

60050

教科書文庫

6
420
45-1949
01304 49865

Kodak Gray Scale



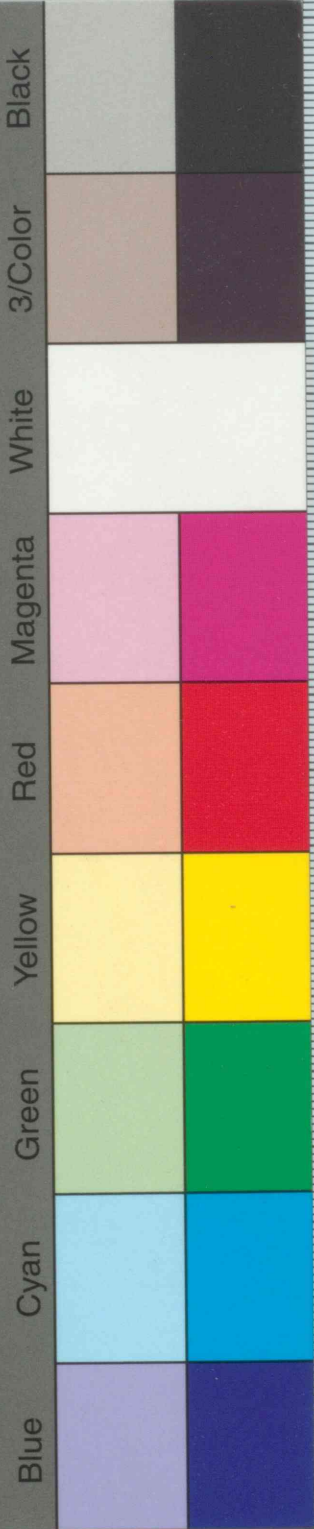
© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



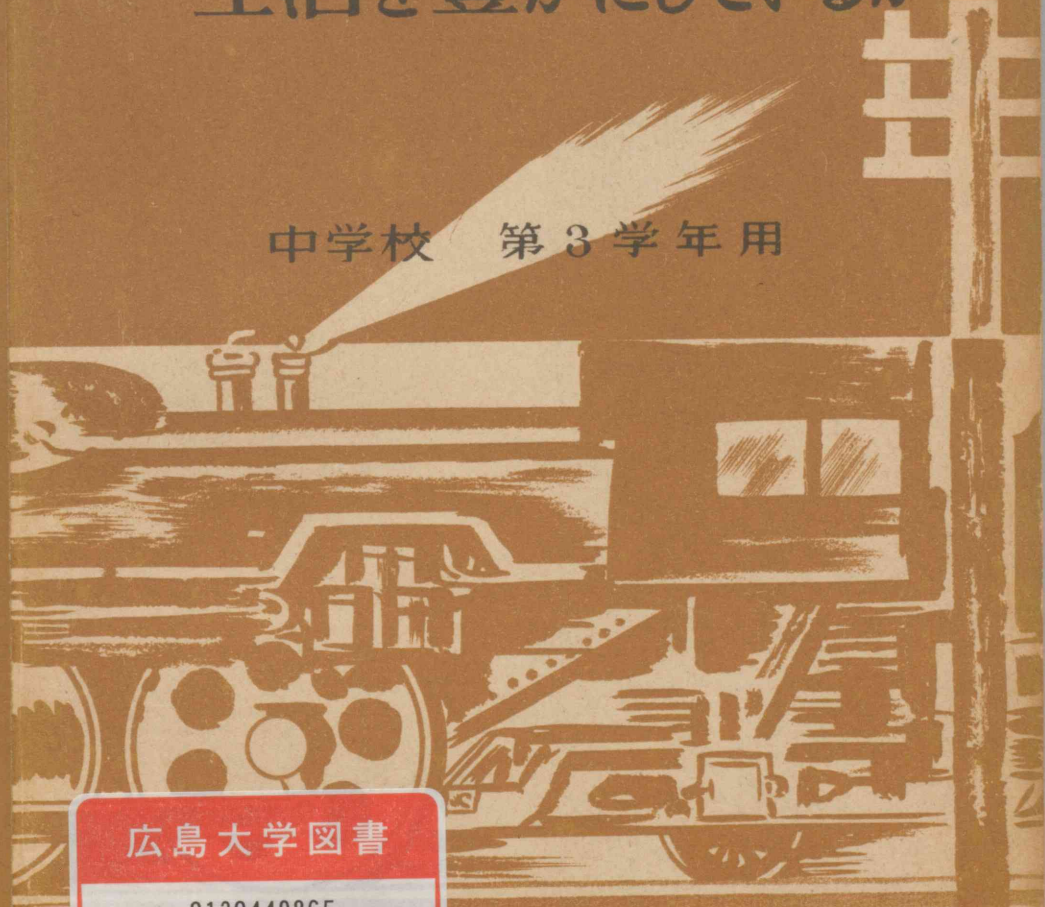
教科書文庫
6
420
45-1949
0130449865

文部省検定済教科書

私たちの科学 16

交通通信機関はどれだけ生活を豊かにしているか

中学校 第3学年用



広島大学図書
0130449865



三省堂



中央図書館

教科書文庫

6

420

45-1949

0130449865

昭和24年10月10日 文部省検定済
中学校 理科用

私たちの科学 16

交通通信機関はどれだけ
生活を豊かにしているか

中学校 第3学年用

三省堂編修所編
代表者 亀井寅雄

広島大学図書

0130449865



広島大学図書

0130449865



三省堂出版株式会社

編修委員長 野 口 尚 一

編 修 委 員

浅 生 貞 夫	新 野 弘
藤 島 亥 治 郎	丘 英 通
萩 原 雄 祐	大 越 諱
島 山 久 尚	桜 井 芳 人
星 合 正 治	白 井 俊 明
加 藤 元 一	須 藤 俊 男
加 藤 茂 数	田 村 剛
三 野 与 吉	谷 村 功
三 輪 知 雄	友 野 史 生

目 次

I 通信はどのようにしてはじまり、どのようにして発達し、どのように用いられているか	1
II 電報はどのようにして送られるか	3
1 簡単な電信のしかた	6
2 二重通信とはどんなものか	8
3 電報を早く送るには	10
III 電話はどのようにしてかけられるか	11
1 電話で話ができるわけ	11
2 音はどのようにして電流の変化に換えられるか	13
3 電話のしかた	17
4 共電式電話とはどんなものか	19
5 交換手を使わないで電話がかけられるだろうか	20
IV ラジオはどのようにして送られ、どのようにして伝わり、どのようにして受けられるか	24
1 ラジオと普通の電信や電話とはどこが違うか	24
2 ラジオはどのようにして送られるか	26
3 電波はどのようにして伝わるか	28
4 ラジオはどうしてきこえるか	31
5 共振とはどんな働きか	35
V 真空管とはどんなものか	36
1 真空管はどのようにして考えられたか	37
2 真空管はどんな働きをするか	38
3 三極真空管はどんな働きをするか	41
(1) 増幅	41

