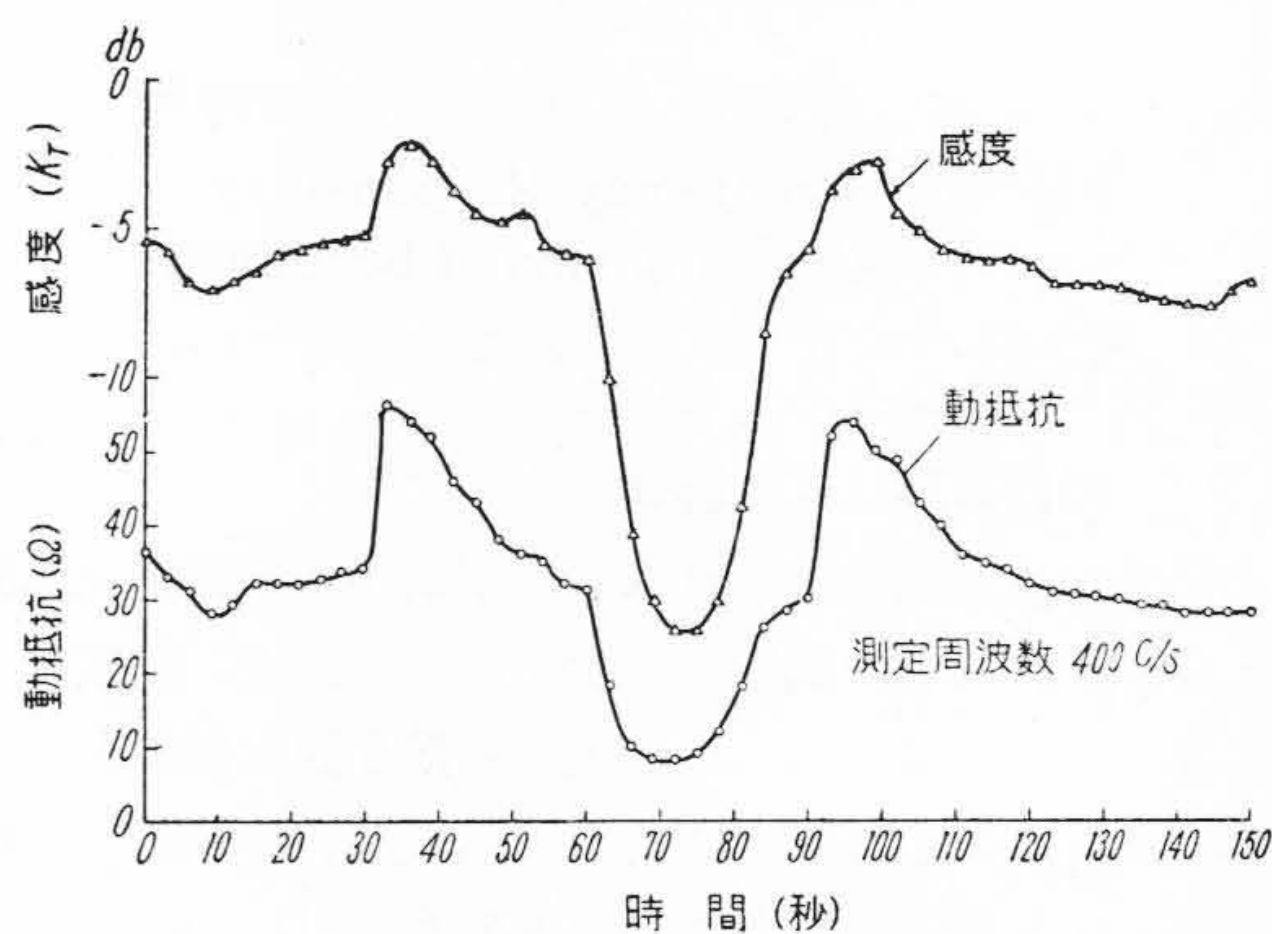
第 7 図は異常現象の途中で電流を断続したので異常現象と閉路現象が重畳したものである。特性 (a) は閉路現象に続いて異常現象が起つているもの、特性 (b) は電流を断続したもの、即ち異常現象の途中で閉路現象が数回重畳している。特性 (c) は閉路現象を消去するために抵抗値を瞬間に読みジュール熱の発生を極力少くしている異常現象のみでは時間に対し対数的に変化していることが明瞭である。図でも明らかな如く異常現象による抵抗変化と閉路現象とは温度上昇しつつある時と降下しつつある時は傾向は反対である。従つて茲に述べる異常現象は閉路現象と区別さるべきものである。

(3) 炭素粉に交流、直流振動が重畳した時の特性

炭素送話器の特性は炭素粉の接触の状態によつて大いに影響される。普通特性を求めるには前述の如く炭素粉の接触状態を一定にするため測定前に送話器を結合器に入れたまま $\pm 100^\circ$ に数回振つて鎮まつて後測定する如くする。第 3 図の如き炭素室の形状に於て炭素粉相互は自重のみの静圧力で接触している。この状態の時の特性が正常なものである。炭素粉が自重に依る静圧力で静止した後電極例えば可動電極が変位する時は炭素粉は正常な静圧力に加えて横圧力を受けて接触圧力が変る⁽³⁾。第 8 図は可動電極を外部より強制的に変位させた時の抵抗変化の一例で変位の方法は固定電極が近づく方向を以て正としている、変位が大になつて接触圧力が増大する程抵抗が減少する。又ヒステリシス特性ももっているため履歴が大いに影響する。変位が大になつて粒体の重なりが突然崩れて抵抗が急激に上ることも生ずる。第 8 図に於ける電極の変位は音響入力による交流振動に比し非常に大きい、これは普通の音声による振動では数 10 ミリミクロン程度であるから、任意の変位に於ける機械一電気変換能率は図の曲線の切線即ち傾斜に近い値になる。図では傾斜は変位の小さい程大きい、従つて炭素粉が圧縮される時動抵抗も下り (1) 式の関係から感度も下る。このように交流振動に直流変位が重畳すると特性が非常に違つて来る事が了解出来る。感度と抵抗は上記のように不可分の関係がある事は容易に分るのであるが第 9 図



第 8 図 可動電極の変位と抵抗の関係
Fig. 8. Relation between the Temperature and the Electrical Resistance of the Movable Electrode



第 9 図 異常現象中の感度動抵抗の関係
Fig. 9. Relation between the Response and the Dynamic Resistance in the Abnormal Phenomena

はこれを実験的に確めたもので極めて明瞭に両者の関係が示されている。従つて異常現象を論ずるに当つては抵抗を以て感度を代表する事が出来る。

炭素粉自身が発熱により膨脹し接触圧力が増大し感度が下る事が考えられるが、送話器の場合電極間隙は 2 耗程度でその膨脹の大きさは振動板の変位に比し十分に小さい。同位相の場合は可動電極の変位に含めて考えられ、位相が異なる場合は抵抗変化と可動電極の変位の関係が簡単な形にならないので後述の如くその関係から論述することにした。

次に背気室の影響につき論じる。加熱により密閉された背気室の空気の膨脹の影響も考えられるが背気室を開放しても同じように発生すること、又実測の結果背気室の機密程度は比較的 low、この隙間のため振動板を变形せしめる程背気室の気圧、換言すれば直流音圧が上昇することは考えられない。

以上述べた如く、温度の過渡状態に於ける異常現象は音響結合器により周辺より熱を授受せられる結果振動板

が変形せられる事に原因があると考えた。又異常現象を論ずるには炭素粉の静抵抗を以てすれば充分であることも知った。次章でこの仮定に立つて理論式を樹立する。

[III] 数 学 的 解 法

(1) 理論式の決定

前章で記述した如く被測定送話器を音響結合器に挿入した時温度差があると直接接触する周辺部分で熱を授受する、この場合に於ける送話器内部に於ける熱伝導の状況を考察する。

