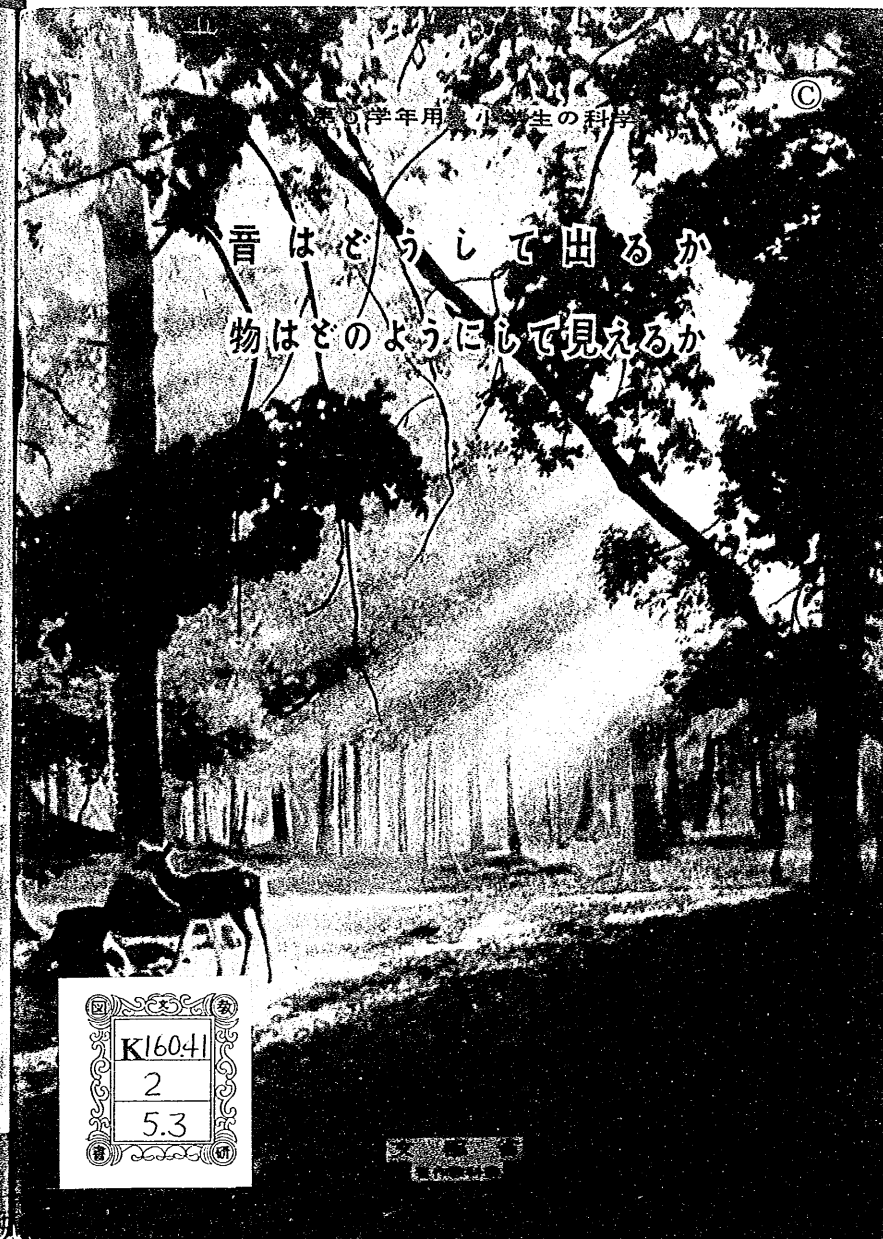
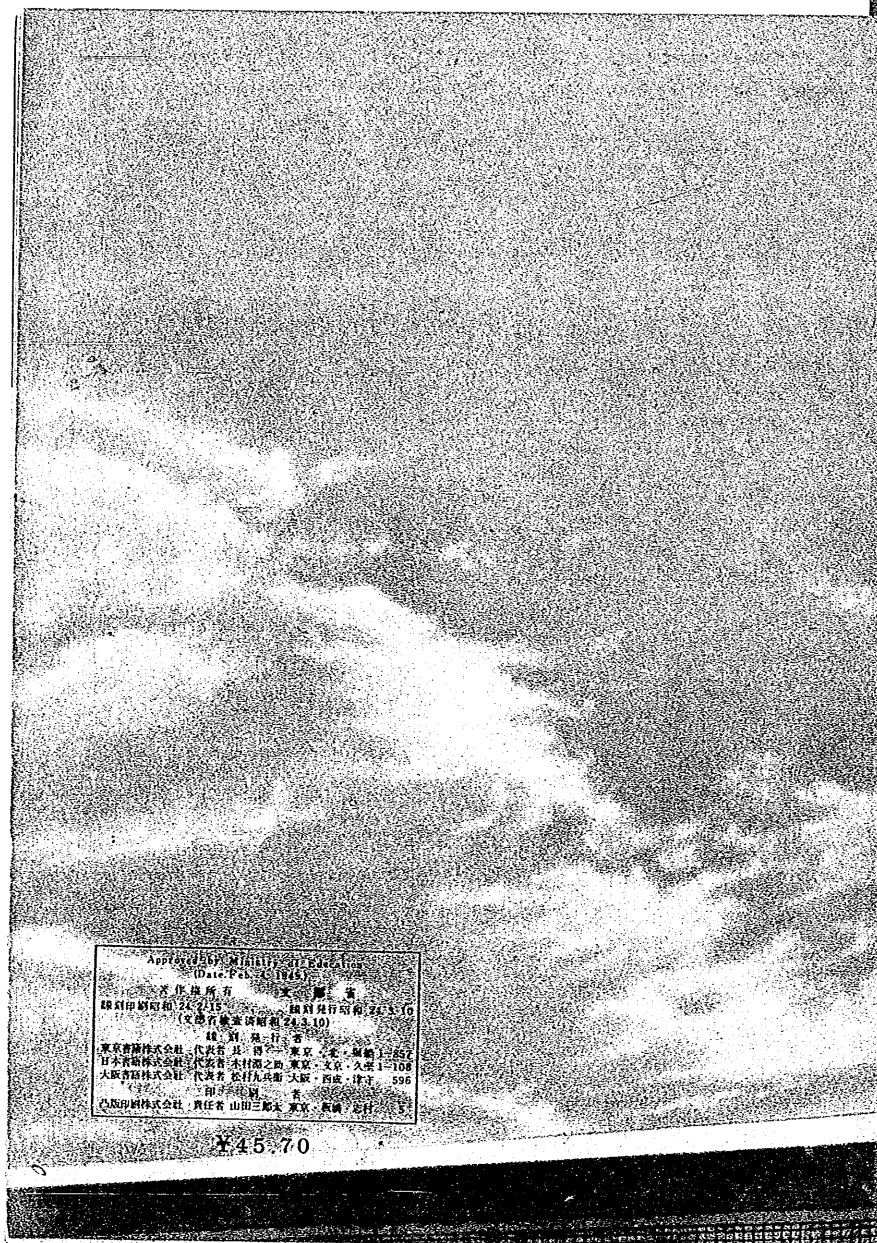
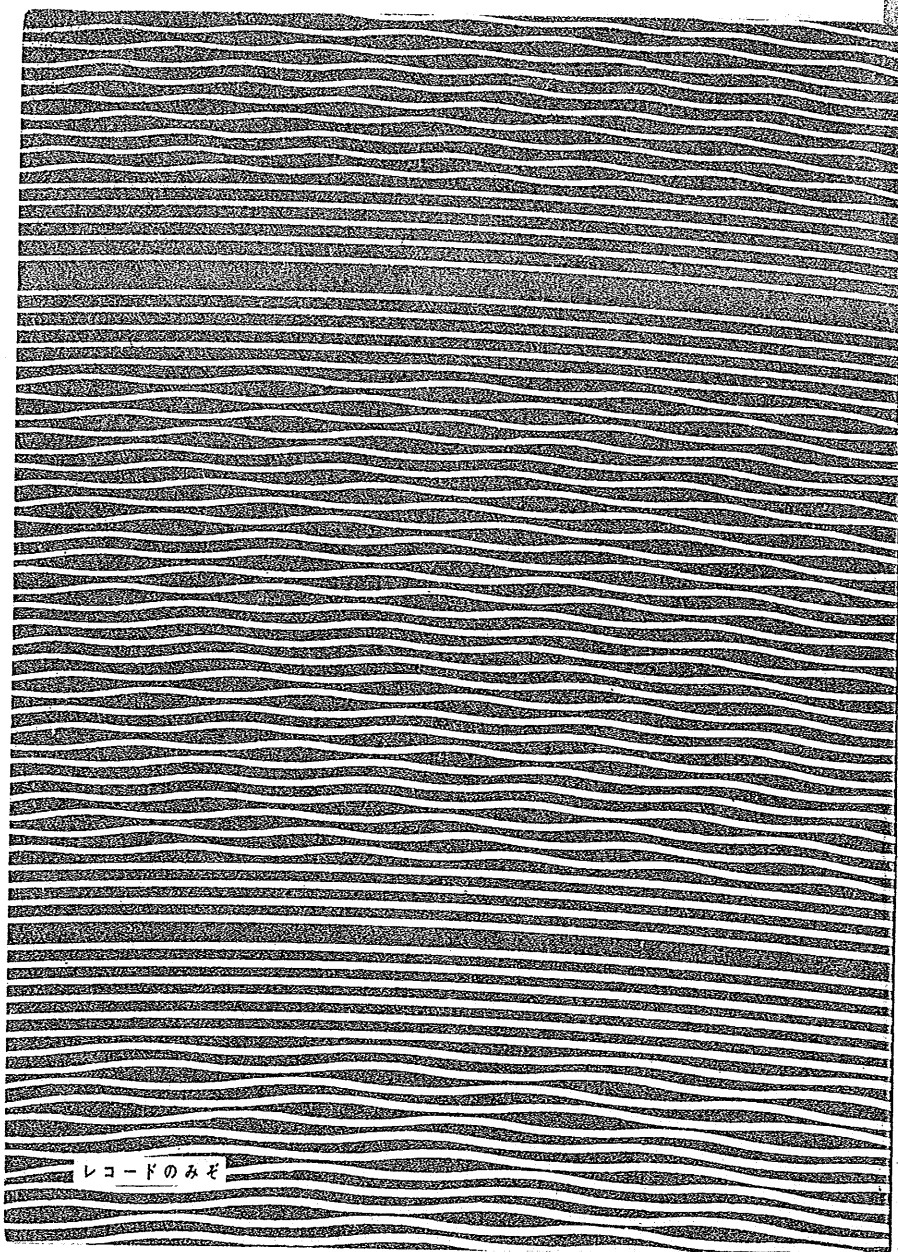
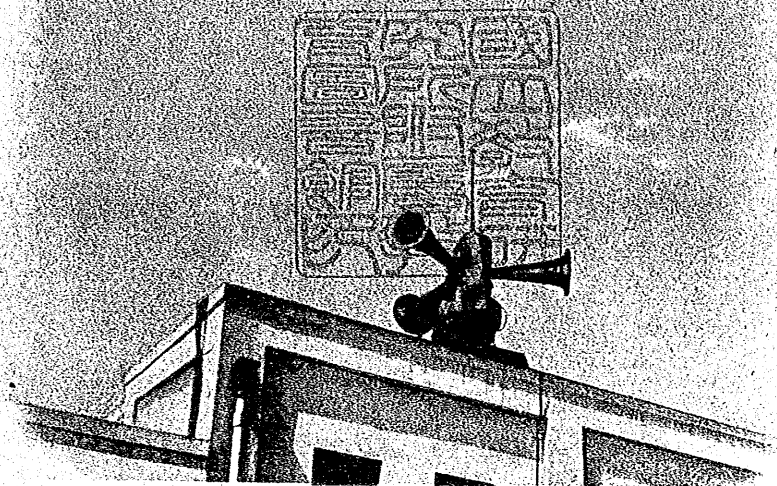






レコードのみぞ

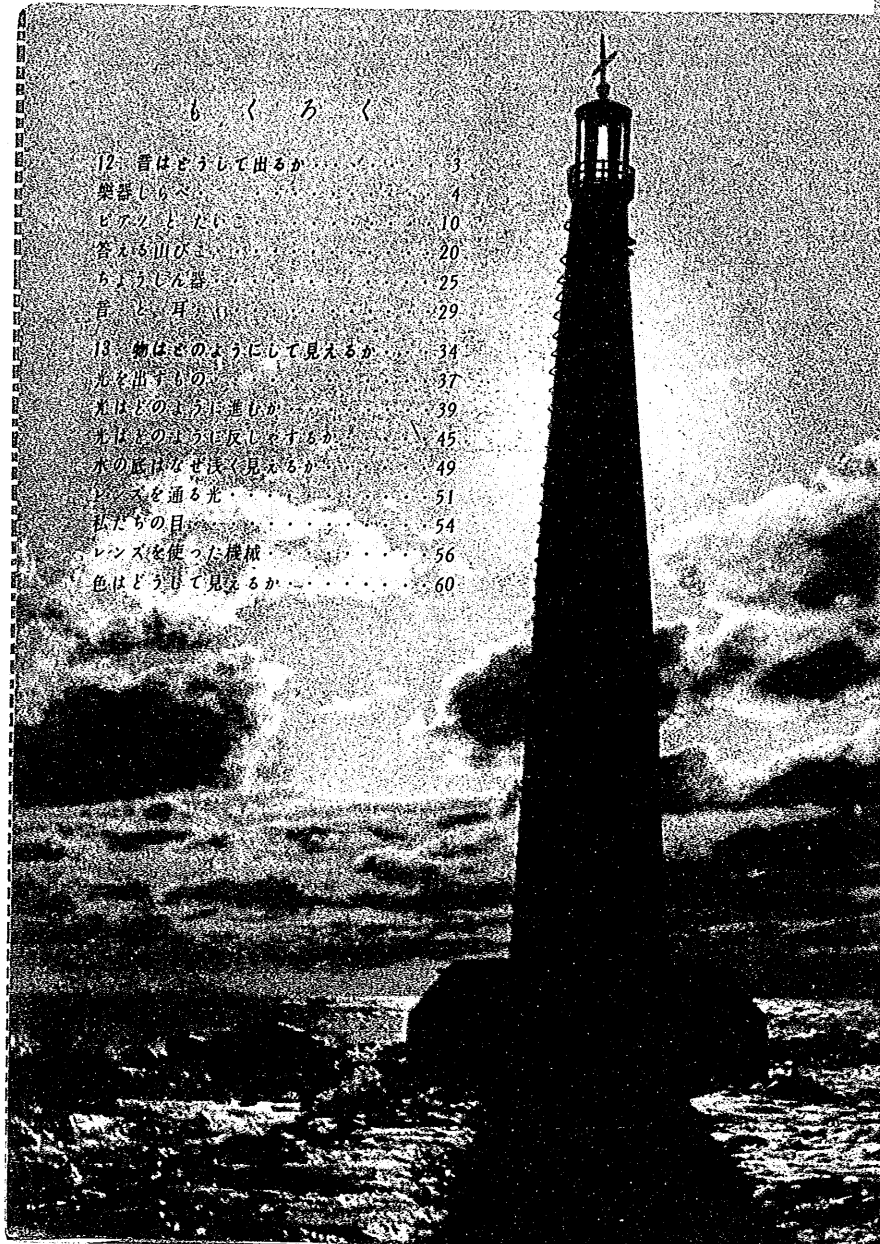
第5学年用 小学生の科学



12. 音はどうして出るか

13. 物はどのようにして見えるか

文 部 省



もくろく

12. 音はどうして出るか	3
楽器しるべ	4
ピアノとたいこ	10
答える山びこ	20
ちやうしん器	25
音と耳	29
13. 物はどのようにして見えるか	34
光を出すもの	37
光はどのように進むか	39
光はどのように反射するか	45
水の底はなぜ浅く見えるか	49
レンズを通る光	51
私たちの目	54
レンズを使った機械	56
色はどうして見えるか	60

音はどうして出るか



じつと耳をすましてごらん下さい。あちからこちからも、あとからあ
とから、音が聞えてくるでしょう。そのひとつひとつについて、何の音である
か、言いあてることが出来ますか。どれほどたくさんの種類の音が聞きわけら
れるか、次のように書きとめてごらん下さい。

1. 小鳥のなき声
2. 風の音
3. 汽車の音
4. 汽車のきてき
5. 人の声
6. 人の足音
7. ピアノの音
8. 犬のなき声
9. ラジオの音……………

注意深い、耳のよい子どもであれば、20や30の音は、すぐに聞きわけられる
でしょう。2人ずつ組んで、場所をかえたり、聞く時をかえたりして、書きつ
けた音の種類をくらべてごらん下さい。

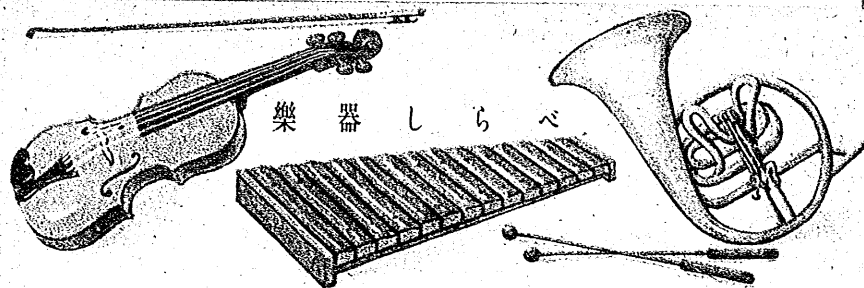
私たちは、高い音、低い音、強い音、弱い音、きれぎれな音、長く続く音、
同じ調子の音、いろいろに変わる音、うるさい音、きれいな音、また、こんな
音がいりまじった音の中で生活しています。

いなかでは、小川の水が“チロチロ”と、かわいい音をたてて流れています。
畑や木立を、風が“サーッ”と通っていきます。はちが“ブーン”と羽音をた
ててとび、小鳥が“ピーピー”とさえずっています。

町では、人の通る音、電車の音、自動車の音、ラジオの音、工場の機械の音
などがいりまじってにぎやかです。

学校では、海岸では、港では、工場ではどんな音がするでしょう。

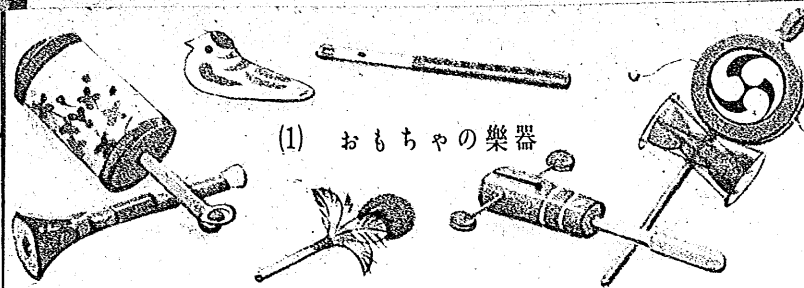
私たちは、これから音についてしらべるのですが、深くしらべていくと、研
究問題があとからあとから出てくると思います。耳をよく働かせて、よく聞き、
またよく見、よく考え、よくしらべ、順序をたてて研究していきましょう。こ
うしてしらべている間に、いままでは気がつかなかったおもしろいこともたく
さんみつかつて、いっそう楽しくなってくるにちがいありません。



