

中古電話のスピーカーとマイクを使った音教材

永田敏夫 中里勝平

「音や光」は小学校理科B区分，中学校の身の回りの物理現象，高校物理I A等で特に五感を生かした物理教育の場面で強調されている。ここでは，企業の好意で大量に寄贈されている中古電話機の送受話器のスピーカーとマイクを活用した音教材の工夫例を紹介する。

[キーワード] 理科 物理 音 マイク スピーカー

はじめに

中古電話機の送受話器にはカーボンマイクとマグネチックスピーカーが使われている。電気通信企業が更新等で回収する電話機のマイクとスピーカーは，堅牢で構造も簡単でわかりやすく，小学校から高校に至るまで電気教材の部品として有効に活用することができる。しかし，これらはあまり一般的に売られている商品ではない。そこで，このマイクとスピーカーの構造やしぐみについて理解を深めながら教材としての活用例について紹介する。

1 カーボンマイクの構造

電話機の送話器に使っているマイクロホンは，カーボンマイクロホンと呼ばれている。

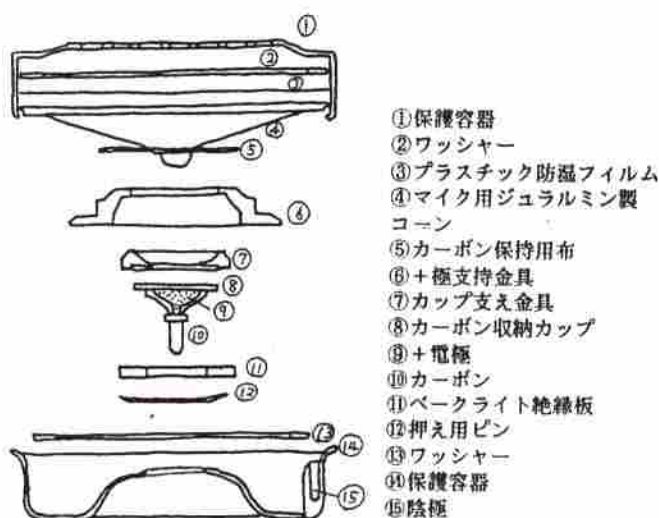


図1 カーボンマイクの分解図

ベークライト製絶縁板の上に，上部に摺り鉢状の金属と下部に電極を組み合わせた内径10mm深さ4mm程度の真ちゅう製のカップがあり，直径0.1mm程度の細かいカーボンの粉が入れている。これにアルミニウム製の+極支持台をかぶせる。マイク振動板用のジュラルミン製のコーンは，布製のカーボンを保持する幕を直径5mm程度で深さ4mm，厚さ0.1mm程度の球形の突起のある金属で中心部にとめてあり，厚さ0.05mm程度である。これが一極になっている保護容器に接するように入れてある(図1)。

カーボンマイクは，振動板に音が当たると，その振動に応じてカーボン粒子間の圧力が変わり接触抵抗が変化する。そこで，回路に直流電流を流して，この抵抗変化を電圧の変化として取り出し，音声信号を電気信号に変えている。

2 カーボンマイクの特性

カーボンマイクは，直流電流を流さなくてはならないので普通のマイクと全く同様には使えない。

低周波発信器に直径15cmのダイナミックスピーカー(8Ω)を接続し5Vの出力電圧で周波数を変化させ，10cm離してカーボンマイクで受信してそのときの受信強度(出力電圧変化)と周波数の関係の測定例を図2に示す。

電話用送話器では，振動板に小さい孔をあけて，低音域の感度を落としてある。カーボンマイクの感度は-40db~-60db(マイクの感度は0.1Pa[1μb]の圧力が加わ

ったとき1Vの電圧が出る感度を0dbとする)で、出力端子のインピーダンスは炭素粉によって数10Ωから数kΩまであり、置き方でも異なる。指向性はないが、雑音が多く、湿度によって感度や雑音の大きさが変わる。特性が悪く変化しやすく、歪も大きい。さらに、直流電流が必要などの短所があるが、部品が少なく構造が簡単で、感度がよく、値段が安い点が教材に適している¹⁾。