(a) 送話器が結合器に挿入せられると熱は周辺部より突然与えられる。

(b) 周辺が先ず加熱せられ引続いて熱は振動板に移動する。振動板は両面より熱を放散しながら逐次暖まつて行く。

(c) 熱容量をもつ所は周辺のクランプ部分と振動板全面である。

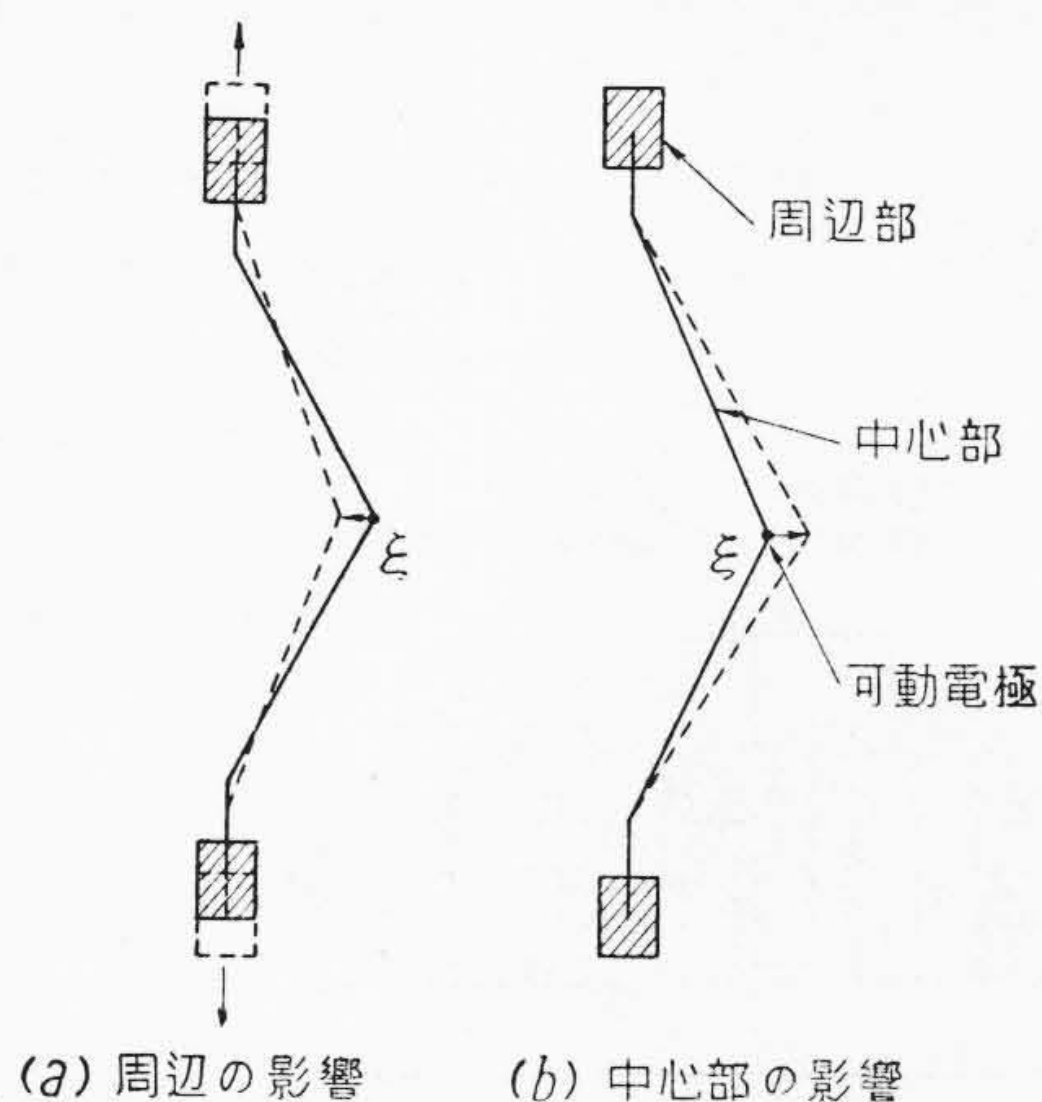
(d) 熱伝導が考えられるのは熱源内部の熱伝導度、クランプ部から振動板中央に伝導する間の伝導度、振動板表面から空気中への放散率である。

(e) 送話器の他の部分に伝導して振動板の熱膨張に影響を与えない熱量は熱源自身の漏洩と考えて考慮しない。

(f) 振動板の周辺部が熱により膨張すると第10図(a)の例の如く振動板は周辺部で引延ばされる為め可動電極は引寄せられる方向に変位する。

(g) 引続いて振動板中央が逐次温度上昇すると同図の如く周辺が固定せられたまま膨張する為め可動電極は押し出される方向に変位する。

振動板の周辺クランプ部及び中央の任意の固定点を、



第10図 可動電極の変位に及ぼす周辺及び中心の影響
Fig. 10. Effect to the Periphery and the Center on the Displacement of the Movable Electrode

A, B とすれば、以上の考察に基き A・B 二点に関し次の如き定数を考える。A・B 二点の温度上昇を ϑ_1, ϑ_2 , A・B 点より見た実効熱容量を c_1, c_2 とする。熱源の内部熱伝導度 A・B 二点間の熱導度、振動板の熱放散率をそれぞれ a_0, a_1, a_2 とす。(f), (g) 項より明瞭のように A・B の温度変化によつてそれぞれ独立に可動電極に変位を与えるので可動電極より見た A・B 二点の相互熱膨張係数 δ, γ なるものを考える事が出来る。第11図の如き構造の送話器に於て可動電極の変位 ξ を固定電極と離れる方向を正にとると相互膨張係数 δ は正、 γ は負となる。

可動電極の変位 ξ は

$$\xi = \vartheta_1 \delta - \vartheta_2 \gamma \quad \dots\dots\dots (2)$$

次に周辺 A 部、中心 B 部に於ける熱伝導について次の関係式を得る

$$\left. \begin{aligned} C_1 \frac{d\vartheta_1}{dt} + (a_1 + a_0)\vartheta_1 - a_1\vartheta_2 &= a_0\vartheta_0 \\ C_2 \frac{d\vartheta_2}{dt} + (a_1 + a_2)\vartheta_2 - a_1\vartheta_1 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (3)$$

(a) 項に述べた如く熱が急に与えられるのであるから演算子法を用いて $\vartheta_0 = \Theta \mathbf{1}$ としてこれを解くと

$$\left. \begin{aligned} \vartheta_1 &= a_0 \Theta \left[\frac{a_1 + a_2}{a_1(a_0 + a_2) + a_0 a_2} + \sum_{p=p_1, p_2} \frac{C_2 p + a_1 + a_2}{D(p)} \varepsilon^{pt} \right] \\ \vartheta_2 &= a_0 a_1 \Theta \left[\frac{1}{a_1(a_0 + a_2) + a_0 a_2} + \sum_{p=p_1, p_2} \frac{1}{D(p)} \varepsilon^{pt} \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

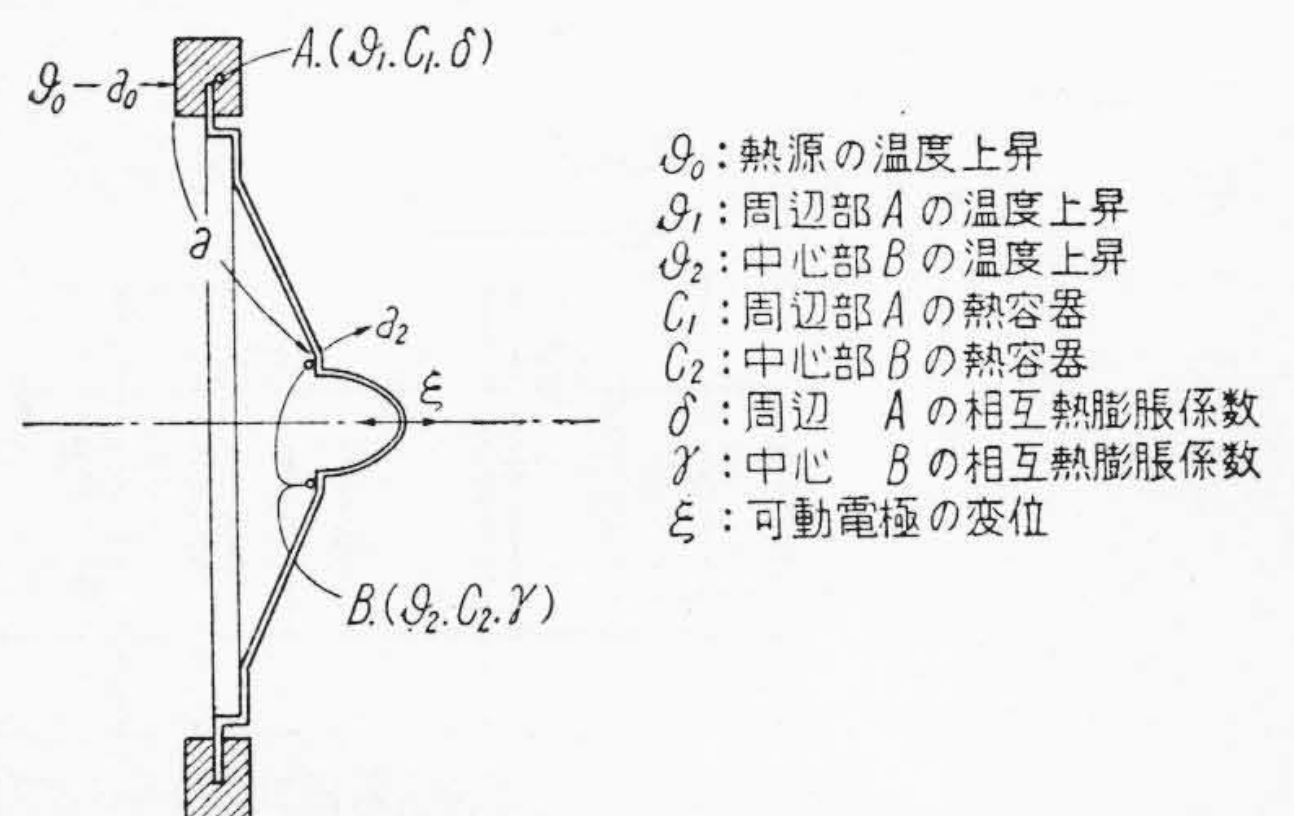
但し $D(p) = 2C_1 C_2 p^2 + \{C_1(a_1 + a_2) + C_2(a_0 + a_1)\}p$