ハーモニカ、もっくん、ふえ、しゃくはち、たいこ、かね、ピアノ、バイオリン、マンドリン そのほかどんな楽器でもけっこうです。私たちのもっている楽器で、楽器しらべをしましょう。

カランカランとなるあかちやんの おもちゃ や、風車などについているピーピーえ などでもけっこうです。自轉車の りん、ぶつだんの かね などでもいいし、ちやわん でもよいと思います。

ちやわん なんか、と思う人もあるでしょう。ちやわん は楽器ではありませんが、使い方によって、これも楽器になります。ちやわん ばかりでなく、コップでも、さら でも、あきびん でも、かまぼこ板 でも、フォークやスプーンでも、すべて楽器になります。しかし、音を出すだけでは楽器にならないと思うでしょう。なるほど、音を出すだけでは楽器になりません。しかし木ざれでも、調子に合わせてたたけば、楽器の役目をします。また音の高低や大きさをうまく組み合わせれば、音楽になります。食たくの上の ちやわん やコップやびんなどを組み合わせて音階を作り、曲に合わせてうまくたたけば音楽ができます。できている楽器をしらべるだけでなく、このようにして、自分で楽器を組み立ててしらべてみましょう。



しまだ君の組では、自分たちの好きな楽器の研究が終ったので、研究発表がはじまりました。よし子さんは、コップを使ってできる音楽を発表しました。

コップの楽器

材料 1.大きさも、形もそろったコップを八つ 2.水をいれた水さし

実験(I)八つのコップを、つくえの上にすこしずつはなして、右から左に一直にならべます。はし かなにかでコップのふちを軽くたたいてごらん下さい。

どんな音が出ますか。耳をすまして八つの音を聞きわけてごらん下さい。

実験(II)下の画のように、右から左の方へ、水をすこしずつおおくいれ、コップの水に、だんだんをこしらえます。コップを一つずつ軽くたたいて、実験(I)の時の音とくらべてごらん下さい。

“やあ 音がちがうよ”どのコップも、みんなちがった音を出しますね。どんなぐあいに音がちがっていますか。ドレミファソラシドと、どこかにいていませんか。“ああ、そういえば、よくにっています”いいえ、にっているだけではありません。水のいれかたをかげんして、その高さをうまくやれば、うまくドレミファソラシドができるかもしれません。





“なぜ、コップでこのように高い音や低い音を出すことができるのですか。”

よし子さんは、この質問に答えて、次のような実験をしました。

実験(Ⅲ) 一つのコップに、すこしずつ水を入れながら、コップのふちをぼうで軽くたたいてごらんさい。

コップの水がふえてくると、音がだんだん低くなっていくでしょう。

実験(Ⅳ) しけんかんに水をすこしずつ入れながら、ふちを吹いて、ふえのように鳴らしてごらんさい。

この時は、水が多い時の方が高い音をだしますね。たたいた時とは、音の出方がちがうようです。

サイダーびんや1しょうびんをふくと、どんな音をたてるでしょう。

(2) 木ぎれの楽器

よしお君は、みかん箱の木ぎれて、かんたんな楽器を作りました。

材料 板 4枚、(幅3cm、厚さ1cm、長さ12cm、16cm、19.2cm、24cm)

実験 この4枚の板を、つぎつぎにつくえの上に投げてみます。どの木も、す

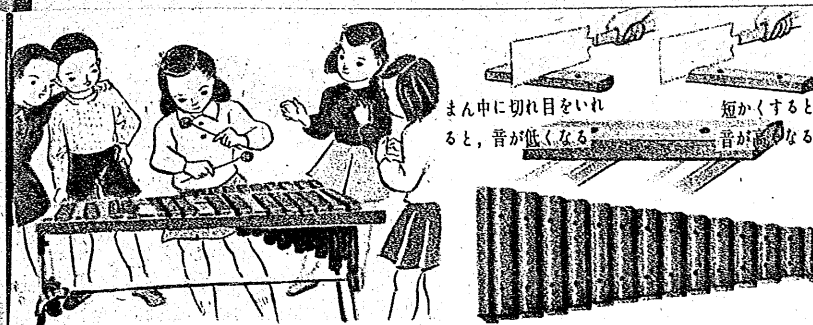


んだ音をたてるでしょう。

もう一度、こんどは24cmの板から大きさの順に投げてみます。

みなさん、この調子に聞きおぼえがありませんか。“ド、ミ、ソ、ド”

6



まん中に切れ目をいれ
ると、音が低くなる

短かくすると
音が高くなる

そう、音楽で習った、あのドレミファソラシドの中のドミソドですね。こんどは12cmの短かいほうの板から次々に投げてみます。“ドソミド”と、さつきと反対になったでしょう。木の長さによって、たてる音がちがいます。どんなにちがっていますか。

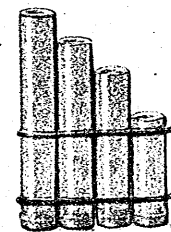
次に、さっきの長さのちょうど半分の長さの、6cm、8cm、9.6cm、12cmの4枚の板でしらべてごらんさい、やはり同じです。ただ、さっきの音より、ずっと調子の高いことがわかるでしょう。

8枚の板ぎれをうまく切ることができたら、ドレミファソラシドの八つの音を出すことができるはずです。このようにして もっさん ができたらゆかいてしょうね。上の画を見ながらくふうしてごらんさい。

(3) 竹ぶえ

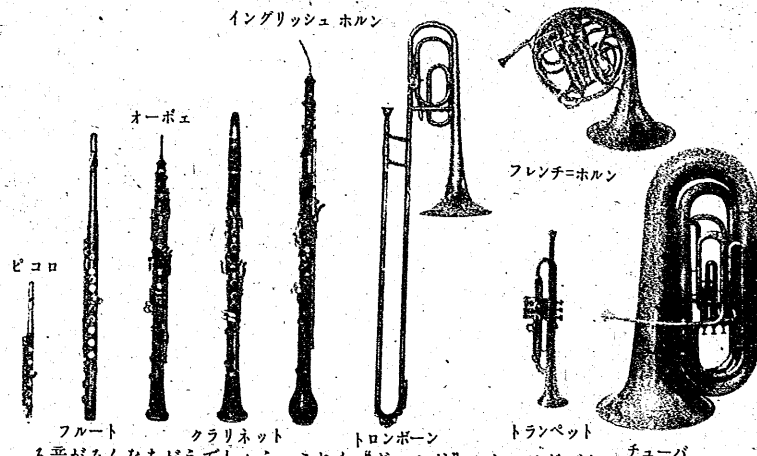
下の画は、いさむ君がこしらえた 竹ぶえ です。この 竹ぶえ は横に あな がありません。ふし を下の底にした竹の つつ です。この 竹つつ の長さは、よしお君の作った木ぎれと同じで、12cm、9.6cm、8cm、6cm になっています。これだけで 竹ぶえ になります。

つつ の口の横から、強く吹いてごらんさい。どの 竹ぶえ も、すんだ音をたてるでしょう。長いほうから次々に吹いていくと、出



7





フルート オーボエ クラリネット トロンボーン トランペット チューバ
音がみんなちがうでしょう。これも“ドソミド”となるはずで

竹ぶつ々の長さをくふうすると、8本で“ドレミファソラシド”と8つの音を出すことができます。ゆつくりした曲なら、このふえでふけます。

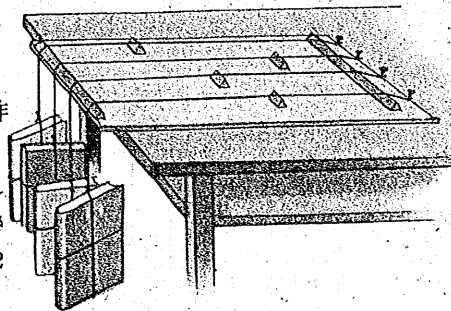
木ぎれの楽器は、強くたたいてもそつとたたいても、音の高さにはちがいがありませんでしたが、竹ぶえはどうでしょう。静かに吹けば、小さいおだやかな音が出ます。口をすぼめて強く吹くと、高いすどい音を出すことができます。音の高さは、静かに吹いた時の音とくらべて、ちょうど8度(1オクターブ)高い音であることに気がつくと思います。

いろいろの高さの音を出すのに、それぞれの音を出す長短何本かのくだを使わないで、1本のくだですませることもできます。それは、横ぶえやクラリネットやしゃくはちなどのように、くだの所々にあなをあけておくのです。あなをふたしてしまえば、長いくだのはたらきをして、低い音が出ます。ふたをとればくだはあなのところまでの長さになりますから、その長さに相当する高い音を立てます。口で吹いて鳴らすくだの楽器は、上のようにたくさん種類がありますが、それから高い音や低い音がでるのは、このようになって横ぶえ しゃくはち いるからです。これらの楽器のうち、横ぶえは、手軽にこしらえられます。

(4) 糸の楽器

はる子さんは、糸をはって楽器を作りました。

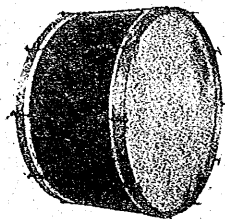
材料 板(みかん箱の横板を使いしました。)くぎ5・6本、板の幅と同じ長さの木のぼう(切口が三角形のもの)2本、短い木のぼう4本。



実験 右の画のように、板の両はしに三角のぼうを、くぎづけにします。板の一方のはしにくぎを打って、これにじょうぶな糸をしぼりつけます。その糸を三角のぼうの上をかけわたし、反対がわにたらし、糸の先には重りになるもの(たとえばあつい本とか、石とか、水をいれたバケツなど)をつるし、糸をびんとはります。このようにして、4本の糸をならべてはりわたします。これらの糸をじゅんじゅんにはじいてごらんさい。

きれいな音ですね。耳を板につけて聞くと、まるでピアノの音のようでしょう。おもりの重さを変えたり糸をかえたりしてしらべてみましょう。また、両はしのぼうよりすこしたけの高い短い木ぎれ(ことじ)を、糸の下に入れて、糸をはじいてみましょう。ことじのばしよによって、音の高さが自由にかわります。このようにして、4本の糸で、“ドミソド”の四つの音を出すこともできます。糸を8本はって、“ドレミファソラシド”の音がでるようにすれば、このように曲をひくこともできます。

しまだ君の組の人たちが考えてこしらえたおもちゃの楽器は、ほんものの楽器のしくみやはたらきをしらべる手がかりになります。よしお君の木ぎれの楽器から、もつきん、いさむ君の竹ぶえからは横ぶえや尺八や、フルートやピッコロやクラリネットなど、また、はる子さんの糸の楽器から、こと、マンドリン、バイオリン、ピアノ、しゃみせんなどのくみたてや、はたらきがわかつてくるでしょう。

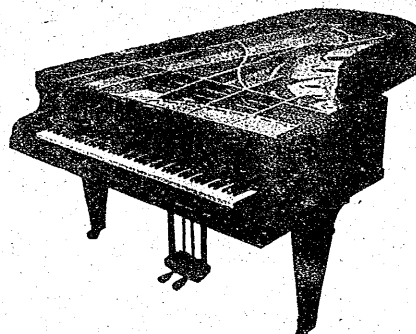


大だいこ

ピアノ
と
たいこ



小だいこ



しまだ君の組では、おもちゃの四つの楽器をもとにして、いろいろな楽器のしくみやはたらきをしらべるようになりました。

(1) ピアノの音

ピアノは、どうしてあんなよい音をたてるのでしょうか。ピアノの中をのぞいてみましょう。いろいろなものがきれいにならんでいますね。

(イ) はり渡したはり金(げん)の太さや、長さがいろいろちがうこと。

(ロ) はり金の上に、自転車のブレーキのようなおさえがあること。

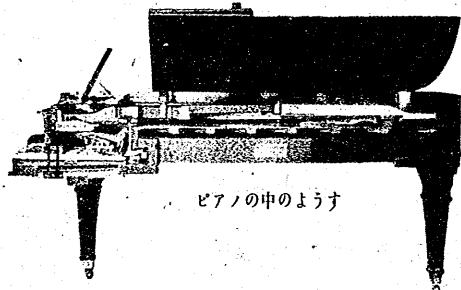
(ハ) はり金の下には、木の板ははってあること。

(ニ) はり金のそばに、フェルトをつけた小さなつちがあること。

などに気がつくでしょう。白いけんをひとつ、ポンとおしてごらん下さい。

けんの先にはどれにも一つずつ、かわいらしいつちがついています。けんをおすと、てこのしかけてつちが動き、はり金をたたきます。たたかれたはり金は、“ポーン”とすんだ音をたてます。けんをはなすと、はり金の上にあがっていた、自転車のブレーキのような形をしたものが、はり金をおさえるので、音がとまります。ならんでいるけんを次々におしてみましょう。そ

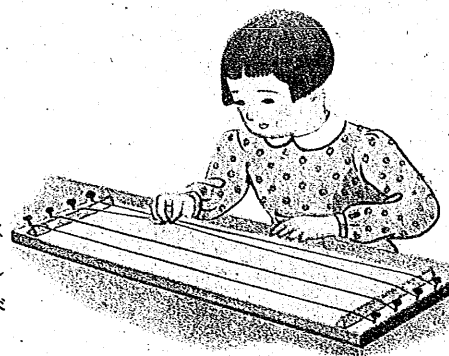
して、低い音の出るはり金は、どのようになっているか、高い音が出るはり金はどうか、しらべましょう。



ピアノの中のようなす

(2) 音は速いふるえ(振動)

物をたたいたり、吹いたりすると、どうして音がでるのでしょうか。また、物によって、出る音がさまざまなのはなぜでしょう。私たちも、はる子さんが作ったような楽器を作って、しらべてみましょう。



実験(I) びんとはった糸の、ちょうどまんなかへんを、指先ではじくか、指でつまみあげてはなしてごらん下さい。

“ブーン”とかすかな音が聞えるでしょう。糸はどんなになっていますか。

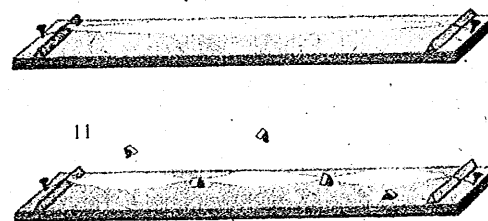
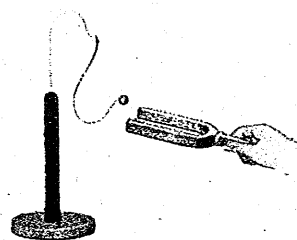
実験(II) 糸を指ではじいて、ブーンと音をたてている時、その糸に、そつとくちびるをふれてごらん下さい。くちびるが、ちよつとくすぐつたくて、糸がふるえていることがわかります。しかし、それとつしよに、糸のふるえもとまって、音はもう出なくなります。どうしてでしょう。

実験(III) コルクの小さな玉を

実験(IV) 下の画のように、小さな長四角の紙を

糸のさきにつるします。おんさをつちでたたいてなじまして、これを、そつとコルクにふれてごらん下さい。コルクが、びよんびよんおどるでしょう。おどりはいつまで続きますか。

二つに折り、これを糸にまたがらせて、糸をはじいてごらん下さい。紙は、はじきとばされてしまふでしょう。しかし、はじく所を、糸のはしから $\frac{1}{2}$ のところ、 $\frac{1}{4}$ のところなどにすると、紙がはじきとばされる所と、とばされない所ができます。このように、糸が幾部にもわかれて、ふるえることもあります。





実験(V) “アー”とか“オー”とか声を出しながら、指さきを、そつと のど のところにあててごらんさい。のど のところのふるえているのが、指さきに感じられるでしょう。

ここで、音はどうして出るかについて、たいせつなことが一つわかったと思います。それば、物がひじょうに速くふるえる——つまり、振動する

——時に、音が出るということです。どんな音でも、その音が出てくるもとをしらべてみると、振動している物があって、音はそれから出ていることがわかります。

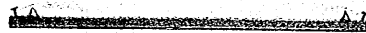
(3) 大きな音・小さな音

実験(I)ピアノの けん の一つを、軽くおしたり強くおしたりして、音の大きさをしらべてごらんさい。

同じ たいこ でも、小さい子どもが打つと、あまり大きな音がしないのに、力のあるおとなが打つと、はらにひびく大きな音がします。ふえ も吹き方で、音の大きさがいろいろになります。汽車の きてき などは、そばできくと、耳がいたいほど大きな音を出します。

実験(II)糸の楽器の糸をはじいて、横からながめてごらんさい。強くはじいた時と、弱くはじいた時とで、糸の振動はどのようにちがいますか。また、音の大きさはどのようにちがいますか。

糸を弱くはじいた時は小さな音、強くはじいた時には大きな音が出ます。つまり、糸の ゆれ幅 が大きいと大きな音が出るし、ゆれ幅 が小さいと音も小さいのです。しかし、よく耳をすましてごらんさい。音の高さはちつとも変



っていません。これもたいせつなことです



12

実験(III)ラジオの音の大きさが、ちょうどききよくなるように、ダイヤルを調節してごらんさい。

音があまり小さいと聞きにくいけれど、大きすぎるのは、いやなものです。ことに、まわりが静かな時には、かなり小さな音にしたほうが気持ちよく聞けます。



(4) 高い音・低い音

ピアノの けん を、左の方から次々にたたいていくと、だんだんに高い音が出ていきます。どうして高い音や低い音が出るのでしょうか。こんどは、音の高さについてしらべましょう。

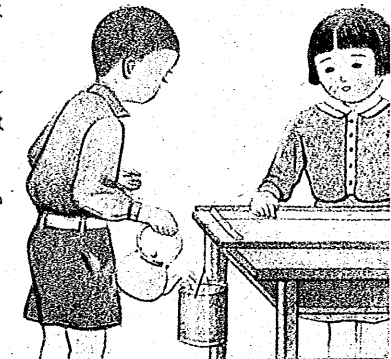
実験(I)糸の楽器の糸の下に ぼう(ことじ)をさしこんで、糸をはじいてごらんさい。ことじ がない時より、高い音が出るでしょう。ことじ を、糸のちょうどまんなかにおくと、左右両方の糸が立てる音の高さは、同じになります。

実験(II)ことじ を糸の下のいろいろなところにおいて、音の高さをしらべてみなさい。糸が短いほど、高い音が出るでしょう。ことじ がない時の音をドとすると、ミの音は ことじ をどこへおくか。ソの音は、高いドの音は。

この実験から、ピアノのはり金が、高い音を出すものほど短くなっているわけがわかると思います。音を高くする方法はまだこのほかにもあります。

実験(III)糸の一方のはしにさげた おもり をしだに加えて、はり方を強くしながら糸をはじいてごらんさい。

糸から出る音は、この おもり の多小で高さ



13

がちがいます。おもりが重いときには出る音は高く、おもりが軽い時には音は低い。つまり、糸の張り方が強ければ音は高く、糸の張り方が弱ければ音は低いことになります。高い音を出す方法がもう一つあります。