(2) 検波	42
(3) 発振	44
(4) 変調	45
VI ラジオの受信機はどのように働くか	47
1 ラジオ受信機の組立	47
2 スーパーヘテロダイン受信機はどんな働きをするか	50
VII 鉄道はどのようにして働いているか	58
1 蒸気機関車はどのようにして動くか	56
(1) 蒸気機関はどのように発達してきたか	57
(2) 蒸気機関はどのようにして動くか	59
(3) 機関車のかまはどうなっているか	61
(4) 蒸気機関車にはどのようなものがあるか	67
2 電気機関車や電車はどのようにして走るか	71
3 鉄道車輛 <small>りょう</small> はどんな所を走っているか	77
(1) 線路はどのように造られているか	77
(2) トンネルや鉄橋はどんな役を果たしているか	81
VIII 自動車はどのようにして走るか	84
1 自動車の機関はどのように働くか	84
2 自動車の構造はどのようになっているか	88
3 自動車はどのようにして運転するか	94
IX 水上・空中の交通機関にはどんなものがあり、どのように働いているか	97
1 船はどんな形をしているか	97
2 船はどんな機関で動かすか	101
3 飛行機はどのようにして飛ぶか	105
索引	1~4

I 通信はどのようにしてはじまり、どのようにして発達し、どのように用いられているか

人間が獣にまじって、原始の生活をしていたころ、すなわちひとりぴりの生活をしていたころは、通信の必要はなかった。しかし、その後多くの人が集まって団体生活をするようになって、敵を防いだり、大がかりな狩りをやるときに、お互に連絡するために、通信をすることが必要になった。

そこで、煙や火や鐘やらっぱや銃砲などのあいつで連絡することが考えられ、用いられてきた。

これらは、光や音を用いて、直接意志を相手に伝えるのであるが、自分の意志を文字に表わし、これを相手にとまけて通信する方法がある。わが国では奈良朝時代から徳川時代にわたって、飛脚ひやくといわれるもので、便りを人が持って、走ったり、馬に乗ったり、早駕籠はやかごに乗って運んだのである。

しかしこの通信は、早く、確かに行われることがたいせつである。最近では、汽車や飛行機で運ぶので、時間が非常に短くなっているが、さらに電気を利用する電気通信が考えられてからは、ごく短い時間で通信ができるようになった。

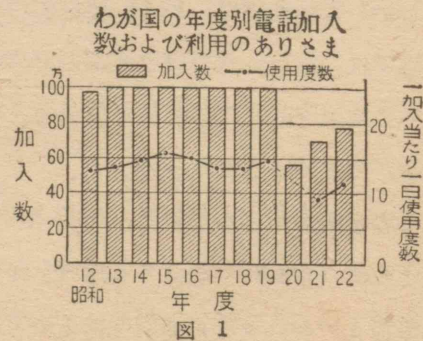
この電気を用いる通信は、1837年アメリカ人モールスが、短点と長点との組み合わせで通信する機械を発明してから急に進歩した。これが電信といわれる電気通信のはじめである。そして、このモールスの

考えた電信は、1844年にワシントンとバルチモアの間ではじめて実際に使われた。その後1875年にアメリカ人ベルがはじめて電話を発明し、1876年にボストンとケンブリッジとの間で、電話で話をすることに成功した。これらは、電線を通る電流を利用するものであって、それぞれ有線電信・有線電話といわれる。

その後1897年になって、イタリア人マルコーニがはじめて電波を利用して、イギリス海峡を横ぎって通信することに成功した。これは無線電信といわれるものである。引き続き無線による電話も実際に用いられるようになった。

わが国では、1869年にはじめて電信が東京と横浜との間で使用された。その後、順次発達して今日に至っているが、現在(1948年)では、54km²に対して電信局が一つの割合にある。イギリスは一局当たり18km²、フランスでは14km²である。これらに比べて日本はまだまだ劣っている。

電話は、ベルが電話を実際に使った翌年の1877年にわが国へ伝えられたが、1890年に東京と横浜との間で実際に使われた。その後発達して太平洋戦争前では、加入者は約110万であった。しかし、これを人口100人当たりについて考えると加入者は約1人であって、アメリカの約8人、イギリスの約3人などに比べるとまだまだ少ない。わが国の電話加入者の状態を示すと図1のとおりである。



わが国の無線電信は、1908年にはじめてできたのであって、銚子の海岸に無線局ができて通信をした。無線電話は、1916年に伊勢湾口の島とその対岸との間で実際に使用された。次に、電気通信と私たちの生活との関係について考えてみよう。

電気通信は国の神経のような働きをされると考えられる。たとえば、大正12年の関東大地震のときに、新聞社が大部分焼けたり、わが国の電気通信が全く働かなくなって、確かな知らせがいっさいとまったため、いろいろの流言が伝わって、人々はたいへん不安になり、社会の秩序がひどく乱れたことがある。これは国の神経ともいわれる通信が働かなくなったためである。

また、この通信は、政治や外交や産業や経済などすべての方面にたいせつな役目を果たしている。交通機関が安全に確実に運転できるためにも電気通信がたいせつであり、警察の通信や気象の通信、船舶の通信、漁業の通信、航空機との通信などにも利用されている。また、通信の一つである放送も私たちの生活にたいへん役立っている。写真電送やテレビジョンなども通信の一つと考えられ、これらがじゅうぶん利用されるならば、私たちの生活はどんなに豊かになるだろう。

II 電報はどのようにして送られるか

文字を電流の変化に変えるにはどうすればよいか。

電信とはどんなものか。

継電器とはどんなものか。

二重通信はどのようにしてできるか。

研究1 近くの郵便局か電信局へ行って、電報がどのようにして送られ、また、どのようにして受けられるかを調べてみよう。

研究2 ある一定区間において、電報は何時間ぐらいで相手にとどき、手紙は何日ぐらいかゝるかを調べ、電報は手紙よりどれくらい早いかを調べてみよう。

手紙は、自分の意志を相手に伝えるのにたいへん便利であるが、時間がかゝるから、急ぐときは電報を打つのである。電報では手紙ほどいろいろのことが書けない。それで、おのおのまさった点があり、両方が利用されている。

電報は電信によるのであって、電信は、通信しようとするものすなわち文字や記号を一つの符号に換え、それを電流に換えて送るものである。

文字や記号を一つの符号に換えるには、モールスが考案したモールス符号を用いる。これは図2のとおりであって、短点と長点との組み合わせである。

電信には、そのしかたでいろいろのものがある。直流を用いるものや、周波数の高い交流を用いるものがある。また、陸上の通信に用いるものや、海を隔てて通信するのに用いるものなどがある。陸上のは、電柱に電線を張ってそれに電流を流すのであるが、海を隔てて行うときは、海底ケーブルといって、海水がしみこまないように電線を包み、それを海の底に入れたものを使うのである。