$$p_1 = \frac{1}{2C_1 C_2} [-\{C_2(a_0 + a_1) + C_1(a_1 + a_2)\}$$

$$\pm \sqrt{\{C_2(a_0 + a_1) - C_1(a_1 + a_2)\}^2 + 4C_1 C_2 a_1^2}] \quad \dots\dots\dots (5)$$

$C_1, C_2, \dots$ の諸定数は全て正にとつてゐるから

$$\sqrt{\{C_2(a_0 + a_1) - C_1(a_1 + a_2)\}^2 + 4C_1 C_2 a_1^2} + \{C_2(a_0 + a_1) + C_1(a_1 + a_2)\} > 0$$



第11図 熱伝導の経路
Fig. 11. Circuit Diagram of Heat Conducting

$$\begin{aligned} \therefore \{C_2(a_0+a_1)-C_1(a_1+a_2)\}^2+4C_1C_2a_1^2- \\ -\{C_2(a_2+a_1)+C_1(a_1+a_2)\}^2 \\ =-4C_1C_2(a_0a_1+a_1a_2+a_2a_0)<0 \\ \therefore \{C_2(a_0+a_1)+C_1(a_1+a_2)\}> \end{aligned}$$

$$\sqrt{\{C_2(a_0+a_1)-C_1(a_1+a_2)\}^2+4C_1C_2a_1^2}$$

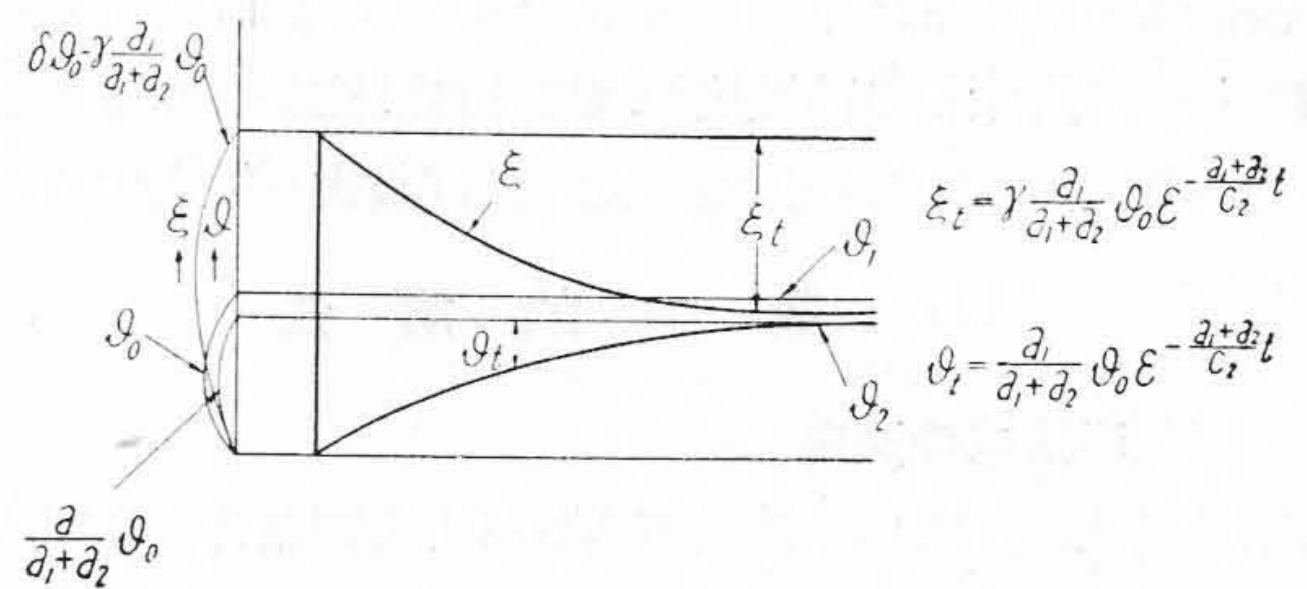
故に(5)式より p_1, p_2 は共に負である。(2)式より変位を求めると

$$\begin{aligned} \xi = a_0 \theta \left[\frac{\delta(a_1+a_2)-\delta a_1}{a_1(a_0+a_2)+a_0a_2} \right. \\ \left. + \sum_{p=p_1, p_2} \frac{\delta(C_2p+a_1+a_2)}{D(p)} \varepsilon^{-p t} \right] \dots\dots(6) \end{aligned}$$

変位は時間に対して対数的な飽和曲線となる。

今周辺の温度変化が極めて短時間に行われる場合を考える(これは実際の場合にもやや近いものである)。然る時(4)式は次の如く簡単化される。

$$\begin{aligned} v_1 = v_0 \\ v_2 = \frac{a_1}{a_1+a_2} v_0 \left[1 - \varepsilon^{-\frac{a_1+a_2}{C_2} t} \right] \\ \xi = v_0 - \gamma \frac{a_1}{a_1+a_2} v_0 \left[1 - \varepsilon^{-\frac{a_1+a_2}{C_2} t} \right] \end{aligned} \dots\dots(7)$$