実験(IV)太さのちがう2本の糸(またははり金)を、同じ重さのおもりをつけて糸の楽器にはりわたします。この2本の糸を指ではじいてごらん下さい。

糸の太さと音の高さの関係はどうでしょう。長さや、張り方が同じでも、糸の太い方が低い音をたてますね。太い糸は、細い糸より重みがあるからです。これをまとめてみると、糸の楽器の音を高くするには、次の三つの方法があることになります。

- 1.糸を短かくする。
- 2.糸を強く張る。
- 3.軽い糸を使う。

これらのりくつを知っていると、高い音を出したり、低い音を出したりすることが、自由になります。また、太い(重い)糸と、細い(軽い)糸から、同じ高さの音を出すこともできます。それには糸の張り方や糸の長さをかげんするのですね。こと、バイオリン、チェロ、コントラバス、しゃみせん、ピアノなどのように、糸やはり金で音を出す楽器(げん楽器)が、高い音や低い音を自由に出すことができるわけを、上のりくつからしらべてごらん下さい。

楽器の音の高い低いだけでなく、そのほかの音についてもしらべてみましょう。

う。人の声ならば、おとうさんの声は低い声で、おかあさんや、子どもの声は高い声です。牛のモーとなくのは低い声で、ねずみがチューチューとなくのは高い声です。しかし、機関車がシュッシュとじょうきをはく音、紙をこする時のザラザラという音などのように、高さがはっきりしない音もあります。

声が小さくて聞きとりにくい時に、“聞えません。もっと高い声で!”というのはまちがいですね。“もっと大きな声で!”といわなければなりません。大きな声と、高い声とはちがいます。



コントラバス



バイオリン

(5) 楽器のはこ

ピアノのげんは、大きな板にはつてあります。バイオリン、マンドリン、ギターそのほかのげん楽器には、それぞれの形をしたはこがついています。楽器についている板やはこは、どんなはたらきをするのでしょうか。

まず、板のある場合と、ない場合とで、音がどんなにちがうかを、しらべてみましょう。

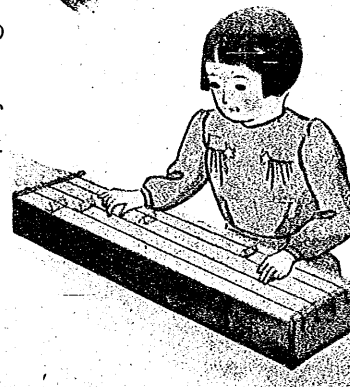
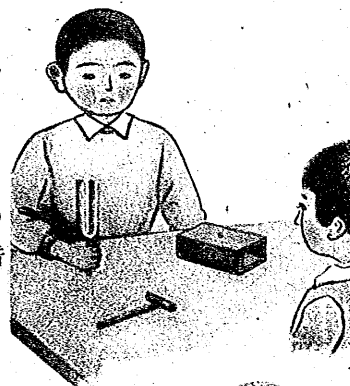
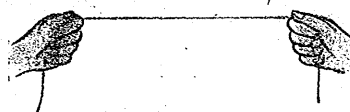
実験(I)糸を両手でびんと張り、その糸をお友だちにはじいてもらい、音をよくおぼえておきなさい。また糸を板の上にはりわたし、糸をはじいて音の大きさを、前とくらべてごらん下さい。

実験(II)おんさの足を手にもち、つちでおんさをたたいて鳴らします。音の大きさに気をつけながら、おんさの足をつくえの板にふれてごらん下さい。

音がずっと大きくなったでしょう。おんさの振動が板につたわって、板が振動し、板からも音が出るのです。細いものや小さいものは、振動してもあまり大きな音を出しませんが、面積の大きいものが振動すると、大きな音を出します。

実験(III)板のかわりに細長い木箱を台にして糸の楽器を作り、糸をはじいてごらん下さい。

板のときより、このほうが音が大きくて、ねいろもどこかちがつて聞えます。はこの役目は、ここにあるのです。はこがあると、なぜこのようになるのか、みんなで考えました。いさむ君は、まず、次のような実験をしてみせました。





実験(Ⅳ)ーしょうびん、ビールびん、サイダーびん、くすりびん、つば、竹づつなどの口を耳にあてて、中の音を聞いてごらん下さい。中から音がひびいてくるでしょう。せいの高いびんと低いびんとは、その音の高さがどのようにちがいますか。

“びんを口で吹くと、“ポー”と鳴りますね。そのびんを耳にあてると、同じような高さの音がきこえてきます。”と、いさむ君が発表しました。

私たちのまわりには、たいていいつでも、ザワザワといろんな音がしているのですが、特別に変わった音でないと、あまり気がつきません。びんやつつのように、がらんどうになっているものは、そのがらんどうに音をひびかせて、音を強めます。しかし、どの音も同じようにひびくのではなく、せいの高いびんは低い音を、小さいびんは高い音を、というように、びんにあった音だけが強くひびきます。ほらあなの中にはいつか、ゴーという低い音が聞えてくるがありますが、これも同様なことです。

“もう一つ、次のような実験をしてみると、がらんどうのはたらきがよくわかるでしょう。”と、先生がおっしゃいました。

実験(Ⅴ)材料 30cmあまりのガラスつつ(竹つつでもよい)、水さし、おんざ。おんざをたたいて鳴らし、つつの口に近づけます。つつの中にすこしずつ水を入れながら音を聞いてごらん下さい。水ははいるにつれて、つつが



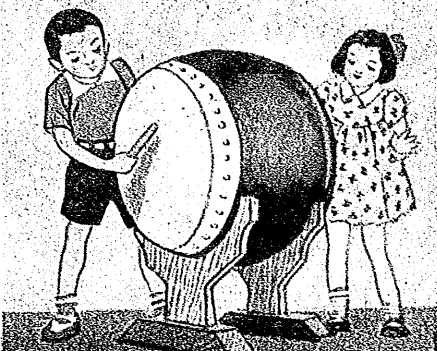
浅くなつていきますが、ある深さにすると、音がひじょうに強くなります。これより深くても浅くても音は小さくなります。つつやはこの中の空気は、ちょうどそれにあった音を強めるのです。

16

(6) おまつりのたいこ

“ドン、ドン、ドドドン” 2kmあまりもはなれた森の中で打っているたいこの音が聞えてきます。“あんなに遠くの音が聞えてくるのはなぜだろう”。

“そばで聞く音と、ねいろがちがうね。”
“音はどこを通つてきたのかしら”。



などと話しあつて、私たちは、次のような研究をすることにきめました。

1班 たいこをたたいて、大きな音が出るわけをしらべる。

2班 たいこの音が、どのようにして私たちの耳にとどくかしらべる。

3班 どんなものが音をよく伝えるかしらべる。

そこで1班の人々は、次のような実験をしながら研究しています。

実験(Ⅰ) たいこをたたいて、次のようなことを観察し、また、そのわけを考えてみましょう。(イ)たたいた方の皮のようす。

(ロ)反対がわの皮のようす。

ただくと、皮が振動するのが目にも見えます。皮の振動が小さくなるにつれて音が弱くなり、振動が止まると音も消えます。

一方の皮をただくと、反対がわの皮もいつしよに振動するでしょう。たたいた皮にてのひらをあてて、振動を止めると、反対がわの皮が音を出していることがわかります。

実験(Ⅱ)皮が水平になるようにたいこを上向きにおき、皮の上にすなをうすくばらまきます。そしてたいこの皮をたたいてごらん下さい。

実験(Ⅲ) ろうそくをともして、たいこのそばにおきます。たいこをたたいて、はのこのようすをしらべなさい。また、水を入れた洗面器を、たいこのそばにおき、たいこをたたいて、

水面のようすをしらべなさい。



17



たいこのそばにある水や、ほのおが、たいこの音でゆれ動くのはなぜでしょう。2班の人たちは、これについて次のような実験をして見せました。

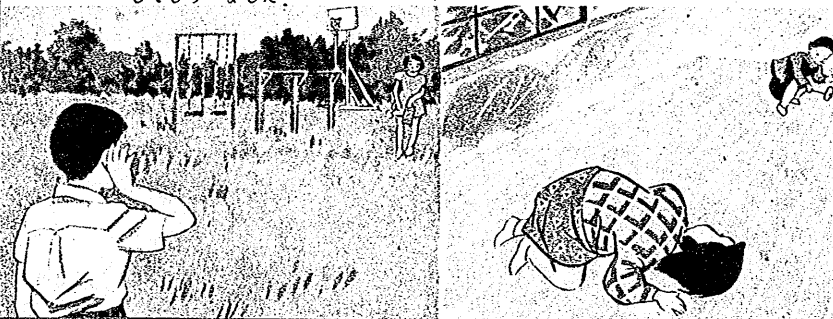
実験(IV)大きなはご(ひき出しなど)を、すこしななめにしておきます。

この中にビー玉を10個ばかりいれると、下のみぞに1列にならびます。もう一つのビー玉を、みぞにそって、すこしはなれたところからはじいてごらんさい。

ビー玉は次々にぶつかりあつて、一番むこうのビー玉が列をはなれてころがり出すでしょう。その間のビー玉は、だいたいもとの場所にとまっています。ほのおや水面がゆれ動いたのも、これとよくにっています。つまり、皮が振動すると、すぐそばの空気が皮におされたり、ひつばれたりします。この運動がそのとなりの空気にうつり、それがとなりにうつり、というように次々に伝わっていくのです。この空気の運動の伝わっていくはやは、だいたい1秒間に340mです。この空気の運動が耳にとどくと、音が聞えるのです。

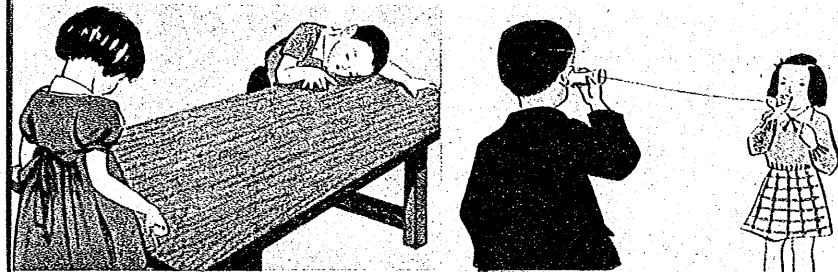
実験(V)はる子さんが運動場のむこうで、板をたたいています。よしお君が運動場のこちらにいて、その音を聞いています。板をたたいたのが見えてからすこし間をおいて音が聞えてきます。

音を伝えるものは空気だけでしょうか。3班の人たちは、次のような実験をしてしらべました。



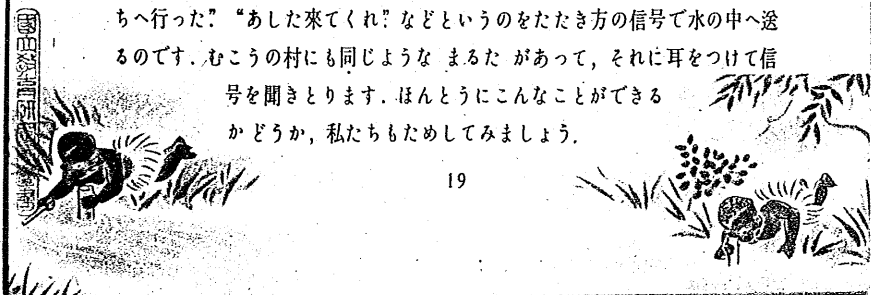
実験(VI)学校の長いろうかのむこうのすみに、ただし君がつちをもつてしゃがんでいます。ろうかのこちらでは、まり子さんが、ろうかに右の耳をつけています。ただし君が、つちでろうかをトンとたたくと、その音がろうかの木をつたわって、まり子さんの右耳にはつきりとはいつてきます。ちょっと間をおいて、空気を傳わって来た音が左耳にはいつてきます。それで、ただし君がろうかをトンと一つたたくと、まり子さんは、トントンと二つの音を聞くわけですよ。この実験から、木が音をよく伝えること、また、木は空気よりはやく音を伝えることがわかりました。

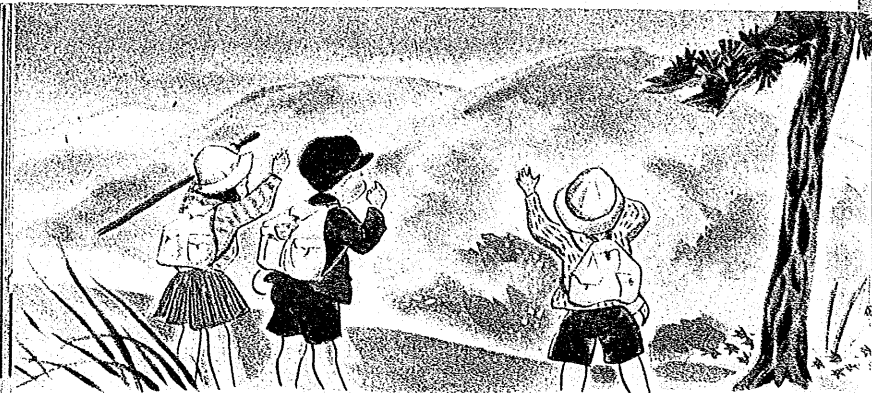
この発表をすると、みんなから、“つくえに耳をつけて、つくえの板をつめてこするとその音がとてもはつきり聞えますよ。”“糸も音を傳えますよ。”などと、いろんなおもしろいことが出ました。



“水も音を傳えますか”という質問に、先生は次のようなお話をなさいました。

“南アメリカのある土人は、村と村との通信に、川の水を使っているそうです。中をくりぬいて、竹つつのようにしたまるたのはしをたたきます。そのまるたの下半分は、川の水につけてあります。こうして、“しかが3頭そっちへ行った。”“あした来てくれ。”などというのをたたき方の信号で水の中へ送るのです。むこうの村にも同じようなまるたがあつて、それに耳をつけて信号を聞きとります。ほんとうにこんなことができるかどうか、私たちもためしてみましよう。





答える山びこ

(1) 山で

みんな赤い顔をして、一列になって、急な山道をのぼっていきます。さっきおりた駅は、もけいの家のように小さくなってしまいました。

“もうすぐに頂上だ。あと10分”と、列のしんがりから、先生がみんなをはげました。いきをはずませて、おち葉をふんでのぼっていきます。

頂上からは、黄や赤や緑にいろどられた、むくむくした山々が見わたせました。“今から1時間たったら、このふえを吹きます。ふえの音を聞いたら、まだここへ集まりなさい”先生のお話が終わるがはやいか、みんなちりちりばらばらにどこかへ消えてしまいました。笑い声、さけび声、よび声があちこちから聞えてきます。みんなそれぞれに、木の葉をしらべたり、きのこを集めたり、山をしゃせいしたりしているのです。

やがてふえがなって、先生のまわりに集まりました。

“みんなそろったかな”

“おや、いさむ君がいません”“ふえが聞えなかったのかしら”そこで、“おーい”“いさむくん”と、大きな声でよびました。

すると、むこうの山の方から、“おーい”“いさむくん”と声が聞えてきました。“おーい”と呼ぶと“おーい”“だれだ”とさけぶと“だれだ”と返ってきます。だれかが、まねをしているようです。もういっぺん、“おーい”とよぶと、また“おーい”という声といっしょに“なんだーい”と返事してき

ました。みんなびつくりして顔を見合わせました。やぶの中から、いきをはずませて出て来たいさむ君を見て、こんどは大笑いしました。いさむ君は、なんだかわけがわからないような顔をしていましたが、“山びこが聞えるんだよ”という説明をきいて、こんどはみんなそろって、山びこの研究をしました。

声の大きいおさむくんが、“おーい”とさけびました。しばらくしてもどつてくる“おーい”という声は、むこうの山全体から聞えてくるような気がします。ねいろも、よびかけた声とはすこしちがって聞えます。パンと手をうつと、パーンと長くひびいてもどってきます。

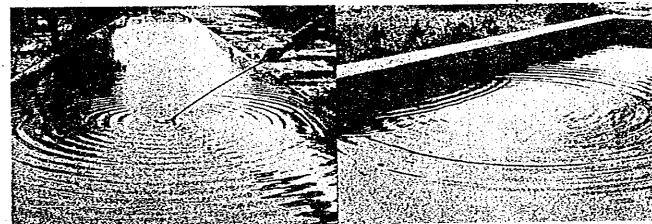
こんどは、山びこをこまらせることになりました。すこし長い言葉でさけんでみました。“そこにいるのはだれだ”とさけぶと、“……だれだー”としか聞えません。山びこは、長い言葉が言えないのでしょうか。

(2) 山びこはなぜおこるか

大むかしの人は、山男のいたずらで山びこがおこるのだと思っていたそうです。“山びこ”というのは、“山の男”という意味です。しかし、本当は何でしょうか。こちらからさけぶと、答えてくるのはなぜでしょうか。

実験(I)池の中に石を一つ投げこんで、水の波がどのようにひろがっていくか、しらべてもらなさい。

水の波は、わになってだんだんひろがっていき、岸にぶつくと、はねかえって反対のほうへ進んでいきます。これと同じようなことが、音についてもお



こるのです。つまり、私たちの声が、四方八方にひろがっていき、その一部分が、山や、大きな家や、森などにぶつかって、はねかえってくるのです。それで、大きな山や、深い谷間や高い家などがある所では、いくらでも 山びこ を聞くことができます。運動場のはして ひょうし木 をたたき、校舎からはねかえされてくる 山びこ を聞くこともできると思います。

しかし広い野原や海岸などではどうでしょう。はねかえすものがないと、声はひろがっていくだけで、もどってきません。

これはちょうど、ゴムまり を投げるときのようです。まり は かべ に投げればはねかえってきますが、かべ がないと、遠くへころがっていくだけです。



カーテンのような、ふわふわしたものにゴムまり を投げた場合も、まり ははねかえって来ませんね。まり の勢がなくなって、そこでとまってしまうからです。音についても、これに似たことがおこります。ふわふわしたものは、音をすいとってしまい、はねかえしません。

山びこは長い言葉が言えないのでしょうか。“だれがいるか”とさげんでも、“……いるか”ぐらいしか聞えませんでした。これは“だれか…と山びこがもどって来た時は、まだこちらからさげている時だったので、山びこ が聞きとれなかったのでしょう。

場所によっては、さげんだ言葉が2回も3回もかえってくることがあります。山や谷が入りくんで、遠く近くにぜつべきがそそり立っているような場所ですと、そのぜつべきの一つ一つからはねかえってくる声が、別々に聞えるのです。

また、はじめのぜつべきではねかえされた音が、次のぜつべきではねかえされ、また次のぜつべきにはねかえされるというように、さまざまにはねかえされて、ワーンとひびくような 山びこ になることもあります。

山びこ は山や森などだけでおこるのでしょうか。じつは、家の中でもおこっているのです。ただ、家の中だと かべ が近いので、音がすぐにもどって来て、話した言葉とはほとんどいっしょに聞えます。ですから、野原のまんなかで話を聞くと、へや の中で聞くとでは、感じがだいぶちがいます。

実験(II)汽車に乗ってトンネルにはいると、汽車の音がどのように変わるか注意して聞いてごらん下さい。

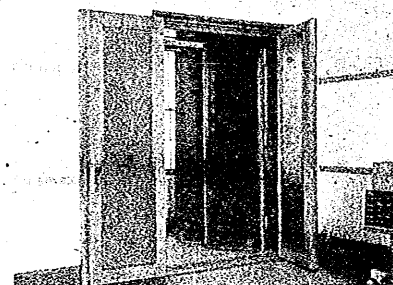
実験(III)いど に向かって大きな声を立てて、ひびき方をしらべてごらん下さい。