欧 文		和 文			
A	— — — —	イ	— — — —	ノ	— — — —
B	— — — —	ロ	— — — —	オ	— — — —
C	— — — —	ハ	— — — —	カ	— — — —
D	— — — —	ニ	— — — —	マ	— — — —
E	— — — —	ホ	— — — —	ケ	— — — —
F	— — — —	ヘ	— — — —	フ	— — — —
G	— — — —	チ	— — — —	コ	— — — —
H	— — — —	リ	— — — —	エ	— — — —
I	— — — —	ヌ	— — — —	テ	— — — —
J	— — — —	ル	— — — —	ア	— — — —
K	— — — —	ヲ	— — — —	サ	— — — —
L	— — — —	ワ	— — — —	キ	— — — —
M	— — — —	カ	— — — —	ユ	— — — —
N	— — — —	ヨ	— — — —	メ	— — — —
O	— — — —	タ	— — — —	シ	— — — —
P	— — — —	レ	— — — —	ヤ	— — — —
Q	— — — —	ソ	— — — —	エ	— — — —
R	— — — —	ツ	— — — —	ヒ	— — — —
S	— — — —	ネ	— — — —	モ	— — — —
T	— — — —	ナ	— — — —	セ	— — — —
U	— — — —	ラ	— — — —	ス	— — — —
V	— — — —	ム	— — — —		
W	— — — —	ウ	— — — —		
X	— — — —	キ	— — — —		
Y	— — — —				
Z	— — — —				
1	— — — —	一	— — — —		
2	— — — —	二	— — — —		
3	— — — —	三	— — — —		
4	— — — —	四	— — — —		
5	— — — —	五	— — — —		
6	— — — —	六	— — — —		
7	— — — —	七	— — — —		
8	— — — —	八	— — — —		
9	— — — —	九	— — — —		
0	— — — —	〇	— — — —		
・	— — — —	二重線	— — — —		
、	— — — —	濁点	— — — —		
：	— — — —	半濁点	— — — —		
？	— — — —	長音	— — — —		
、	— — — —	区切	— — — —		
、	— — — —	段落	— — — —		
()	— — — —	下向括弧	— — — —		
/	— — — —	上向括弧	— — — —		
—	— — — —	斜線	— — — —		
—	— — — —	字下線	— — — —		

図2 モールス符号

1 簡単な電信のしかた

研究 3 図3は、最も簡単な電信のしかたである。このような装置で、どのようにして電信が送られるか調べてみよう。

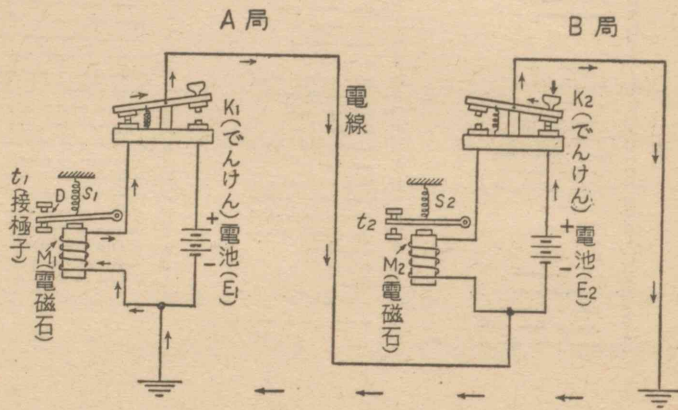


図3 簡単な電信のしかた

いま図3で、B局のでんけん(電鍵) K_2 を下へ押さえると、B局の電池 E_2 によって、図の矢印のように、電流が電線と大地とを通過して流れる。この電流がA局の電磁石 M_1 を通り、接極子 t_1 を引きつける。そのために接極子がD点の下にあたって音を出す。次にB局のでんけんを離すと、電流は流れなくなり、A局の接極子 t_1 がスプリング S_1 によって引かれて上へあがり、D点の上をたたく、そのため音が出る。そこでB局のでんけんをモールス符号

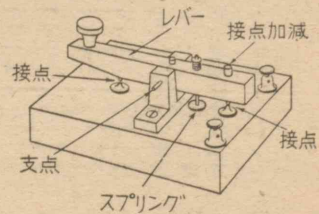


図4 でんけん(電鍵)の一例
図で普通レバーはスプリングで引かれ前方の接点が接している。いまレバーをおさえると支点を中心としてレバーが動き、後方の接点が接する。

に応じて、押さえたり放したりするとモールス符号に応じた電流が流れ、A局の接極子が上下し、モールス符号に応じて接点Dの上下をたたくいて、音が出る。この音をきいてB局から送られてくるモールス符号を知ることができる。

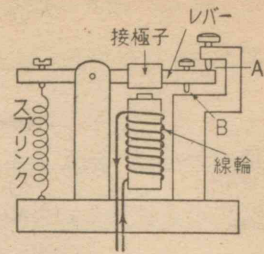


図5 音響器の一例

線輪に電信符号に応じた電流が流れると接極子が引かれてレバーがB点をたたくいて音を出し、電流が流れなくなると、スプリングの力でレバーがはねかえりA点をたたくいて音を出す。

この装置でわかるように、電信で通信するには、送信器と受信器と線路とが必要である。

送信に用いられるでんけんの構造を示すと図4のとおりである。また、受信に用いられる音を出すものは、音響器といわれ、その構造を示すと図5のとおりである。次に、線路がかなり長くなると、受信側にとゞく電流が非常に弱くなって、音響器を直接働かせることがむずかしい。そこで継電器というものを用いて、強い電流を作って音響器を働かせている。

継電器にはいろいろのものがある。

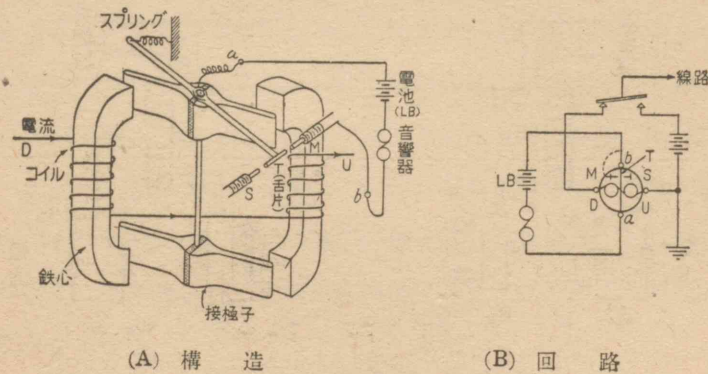


図6 継電器の一例

研究4 図6は継電器の一例である。この働きについて調べてみよう。

継電器には、耐久磁石を使うものと使わないものがあるが、図は耐久磁石を使わないものである。図6でいま、線路から送られた電流がDからUへ流れると、鉄心に巻かれたコイルの中を電流が流れるから、それが電磁石となって、接極子が引かれて、舌片TがMにつく。そのため、電池LBによる電流が音響器を流れ音が出る。舌片と接極子とは軽く作られているから少しの電流で働き、電池LBでじゅうぶんの電流を流せば音響器はよく働く。

2 二重通信とはどんなものか

図3のような電信のしかたでは、一つの局が送っている間は、他の局は受けるだけである。もし、同時に両方の局で送ったり受けたりすることができたらたいへん便利である。一つの局が送っている間、他