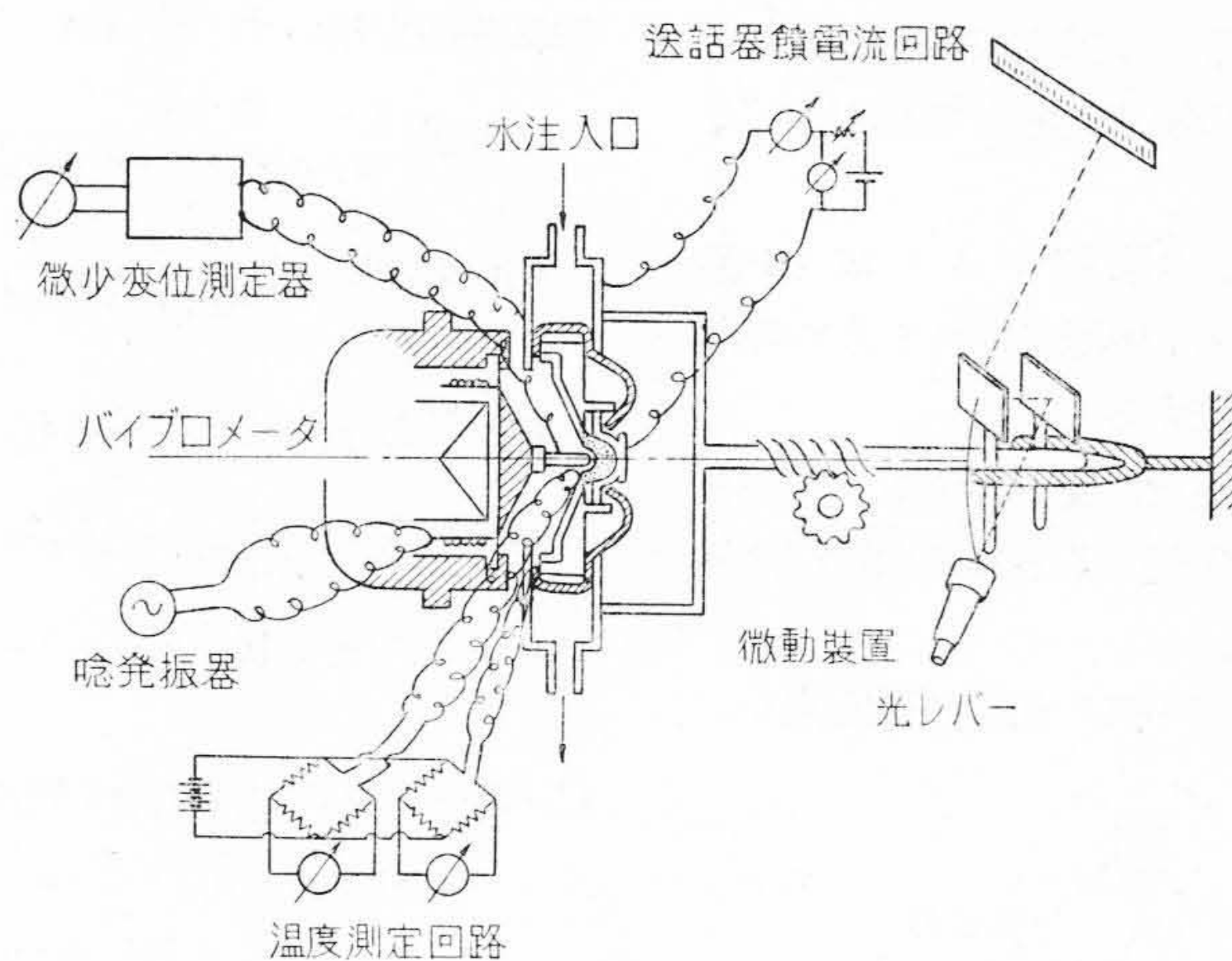
第 12 図 温度変化時の振動板温度と変位の関係 (温度上昇)

Fig. 12. Relation between the Temperature and the Displacement of Diaphragm at the Temperature Changing (Temperature Rising)

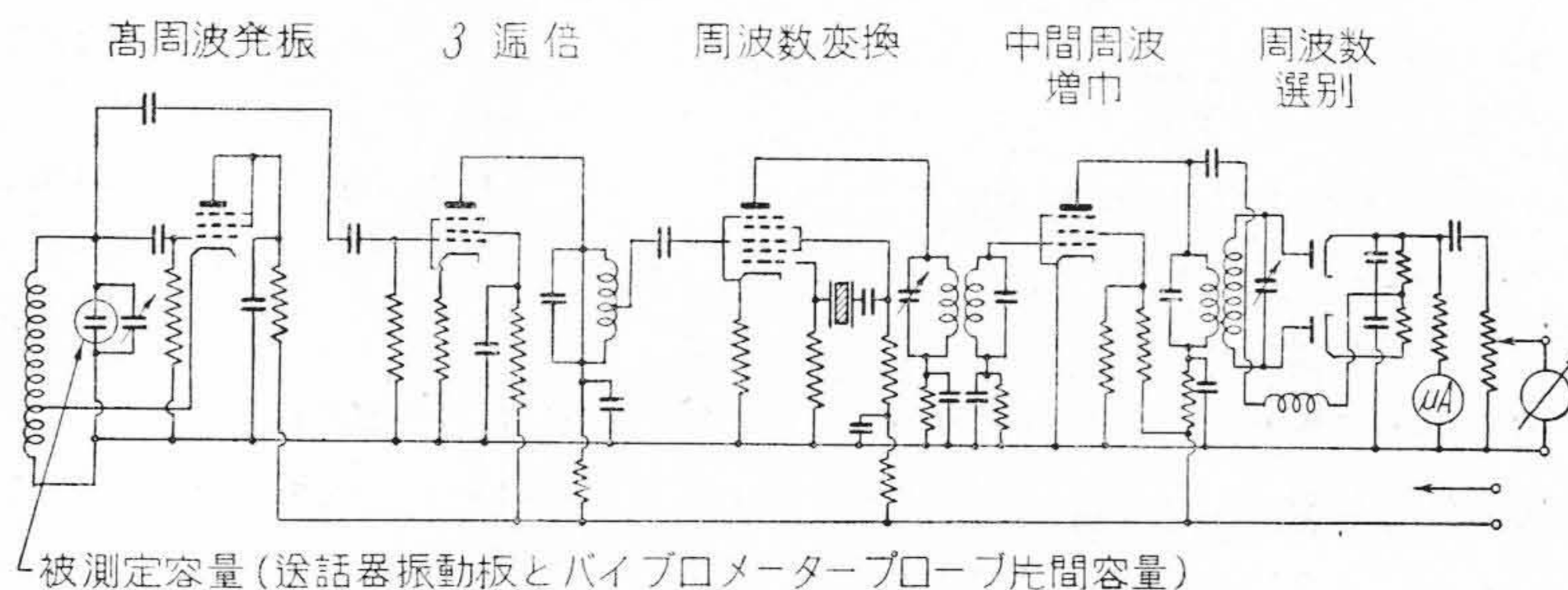
この関係は第 12 図の如くなる。

[IV] 実験の方法

前章に於て求めた理論値を検討のため実際に即して温度を急変せしめて、振動板の温度、可動電極の変位、抵抗化を測定した。温度を急変させる方法は送話器の音響



(a) 測定装置



(b) 微小変位測定回路

第 13 図 測定装置及び微小変位測定回路
Fig. 13. Measuring Apparatus, and Measuring Circuit of Microdisplacement

結合器に挿入した時と同じ状況になるように周辺部より温度を急変させた。その方法は第 13 図の如く周辺部に水を流入し水の温度を急変することにより目的を達する事が出来た。

振動板の変位、温度の測定には次の方法によつた。

(1) 振動板変位測定法

変位の測定にはバイプロメータ⁽⁴⁾と光挺子を用いた。即ちバイプロメータの振動系に附したプローブの先端を常に一定振幅で振動せしめておき、プローブと被測定送話器の振動板との間に生ずる静電容量をプローブの振動によつて変調しこれを周波数変調回路に挿入後増幅して振幅変調に変化し再び増幅した後出力電圧を読むようにしている、この出力電圧は異常現象により可動電極が変位した距離に大略反比例する。この関係を正確に較正するには予め送話器を第 13 図に示す微動装置を用いて移動せしめて光挺子により較正しておく、かくして異常現象中の可動電極の変位を正確に求めることが出来る。