実験(IV)教室、講堂、雨天体操場、そのほかいろいろの へや の中で、ひょうし木などを打って、そのひびき方をしらべてごらん下さい。

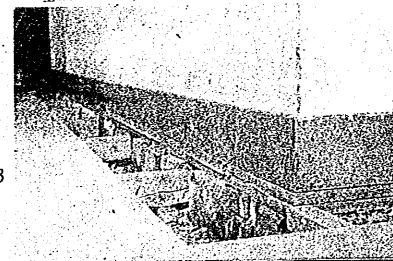
がらんとした大きな へや には、音がたいそう長くひびくものがあります。こんな へや の中では、せつかくのお話や音楽が聞きとりにくくてふゆかいです。

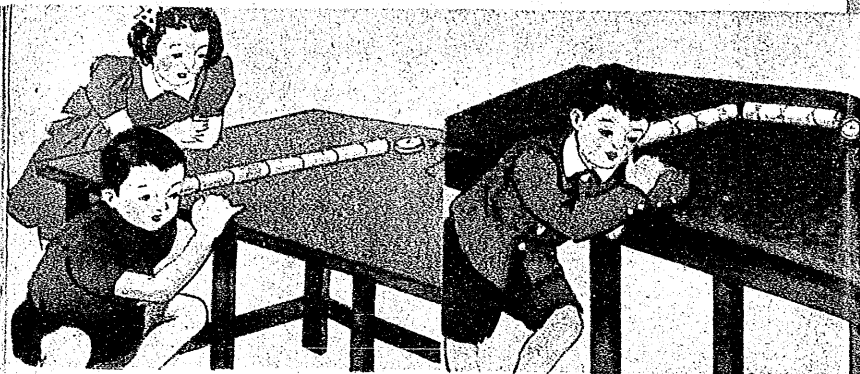
よい講堂は、このようなことがおこらないように作られていますし、特にラジオの放送演奏室や、レコードの吹きこみ室は、音をはねかえさずに、すいっとしてしまうので かべ をつくったり、かべ の向きをくふうしたりしてあります。

音の実験室。三重の厚いとびらをとじら。



室はコルクの板とフェルトの上にのっている。





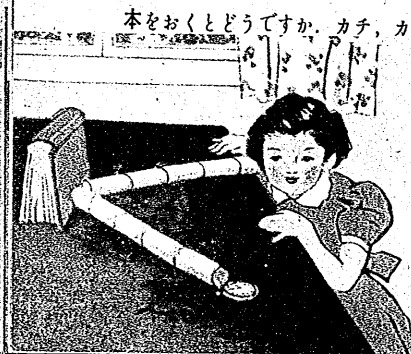
(3) 時計のカチカチ

音が物にぶつかってはねかえるようすを、くふうしてしらべてみましょう。
 実験(I)新聞紙をまいて糸でしばり、つつをこしらえます。このつつを、2本まっすぐにつないでつくえの上におき、つつのむこうのはしの近くに、かい中時計をおきます。つつのこちらのはしに耳をあててごらんさい。カチ、カチ、カチと、耳のそばでなっているようにはっきりと聞えてくるでしょう。

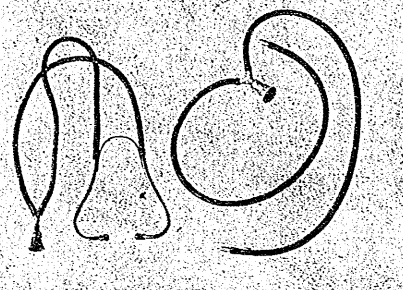
実験(II)こんどは、2本のつつをくの字形につくえの上におき、時計をいっばん遠いはしにおきます。こちらのつつのはしに耳をあててごらんさい。

時計の音は、ほとんど聞えないくらい、かすかになってしまったでしょう。

実験(III)2本のつつの、くの字形のまがり目に、下の画のように、あつい本をかべのように立てかけてごらんさい。本をとりのけたり、おいたり、つつの置き方を変えたり、いろいろにしてしらべてみましょう。



本をおくとどうですか。カチ、カチ、カチと、かすかな音ですが、たしかに聞えるでしょう。つつを通ってきた時計の音が、本にはねかえられて、もう一つのつつの方にはいつてくるのです。
 実験(IV)つつをもう1本ふやして、N字形にしてしらべてごらんさい。



ちょうしん器

(1) ちょうしん器の発明

新緑が日ましにこくなっていくパリーの初夏のある日の午後のことです。ラエンネック (1781-1826) は、研究につかれた頭を休めるために、さんばに出ました。すがすがしい初夏の空気を胸いっぱいにするうと、かれは、頭の中もすうつとしてきたように思いました。

別に目あてもなく歩いているうちに、ある公園の前に出ました。かれは緑につつまれた公園の中にはいつていきました。子ども好きなかれの足は、いつのまにか、公園のかたすみにある子どもの遊び場に向かっていました。そこには、ぶらんこをする子ども、なわとびをする子どもすべり台ですべる子ども、シーソーで遊ぶ子どもなど、たくさん子どもたちが、にぎやかに遊んでいました。かれは、おさない時に、自分もこんな遊びをしたことなどを思い出して、ゆめみるような心地にふけていました。

とたんに、かれは、“聞える 聞える。とてもおもしろいよ”とさけぶ子どもの声に、思い出のゆめをやぶられました。びつくりして声の方をふりむくと、今までシーソーをしていた子どもたちが、その遊びに



あきたのか、シーソーをやめて、みょうなことをして遊んでいるのが目にはいりました。かれは五六歩、その方に近づきました。子どもたちは、相変わらずむちゅうになって遊びを続けています。それは、1人がシーソーの板のはしを、くぎで軽くこすると、もう1人の子どもは、板のむこうのはしに耳をあてて聞いているのです。これが子どもたちには、おもしろくてたまらないのです。

ほほえみながら、じつとこの遊びを見ていたラエンネックは、とつ然、子どもたちに声をかけました。

“何かおもしろいことがあるのかね。”

“おじさん、とてもおもしろいんだよ。こうやって耳をつけていると、どんな小さな音でも聞えるんだよ。おじさんも聞いてごらん。”

ラエンネックは、その子どものように板に耳をあててみました。そして、

“なるほど、聞えた、聞えた。これはおもしろいね。”

といって手をふるごとに、子どもたちは、いかにもとくいそうに目をくるくるさせながら喜びました。

この時、ラエンネックは、頭の中に、すばらしいことを思いついたのです。今こそ、長い間かれがさがしとめていたものの、手がかりを見つけたのです。もうずっと前から、かれは、なんとかして、体の中で動いている 心ぞう の音や、呼吸する はい の音などを聞く方法はないものかと考えていたのです。なかなかみつからなかったのが、いま、子どもの遊びを見て、きょうにかれの頭に新しい考えが浮かんできたのです。

“そうだ。人間の からだ だって同じわけだ。そばにいても聞えないような小

さい音でも、耳をあてれば聞えるにちがいない。”

こう考えつくと、もうくずくずしてはいられませんでした。そばに遊んでいた1人の子どもをだくようにして、その洋服の上から 心ぞう のあたりに耳をあてて聞いてみました。“おう、聞える、



聞える。よく聞える。”とひとりごとをいったかと思うと、おどろく子どもたちをそのままにして、小走りに走り出しました。

家に帰りつくとすぐにかれは、家の人たちにはだかになってもらって、胸のところに耳をあてて聞いてみました。

“ほんとうによく聞えるものだなあ。じつにすばらしい。”

家の人たちは、なんのことかわけがわかりませんが、ラエンネックはひとりで喜こんでいました。

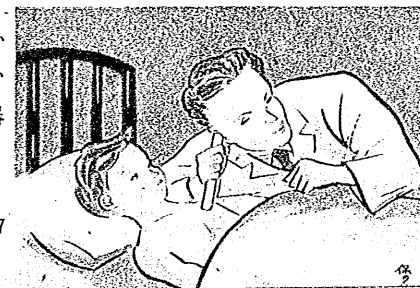
このようにして、体の中の音が聞けるようになって、しんさつが、どれほどしやすくなったかわかりません。

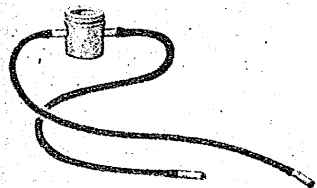
だが、病人のからだにびったり耳をあてて聞くことは、病人にとっても、また医者にとっても、感じのよいものではありません。なんとかしてこれを改良しようとしてラエンネックは考え続けていました。

ある日のこと、かれは病人をしんさつしていました。その病人は、かゆかったのか、耳をかきました。その時、かれは、耳のあなを思い出しました。“耳のあなは、くだになっているではないか。そうだ、くだを作ればよい。それは耳のあなを長くするようなものだ。”

かれは、そばにあった紙をかたくまいて、くだをこしらえました。そして一方のはしを、病人の 心ぞう のあたりにあて、片方のはしを耳にあてました。このかんたんな思いつきは、大成功でした。じつによく聞えたのです。

病人が帰ってから、あらためてかれはよく考えてみました。“紙の くだ は、ちょうど耳のあなを長くしたようなものだ。それなら、音を集めるところは、耳たぶ のように大きくしたほうがいいかもしれない。”などと、いろいろくふうしました。このようにして、しだいに今日使っているようなちょうしん器 になっていったのです。





(2) ちょうしん器 作り

私たちが、左の画のようなちょうしん器を作
って聞いてみましょう。

材料 1. ふし のある太さ5cm、長さ7cmぐら
いの竹、2. 太さはえんぴつぐらい、長さ5cmぐ
らいの竹を4本、3. 長さ60cmぐらいの ゴムか
ん を2本、これを画のように組み立てます。

実験(I)作ったちょうしん器で、からだの中の音を聞いてもらなさい。

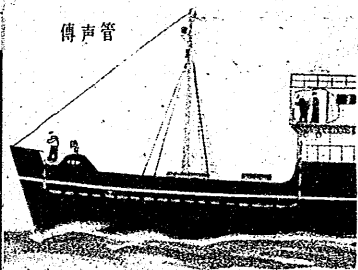
からだの中は、ずいぶんそうぞうしいものだと思うほど、よく聞えるでし
ょう。よく注意すると、血の流れる音、心ぞうのこ動、はいへ空気がはい
ったり出たりする音などを区別して聞きとることができます。

ちょうしん器を使うと、からだの中の音のはっきり聞えるのはなぜでしょう。

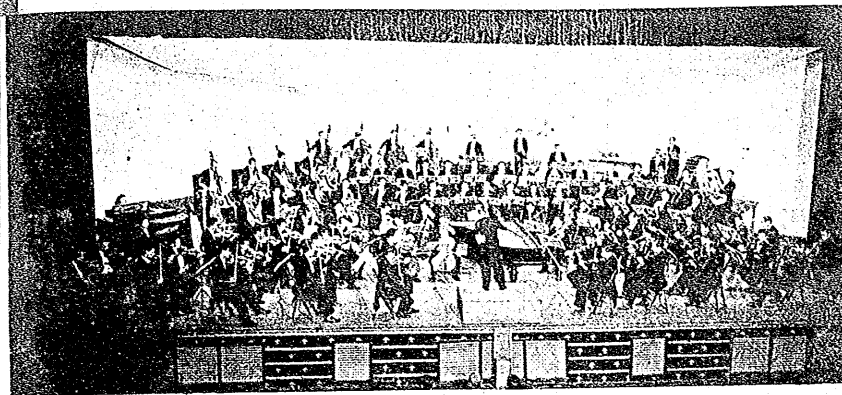
実験(II)新聞紙をまいてつつを作り、2人で組になって、ごく小さい声で、
ささやきを聞きあつてもらなさい。

何も使わなくて、ふつうに話をすると、声は四方八方にひろがっていきます。
それで、まわりにいるどの人にも、同じように話が聞えます。池に石を投げこ
むとできる水の波が、まるくひろがっていくのによくにっています。この水の波
が、遠くひろがるにつれて、だんだん小さくなっていくように、音も四方八方
にひろがっていくうちに、だんだん弱まっていきます。ところが、つつの中
に向かって音を出した場合には、声はひろがらないで、つつの中を進んでいき
ますから、あまり弱まらないのです。

傳声管



へやとへや、船の中のれんらくなどに使わ
れている傳声かんも、そのはたらきはこれと
同じです。つまり、声を1本のくだの中を通
して傳わせ、ひろがるのを防ぐので、遠いこ
ろまではっきりと声を送ることができるのです。



音 と 耳

(1) 音の高さ

音は、物の振動によっておこることがわかりましたが、その振動のはやさは
どれぐらいでしょう。どんな振動でも音となって聞えるのでしょうか。手をは
やく振ってもうちわをはやく振っても空気がゆれ動きます。しかし音は聞え
ません。どうしてでしょう。いくらうちわを早く動かしても、1秒間に4~
5回がやっとでしょう。手をできるだけ早く左右にふっても、1秒間に5~6
回がせいぜいでしょう。このような振動では遅すぎて、音が出ないのです。

では、一体、どれぐらいのはやさで振動すると、音が出るのでしょうか。

実験(I)ピンセットを振動させて、音が出るかどうかしらべなさい。

ピンセットのあしをつまんで、はなすと、足が振動するのがよくわかります。
ばねの強い、小さなピンセットだと、低い音が出ることもわかりましょう。

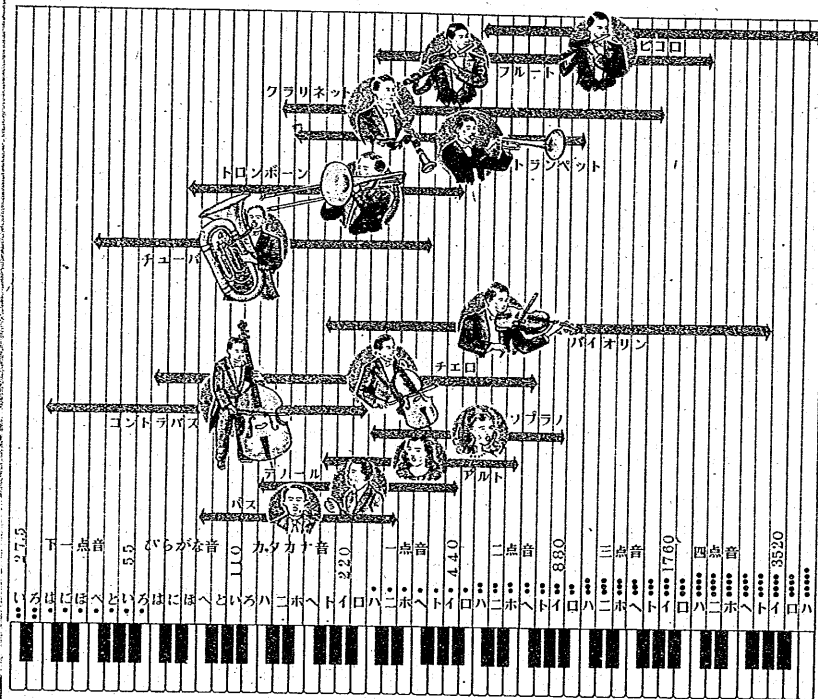
1秒間に20回ぐらいのはやさで物が振動すると、何か腹にひびくような、低
い音のような感じがします。1秒間に30回ぐらいの振動になると、どうやら音
としてふつうに聞えてきます。もちろん、ひじょうに低い音としてです。

実験(II)のこぎりの刃・目のあらいやすりなどを、あつ紙のへりてこすつ
てもらなさい。こするはやさと、音の高さの関係はどうですか。

のこぎりや、やすりの目一つ一つにひつかかって紙が振動するので、音が出

ますが、早くこするほど、つまり、紙がはやく振動するほど調子の高い音が出るのがわかるでしょう。

このように、振動数が多いほど、音は高く聞えます。ハの音(C₁)は1秒間にだいたい260回ぐらいの振動、ラジオの時報で、はじめになるポン、ポンは1秒間に440回、ちょうどの時になる高いポンという音は880回の振動です。1秒間に1万回の振動数だと、ヒーというひじょうに高い音です。1秒間に1万5千回ぐらいの振動数の音は、もう聞きとりにくなります。もちろん人によってもちがいがあって、1秒間に2万回あまりの振動数の音でも聞える人もあります。しかし、1秒間に3万回も4万回もの振動数の音は、全くだれにも聞えません。しかし動物の中には、私たちより、もっと高い音を聞けるものや低い音を聞けるものもあるようです。



(2) ねいろ

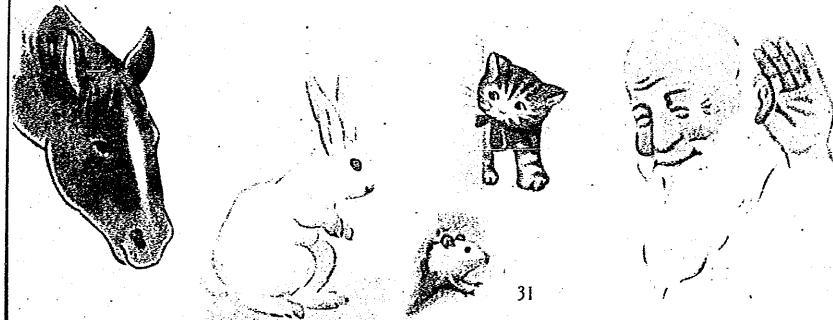
同じ高さで、“アー”というだけでも、“あれはいさむ君の声だな”などというようにわかります。ハーモニカの音としゃくはち、ピアノの音、もっきんの音、バイオリンの音、クラリネットの音、みなそれぞれ、とくちょうがあります。音はたいそうびみょうなもので、高さや大きさが同じ音でも、いろいろにちがった感じに聞えます。このような音の感じを、ねいろ といいます。ねいろ のよい音を出すことは、音楽にだけ必要なわけではありません。話し声も、自転車のベルも、ラジオも、ねいろ のよい音にしたいものです。

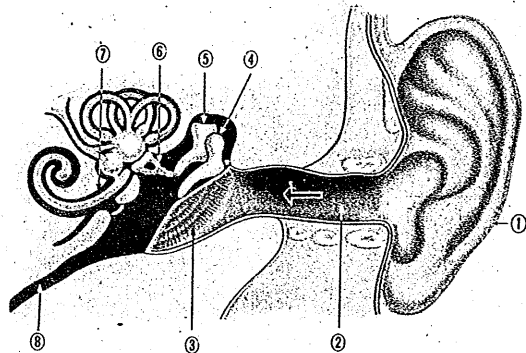
(3) 耳のはなし

私たちの耳は、どんなしくみになっているでしょう。耳のいちばん外がわになっている 耳かく のはたらきからしらべてみましょう。

実験(I)かすかな音(時計のカチ カチなど)を、できるだけ遠くでも聞えるようにくふうしてごらんさい。耳に てのひら をあてたり、メガホンをあてたりするとどうですか。

