

「人の声に反応する簡易音スペクトルアナライザー」の作成

聴覚に関してわかりやすく実験できる装置を作製し、性能分析を試みる。物理の音の合成と分離の実験、および生物の聴覚器官のモデル実験器である。この装置で、実際の人間の声に反応させ、声の周波数に応じた反応を目で確かめる。

キーワード：共鳴 基本振動 3倍振動 聴覚 蝸牛管 周波数分離 (フーリエ変換) 基底膜 “共鳴”説

1 作成方法

ア 必要な物

教師 ① 低周波発信器

② 周波数カウンタ (デジタルマルチメーター)

② カセットデッキまたはラジオ

③ スピーカ (コーンはない方がよい)

生徒 ① 画鋲1個 ② ストロー (直径6mm)

③ プラスチック製ファイバー 15～20本
(百元ショップの箸のブラシ部分)

④ プラコップ1個

⑤ ガムテープ (5cm×5cm 1枚)

イ 共鳴振動子の作成の方法

① ストローに画鋲で穴をあける。

その際、画鋲は定規にセロテープで貼り付け、ストローを5mmずつ平行に移動し穴をあける。

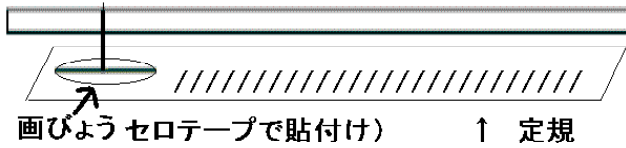
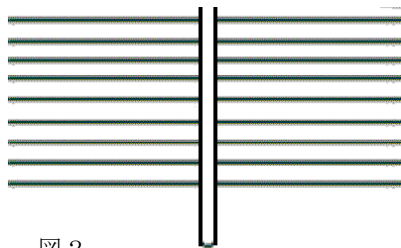
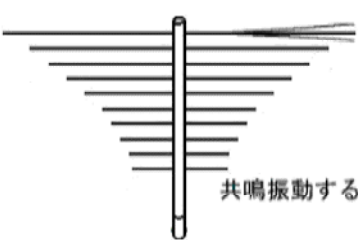


図1

② ファイバーを1本1本平行に対称に突き刺し、瞬間接着剤で固定する。



③ ファイバーの太さや材質によって異なるが、長いほうは5～6cm短いほうは2～3cmにハサミで切りそろえる。(図3図4)



共鳴振動する

図3

図4

ウ 振動受信の土台付紙コップの作成の方法

① ガムテープの中心にストローが固定できるようにハサミで十字に切り込みを入れる。

② ストローも3cmぐらいにカットし1.5cm程の切り込みを入れる。

③ 紙コップの底にストローを十字に開いてガムテープで固定する。(5図) 振動強度を得るためにコップの底に振動膜を固定し紙コップの底に穴をあける。(図6)

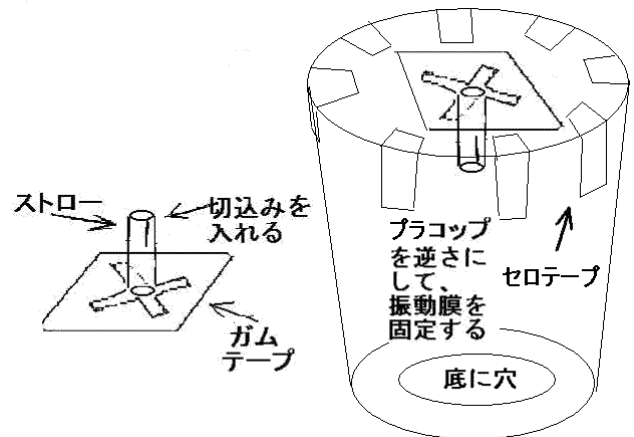


図5

図6

実験の方法

① 土台付きの紙コップに、作成した分離共鳴器を固定します。アダプターの太さが合わない時はセロテープを巻いて、やや太くしてつなげます。紙コップに共鳴器を固定したら、大きな声で低い音から紙コップに音を入れます。紙コップとの隙間はなくして中に空気圧力がかかるようにして大声を出してください。

② 一本一本のファイバーは、その長さに応じて特定の振動数にのみ共鳴しますから、母音の「アイウエオ」が同時に2本以上を振動させたら、音は分離されたことが確認されたことになります。

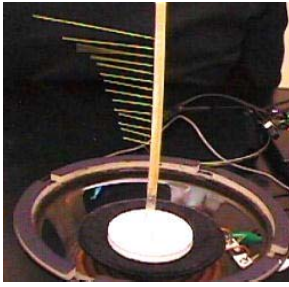
③ また、「ア」と「イ」の振動の違いを見出せば振動成分の違いを確認できたことになります。

④ 低周波発信器から一定の振動数の音を入れると、1本1本の共鳴振動数がわかります。

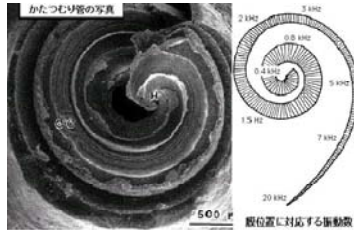
① 一定の振動数の音を耳で聞きながら同じ高さの自分の声を紙コップに入れても、ファイバーの共鳴振動数を特定することができます。

小樽工業高校 菅原 陽

<参考資料>



上 装置の写真
右上 内耳と聴覚器官
右 蝸牛管



<http://mvf.neurophys.wisc.edu/~ychen/auditory/w-ad.html> (University of Wisconsin -- Madison)

人の内耳（聴覚器管）と カタツムリ管の写真・模式図

人の聴覚器官も体液中の膜の「共鳴」により周波数分離を行っています。

人は耳の「こまく」のもっと奥に音とらえる装置「カタツムリ管」をもっています。音は「こまく」から小さな骨（ツチ骨・アブミ骨・キヌタ骨）を通して「かたつむり管」に届き、中の膜に伝わります。膜は入り口の方は高い音で、奥は低い音で振動します。色々な高さの音が混じり合ってもそれぞれの音が膜のきまった場所で振動し、音は分離されます。そして2000個以上の音を聞き分け神経を伝わり脳に届きます。

聴覚の秘密を解いたのはゲオルク・フォン・ベケシーでした。彼は通信技師であり、物理学者ですが、物理の知識と技術で彼は聴覚の秘密を解き明かそうと決心し、ライフワークとします。様々な動物の蝸牛を観察し、人の蝸牛についても死体を解剖しながら蝸牛に穴をあけ、アルミニウムと石炭の粉を混ぜた食塩水をいれ、顕微鏡で観察するなど、大変苦労して実験を繰り返しました。そしてついに「基底膜共鳴説」により1961年ノーベル賞を受賞しました。