(2) 振動板の温度測定法

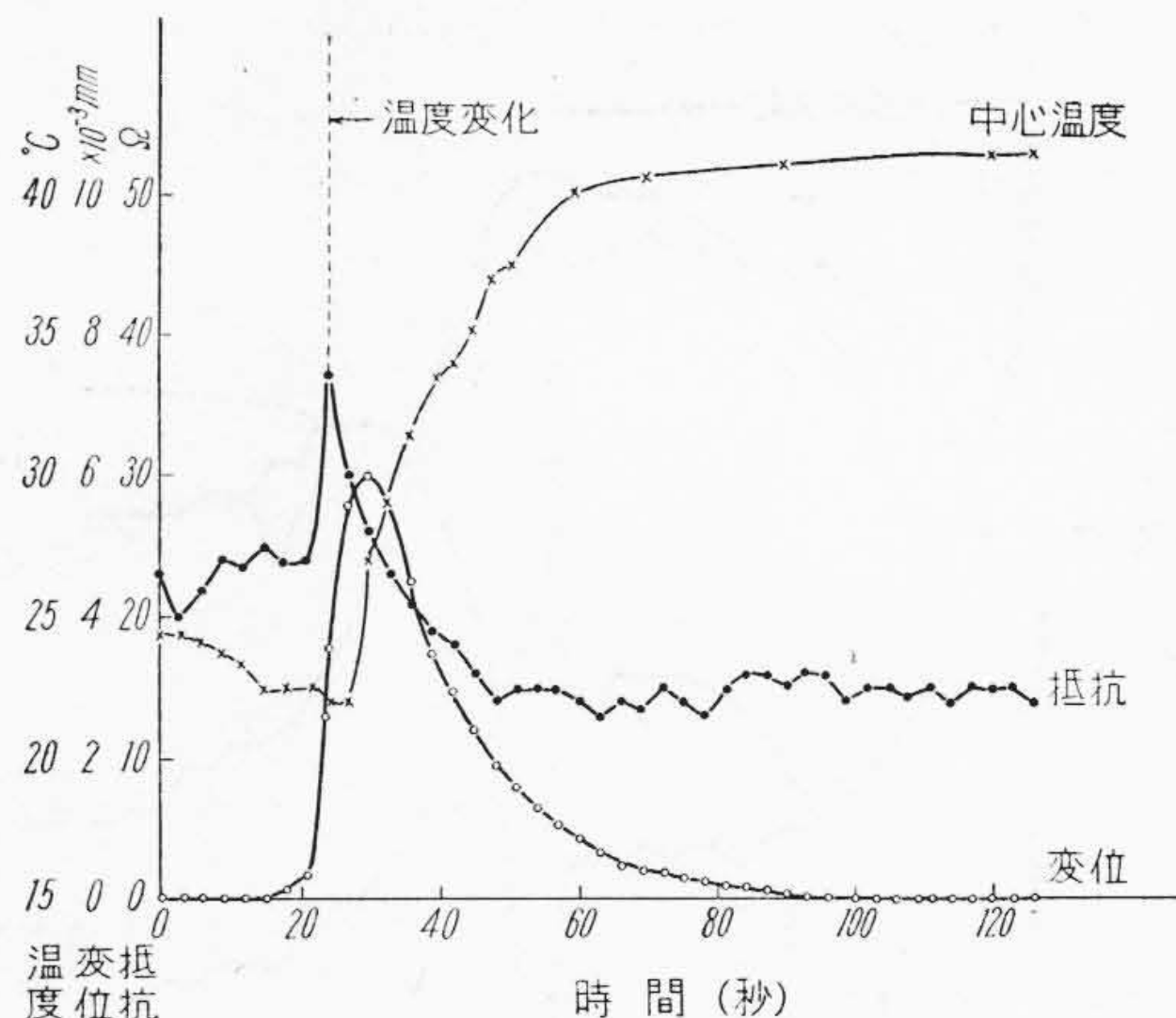
ブリッジ回路の一辺に挿入したサーミスタを第 11 図の A・B 部に密着せしめ、温度による抵抗変化を利用し検出した。この方法により時間遅れを殆ど無視することが出来た。

[V] 実験の結果

(1) 周辺の温度を急変した時の特性

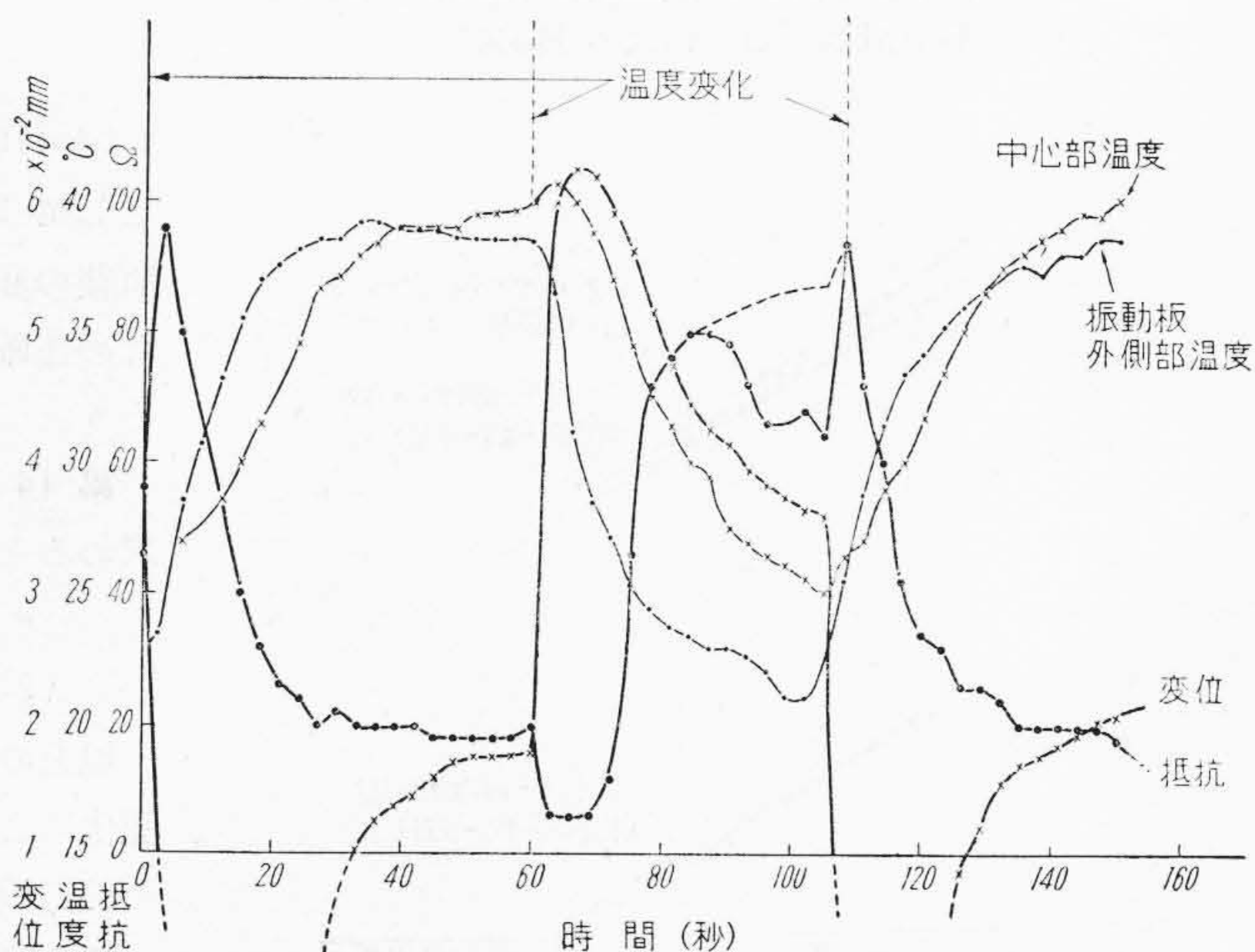
第 13 図の方法で送話器周辺に流入する水の温度を 18°C より 40°C に急変せしめた時の振動板中心部温度変位、抵抗の変化を測定した結果は第 14 図の如くである、この場合 21 秒に於て温度を急変している。水の流入速度は 2 立/分程度である。変化が安定するまでに約 100 秒を要している。

変位、温度は理論式で想像した通り、温度変化直後急激に大きく変化し後次第に対数的に複元している。第 15 図、第 16 図は温度上昇、降下を連続して繰返したものである。第 16 図は第 15 図の試料に単に振動板に径 1 耗の孔を穿ち背気室空気の膨張収縮により振動板が動かされる事を避けたもので、測定の結果は孔の有無には関係なく同様な現象を示している。孔の径が 1 耗で十分であるか否かは厳密な検討を要するのであるが、直径 0.5 耗の音響インピーダンスはこの振動系のステイフネスと 300 サイクル附近で共振する事より、今回のような超低周波に対しては 1 耗の孔は音響インピーダンスは殆ど無視し得られる事は明らかである。そのために背気室圧力が変動して振動板が動かされ



第 14 図 温度変化 (25°C→40°C) の温度、変位、抵抗の関係

Fig. 14. Relation between the Temperature, Displacement and Electrical Resistance in the Condition of Temperature Change (25°C→40°C)



第 15 図 温度変化を繰返した時の温度、変位、抵抗の関係 (振動の板に孔なし)

Fig. 15. Relation between the Temperature, Displacement and Electrical Resistance when Temperature Is repeatedly Changed (Diaphragm Has No Hole)