耳の遠い人が、耳のうしろに てのひら をあてて、まるで 耳かく を大きくひろげたような形で人の話を聞いていることがあります。耳かく は、音を耳の中へ集める役目をしているようです。けものの中には、うさぎ のようにからだの割合に 耳かく が大きいものがありますし、また、耳かく を音の来る方へ動かすものもあります。これは小さな音を聞きつけるのに役立っていると思われます。





- ① 耳かく
- ② 耳のあな
- ③ こまく
- ④ ⑤ ⑥ 三つの小さい骨
- ⑦ かたつむり の から
のような形のもの
- ⑧ はな のおくに通じて
いる くだ

耳の中のしくみとはたらきは、たいそうこみいっています。耳のあなのつきあたりには、かさ のような形をした まく —こまく—があります。

実験(II)口にうすい紙をあてて、“アー”と声を出してごらん下さい。紙が振動するのが、くちびる に感じられるでしょう。

耳のあなを通して音がやってくると、こまく がその音で振動します。こまくの振動は、三つの小さな骨をつたわって、いよいよ音を聞きわけるところへいきます。ここは、かたつむり のからのような形をしたもので、中に水のようなものがはっていて、そのまんなか、うすいまくのはりわたされたくだがあります。こまく から三つの骨をつたわって来た振動は、水のようなものを通して、このまくにつたわり、まく の一部分を振動させます。これが のう につた、えられて音が来たことがわかるのです。

耳は、音の高さや大きさや ねいろ を聞きわけただけでなく、音が来た方向を聞きわけるとはたらきもあります。

実験(III)目をつぶって、聞えてくる音の方向を言いあててごらん下さい。両耳できいたのと、片耳は指でおさえて、一つの耳だけで聞いたのとでは、どちらが正確に方向がわかりますか。

聞えた音が、どちらからやってきたか、私たちはかなり正確に言いあてるこ

とができます。これは耳が二つあるため、つまり、音が両耳に聞えるようすが、ごくわずかながらちがっているためで、耳かく があることもそれに役立っているのだといわれています。

(4) 耳のくんれん

駅にとまっている客車や貨車の車などを、カン、カンと 金づち でたたいてあるく人を見たことがあると思います。なれた人だと、あの音のぐあい、ぐあいの悪いところを見つけることができるのです。お医者さんが、指さきて、からだをたたいて、そのひびきぐあいでしんさつ するのも同様です。耳のよくなれた人には、飛行機や自動車のエンジンの調子も、その音でよくわかるそうです。工場などで機械にこしょうがおこれば、耳のよい人は、音のぐあいですぐに気づき、手早くなおすことができます。せと物をつめ ではじいて、その音で質のかたさや、ひびのあるなしをしらべたり、すいか をポンポンたたいて、中のようすをしらべたりすることもあります。

私たちのまわりには、美しい けしき があると同時に、変化にとんだ音の世界もあります。いろいろの音を注意深く聞きわけるように、いつも心がけましょう。高さ、大きさ、ねいろ など、さまざまな音をききわけするには、よい耳をもっていなければなりません。そして、子どもの時からよく聞く練習をしておくことが、よい耳にするのに最もよい方法です。



物はどのようにして見えるか

みのる君の家では、夕食後がいちばんにぎやかです。みのる君たちは、この時間をたいへんたのしみにしています。みんなのお話がもしろいので、おばあさんや小さな妹のまさ子ちゃんまでが、よろこんで加わります。この話のいずみは、くんでもくんでもつきません。

みのる君の教室には、科学質問ばこがあります。そのはこからとり出された質問が、きょうの話題になっているのです。

みのる“きょうの質問ばこには‘物がどうして見えるのでしょうか。’というのが3まいもありました。”

父“ほう、それはおもしろい問題だね。”

みのる“5、6人よって、いろいろ考えてみたのですが、よくわかりませんでした。先生におたずねすると、‘よい問題だから、みんなていつしよに研究しませんか。’とおっしゃいました。”

姉“あら、そんなことかんたんじゃないの。”と、中学1年のひろ子ねえさんが口をはさみました。

みのる“でもね、考えると考えるほどむずかしくなるよ。ぼくは学校でこの問題を見てから、ずっとこのことばかり考えているんだけど……”。

さきはどね、明かるい所から暗い所は見えないが、暗い所から明かるい所を見るとどう見えるかと思って、電燈の消してあるおくのへやに行って、みんなのいる茶の間の方を見てきたの。”



姉“そうしたら、どうだったの。”

みのる“そうしたらね、暗い所から明かるい所が、やっぱり見えたよ。”

姉“みのるちゃんたら、あたりまえじゃありませんか。”

みのる“うん、そういえばあたりまえだけれどさ。こちらから見えないのに、あちらから見えるって、ふしぎじゃない。”

父“わかりきったようなことも、くわしくしらべてみると、わからなくなることがよくあるね。‘どうして物が見えるのか。’ということは、むかしから、おおぜいの人がずいぶん考えとおしてきた問題なのだ。”

この時、おかあさんは、まさ子ちゃんにおききになりました。

母“まさこちゃん、おみかんやおかしはどうして見えるのしょう。”

まさ子“そうね。おみかんやおかしがあるから見えるのよ。”

このむじやきな答を聞いて、みんなふき出してしまいました。まさ子ちゃんは大きくいです。

母“それでは、よしおちゃんはどう。”

二年生のよしお君は

よしお“それはね、目があるからですよ。目の見えない人は何も見えないでしょう。”と、自信ありげに答えました。

姉“でも、目があっても、電燈を消してまっくらにしたら見えないじゃないの。私、光のおかげだと思うわ。”

みのる君はみんなのいうことをしずかに聞いて、考えています。

父“むかしの学者はどんなふう考えたか、お話ししてあげよう。今から2500年ほど前に、ギリシアにピタゴラスという学者がありました。この人は、‘物からいつも光のつぶが出ていて、それが目の中にはいるから物が見えるのだ。’と考えました。”



それから650年ほどして、ギリシアのトレミーという学者は、'目から光が出ていて、それが物にあたって、また目に帰ってくるから物が見えるのだ'と言いだしたのです。トレミーは有名な学者だったので、その当時の人たちは、なるほどと感心してしまいました。'あの人の目の光は、人をいるようだ'などと言ったり、また西洋の童話の中には、'目から強い光を出す まほうつかい ににらまれると、なんでもこげて燃えだす'などという話が出てくるが、このトレミーの考えににているね。みのるはトレミーの説にさんせい か ふさんせい かね。

"ちょっとまってくださいよ。目から光が出て、物にあたって帰ってくると物が見える。そうすると、目と物とさえあれば、どんなくらやみでも用がたふることになりますね。"

父 "そうだ、ちょっとこの考えかたは、ぐあい がわるいね。

今までに、みんながあげたことをまとめてみましょう。

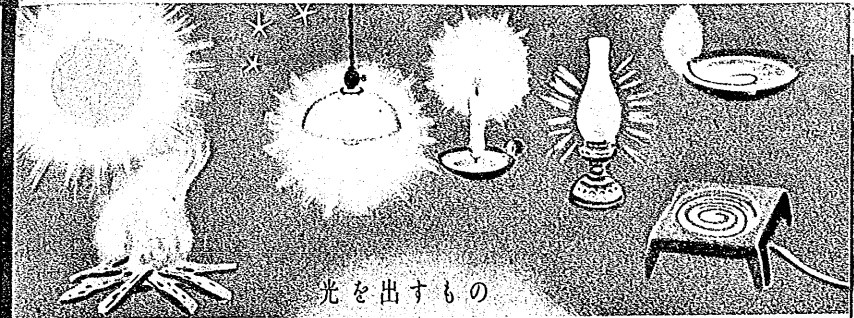
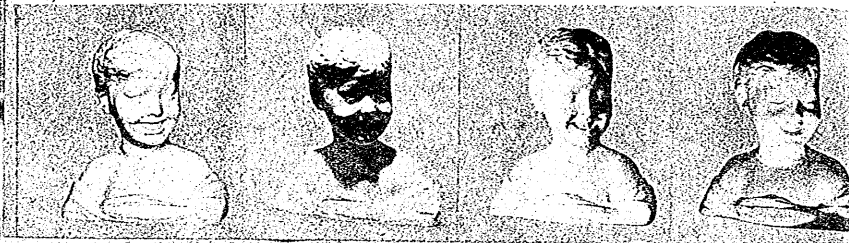
光が全くなければ、何があってもみえない。光があっても物がなければ見えない。光があり、物があっても、よい目がなければ何も見えない。

物が見えるのは、その物から光が目へ送られてくるか、目にくる光をその物がさえぎるかするからですね。光がさえぎられると黒く見えます。

物から出た光が目にはいると、目のおくにある神経をしげきして'これは みかん だ、これは おかしだ'とわかるのです。"

と、おとうさんは長い話を結ばれました。

同じ物でも、光のあてかたで、いろいろ変って見えるでしょう。



光を出すもの

今夜も、ゆうべの話のつづきに花がさきました。おとうさんは、

"光を出すものには、どんなものがありますか"とおききになりました。

みのる君は、まっさきに、太陽と言いました。よしお君は、電燈といばかり、おねえさんはお星さま、おかあさんは、電器こんろと燃えているたきぎと言いました。おばあさんは、おとうみようとろうそくをあげました。

"あら、おばあさんはおばあさんらしいのね"と、ひろ子ねえさんはわらいこけました。よしお君はだしぬけに、

"おばけの火、火の玉"と言ったので、まさ子ちゃん はこわがつて、おばあさんの ひざ にかじりつききました。

おとうさんは、うて時計を電燈の下において、

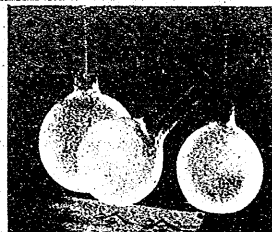
"電燈を消してごらん"と言いました。茶の間は急に暗くなりました。夜光時計だけが、青白く光っています。電燈をつけると、その光は見えませんが、

"光を出すものには、いろいろあるね。たいていの光には熱がつきものだが、夜光時計のように、あつくならないで光るものがある。このほかに、どんなものがあるだろう"みんなしばらく考えこみました。

"それは、ほたるの光じゃない"と、ひろ子ねえさんが答えました。

そうだ、ほたるの光はふしぎな光だね。そのほかに、まだ知らないかしら。"





フラスコの中で発光バクテリアを養って作ったランプです。

母「さっき畑に行ったら、2日はど前にすてた いかの甲
が、青白く光っていたので、びっくりしましたよ」と、
おかあさんは、そのようすを説明しました。

父“それは、発光バクテリアのためだ。このバクテリア

がふえると、きみわるく光るものだ。南の暑い国では、切りたおした木や
落ち葉の間で、それが光っているのをよく見かけるよ。”

姉 “海の波がくだける時、青白く光ることがありますね。
あれも、同じものですよ。”

父 “あれは夜光虫といって、バクテリアではない。”

“あつ、そうだ。おとうさん、原子ばくだんも、ものすごい光

を出しますね。ばく、ニュースえいがで見たのを思い出した。」と、みのる君が言いだすと、弟のよしお君もまけないで、

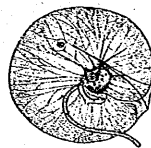
“あのね、ばく この間、鉄工所の前を通ったら、たいへん強い光が出て
いるの。ちよつとのぞいたらね、その光で鉄を切っていたよ。”

姉 “あれは、光で切っているのじゃなくてよ。アセチレンガスの高い温度の
 ほうで、鉄をとがして切っているのよ。ねえ、おとうさん。”

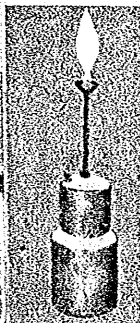
父 “アセチレン の はのお の中に酸素をふきこむと3000°Cぐらいの高温になつて、白いまばゆい光を出すのです。鉄線なども熱すると、温度が高くなるにつれて赤色から白色になる。電気こんろを持ってきてごらん。”

おとうさんは電気こんろをさしこみにつないで、電燈を消しました。

電熱線は、暗赤色から黄赤色へと、だんだん白みがかってきました。



夜光虫



アセチレン は カーバイド という白い かたまりに水をかけると出るよく燃える気体です。これをただ燃やしたのでは、すすがたくさん出て、完全に燃えませんが、空気が酸素をじゅうぶん に送ってやると、よく燃えて、高い温度で白く光ります。

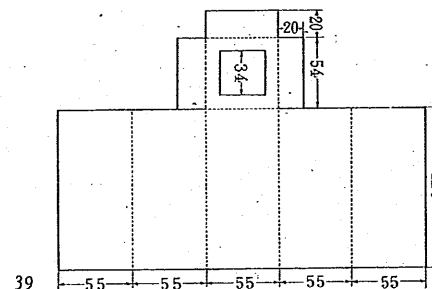
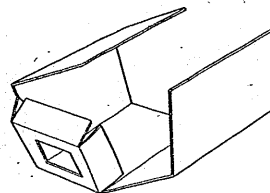
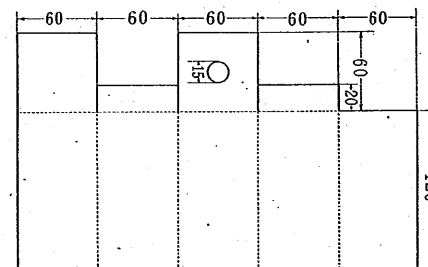
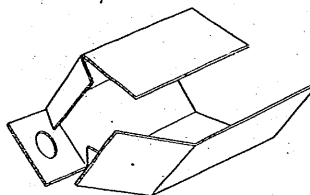


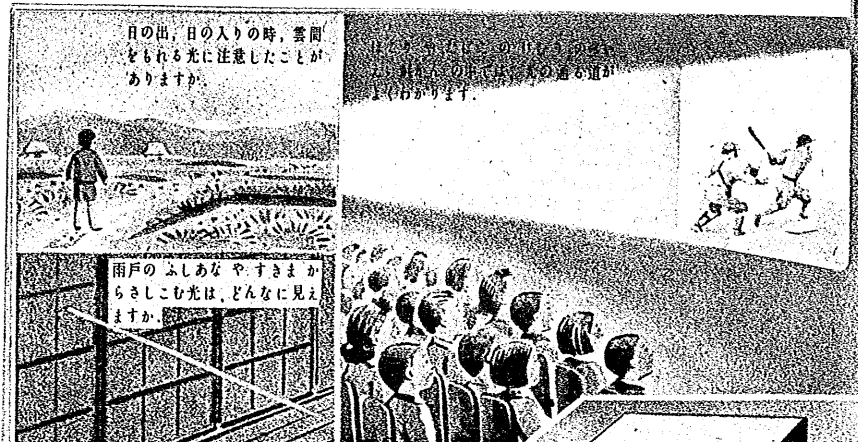
光は、どのように進むか



1. 光の進みかた

みのる君は友だちの三郎君がはりあな写真機をもって、景色をうつしてよろこんでいるのを見ると、自分も作りたくなくて、下の図のように、くふうして作ってみました。





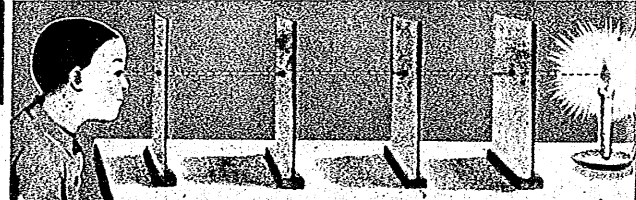
写真機で、へやの中から外の景色をのぞいてみると、青空も向こうの山もおとなりのやねも、写真機のすりガラスに絵のようにうつっています。『こんなあな一つで、ほんとの写真機のようにうつるなんて、ふしぎだな。なぜ、さかさまにうつるんだろう?』と考えました。

図のようなはこを作って、光のさしこむようすをしらべてみましょう。はこの前がわは、ガラス板でふたをします。せんこうに火をつけて、はこの中に立て、けむりをためます。はこの横に小さなあなをあげ、これを太陽に向けて、光のさしこむようすを見ます。光のさしこむ道がすじになって見えるでしょう。このように、光は空気中をまっすぐに進みます。



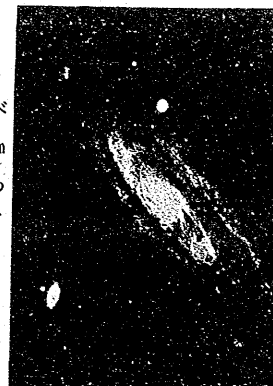
ガリレイ

むかしの人々は、どんな遠くにある星からも、すぐに光がとどくと考えていました。ところが、『これは少しおかしい』と、うたがいだしたのは、イタリアの学者のガリレイでした。ガリレイは音の速さをはかる方法で、光の速さをはかりにかかったのです。しかし、光はあまりに速いので、失敗してしまいました。



その後、おおぜいの学者が、いろいろの方法でしらべてみました。その結果、光の速さは1秒間に30,000 kmに近いことがわかりました。太陽の光も電燈の光も、ろうそくの光も、みなこの速さで進みます。これはラジオの電波と同じ速さです。

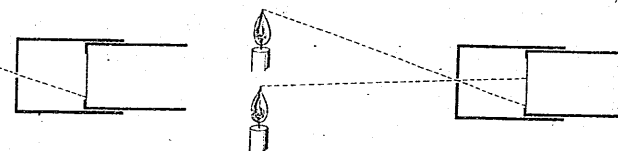
光は、こんなに早い速さでつたわりますから、きよりの近い所では、時間はかからないと考えてもよいのです。月から私たちの所まで光がとどくには、1秒とちよつとしかかかりません。右にあげた写真はアンドロメダの星雲です。よく晴れた夜空を見あげると、この星のかたまりを見ることができるでしょう。かすかに はんでん のように小さく見えます。この星のかたまりから光が地球に達するには、こんなに早い光でさえ、80,000年もかかります。私たちは80,000年も前の星を見ているのです。なんと、遠くにあるではありませんか。

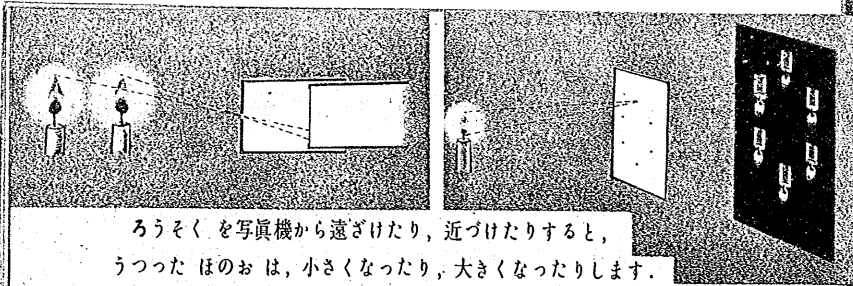


2. さかさまにうつる像

みのる君は、はりあな写真機で外の景色をうつしながら、さかさまにうつるわけを考えています。このあいだ、このことをおとうさんにおたずねした時『はりあな写真機の前にろうそくを立てて、ろうそくがさかさまにうつるようすを図にかいてごらん。』といわれました。

みのる君は、ろうそくから出た光が、はりあなを通して写真機の中のすりガラスにとどくまで、まっすぐに進むようすを、線であらわしてみました。ろうそくを上を動かせば、うつる所は下にさがってきます。