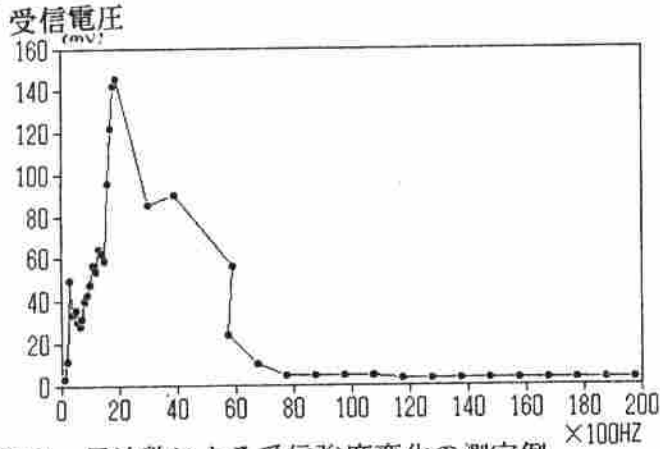


図2 周波数による受信強度変化の測定例

3 受話器用スピーカーの構造と特徴

(1) スピーカーの構造

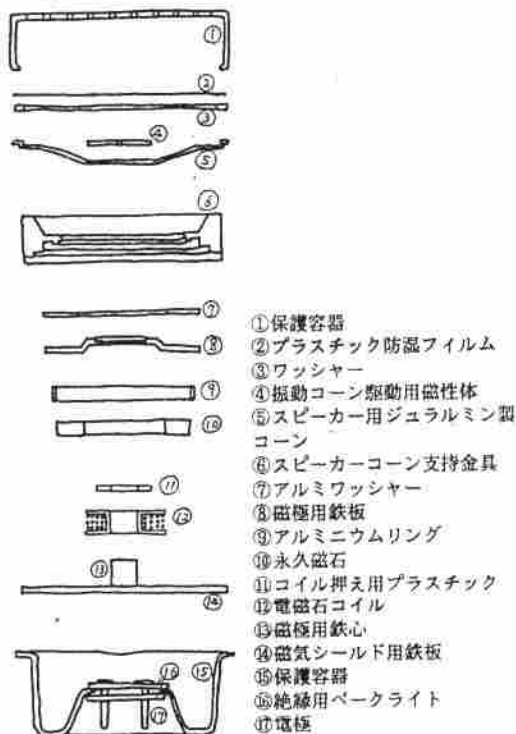


図3 スピーカーの分解図

電話機の受話器に使っているスピーカーは、マグネチックスピーカーである。磁極の一方は、直径6mm高さ6mmの円柱状の鉄製の突起で、その円柱にプラスチックボビンに巻かれたコイルが差し込んである。もう一方の極は、円柱を取り付けた鉄製の台の上にコイルを囲むようにドーナツ型の永久磁石が載せてあり、この上にドーナツ型の鉄製円板を載せた物でできている。

スピーカーの振動板のコーンは、中心部に直径12mm程度の薄い円板状の可動磁性体が置けるような凹みがあり、ジュラルミン製で、アルミニウム（真ちゅう）製の保護容器に囲まれている（図3）。コイルに電流が流れないとき、振動板は鉄片ごと永久磁石に引き付けられているが、コイルに音声電流が流れるとその向きと大きさの変化に応じて引き付けられている鉄片が振動し、コーンも振動することになる。

(2) スピーカーの特徴

コーンから出る音の大きさはコーンの振り幅が大きいほど強い。したがって強い音を出すには鉄片の振り幅を大きくしなくてはならないが、振り幅を大きくすると鉄片が磁極に近付きすぎて音が歪む。押えが強いので低音の出方が悪く音質が悪い。受話器ではコーンに小さい孔が開けてある。しかし、構造が簡単で故障が少なく値段が安い。

4 実験教材例

A 簡単電話

準備

カーボンマイク、マグネチックスピーカー、乾電池ケース、乾電池（単三3個）、リード線、コード

方法

- (1) まず、マイクとスピーカーと乾電池を直列につなぐ。マイクとスピーカーにそれぞれスピーカーとマイクを並列につなぎ、電話の仕組みを理解する。
- (2) マイクとスピーカーと乾電池とリード線で直列回路を組み立て、話したり聞いたりする。また、コードを用い、離れてやり取