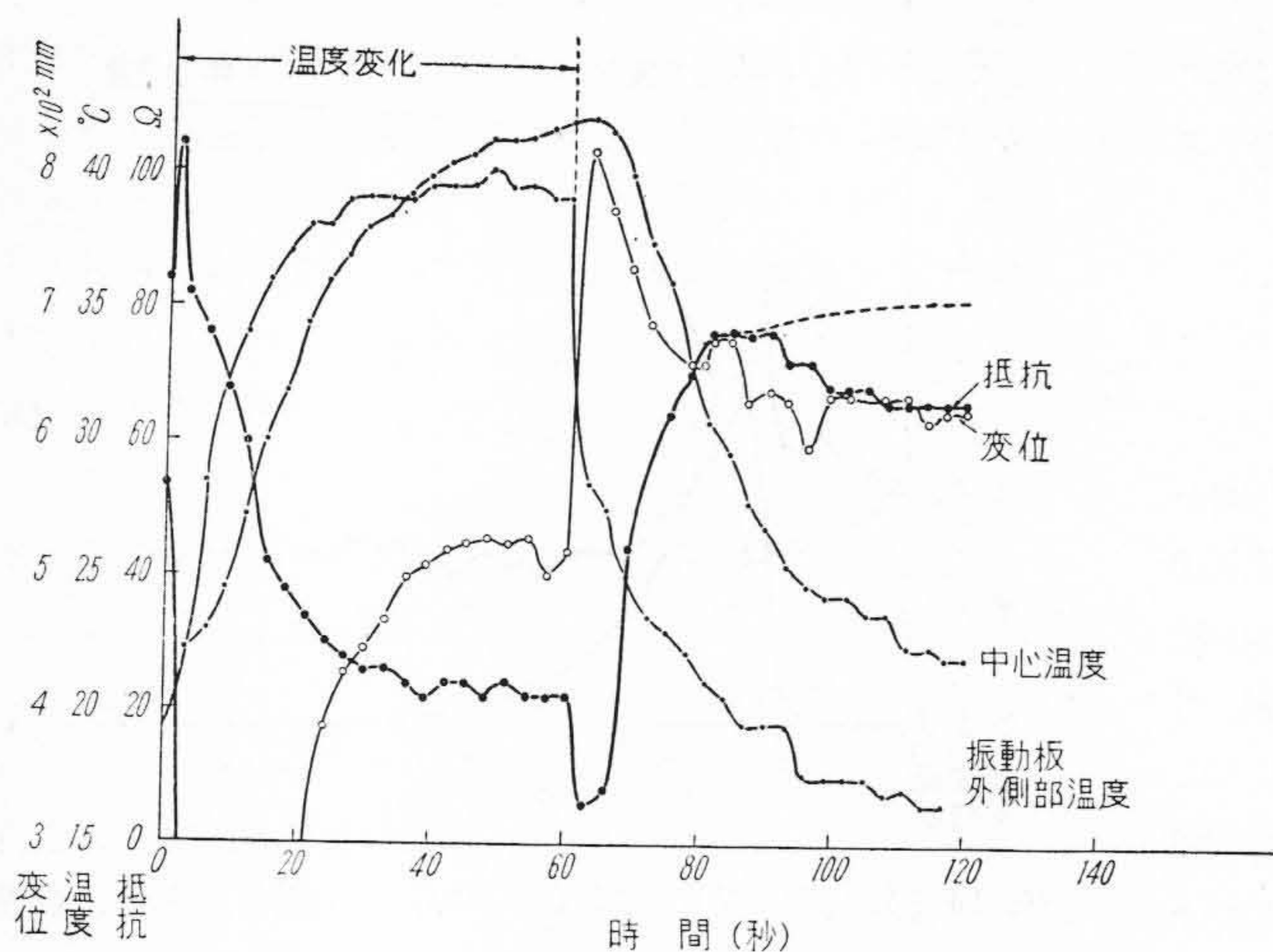
る事はないと考えられる。

(2) 結果の検討

(A) 振動板中心温度と変位の関係

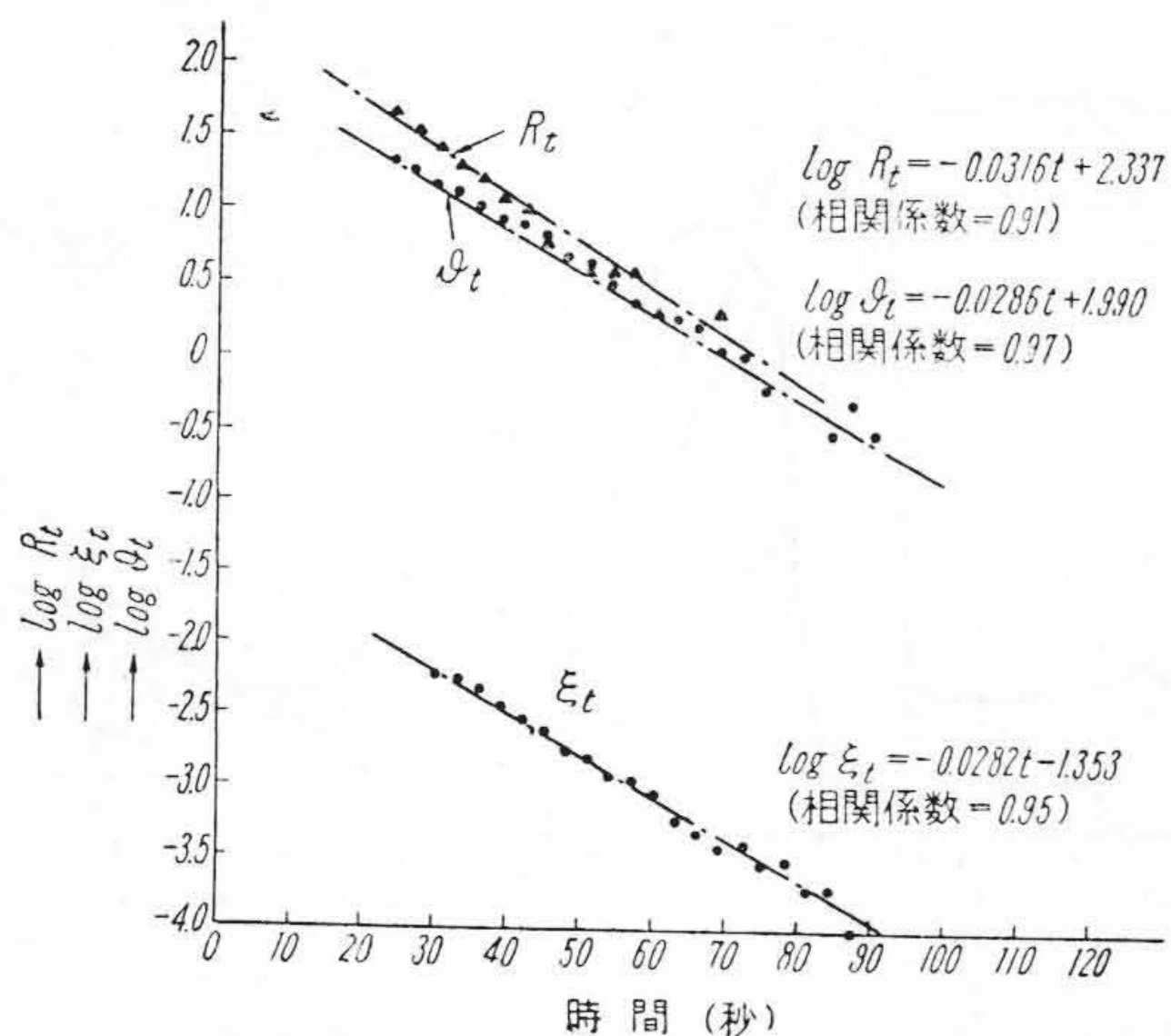
第 14 図に示した中心温度 ϑ_2 と変位の実験値を第 [IV] 章第 (2) 節に求めた理論値と照合し検討する。

変位が温度変化直後大きく変位するのは周辺の相互熱膨張係数によるもの、後徐々に対数的に複元するのは中



第16図 温度変化を繰返した時の温度、変位、抵抗の関係
(振動板に1mm径の孔あり)

Fig. 16. Relation between the Temperature, Displacement and Electrical Resistance when Temperature Change Is Repeated
(Diaphragm 1mm ϕ Hole)



第17図 温度、変位、抵抗の変化分の回帰直線

Fig. 17. Linear Equation of Revolution in Regard to the Variation of the Temperature, Displacement and Electrical Resistance