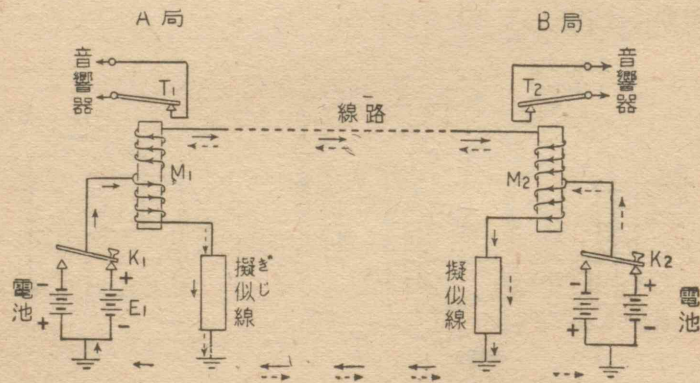


図7 二重通信の一例

の局の送れないしかたは単信法といわれ、同時に二つの局が送れるしかたは二重通信法といわれる。どうすればこの二重通信ができるだろうか。

研究5 図7はAとBとの両方の局で、同時に送ったり受けたりすることができる電信のしかたの一例である。この働きについて調べてみよう。

図で、 M_1, M_2 は継電器の電磁石であって、コイルが全く等しい二つに分かれており、一つのコイルは線路へ、他のコイルは擬似線へつながれている。この擬似線というのは、線路と全く等しい性質のものである。いま、A局のでんけん K_1 を押さえたとしても、電流は実線の矢印のように流れ、A局の電磁石 M_1 は半分ずつ反対の向きの電流が流れるから働かない。したがってA局の音響器は働かない。しかし、一方B局の電磁石 M_2 には電流が同じ方向に流れるから、舌片 T_2 を引きつけ、B局の音響器は働くから通信ができる。この状態のときに、B局のでんけん K_2 を押さえると、図の点線の矢印のような電流が流れようとするが、既に実線の電流が流れているから、線路では両方が互に打ち消し合って流れなくなる。それでA局では、 E_1 による電流が M_1 の半分とA局の擬似線を通して流れ、そのために T_1 が引かれA局の音響器が働く。これは結局B局からの電流で働くことに等しい。B局でも同様に考えられ、両局から同時に送ることができる。

3 電報を早く送るには

いままでの電信のしかたは、送るときに、人がでんけんをたゞいて通信する手送り式である。この方法で1分間に送られる字数は早くて和文 95 字ぐらいである。もっと早い送り方として、機械を使って自動的に送る方法がある。それを受けるのも、早くなると音響器で受けるのが困難となるから、これ

も機械を使って自動的に受けるようにする。このようなしかたを自動電信といっている。

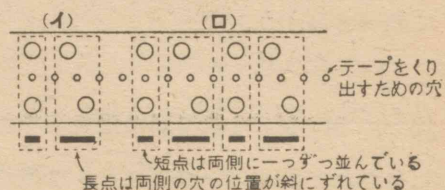


図 8 自動電信に使うテープ

この自動電信で送るときには、図 8 のように、紙のテープに穴をあけたものを使う。これを自動送信機という機械にかけると、中央の穴へくり出すための車の歯車のはまり、くり出される。そのとき紙の下から 2 本の針が常にテープをたゞくようになっており、片側の穴から針が出ると電流(実際は記号のための電流)が流れ、他の穴から針が出ると電流が流れなくなり(実際は間隔のための電流が流れる)、モールス符号が送られる。受ける側では、テープに自動的に符号を書かせるようになっている。この方法で通信すると、和文で 1 分間に 150~200 字を送ったり受けたりできる。

- 問 1 電信の原理について述べなさい。
- 問 2 電信用のでんけんはどんな構造でどんな働きをするか。
- 問 3 音響器の構造とその働きについて述べなさい。

問 4 継電器はなんのために用いられ、どんな働きをするか。

問 5 二重通信のしかたについて述べなさい。

III 電話はどのようにしてかけられるか

遠く離れている人と話ができないだろうか。

音はどのようにして電流の変化に換えられるか。

共電式電話とはどんなものか。

交換手を使わないで電話がかけられるだろうか。

光や音を直接利用して通信することができるが、非常に遠いところとの通信はできない。そこで電線を光の速さと等しい速さで伝わる電流を利用して通信する電信が発明された。しかし、この電信では、私たちが直接話し合うように遠いところの人と話し合うことはできない。返事をきくのに時間がかかる。もし遠方の人と、直接話をすると同様にできればどんなに便利だろう。電話はこの望みをかなえてくれるものである。ではこの電話はどのようにして考えられたのだろうか。

1 電話で話ができるわけ

実験 1 図 9 のように、棒磁石の先にコイルをつけたものを二つ作り、そのコイルを二つの導線でつなぐ。また、

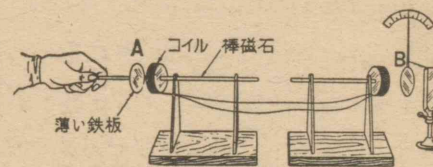
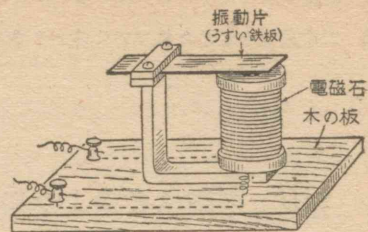


図 9 電話のわけ

薄い鉄板を B のようにコイルの近くで動くようにさゝえ、一方のコイルの近くで薄い鉄板 A をコイルへ急に近づけたり、離したりして、B の鉄板がどうなるかを調べよ。



この実験は、ベルが 1875 年に図 10 のような装置で電信の実験をやっていたときに、一方の振動板を動かすと、他の振動板が動くことを知り電話を発明したものと似ている。

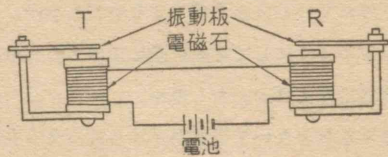


図 10 ベルの実験

いま、図 9 の鉄板 A を一方のコイルに近づけたり離したりすると、そのコイルの中の磁力線が変化して、コイルに電磁誘導^{*}で電流が流れる。その電流が他のコイルの中を流れ、電磁石となって B の鉄板が引きつけられたり、しりぞけられたりする。もし A の鉄板が声に応じて変化すると (鉄板を適当にさゝえその前で声を出せば空気の押す力で鉄板が振動する)、B の鉄板がそれに応じて変化し、B のまわりの空気を振動させて音を出すことになる。これが電話である。

図 9 の鉄板 A を棒磁石の先のコイルの近くで動かすと、磁石の磁力線は図 11 のように変化する。図の (a) は鉄板が普通の位置にあるとき、(b) は鉄板をコイルに近づけたとき、(c) ははなしたとき

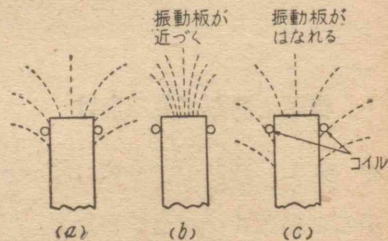


図 11

* 私たちの科学 15 「電気はどのように役立っているか」の (10) を見なさい。

であって、(b) では鉄板が近づき、磁力線は鉄を通りやすいから集まる。(c) では鉄板が遠くなるから磁力線が集まらない。そこで、(a)(b)(c) を比べると、コイルを通る磁力線の数が変わり、起電力の誘起されることがわかる。