ろうそくを写真機から遠ざけたり、近づけたりすると、うつったほのおは、小さくなったり、大きくなったりします。ろうそくと写真機は動かさないで、写真機の中づつだけをぬきさししながら、うつるほのおの大きさをしらべていたみのる君は、
 ‘おや、これはへんだぞ。近づけると小さくなり、遠ざげるとかえって大きくなる。やっぱり、やってみなければいけないなあ。’と、ひとりごとを言いました。みのる君は、実際にしらべる前には、どう考えたのでしょうか。
 みのる君は、あながたくさんあったら、どんなふうにうつるだろうと思いついたので、厚紙にあなを六つあけて、ろうそくをかべにうつしてみました

3. かげえあそび

みのる君やよしお君たちは、たのしい夕食後の時間を、かげえあそびをしています。おばあさんまでが、子どものようになって、小さいまき子ちゃんに、かげえのうつしかたをおしえていらつしやいます。よしお君は、きょう学校で、かげえのうつしかたをならってきたのです。指を組みあわせたり、画用紙をいろいろの形に切って指にはさんだりして、おおさわぎです。
 “おにいさんのいぬをひとのみにする大いぬだ”と、よしお君は言いながら、手を電燈に近づけて、大きないぬのかげえをかべにうつしました。



“なに、まけるものか”と、みのる君は、自分の小さないぬを、大いぬの口の中にとびこませました。あらふしぎ、小さないぬのかげが、大いぬの中にうすぼんやりと見えるではありませんか。

手を電燈に近づけたり遠ざけたりして、かげのようすをしらべていたみのる君は、おもしろいことを発見しました。それは、指のまん中に、まわりよりこいかげができて、それがちょうどほねのように見えることです。

“あれ、レントゲン写真のようね”と、ひろ子ねえさんが言うのと、おかあさんも、“ほんとに、そうですね”と感心なさいました。

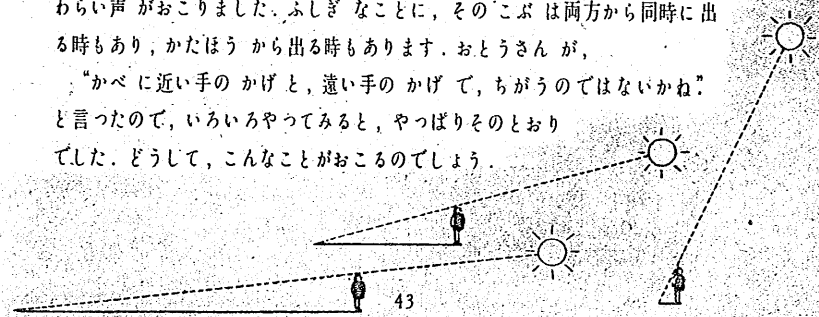
“おにいさん、いぬころのにらめっこをしよう”と、よしお君はみのる君をかべの近くにひっぱって行きました。ふたりの手と手を近づけて、いぬのはなとはなを近よらせ、口をばくばくやっています。

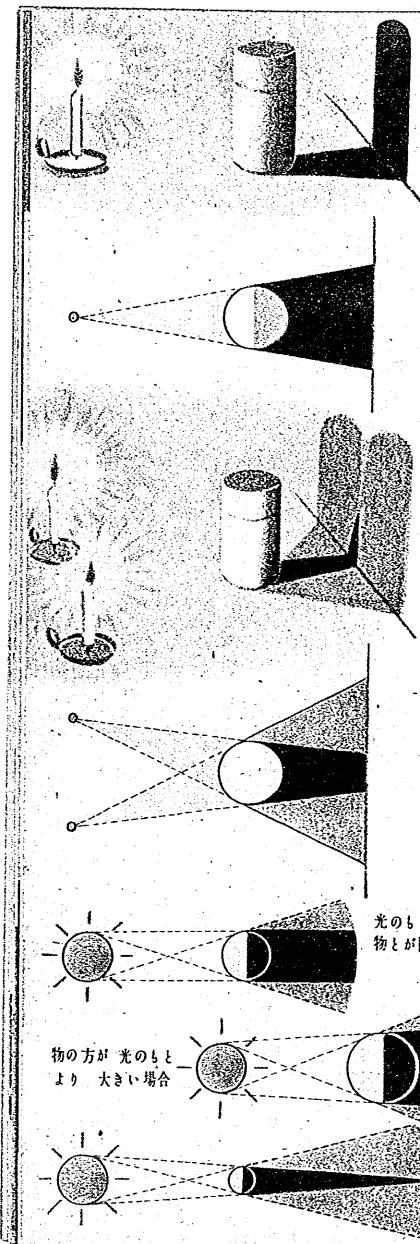
“こんなかげえの人形しばいがあるといわね”と、ねえさんが言いました。みのる君は、この時も、ふしぎなことをみつけました。

それは、いぬのはなとはなが、いまにもくつつきそうになると、そこから黒いかげがこぶのように出てきて、くつついたことです。これには、よしお君もびつくりしました。

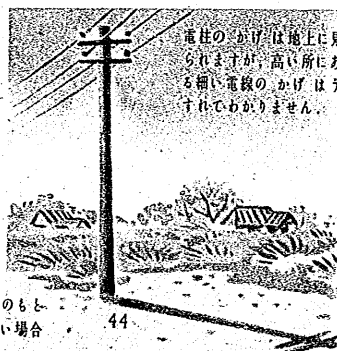
“わあっ、はなの先のたんこぶだ”と、大声を出したので、一度にどつとわらい声がおこりました。ふしぎなことに、そのこぶは両方から同時に出る時もあり、かたほうから出る時もあります。おとうさんが、

“かべに近い手のかげと、遠い手のかげで、ちがうのではないかね”と言ったので、いろいろやってみると、やっぱりそのとおりでした。どうして、こんなことがおこるのでしょう。





4 こいかげ と うすいかげ
 かげえあそび のとき見た こいかげ と う
 すいかげ について、しらべてみましょう。
 暗い へや で かげ を作ってみましょう。
 つくえ の上 に 茶づつ を立て、これから
 20cmばかりはなして ろうそく を立てます。
 茶づつ のうしろの方に、光が全くこない場
 所ができます。これが かげ です。ここに つ
 いたて を立てると、かげぼうし がうつるで
 しょう。かげえあそび は、この かげぼうし
 の形をいろいろかえて、あそんだのです。
 ろうそく をもう1本ふやしてみましょう。
 かげ はどんなになりますか。
 かげ の部分は広がりますが、うすくなり
 ます。茶づつ のうしろには、三角形をしたこ
 こいかげ が見られます。
 うすいかげ は、一つの ろうそく の光でで
 きる かげ を、他の ろうそく の光がてらし
 たためにできたのです。三角形の こいかげの
 所は、どちらの ろうそく から、光がとど
 かない部分です



光は、

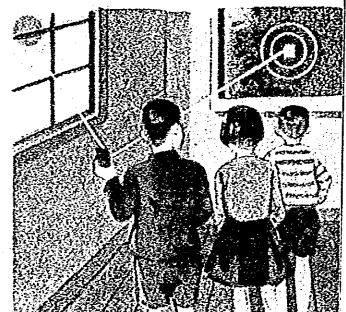
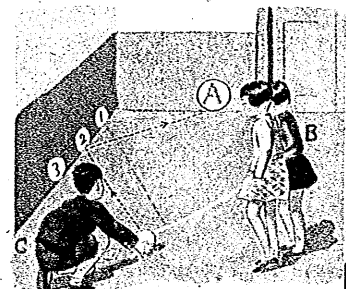
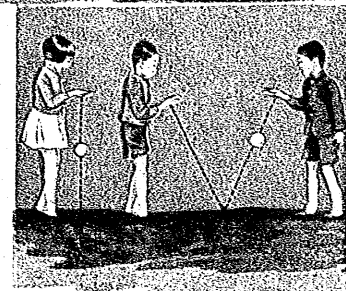
どのように反しやるか

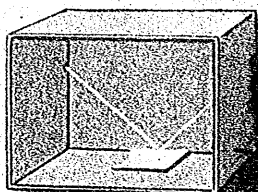
1 鏡による反しや

(1) まりつきあそび まり をまつすぐにおとすと、どちらにはねかえってきますか。まり をななめにおとすと、どちらむきにはねかえりますか。いろいろおとす角度をかえて、しらべてみましょう。

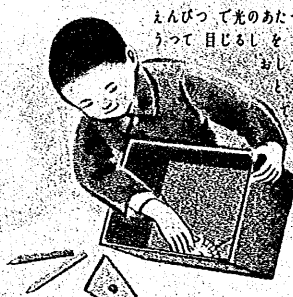
(2) まりあてあそび まり でおもしろい あそび をしましょう。場所は教室の すみ をえらびます。B Cの線から まり をころがして、①②③のうち、どこか一カ所にあてたのち、④の所へ命中させるのです。この あそび に成功する かぎは、まり が かべ にぶつかる角度です。

(3) 光で まど を いるあそび 小さい鏡を持って、Hのさしこんでいる教室の まどぎわ に集まります。鏡でH光を 反しや して、黒板にかいた まどに光をあてる競争をします。鏡に光をうけながら、反しやる光で まど をいるのは、たやすいのですが、光のさしこむ所を板でさぎづつおいて、その かげ の所で鏡を持って、板をとりのけて光がさしこんだ時、鏡で 反しや した光が黒板の まどをいるように、鏡の かたむき をくふう します。これならばという鏡の位置がきまつたら、おおいの板をとります。うまく まど を いましたか。





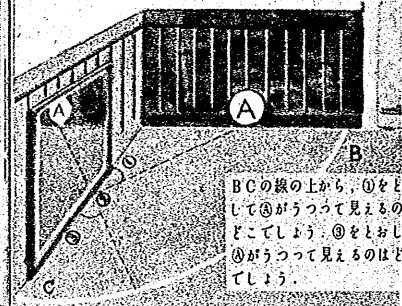
鏡にあたつた光は、どんな 向きに、反しやするでしょう。やすお君は、次のような方法でしらべてみました。あきばこの すみに、光のさしこむ あな をあけます。はこ を 日なたに 持ち出し、あな から日光をさしこませます。はこ の底に鏡をおいて、この光を 反しや



えんぴつで光のあたっている所に点をうって 目じるしをつけ、はこをたおしてから、えんぴつをさしこむ光の通り道に直線を引いて、この直線と鏡との間の角を分度器ではかります。



反しやした光 がさす方のがわに、細長い あな をあけてのぞきあなとし、ここから直様に鏡をのぞいて、光が鏡にあたつて反しやしてくるところを見るのもよいでしょう。



BCの線の上から、①をのぞいて④がうつて見えるのはどこでしょう。②をのぞいて④がうつて見えるのはどこでしょう。

させ、鏡にさしこむ光と、鏡で反しやする光とが、それぞれ鏡とどんな角度になっているか、はかりります。

日ざしが はこのうしろのかべにあたつて、直線をえがくようにすると、はかりやすくなります。

今までにおこなつたいろいろの あそび や実験で、光はどのように 反しやするのか、そこに、ちゃんとしたきまりがあることに気づいたことでしょう。

その きまり を ことば であらわしてごらんない。

(2) の まりあてあそび の時に、鏡を利用して一度で成功する方法はないでしょうか。左のかべに鏡を立て、BCの線にそつて鏡を見ながら歩いて行くと、ちょうど ②の方向に ④の場所がうつて見える所があるでしょう。鏡にうつつた ④を目あてに、まりをここがしたら、どうでしょう。

46

まりの通る道を図にえがいてみると、右のようになります。①や③の所にあたつてから、④にむかつて進むまりの通る道も、かき入れてみましょう。

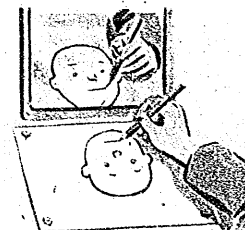
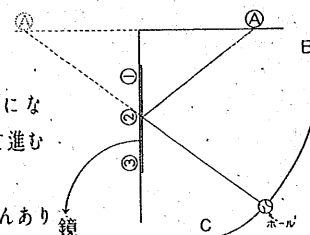
鏡であそぶおもしろい あそび は、まだたくさんあります。つくえの上に紙をひろげ、その上に鏡を直角に立てて、ななめ上から鏡をのぞくと、鏡の中に紙がうつて見えるでしょう。紙を見ないで、鏡の中にうつる像だけを見ながら、人の顔や文字を書いてごらんない。鏡の中に、こちらをむいている顔をかくのです。だれがいたらばん早く、じょうずにかけるか、やつてごらんない。

鏡に自分の顔をうつしてみましよう。

鏡に顔を近よせると、鏡の中の顔も自分に近よります。顔を鏡から50cmほどへだてると、鏡の中の顔もやはり鏡から50cmほど遠ざかり、自分から1mほどの所に、自分の顔がうつっています。上下はそのままで、左右は反対です。右の目をとじてごらんない。鏡の中の顔は左の目をとじるでしょう。

みる君のノート

- (1) 光が鏡に直角にあたると、光はまた もとの方へ 反しやします。
- (2) 光が鏡に ななめにあたると、その 反対がわに 鏡から同じ角度で 反しやします。



百色めがねの作り方

細長い ガラス板を3まい、黒い紙にならべてはりつけます。

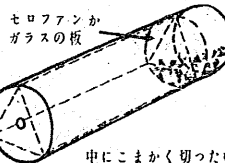


ガラスを内かわにして、三角形の 柱を作ります。

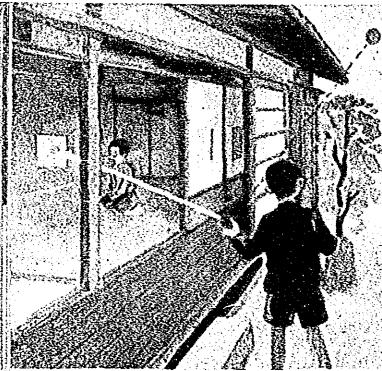


これを、まるい つつに入れます。ここに、のぞきあなをあけた紙をはります。

明かるい方に向けて、あなからのぞきながら、つつをまわしてごらんない。



中にこまかく切つたいろいろの色紙を入れます。



2, 光を出さない物が見えるのはなぜか
電燈や ろうそくの火を見ることができるのは、これから光が出ていて、それが私たちの目にはいるからです。これらを発光体といいます。本や えんぴつ のように、自分から光を出していないものでも見ることができるのは、どうしてでしょう。

うす暗い へや をえらんで、鏡で日光を 反しや させて、その へや をてらしてごらんさい。へや の中 の かべ に白い紙をはり、これに光をあてると、へや の 明かるさはどうかわりますか。光をそらしたり、てらしたりしてみましょう。ひとところをてらすだけで、へや 全体が明かるくなることに気がつくでしょう。

白い紙のかわりに、よくみがいた鏡をかけ、これに光をあててごらんさい。光は、どんなに 反しや しますか。へや の明かるさは、どうなりますか。

白い紙に光があたると、へや の中が明かるくなるのは、てらされた所から光が四方八方に 反しや するからです。

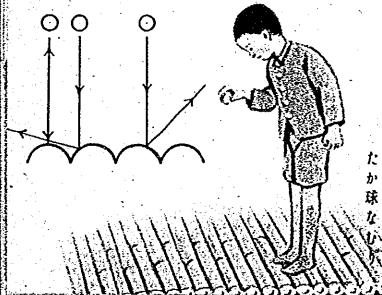
かべ や紙の表面は、平らのもので、よく見るとたくさんの でこぼこ があります。光がこれにあたると、あたった所の小さな面のかたむきぐあいでは、光の 反しや するむきがちがってきます。光は、その一つ一つの小さな面では、きまり 正しい 反しや をしているのですが、全体としては、きまったむきに 反しや しないで、面の でこぼこ しだいで、四方八方に 反しや します。

へや の中 に ほこり がとんでいると、ほこり の表面で光が 反しや するの

で、いつそう明かるくなります。

自分から光を出さないものが見えるのは、その表面で、ほかから来た光を、いろいろのむきに 反しや するからです。

たけをならべたゆかに、ピンボンの球をおとしてごらんさい。球はどんなむきに、はねがえりますか。



水の底は、なぜ浅く見えるか

みのる君と三郎君は、お天気のよい日曜の午後、近所の小川にじみをとりに行きました。水がよくすんでいて、川の底の小石がきれいに見えます。ふたりは、さっそく小川にはいることにしました。

したくができた三郎君は、水の中に足を入れながらひめいをあげました。

“ああ、びつくりした。きみ、深いよ。浅いと思ったのに。”なるほど、みのる君もひざまではあるまいと思っただけで、半ズボンをまくらなければならないほどでした。“水がすんでいるから浅く見えるのかな。”と考えながら、ふと三郎君の足もとを見ました。

“おい三郎君、きみの足がとても短く見えるよ。”

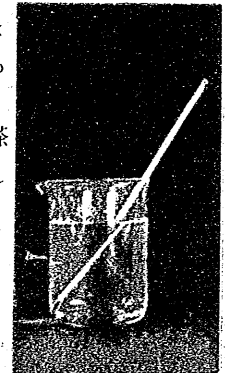
“えっ、なるほど、へんだなあ、きみの足も短く見えるよ。ま上から見るとそんなでもないが、ななめ上から見ると、とても水の中の足が短く見えるんだね。”と、三郎君はみのる君の足と自分の足とをくらべてみました。

みのる君は竹ざれをひろって、

“この竹をものさしにして、川の深さのあてつこをしよう。”と言いだしました。ふたりは、川のあっちこちで、深さのあてつこをしていましたが、川の深さは、見た目より深いことに気づきました。遠くの方がいつそう浅く見えます。“なぜ浅く見えるのだろう。”と考えてみたが、わかりません。

夕食の時、みのる君は、きょうの川あそびでもったぎもんをお話ししますと、ちょうどお茶をのんでいた、おとうさんは、

“みのる、これをごらん。はしを茶わんの中に入れると、お茶の中は、うきあがつて折れたように見えるだろう。”と言いました。みのる君も、コップを使って、いろいろためしてみました。





どんぶりのま
ん中に小石をお
き、この小石がど
んぶりのふちで
見えなくなる所
に立ちます。こ
のどんぶりに水
をそそぎこんで
もらうと、今ま
でどんぶりのふ
ちで見えなかつ
た小石が、うきあ
がつたように見え
てくるでしょう。

水のはいった
どんぶりの中
の小石を、長さ
20cmぐらいの竹
づつを通して見
てごらんさい。
小石が見えたら、
この竹づつを
動かさなくて、
これに長いひご
を通してごらん
なさい。竹づつ
を通して見えて
いた小石を、ひ
ごでさすことが
できたでしょう
か。