心部の相互熱膨張係数によると考える。この実験では流入する水の温度を急変したので(7)式を適用して差支えない。(7)式に於て

$$\left. \begin{aligned} \vartheta_t &= \frac{a_1}{a_1 + a_2} \vartheta_0 e^{-\frac{a_1 + a_2}{c_2} t} \\ \xi_t &= \gamma \frac{a_1}{a_1 + a_2} \vartheta_0 e^{-\frac{a_1 + a_2}{c_2} t} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

とおき、第14図の実験の結果から ϑ_t ξ_t の対数と時間 t の関係を示すと第17図の如く、時間に対して殆ど直線である。最少自乗法で回帰直線を求めると

$$\left. \begin{aligned} \log \vartheta_t &= -0.0286 t + 1.990 \\ \log \xi_t &= -0.0282 t - 1.353 \end{aligned} \right\} \dots\dots (9)$$

(8)式で ϑ_t ξ_t の時定数 $-(a_1 + a_2)/C_2$ は共通である筈で、実験の結果は 6.59×10^{-2} 、 6.50×10^{-2} とよく一致する。他の試料についても同様理論式の結果とよく一致する。

この結果より異常現象に於て振動板の変位が1分乃至2分程度の比較的長い時間かかっているのは振動板の温度上昇が長くかかる結果に外ならぬ事はつきりした。第15図の結果を用いて温度降下の時の時定数を同様に回帰直線より求めると 4.51×10^{-2} 、 5.86×10^{-2} となり温度上昇の時とは多少差があるが概ね一致する。

次に中心部の相互膨張係数 γ は(8)式より $\gamma = \xi_t / \vartheta_t$ なる故(9)式の値を用いて $4.54 \times 10^{-4} \text{ mm/}^\circ\text{C}$ を得る。周辺部の相互熱膨張係数 δ として $2.79 \times 10^{-4} \text{ mm/}^\circ\text{C}$ を得た、但し δ は温度変化直後の変位より算出したが ϑ_1 に多少の時間遅れがあるため正確な変位を知り難い、従つて誤差の多いものであろう。

第14図の実験値を用いて温度変化、変位の実験式を求めると次の如くなる。

$$\vartheta_2 = 5.35 \vartheta_0 [1 - e^{-6.55 \times 10^{-2} t}]$$

$$\xi = \vartheta_0 [2.79 \times 10^{-4} - 2.43 \times 10^{-3} \{1 - e^{-6.55 \times 10^{-2} t}\}]$$

以上の如く振動板変位は振動板周辺部、中心部の温度変化による収縮に外ならぬ事を知った。

(B) 振動板変位と炭素粉抵抗の関係

第8図の実験に於て可動電極が変位すると抵抗が変化する事は既に知つたが、抵抗の変化は可動電極の変位のみに帰せらるべき問題か否かは検討を要する。

第8図で明らかな如く変位、抵抗の関係は出発点に於ける炭素粉の状態により非常に相違がある。第17図に於て比較的安定な変位小なる所に於ける関係より

$$R_t = 2.17 \times 10^2 e^{-0.032 t}$$

この時の相関係数は 0.91 で高い、従つて抵抗の変化は対数的である事は十分間違いない。時定数が変位の場合とよく似ている事は抵抗変化が主として可動電極の変位に起因すると断定して大過なからう、変位と抵抗の関係が非直線関係になる事は第8図でも十分窺える所であるが、尙これ等の機構は今後の検討を要する点である。

第8図の関係より変位が大きくなる程機械—電気変換

能率 δ_r が悪くなり、その為に送話器感度が (1) 式の関係より悪くなる事は既に指摘した通りであるが、同時に変位が大きくなる程炭素粉の機械インピーダンスも大きくなり、同式に於ける z も影響を受けて大きくなる事は想像に難くない。故に可動電極の変位と感度の関係で δ_r と z の何れがより大なる要素であるかは今後の問題である。然し乍ら異常現象の原因は明確になった。従つてこの対策としては温度変化を与えない事が先決であるが、普通温度差は予想外に多いのであつて、例えば電燈の直射光の下に長い間置かれたものと、風の通路にあつたものとの試料温度の差が約 10°C もあつた如き実測値もある。従つて温度差があつても測定に影響を与えないための一方法としては音響結合器に挿入して後一定時間例えば約 2 分経て後現在の測定法を行う如く試験規格を変更すれば十分目的を達する事が出来るのである。

[VI] 結 言

異常現象の呈する種々の性質を探索しその原因を明確ならしめた。異常現象の原因は送話器を結合器に入れた際その周辺より温度変化を起させ、温度変化によつて振動板が変形し、可動電極を変位させる事になる。その結果炭素粉の接触圧力を変化せしめ抵抗、感度が変り異常現象を発生する。

異常現象を解明する方法として、送話器内部の熱伝導の経路を仮定し、過渡状態に於ける振動板周辺部、中心部について可動電極より見た相互熱膨張係数を規定し、

これにより可動電極の変位を求めた。

振動板周辺及び中央の温度変化、可動電極の変位を実測し理論式を用いて周辺及び中央部の相互熱膨張係数を求め、一例として 4.54×10^{-4} 及び $2.79 \times 10^{-4} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ を得た。又異常現象のために測定中に特性値が変動するのは振動板の温度上昇に時間が長くかかり、これが実際の障碍になつている。この現象が安定するに約 2 分を要する事も明確になった。

異常現象は閉路現象とは独立に起るものであつて区別すべき事を明らかにした、しかし閉路現象に関しては将来の検討に俟つ所のものである。

以上の如く異常現象としては、一、二の点で将来に残されている所もあるが、その大綱は今回の解析により明確になし得たものと思う。

擧筆するに当り本研究中種々御援助を得た電々会社通信研究所、伊藤氏並びに当所東課長、三木課長又実際にこの実験を担当せられた清宮、猪瀬、飯田の諸氏その他に厚く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 伊藤、山崎：通研資料、第 90 号 1952 年 3 月
- (2) G. Schubert : E. N. T. 4 (1927)
- (3) R. Joscheck: Wiss. Veröff a. d. Siem Werke. 16 (1937).
- (4) 西山：日立評論、Vol. 33. 10. p. 849



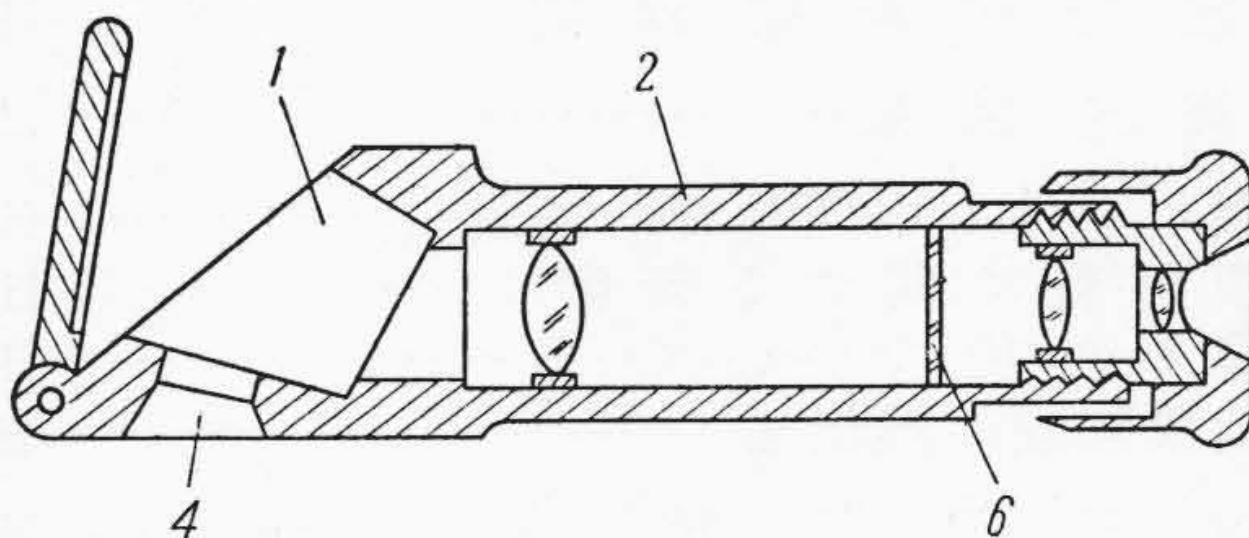
実用新案第 386757 号

福村勉郎・天野 保・渡邊 仁

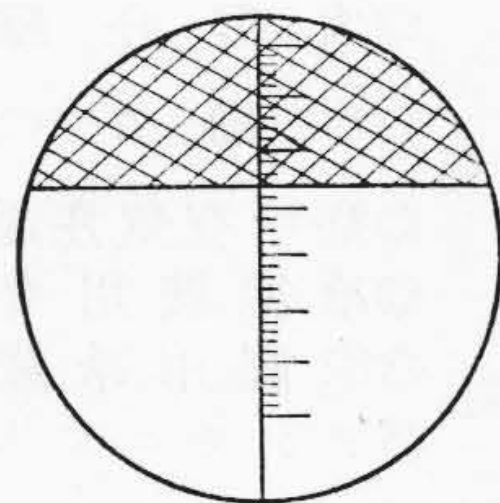
湿度測定装置

この考案は、グリセリンが大気中の湿度によつて敏感に光に対する屈折率を異にする性質を作用したものであつて、筒体 2 の先端にプリズム 1 を取付けその背後に湿度目盛を目盛つた目盛板 6 が配置してある。プリズム 1 の外面にグリセリンを塗布しておく、窓 4 より入つてきた光線のグリセリン塗