2 音はどのようにして電流の変化に換えられるか

図 9 や図 10 の装置では、まだうまく声を伝えることができない。その後いろいろくふうされて、今日私たちが使っている電話機が作られたのである。電話機で声を電流の強さに換えるものが送話器であって、電流の変化によって音を出すものが受話器である。

研究 1 電話に用いられている送話器にはいろいろの型のものがあるが、これらの一、二について、その構造を調べてみよう。

送話器にはいろいろのものがあるが、その代表的のものを示すと、図 12 (A)、(B) および (C) のとおりである。これらの送話器でたいせつな部分は、炭素の粒と、振動板とである。

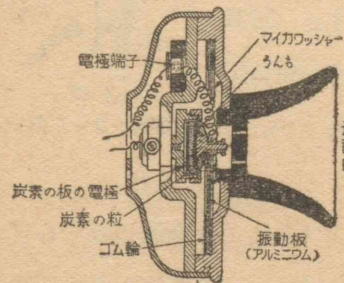


図 12 (A)
ソリッドバック送話器

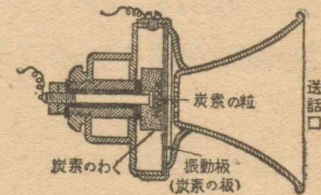


図 12 (B)
デルビル送話器

図 12 の (A) は、ソリッドバック送話器といわれるものであって、たいせつな部分は、炭素の入れものである。その中に二つの炭素の板の電極があって、その間に

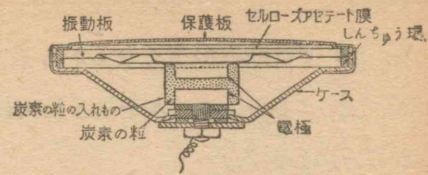


図 12 (C) さら形送話器

炭素の粒がはいっている。その前にアルミニウムの振動板があり、その中央のところは炭素の板の電極の一つにつながっている。なおこの振動板は細い線で電極端子につながっている。このソリッドバック送話器は、あとで学ぶ磁石式電話機に用いられる。

次に、図 12 (B) は、デルビル送話器といわれるものであって、炭素の入れものの中に炭素の粒が入れてあり、その前に炭素の振動板がおいてある。次に、図 12 (C) は、さら形送話器といわれるものであって、ジュラルミンの振動板がある。この振動板には輪になっている山形のひだがあり、その中央に一方の電極が固着されている。炭素の粒の入れものの中には、いま一つの電極があって、それが外へつながっている。このデルビル送話器とさら形送話器とはあとで学ぶ共電式電話機に用いられる。

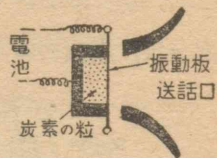


図 13 送話器のおもな部分

これらの送話器のおもな部分を示すと、図 13 のとおりであるが、どのようにして音を電流の強さの変化に換えることができるだろうか。

実験 2 図 14 のようにガラスの入れものに金属の板をしき、その上に炭素の粒を入れ、その上にいま一つの金属板をおいて炭素の粉を軽くおさえる。この上と下との金属の板に導線をつなぎ、これ

に電池と小さい電流の測れる電流計とをつなぐ。そして、炭素の粒のおさえ方をいろいろかえて電流計で電流の強さがどう変わるかを調べよ。

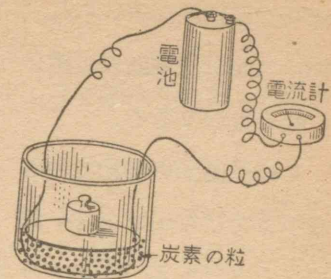


図 14 送話器の実験

この実験から、炭素の粒を強く押すと抵抗が減って電流が多く流れ、反対に炭素の粒と粒とのふれ方が弱いと抵抗が増えて電流の流れが少なくなることがわかる。

これらのことから送話器によって音が電流の強弱に換えられることがわかる。

音は一つの波形であって、ピアノ・セロ・ヴァイオリン・母音アなどの音の波形の一例を示すと図 15 のとおりである。

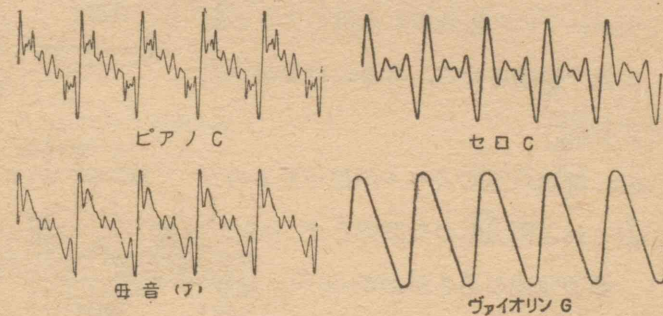


図 15 音の波形

研究 2 電話に用いられる受話器は、どんな構造であり、またどうしてきこえるか調べてみよう。

図 16 (A) および (B) は受話器の構造を示すものであって、(A) は

磁石式電話機に用いられ、
(B) は共電式電話器に用いられるものである。

この受話器の構造のおもな部分だけを示すと 図 17 のとおりである。このような装置でどうして音を出すか考えてみよう。

いま、送話器で音波に応じた交流がつけられ、その交流が受話器のコイルを流

れると、磁極片が電磁石となって、耐久磁石でできる磁力線を変化させる。そのため耐久磁石で引かれていた振動板が点線のように振動し、空気を振動させて、もとの音を再び出すことになる。

図 18 は、電話の発明者ベルが使ったものであるが、これと図 16 の受話器と比べると、その発達のアトがわかる。ベルはこの図 18 のものを送話と受話とに用いた。今日使われている受話器はこの原理とかわらないが、送話器は全く違った形のものとなっている。