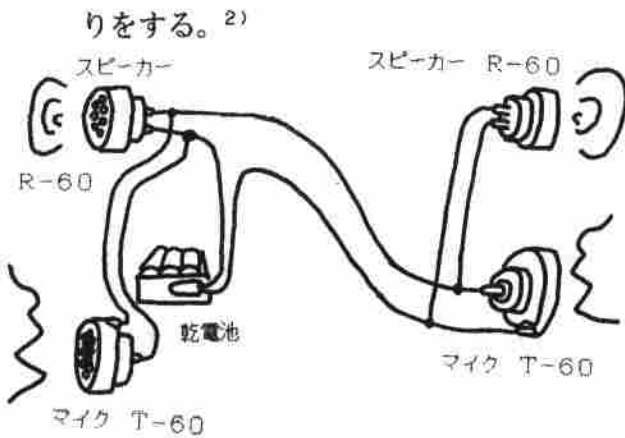


図5 簡単電話

B 懐中電灯で光通信

準備

カセットテープレコーダー、イヤホンジャック、懐中電灯、太陽電池、マグネチックスピーカー、リード線

方法

- (1) 蛍光灯をつけた室内で、太陽電池の出力をマグネチックスピーカーに接続し、スピーカーを耳に当て、プーンという音を聴く。
- (2) 蛍光灯を消して同様に聴き、その違いがどこからくるか考える。
- (3) 懐中電灯の豆電球に並列にリード線を取り付け、カセットテープレコーダーのイヤホン出力をつなぐ。
- (4) 懐中電灯のあかりを太陽電池に当てて、スピーカーに耳を当てる。
- (5) いろいろな音源を持つた皆さんの懐中電灯を1つの太陽電池に当ててスピーカーから音を聴く。

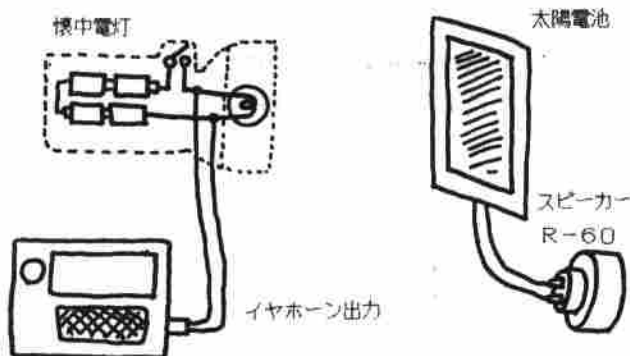


図6 懐中電灯で光通信

C 発信回路と変調

準備

カーボンマイク、マグネチックスピーカー、乾電池ケース、乾電池（単三3個）、リード線、オシロスコープ、

方法

- (1) 簡単電話と同じ回路を組立て、マイクとスピーカーを向かい合わせて発信させる。
- (2) マイクに加わる電圧をオシロスコープで観察する。
- (3) マイクに並列にさらにマイクをつなぎ、声を出して、オシロスコープの波形を観察する。
- (4) うなりや電波に信号をのせる場合と比較してその働きを考える。

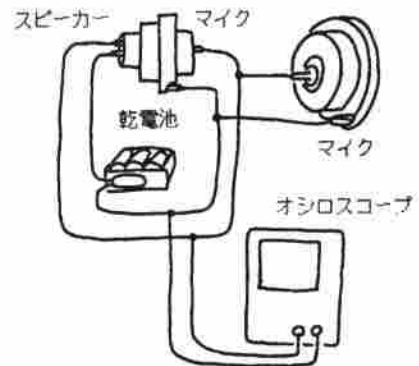


図7 音声発信回路での変調の観察

おわりに

中古電話のマイクとスピーカーは、構造が簡単で理解し易く、さらに丈夫であり学習教材としても大変利用価値の高いものと考えられる。

本研究を行うに当たって中古電話機のマイクとスピーカーを継続的にご提供頂いているNTT北海道支社に感謝申し上げます。また、多大のご教示を頂いた大森儀郎氏（神奈川県教育センター）に感謝致します。

参考文献

- 1) 中島平太郎 16. スピーカーとマイクロホン ラジオ・テレビ講座 5 共立出版(1952)160
- 2) 大森儀郎 全国理科教育センター研究協議会発表資料 (1993)

(ながた としお 物理研究員)
(なかさと しょうへい 物理研究室長)