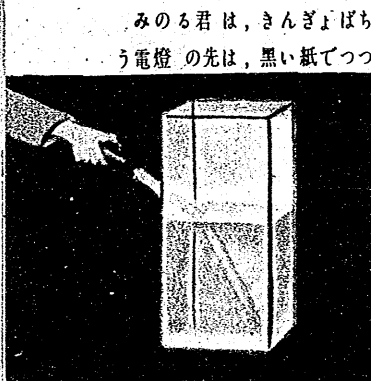


上の実験で、小石から出た光は、水面の所で竹づつの方向にまがったのがわかるでしょう。

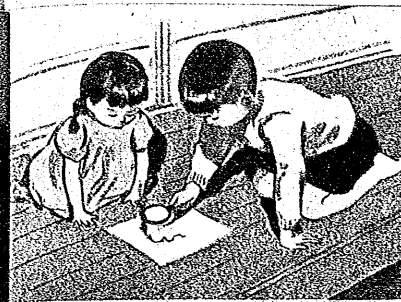
このように、光は質の同じものの中はまっすぐに進みますが、空気から水やガラスなど、質のちがったものの中にはいる時は、光の進みかたがかわります。水の中から空気中に出る時も、水面の所で、光の進む方向がかわります。

このように、光が折れまがって進むことを、光のくっせつといいます。空気中を通ってきた光が水中にはいる時、どのようにくっせつするかをしらべる実験をくふうしましょう。

- (1) 水面に直角にさしこんだ光は、どのように進むでしょう。
- (2) 水面にななめにさしこんだ光は、どのように進むでしょう。
- (3) 水面にななめにさしこんだ光は、水面との角が大きい時と小さい時とは、そのくっせつのしかたが、どんなにちがうでしょう。



みのる君は、きんぎょばちとかいちょう電燈を準備しました。かいちょう電燈の先は、黒い紙でつつんで、まん中に小さなあなをあけました。きんぎょばちには水を半分ばかり入れました。水の中にななめに光をさしこむと、水面の所で光はくっせつします。今まで進んできた方向よりも、水面から遠ざかってまがります。



レンズを通る光

よしお君は、きょう学校で虫めがねを使って、いろいろのあそびをしました。虫めがねで日の光を集めて紙をやいてみたり、虫めがねを通していろいろの物を見たりしました。たいへんおもしろかったので、まさ子ちゃんにやってみせています。

“ねえ、おもしろいだろう。虫めがねで絵や字がかけろよ”虫めがねで日の光を集めて紙の上を動かすと、虫がくったようなやけあとが残ります。

“これで見ると、小さなものが大きく見えるんだよ。ほらね。まあちゃんの手を見てごらん”。

“まあ、きみがわるい。とかげの皮みたい”。

“まあちゃんの手を見てあげよう”。

“あれ、にいちゃんの手が大きいこと”。

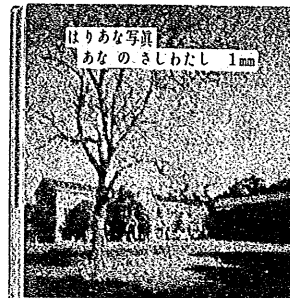
“なあんだ。まあちゃんの手がまだぼやけていてはっきりしないうちに、ぼくの方が先に見られちゃったんだね”。

ふたりで、虫めがねで、いろいろあそんでいる間に、まさ子ちゃんは、よしお君の白いシャツに、外の景色がうつったのを、めざとくみつけました。

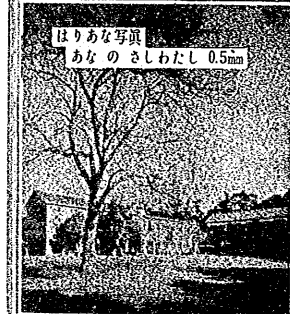
“あら、にいちゃんの手、お庭の木がうつったわ”。

“どれ、あれ、ほんとだ。にわとりがさかさにあるいてる”。

そこへ、みのる君がはりあな写真機を持って、三郎君の所から帰ってきました。ふたりのあそんでいるようすを見て、‘あつ、いいことを思いついた’。と、みのる君はよしお君から虫めがねをかりて、はりあな写真機のあなの所に、はめこみました。はりあなは、さしわたし1cmぐらいにひろげました。



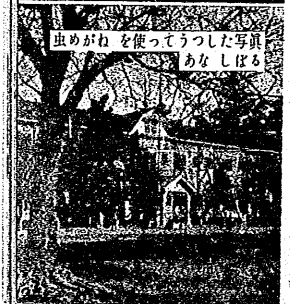
はりあな写真
あなのさしわたし 1mm



はりあな写真
あなのさしわたし 0.5mm



虫めがねを使ってうつした写真
あな あけはなし



虫めがねを使ってうつした写真
あな しぼる

みのる君は写真機をのぞきながら、すりガラスを前後に動かしていましたが、

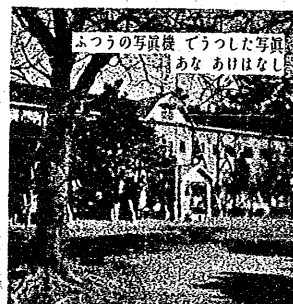
“やあ、素晴らしいぞ。ほんものの写真機ようだ”とさげびました。

景色がさかさにうつることは、はりあな写真機とかわりませんが、ずっと明かるく、はっきりうつります。

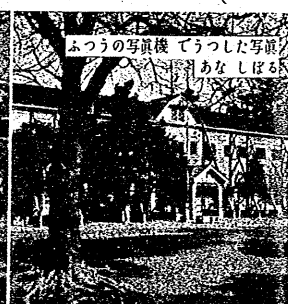
遠くをうつしてみたり、近くをうつしてみたりしていたみのる君は、きよりがかわるにつれて、中のつつを動かして、すりガラスの位置をかえなければ、はっきりうつらないことに気がつきました。このように、レンズとすりガラスとのきよりをかげんして、はっきりうつすことを、ピントをあわせるといいます。

近くの物にピントをあわせるには、すりガラスをレンズから遠ざけなければなりません。遠い景色をうつすには、すりガラスをレンズに近づけなければなりません。

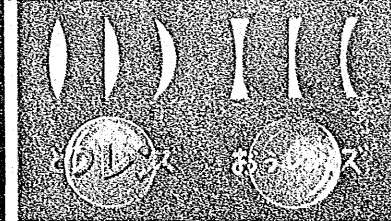
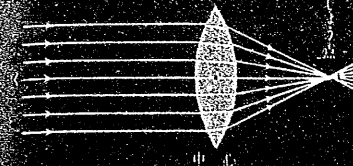
もっともっと遠くにある太陽をうつしてみたら、どうでしょう。この時は、ぎらぎら光る小さな点があらわれるだけです。もしガラスのかわりに、ここに紙をおいたら燃えだすことでしょう。この強く光る丸い点は、遠くにある太陽の像なのです。今までレンズで光を集めたと思っていたのは、この太陽の像を作っていたのです。



ふつうの写真機でうつした写真
あな あけはなし



ふつうの写真機でうつした写真
あな しぼる



この光の集まる点をレンズのしょう点といいます。レンズのじくへ平行にきた光は、しょう点に集まります。

光がレンズを通る時は、ガラスの中にはいる時と、出る時との2回、レンズの厚い方にくっせつして、一点に集まります。

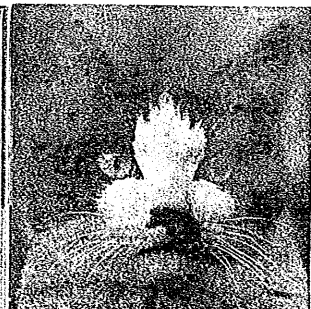
レンズの中心からしょう点までのきよりを、レンズのしょう点きよりといいます。しょう点きよりは、レンズの形や質によってかわります。

レンズには、中央がはしよりも厚くなっているものと、うすくなっているものとがあります。前のものをとつレンズ、あとのものをおうレンズといいます。

研 究

- 1 どんな形のレンズが、物が大きく見えるでしょう。
- 2 どのようにレンズを使ったら、物が大きく見えるでしょう。
- 3 いろいろなレンズのしょう点きよりをはかってみましょう。
- 4 あなたの作ったレンズ写真機でうつせるいちばん近い所は、どのくらいのきよりですか。
- 5 その写真機の前にレンズをもう1まいかさねてみたら、どんなにうつるでしょう。
- 6 おうレンズで物を見ると、どんなに見えますか。
- 7 おうレンズで太陽の光を受けると、どんなになるでしょう。

〔注意〕 レンズで直接太陽や強い光を見ると、この強い光が目集まって、目をやくことがありますから、けつしてやってはいけません。強い光を見る時は、黒いガラス（すすでいぶしたものなど）を使いましょう。



私たちの目

目は、どのようにして物が
見えるのでしょうか。

みつさんは、学年のはじ
めにあった視力検査のことを

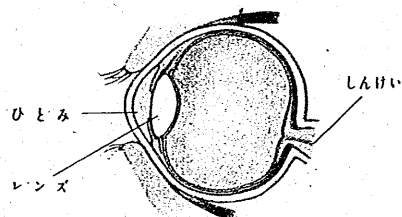


思い出しました。‘お友だちの よしさんは、いつも めがね をかけていま
すが、めがね をはずして検査をうけたら、いちばん上の大きな字が見えないと
いって、なき顔 をしていました。三郎さんは0.6とかいた所の字がやっと見え
るといっていました。私は1.2とかいた小さい字が見えました。見かけは だれ
の目も同じなのに、なぜこんなに見えかたがちがうのでしょうか’

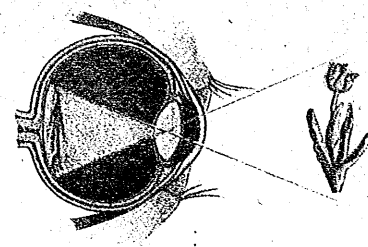
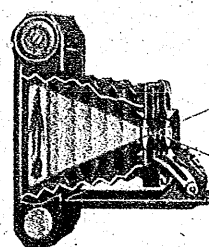
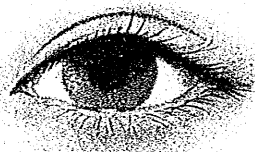
鏡で見た目 目の まん中に黒くすみきった さしわたし3mmほどのまる
い部分があります。これが ひとみ です。その外がわに黒茶色の部分がありま
す。この色は人によってちがっています。外国の人の中には、青みがかった
るのをたくさん見ます。

鏡の前で、かいちゅう電燈 でかたほう の目をてらしながら、左右の ひと
み の大きさをしらべてみると、てらした方の ひとみ は、てらさない方の ひ
とみ より小さいことがわかります。ねこの ひとみ が夜と晝とは、大きさ
がちがう わけ がわかりました。

標本でしらべたこと 人の目は球形をしていて、その さしわたし は2cm
ぐらいです。いちばん外がわには じょうぶ な白い まく があります。光のは
いる前の方だけが、すきとおっています。その内がわに こげ茶色 の まく が
あります。この まく の前の方には、光のはいる あな があります。



54



正面から目を見た時、中央に黒くすきとおったところのあったのが、この あ
な であつたのです。この ひとみ の内がわに、レンズ があります。レンズ の
まわりには、細い糸がついています。

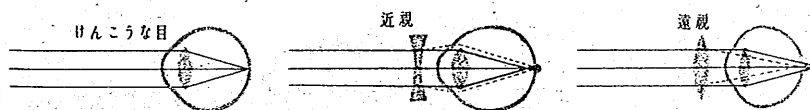
みつさんが しらべたこと を にいさんに話しますと、

“よくしらべたね。人の目も、レンズ と 暗ばこ からできていることは、写
真機と同じだよ。レンズ を通して目の おく に物が さかさま にうつると、
そこにある神経を しげき して、物が見えるということになる。”

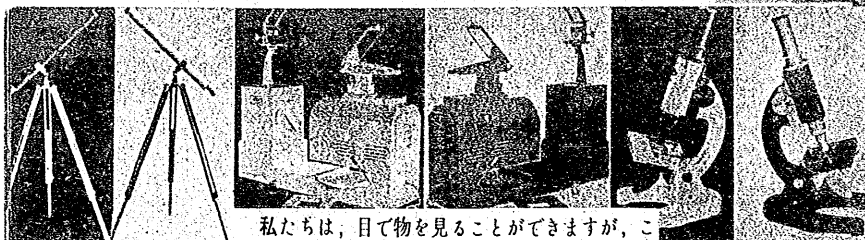
目は写真機とちがつて、レンズ のまわりについている細い糸をゆるめたり、
はったりして、レンズ を厚くしたり、うすくしたりすることができるように
なっている。この はたらき で、遠くにある物も、近くにある物も、目のお
く に、はっきりとうつすことができる。この かげん がうまくできなくなると、
遠い所の物や近い所の物が、はっきり見えなくなる。これが近視や遠視
で、こうなると、めがね でかげん する必要がおこってくるんだよ。”

みつさんは、にいさんの説明を聞いて、この前 レンズ写真機 でしらべ
たことを思い出しました。写真機の レンズ の前にとつレンズ をかさねてみ
たら、しょう点きより が短くなり、おうレンズ をかさねてみたら、しょう点き
より が長くなりました。にいさんは、次のごとをつけ加えました。

“遠視というのは老人に多いが、近視は 子ども でも ゆだん をするとなる
ことがある。暗い所で本を見たり、目を物に近づけて見ることがたびか
なると、近視になる。また、太陽を見つめたり、ざらざらする光で物を見たり
していると、目をいためるよ。気をつけなくちゃいけないね。”



開き不良



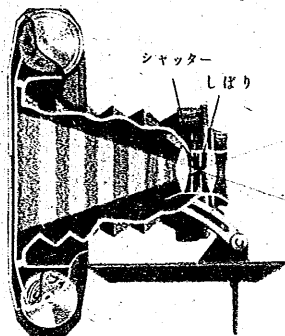
私たちは、目で物を見ることができますが、こ

れにはかぎりがあって、ひじょうに小さい物や遠方にある物などは、はっきり見ることができません。そこで、多くの人が長い間かかって、直接目で見られない世界までも見ることができる機械を研究して、作り出してくれました。

1 物をうつす機械

上の写真

左は葉をぬった板にうつった像
右はこれを印刷紙にやきつけた像
・白と黒が反対になっています。



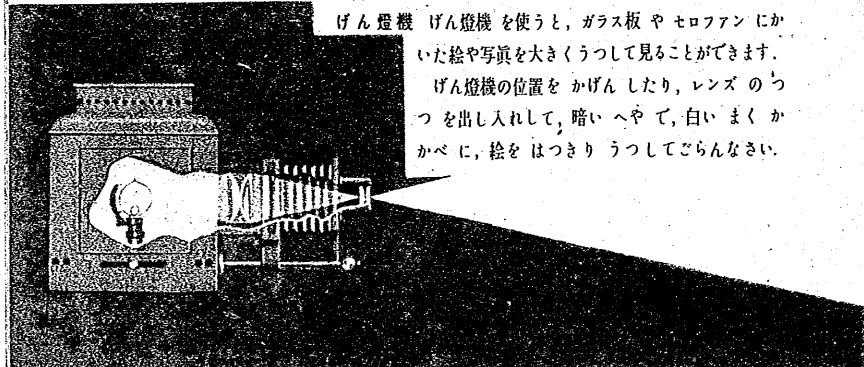
写真機 写真機は、暗ばこにレンズをとりつけたものです。暗ばこは、外から光がもれないようになっていて、多くはのびちぢみできるようになっています。レンズの内がわには、しぼりがつけてあります。これは、光のはいるあなの大さをかげんするものです。

レンズのはたらきで暗ばこのおくに、前方の景色がさかさまにうつります。ここに、光にあたると変化する葉をぬった板をおきます。これに像がうつると、葉が変化します。この葉が光に感ずる速さは、光の強さによってちがいますが、早いものでは1秒のなん百分の一という、目にもとまらない速さです。このような速さですと、運動している人も、ぼやけないでとることができます。それで、レンズのところにはシャッターという機械をとりつけて、光が暗ばこにはいる時間をかげんするようにしてあります。

写真機は、科学の進歩になくはないたいせつな機械です。

げん燈機 げん燈機を使うと、ガラス板やセロファンにかいた絵や写真を大きくうつして見ることができます。

げん燈機の位置をかげんしたり、レンズのつつを出し入れて、暗いへやで、白いまくかかべに、絵をはっきりうつしてごらんさい。



実物げん燈機 写真や木の葉などを鏡にうつし、そのまま大きく向こうのまくにうつすようにくふうした便利なものです

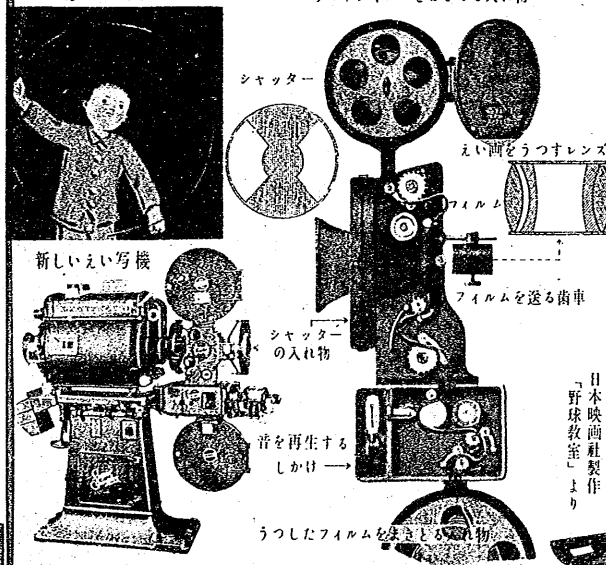
Aの所においた実物に光をあてると、それから反した光はBのレンズを通して、45度にかたむけたCの鏡で反し、前方のまくにうつります。

えい写機 げん燈機では絵が動きませんが、それを動くようにくふうしたものがえい写機です。えい画は、ごくわずかずつちがった写真が1秒間に24うつります。私たちの目にうつった像は、うつっている物を取り去っても、少しの間、そのまま像があるような感じが残ります。それで、少しずつ変わっている写真をスクリーンに次々にうつしていくと、私たちは絵が動いているように感じるのです。

せんこうの火を暗い所でくふてごらんさい。線になって見えるでしょう。

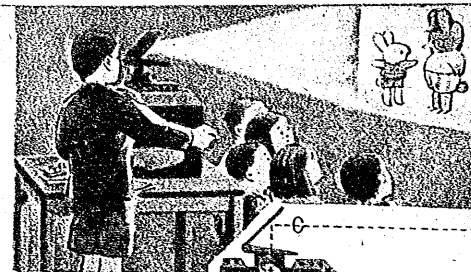
えい写機の構造

うつすフィルムをおさめる入れ物

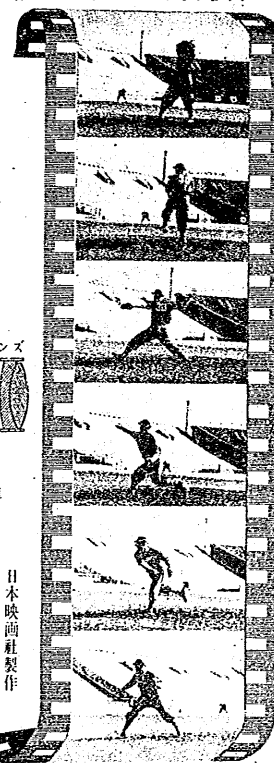


新しいえい写機

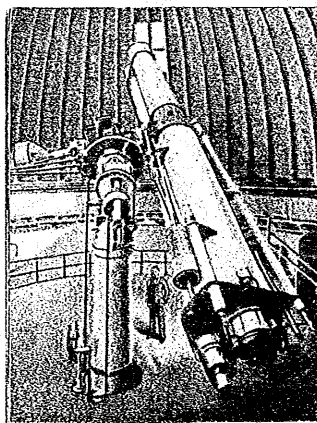
うつしたフィルムをまきとる入れ物



下のフィルムは、動くようすがわかるように、とくに数こまずつはぶいて、つなぎあわせたものです。音の出る部分はのぞいてあります。



日本映画社製作
「野球教室」より



東京天文台の65cm 屈折望遠鏡

(2) 物を大きく見る機械

望遠鏡 望遠鏡は、遠くにあるものを大きく、はっきりと見る機械です。

望遠鏡を発明したのは、オランダのめがね屋さんだといわれています。ガリレイがこれを聞いて、光のくっせつのわけを研究し、おうレンズととつレンズとを組みあわせて、望遠鏡を作りました。