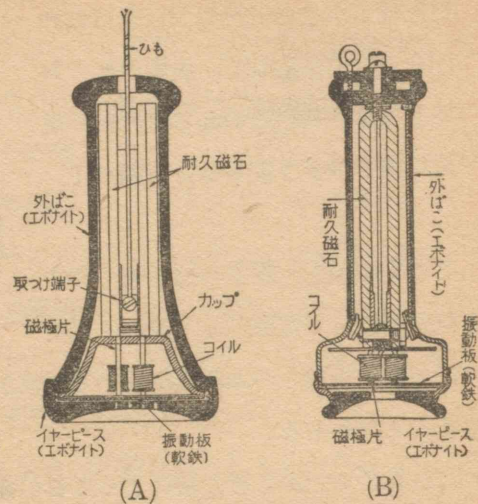


図 16 受話器の一例

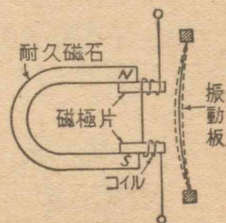


図 17 受話器のおもな部分

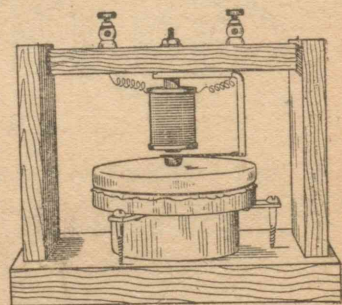


図 18 ベルの用いた電話機

3 電話のしかた

研究 3 送話器や受話器などを使って、遠く離れている人と話をするしかたについて考えてみよう。

まず図 19 のようにして話を伝えることができるが、これではお互いに話をする事ができない。また、線路が非常に長くなると、線路の抵抗が大きくなり、

送話器の抵抗を声で少しぐらい変えても、電流があまり変化しないからよく話を伝えることができない。

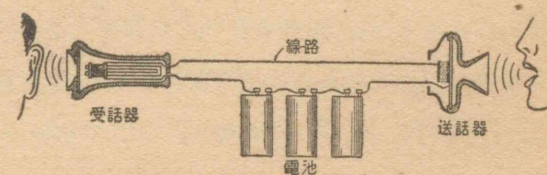


図 19 話の伝わるわけ

そこで、これらの欠点を補うために図 20 のようにすることが考えられる。

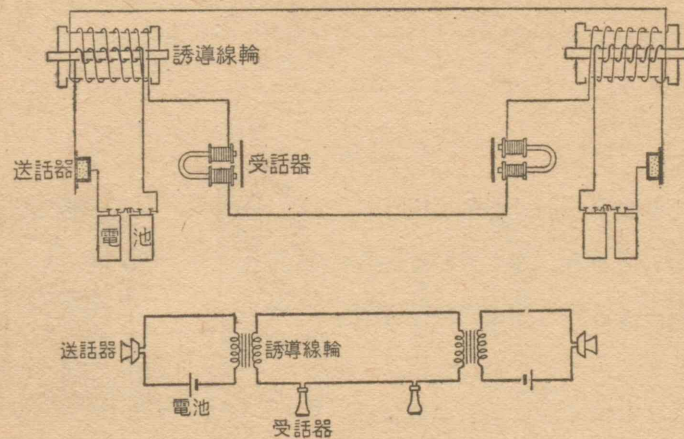


図 20 電話のしかた

誘導線輪という鉄心入りの変圧器を用い、その一次側に送話器と電池とをつなぐ。このようにすると導線が短くてよいため、声に応じて電流がうまく変化する。その電流の変化によって変圧器で二次側に高い電圧を作り、二次の抵抗(交流に対する)と線路の抵抗とをうまくあわせて相手方へ電流を送って、相手の受話器を働かせる。このようにすれば、お互いに話をする事ができる。

まだこれでは、話をしたいときに、相手呼び出すことができない。相手呼び出すには、電鈴を用いて信号することが考えられる。また、その電鈴を働かせるためには手まわしの発電機(磁石発電機という)を用いて交流(16 サイクル)を作り、それで相手の電鈴を働かせる。

研究 4 図 21 (A) は一般に用いられている電話(磁石式電話)の回路図である。これで次のことを調べてみよう。

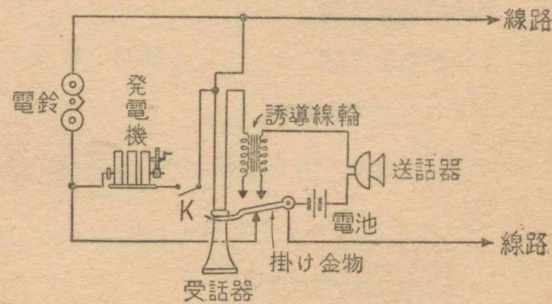


図 21 (A) 磁石式電話の回路図

- (1) 受話器を掛け金物に掛けておいたとき、相手方から送られてくる信号用の交流はどこを流れるか。
- (2) 受話器を掛け金物に掛けておいて発電機のハンドルをま

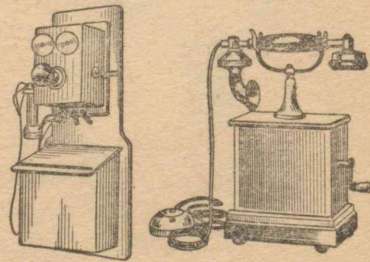


図 21 (B) 磁石式電話機の一例

わすと(自動的に開閉器 k は閉じる), 相手方に信号用の交流が送れるか。受話器をはずしてハンドルをまわしたらどうか。

- (3) 受話器を掛け金物からはずすと、送話器や受話器は線路へつながる。そのとき電鈴や発電機は線路につながっているか。
- (4) 音はどのようにして相手方へ伝わるか。

4 共電式電話とはどんなものか

図 21 のようなものは、磁石式電話といわれている。この方式の電話では、電話機のあるところには、必ず電池がなければならない。この電池を手入れすることはめんどろである。そこで、この電池を電話局にまとめておいて、おのおのの電話機のところにはおかないようにすることはできないだろうか。

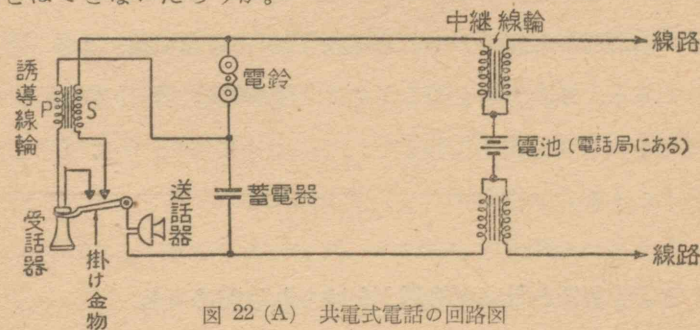


図 22 (A) 共電式電話の回路図

このために考えられたのが共電式電話と言われるものであって、そのしかたは図 22 (A) のとおりである。図の (B) はそれに用いられる電話機である。

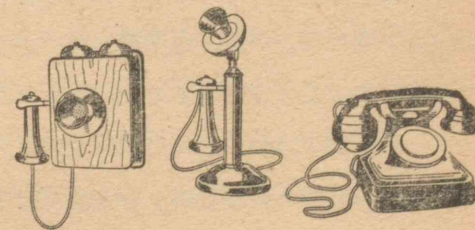


図 22 (B) 共電式電話機の一例

研究5 図22の共電式電話でどうして話ができるか調べてみよう。

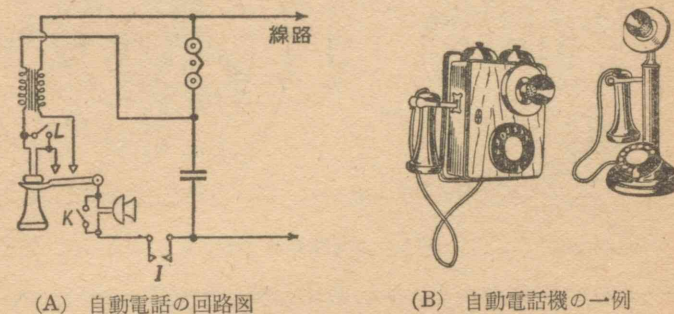
受話器が掛け金物に掛けてあると、掛け金物の接点は離れており、局から送られる信号電流は、電鈴と蓄電器(これは交流は流れるが直流は流れない)とを通過して、電鈴が鳴る。そこで受話器をはずすと、送話器には局の電池によって直流が流れ、話によって電流が変化し、その電流が中継線輪の一方を通り他方のコイルに電圧が生じ、その電圧による電流で相手方の受話器が働く。次に、相手方の話による電流がくると、誘導線輪のSを通り、Pに電圧が誘起され、その電圧による電流が受話器と蓄電器とを通過して流れ、相手の話がきこえる。こちらから電話をかけるとき受話器をはずすと、電流が流れて電話局の豆電球がつき、電話局から相手方へ信号電流(局にある発電機による)が送られるのである。なお、声を送るときに、誘導線輪Sに電流が流れてPに電圧を生じ蓄電器を充放電し、そのためにまた、Sに電圧を生じ話がよくなる。