布面に於ける全反射角がその湿度により異なるため、目盛板 6 には第 2 図に示す如き明暗の視野ができ、その境界の位置によつて湿度を直読みできるものであつて、従来



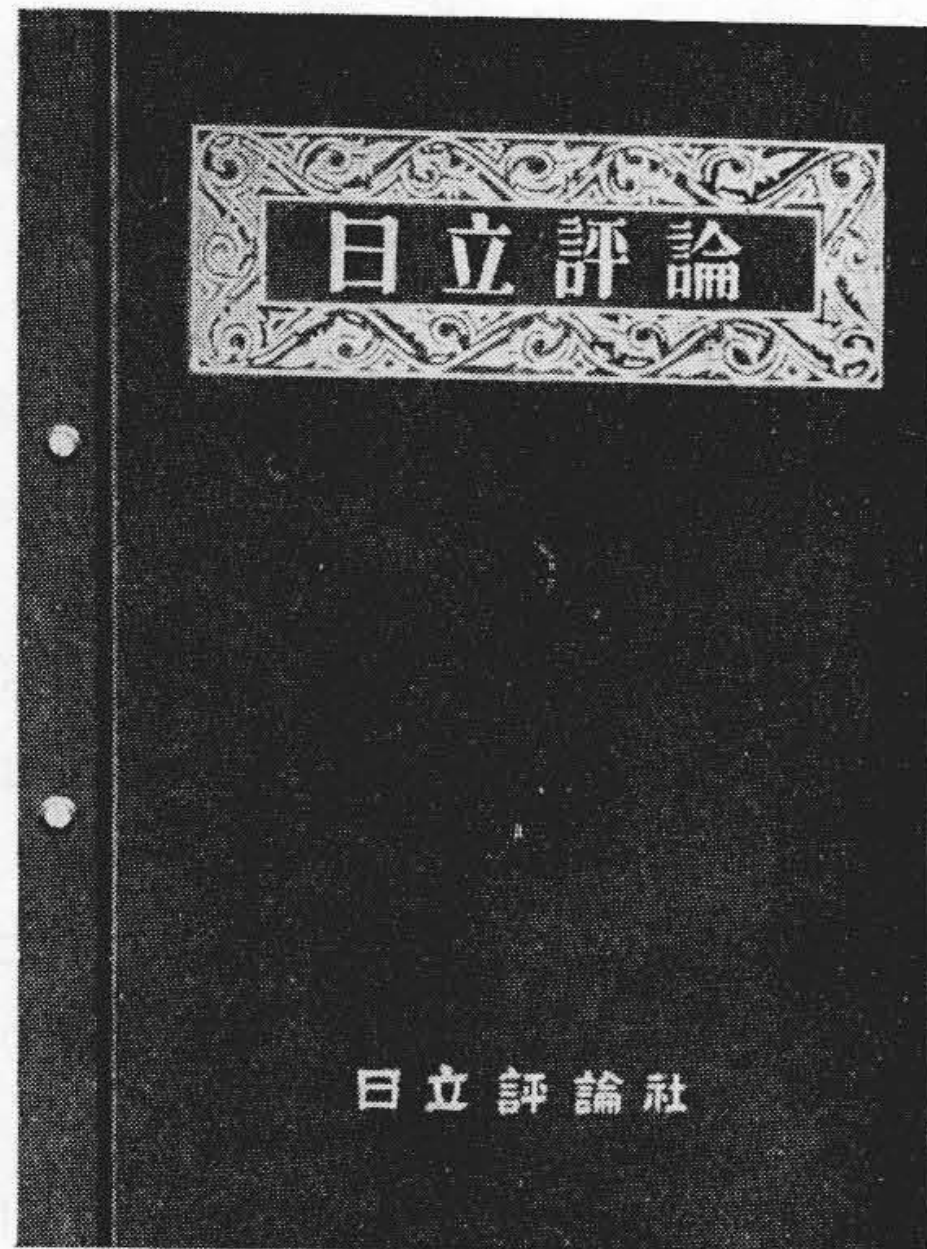
第 1 図



第 2 図

の湿度計よりも正確簡便であり特に携帯用として至便である。

(田 中)



堅牢で優美な

「日立評論」綴込カバー発売

(特製綴込紐付) 特価 1 組 ￥100. (郵送料共)

「日立評論」の綴込カバーは非常に好評を博し、売切中でしたが、今回写真のようなスマートなものを作成致しまして御希望の向きに御願ひ致すことになりました。

御希望の方は至急日立評論社へ御申込下さい。

発売所 日 立 評 論 社

東京都品川区大井坂下町 2717
振替口座 東京 71824 番

「日立評論」気 体 機 関 係 特 集 号

—— 圧 縮 機 ・ 送 風 機 ・ 冷 凍 機 ——

日立評論社では、今回定期刊行の「日立評論」普通号の他に、年二回別冊として特集号を発行することとなりましたが、その別冊 No. 1 として「気体機関係特集号」をお贈り致します。

内容は日立技術の誇る圧縮機、送風機及び冷凍機に関する研究論文を蒐録しましたもので、本誌としても劃期的なものでありまして、下記の通り長論文 15 篇を集めて、本文 110 余頁、写真図面 100 余枚をおさめた集大成で、11 月中旬発行予定です。何卒本誌同様御愛読下さい。

尚、本誌定期購読者には必ず御送附申上げますが、別冊のみ御希望の方にも分売致しますから、至急予約御申込み願います。

◇ 内 容 ◇

- ◎巻 頭 言……………日立製作所 取締役・荒井 勉
- ◎軸流送風機 的特性曲線に関する一考察……………日立製作所・亀戸工場・鈴木 公一
- ◎ベ ー ソ ン コ ン ト ロ ー ル に つ い て……………日立製作所 { 亀戸工場 河田 直幸
川崎工場 家坂 秀信
- ◎隧 道 排 煙 送 風 機……………日立製作所・亀戸工場 { 六角 康久
堀 謹二
- ◎大 型 送 風 機 軸 広 力 の 測 定……………日立製作所 { 亀戸工場 野崎 松郎
川崎工場 家坂 秀信
- ◎高圧縮機の金属パッキングの研究……………日立製作所・川崎工場・伊藤 茂
- ◎大 型 圧 縮 機 用 同 期 電 動 機……………日立製作所・日立工場・桜井 泰男
- ◎自 動 弁 の 高 速 試 験……………日立製作所 { 川崎工場 伊藤 茂
亀戸工場 横田 晃一
- ◎空冷空気圧縮機に於ける中間冷却器に就て……………日立製作所・川崎工場・鮎 沢 弘
- ◎冷凍機用弁板材料に関する研究……………日立製作所・栃木工場・角田 善雄
- ◎家庭用冷蔵庫の性能について……………日立製作所・栃木工場・楠本陽一郎
- ◎アンモニア横型凝縮機の熱伝達……………日立製作所・栃木工場・須藤 清治
- ◎実 験 用 極 低 温 装 置……………日立製作所・栃木工場 { 南部 誠一
滝川 重幸
- ◎ターボ冷凍機を使用した暖冷房装置について……………日立製作所・栃木工場・関 川 務
- ◎キニヨンポンプの動力消費に対する一考察……………日立製作所・川崎工場・西岡富士夫

東京都品川区
大井坂下町 2717

日 立 評 論 社

誌代特価一冊 ￥100 円 12