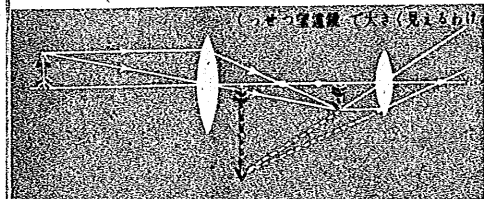
ガリレイは、その望遠鏡を使っ

て、星の研究をし、次々に新しいことを発見したのです。

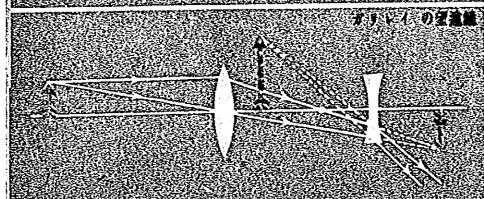
望遠鏡の先にはまっているレンズを対物レンズといいます。望遠鏡は、しょう点きよりの大きい対物レンズを使うほど、大きく見えます。そうすると、つつの長さも長くなり、対物レンズも大ききのわりにうすく、さしわたしも大きくなります。

対物レンズが大きくなれば、望遠鏡にはいる光の量も多くなり、像が明るくなります。このように、対物レンズの大きさは、望遠鏡ののうちをきめるのにたいせつなものですから、ふつう望遠鏡の大きさは、対物レンズのさしわたしでいいあらわしています。

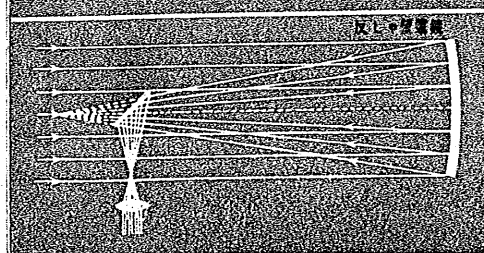
しょう点きよりが大きくて、さしわたしは何メートルもあり、しかもりっぱなレンズは、よういにできません。そこで、対物レンズのかわりに、へこんだ反しや鏡(おう面鏡)を使った、すばらしい大きな反しや望遠鏡が作られました。



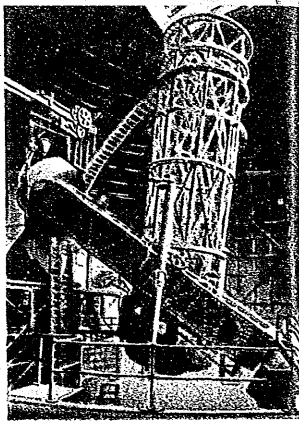
簡単な望遠鏡のしくみ(見えるわけ)



ガリレイの望遠鏡

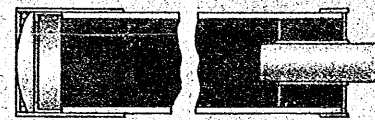


反しや望遠鏡

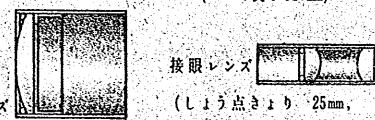


ウィルソン天文台の254cm 反しや望遠鏡

研究 右の図を参考にして、天体望遠鏡を作ってみましょう。レンズのほかに、つつを作る厚紙・あきかん・はりがねなどを準備しましょう。



望遠鏡のつつ (つつの長さ610mm)



接眼レンズ (しょう点きより 25mm)

対物レンズ

(さしわたし 12.5mm)

けんび鏡

(しょう点きより 600mm, さしわたし 40mm) さしわたし 12.5mm)

目に見えないような小さな物を大きくして見るためにけんび鏡が発明され、しだいに改良されて、科学の世界の大発展がなされました。

このけんび鏡は、げん燈機と虫めがねとを組みあわせた機械ともいうことができるでしょう。見ようと思うものに強い光をあてて、しょう点きよりの短いレンズを通して大きくうつし、その像をレンズで大きくして見るようにくふうしてあります。

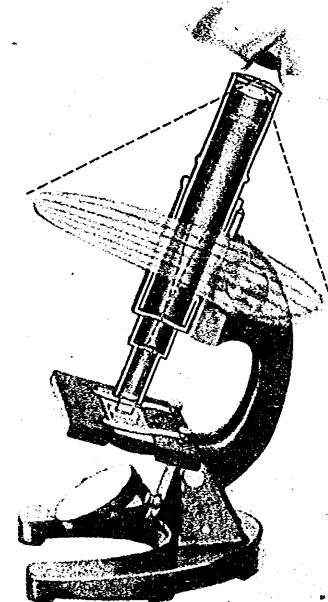
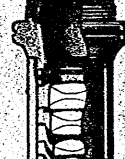
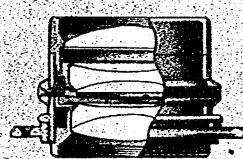
今では、数百倍から二千倍ぐらいまで大きくして見ることのできるけんび鏡が作られていますが、レンズを使ったけんび鏡では、これ以上、限りなく大きくして見ることはできません。

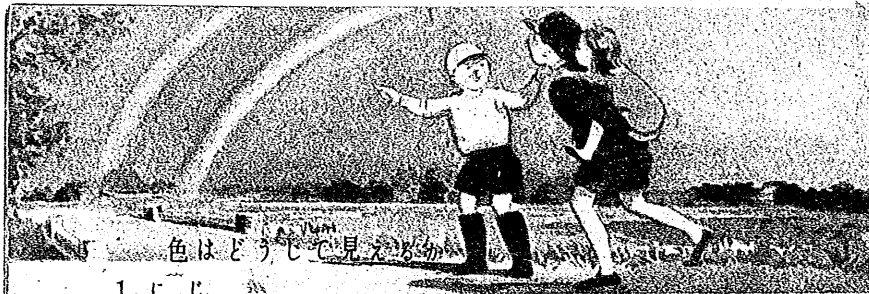
このように、私たちの目では直接見られないような物を見ることができるようになったのは、みなレンズのはたらきをうまく使ったおかげです。よいレンズを作るためには、ひじょうな苦心がはらわれています。像がゆがんだり、不必要な色がついたりしないように、いろいろなレンズを組みあわせて、一つのレンズの役目をはたさせています。

レンズがいくまいも組みあわせてあります

けんび鏡のレンズ

写真機のレンズ





1. にじ

夕だち がさつと通り過ぎて、のき から落ちる 雨だれ がじずかになったころ、長ぐつ の音をバタバタさせて、よしお君 が走ってきました。

“にいさん、来てごらんよ。きょう の にじ は二つも見えるよ”これを聞くと、みのる君 は大いそぎで、まさ子ちゃん をおぶって外にとび出しました。

北東の空を見あげると、大きな二重の にじ が、目もさめるような美しい色を見せて、夕だち の過ぎさつたすがすがしい空をかざっています。

“まあ、きれい”と、まさ子ちゃん は大よろこびで手をたたいています。

“あの にじ の立っている山の所まで行ってみたいなあ。そうしたら、にじ がつかめるかもしれないね。にいさん”と、よしお君 は ゆめ 見るような目で空を見あげました。

“にいさん、にじ は雨と なかよし だね”。

“うん、そうだよ”。

“にじ の橋って、ほんとにまるいんだね。おひるごろ でも出るの”。

“さあ、朝か 夕がた に多いんだろう”。

“そう、……。ぼく いつか はれた日 に公園で にじ を見たよ”。

“公園で、……。あつ、見てごらん。にじ が だんだんうすれてきたよ”。

“つまらないなあ、……。ぼく、ほんとに にじ を ふん水 の所で見たんだよ”。

“ふん水 で。ああ、いいことを思いついた。今、にじ を作ってあげるよ”。

みのる君 は、おかあさんの きりふき をかりてきました。

“どうするの、にいさん”

“まあ、見てごらんよ”。



みのる君 は太陽を せ にして、力いっぱい きりをふきました。小さな水の つぶ が、にじ の色にそまるのではないかと思われるほどでした。

“にいさん、にじ の立った山の方にも、こんなきり があるんだね”。

“うん、夕だち のあとだからね”。

“夕だち のあとだったら、にじ はいつても出るの”。

“日がてつていなくなったら、だめだろう”。

“日の光が きり にあたると、どうして にじ の橋になるの”。

“うん……”みのる君 は よしお君 の 質問ぜめ にあつて、とうとう こうさん してしまいました。

あくる朝早く、おとうさんは、みのる君 たちを庭につれ出しました。葉の先についた つゆの玉 が朝日をうけて、きらきらかがやいています

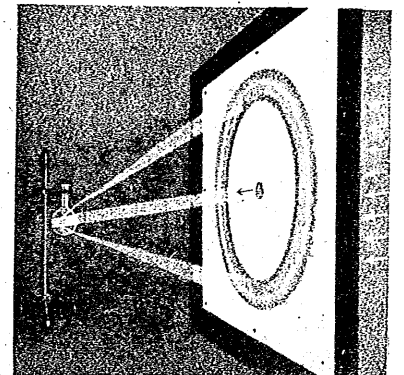
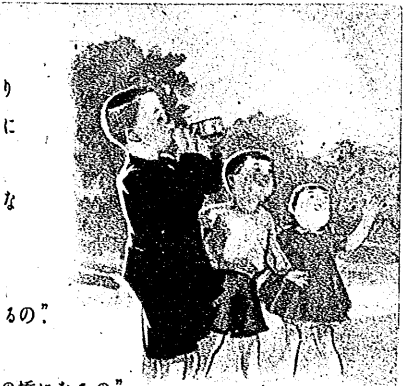
“あの つゆの玉 が、どんな色に見えるか注意してごらん”と、おとうさんはおっしゃいました。同じ つゆの玉 でも、目の位置をかえると、色がかわつて見えます。すきとおった 水の玉 が、どうして、このようないろいろの美しい色に見えるのでしょうか。

2. 物の色

みのる君 は、‘よし、これを研究しよう’と思いながら学校に行きますと、先生は みのる君 の心の中を見ぬいたように、次のようなお話をなさいました。

“私たちの目は、物の形や明暗を見わけるばかりでなく、色を見わけることができます”。

“花や鳥のはねは、どうしてあんなにきれいなんだろう”というような ぎもん を、みなさん ももつたことがあるでしょう。



私たちは、いろいろな色を感じるから、美しくたのしい生活ができるのです。目の見えない人が急に見えたら、美しい色の世界に、さぞびつくりすることでしょう。

私たちは、いろいろの色を見ていますが、色についてあまり知っていません。目の見えない人から「赤色って、どんなものですか。とたずねられたら、なんと答えますか。色は感じなのですから、感じたことのない目の見えない人には、説明のしようがないでしょう。ところが、色を見ている私たちでさえ、「色とは何か。と聞かれたら、こまってしまう人が多いでしょう。さあ、これから、このようなことについて、しらべることにしましょう。」おもしろい色の研究が、先生のこのようなお話につづいてはじまりました。

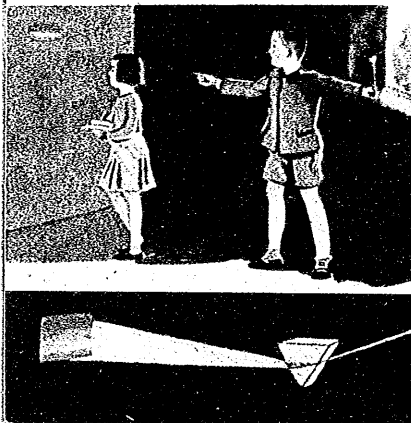
三郎君の はんの研究

鏡で光を 反しやした時、鏡のはしの方から出る光が色づいて見えるのがふしぎでたまりませんでした。このことを先生にお話すると、「これでしらべてごらんさい。と、プリズムをかしってくださいました。プリズムは、切り口が三角形をした ガラス です。

暗くした へやに、細い あなから日光をさしこませ、これを プリズムにうけると、光は、プリズムでくっせつして、かべの上に美しい色の帯ができます。これをよく見ると、無数の色の光がならんでいます、大きくわける

と、赤・だいだい・黄・緑・青・あい・むらさきの7色になります。

このことを みんなに発表しますと「やっ、にじと同じ色だ」と、みのる君が感にたえないような声を出しました。そして、みのる君から にじについて観察したことの発表がありました。



62

みつ子さんの はんの研究

これは、日なたで おせんたくをしていた時に気づいたことをもとにして研究しました。

図のように、小さな すきまから日光を水面にさしこませ、これを水中で、鏡を使って 反しやさせます。水中から出てきた光を白い紙に受けると、美しい色の帯が見られました。

よし子さんの はんの研究

(1) 赤ガラスを すみをぬった紙の上において見ますと黒く見えますが、白い紙の上において見れば、赤く見えます。

(2) 赤ガラスをとおした光を、赤い紙と白い紙とに受けますと、両方とも赤く見えますが、青色の紙に受けますと黒ずんで見えます。

(3) 赤ガラスを日光をとおして見ると赤く見えますが、青い光をとおして見ると黒ずんで見えます。

たけし君の はんの研究

7色回転板を回転しますと、その板面の上に色どつたどの色も見えないで、うすい ばい色がかった白色に見えます。

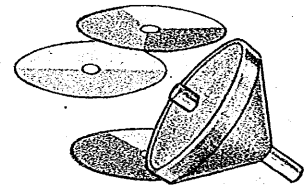
こまの 上の面に、7色にぬりわけた厚紙をはめこんでまわしてみましたが、同じでした。

こまに赤と黄とか、赤と黄と青とかいうように、2色または3色ぬりわけた厚紙をはめこんで、まわしてみました。また、これと同じ色の 絵の具を2色または3色まぜあわせて こまの場合とくらべてみました。こまの場合と 絵の具の場合とは、ちがった色になることを発見しました。

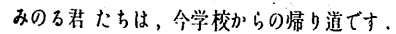
色の三原色 光の三原色



63



~~K-160-4-4~~



“紙でも かべでも、太陽の光を 反しや するんだから、ぼくたち の 目にはいるのは、太陽の光だよ。白いものは、太陽の光のいろいろの色の光を、みんな 反しや するんだろう。”

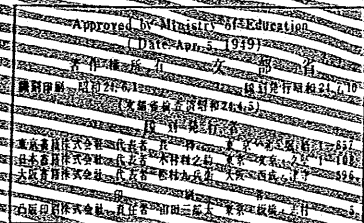
“白っていうのは、紙の色で、太陽の光の色じゃないんだろう。”

.....

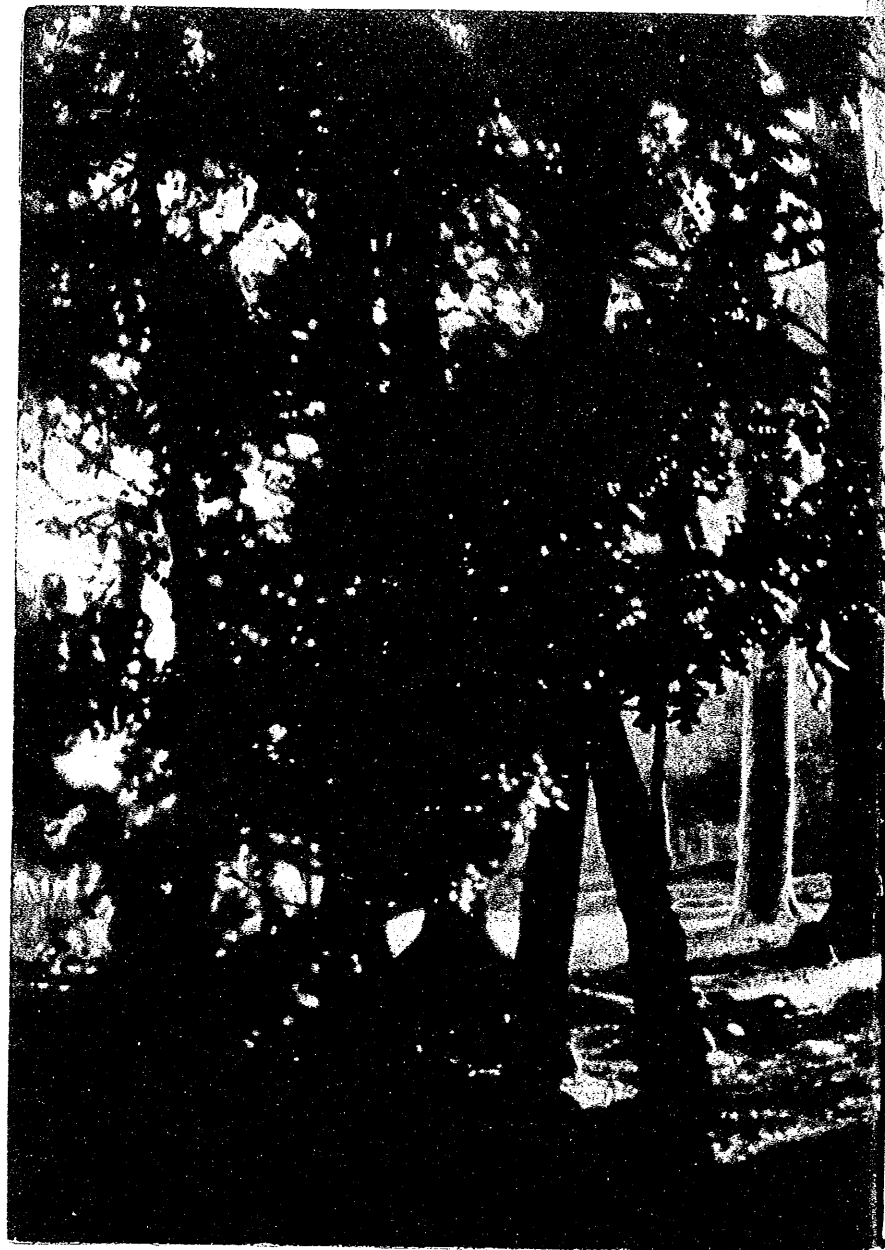
“あれは光っているのよ”。

“じゃあ、白色でやはりいいのかしら。すきとおった太陽の光が紙にあたる
と、白くなるなんて、ふしぎね。”

話し興ずる 子どもたちの上に、日の光が さんさん とふりそそいでいます。



¥45.70

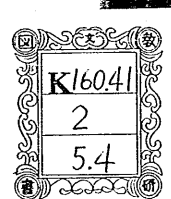


①

第五学年用 小生の科学

14. 電じやくはどのように使われているか

15. 機械や道具を使うと どんなに便利か



文
著作教科書