5 交換手を使わないで電話がかけられるだろうか

電話機が2個で、その間だけで話をするのであれば、その間に2本の電線を張ればよいが、電話機がたくさんあって、そのうちのどれとでも話ができるようにするには、どうすればよいだろうか。電線をたくさん張ればよいが、それは実際上むずかしい。そこでどこかある一箇所までおのおのの電話機から電線を張り、そこで希望に応じて二つの電話機をつなぐようにすればよい。このしかたを電話交換と言う。

これをやるのに、人がつなぐやり方があるって手動交換と言い、交換をする人は交換手とされている。しかし、もし機械を使って自動的にこれができるばたいへん便利だろう。

この方式を自動交換と言い、これに使う電話機を示すと図23のとおりである。



(A) 自動電話の回路図 (B) 自動電話機の一例

図 23

研究6 交換手を使わないで機械を使い、自分の電話機を話したい相手に自由につなぐにはどうすればよいか調べてみよう。

図23に示すような電話機を使うと、交換手なしで話したい相手呼び出すことができる。まず、そのかけ方を調べてみよう。

話をしたい相手呼び出すには、受話器を掛け金物からはずし、ダイヤルの回転板の数字の穴に指を入れ、右まわりに指止めまで回転して指を放す。これを話をしたい相手にきめられた数字のけたに相当するだけ上位の数からくり返してやれば相手が呼び出せる。このような簡単な方法で相手が呼び出せるのはどうしてだろうか。

この自動電話機は共電式電話機とほとんど同じであって、図23のとおりである。共電式と違うところは、IとKとLとのスイッチ

が余分にあることである。このうちでIのスイッチがたいせつであって、これは、図24に示すようなたいへんこみいった機械の動きで、

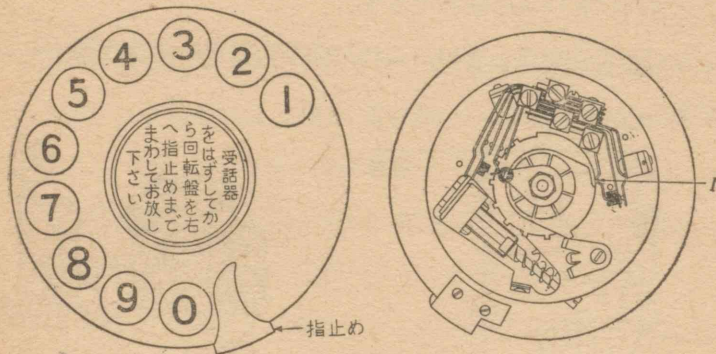


図24 自動電話のダイヤル

ダイヤルの回転板をまわすとその数字の数に相当するだけ、スイッチ I が開閉されて非常に短い時間だけ電流が流れる（これをインパルスという）。L と K とはそのとき閉じて、インパルスが自分の受話器にきこえないようにしたり、インパルスが通りやすくするためのものがある。

このインパルスでどうして自動的に相手方へ電話機がつながるのだろうか。

このしかたにはいろいろあるが、一例を示すと図25のとおりである（これはストロージャー式である）。いま、ダイヤルの回転板がまわされて、インパルスが五つ送られてくると、その数だけ図の上昇電磁石が働き、C¹ かぎと横みぞによって、接続腕軸がその数だけ上へのぼる。そして接続腕もその数だけのぼって縦の5の接点にうつる。次に、インパルスが八つ送られてくるとすると、回転電磁石がその数だけ働いて、C² かぎと縦みぞとの働きで接続腕軸が回転し、したがって

接続腕が回転し、横の8のところまでいく。かくして58の接点へつながることになる。

この状態を示すと図26のようであって、呼出し電話機が58番の電話機へも同様の方法でつながる。この方法では100名までの電話加入者のときに使える。加入者が増すと、このしかたを組み合わせしていくのである。

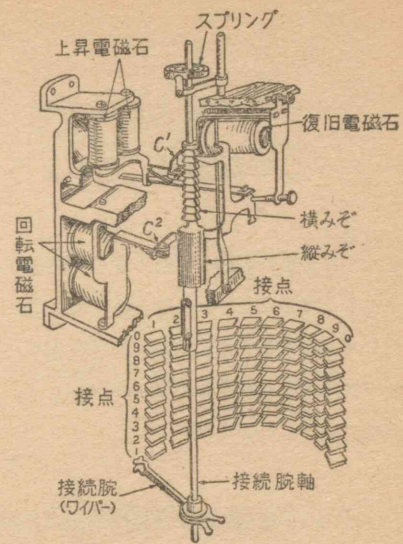


図25 ストロージャー式

- 問1 送話器でどうして音を電流の強弱に変えることができるか。
- 問2 受話器の原理について述べなさい。
- 問3 受話器を送話器として用いることができるか。
- 問4 誘導線輪の構造と動きについて述べなさい。
- 問5 共電式電話機について述べなさい。

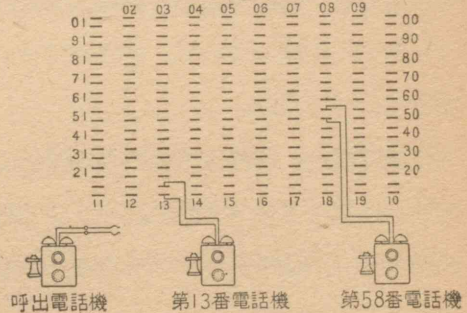


図26

研究7 近くに電話局があれば、そこを見学して電話はどうして働くか調べてみよう。

IV ラジオはどのようにして送られ、どのようにして伝わり、どのようにして受けられるか

ラジオは普通の電信や電話とどこが違うだろうか。

ラジオはどのようにして送られるだろうか。

ラジオはどのようにして伝わるだろうか。

ラジオはどうして聞こえるだろうか。

共振とはどんな働きか。

1 ラジオと普通の電信や電話とはどこが違うか

有線電信電話では、モールス符号で変化する電流や、人の声で変化する電流を、電線を通じて相手へ送るのである。無線電信電話はこれとはたいへん違って、電線の代わりに空間を伝わる電波を使うのである。

無線電話は、電波を用いて有線電話のように相手と話をするものであるが、話などを一方的に送るだけで直接返事をうけないものを放送無線電話（普通ラジオとっているが無線全般のことをラジオということもある）と言う。

海を隔てて遠く離れた国と国との通信には、海底ケーブルが使われているが、新しくこれを作るのに費用がたいへんかかる。またこのケーブルでは電話をやるのがむずかしい。そこで、最近ではこのような遠いところの電信や電話に無線が利用されている。この海を隔ててやる無線電話の一例を示すと図 27 のとおりである。

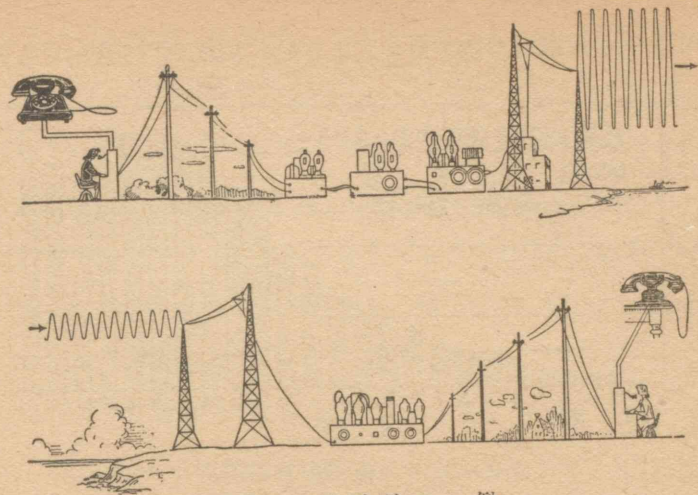


図 27 無線電話の一例

無線による通信では、有線による通信のように、送る方と受ける方との間に線路を設ける必要がないから、動くものとの通信には最も都合がよい。たとえば、航海中の船との通信や、飛行機との通信や、自動車・列車との通信に使われる。

電気を利用する通信では、正確であることや、信頼できることがたいせつであるから、有線による通信がよい。しかし、地震や暴風雨や雪などのために線路がきれることがある。このようなときには、無線を併せ用いることが考えられ、非常時用としてこの無線による通信が役立つ。

次に、電波は送るところから四方八方に一樣に伝わっていくから、同時にどこでもたくさんうけることができる。それゆえ、同時に、時刻やニュースや音楽などを放送することは無線によるのがよい。人の声や音楽などを放送するラジオはこの性質をうまく利用したものであり、私たちの日常生活と深い関係があって、生活を豊かにしている。

わが国のラジオ聴取者数のありさまを示すと図 28 の通りである。

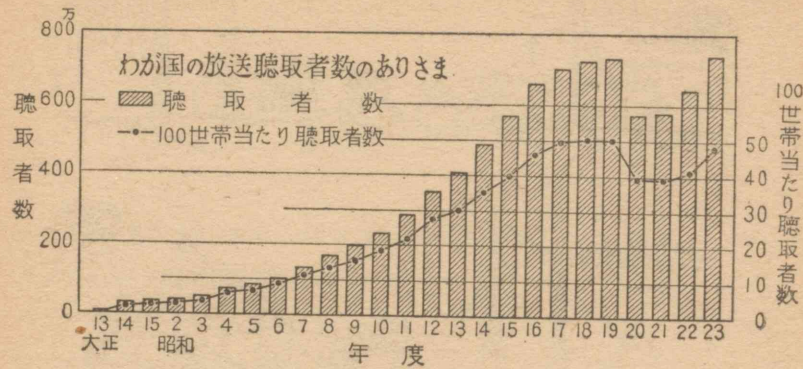


図 28

2 ラジオはどのようにして送られるか

研究 1 近くに放送局か無線局があるならば、そこを見学して電波はどのようにして送り出されるかを調べてみよう。

放送局か無線局へ行くと、まず目につくのは高い鉄塔に導線を張ったアンテナ(空中線)が空高くそびえていることである。また、室の中へはいると、大きな真空管のとりつけてあるこみいった機械がずらりと並んでいる。これは送信機と言われている。

電波を送り出す装置には、放送局で使うような、人の声や音楽を送る電話に用いるものと、モールス符号を送る電信用のものがあるが、いま放送局で使われる装置について考えてみよう。

この装置を分けてみると大体次のような部分になる。

(1) 人の声や音楽などの音を送話器(マイクロホン*)で、音の振動

* 有線に使われるものと似た構造のもの。

に応じて変化する電流(これを音声電流という)に換える。これは有線電話のときと等しい。

(2) (1) で作った音声電流は、たいへん弱いから、真空管を使って適當の強さにまで強める。この装置は増幅器と言われる。

(3) 電波を出すには、火花を発生させてもよいが、電話ではこれが使えないから、1秒間に何万、何十万回と変化する振動数の高い交流(振動電流と言う)を真空管を用いてつくる。このような装置は発振器と言われる。

(4) (3) でつくる振動電流の振れは一定のものであるが、これに音声電流をのせる。このようにすることを変調と言う。この変調を行うにも真空管が用いられており、この装置は変調器と言われる。

(5) この変調された振動電流を適當の強さにまで増幅器で強め、それを空中線に加えて流し、空中線から電波を

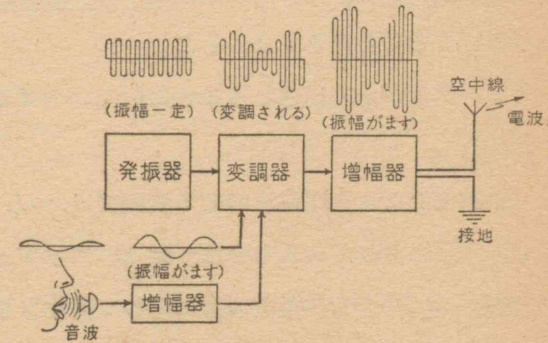


図 29 ラジオで音が送られるわけ

出させる。このように電波を出すのに真空管が大いに役立っているがこれについてはあとで学ぶ。

この(1)から(5)までの状態を示すと図 29 のとおりである。

* 私たちの科学 15「電気はどのように役立っているか」の(17)を見なさい。

研究2 ラジオでたいせつなところは、振動電流に音の波形をのせる変調である。これについて調べてみよう。

この変調は図30に示すように、人が川を渡ろうとするときに舟を利用するのに似ている。舟に人が乗ることが、電波(振動電流)に音声電流が乗ることに考えられ、電波が舟で、音声電流が人にあたる。舟に人が乗って川を渡ることが、電波に音声電流が乗って空間(川にあたる)を伝わることである。舟が向こう岸につき、人が舟から降りるが、これは電波が受けるところにとゞき、そこで音声電流がとり出されることに似ている(これはあとで学ぶ検波である)。

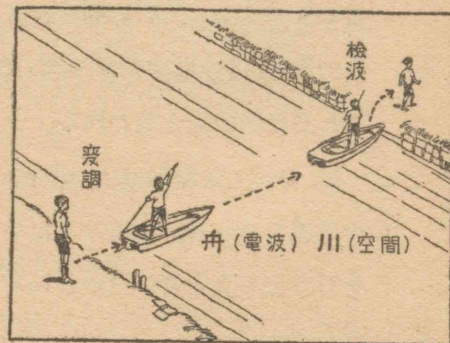


図 30

振動電流に音声電流をのせる変調には、いろいろの方法があるが、最も多く用いられているものは、図29に示すように、振動電流の振れ(振幅という)を音声電流の形に応じて変化させるしかたである。

モールス符号を送る無線電信は、ラジオのときより簡単であって、ラジオの変調の代わりに、モールス符号に応じて電波を出したり止めたりすればよい*。

3 電波はどのようにして伝わるか

* 無線電信でも無線電話のように変調を利用するしかたもある。

研究3 遠くの放送局の放送は、昼と夜とできこえ方がどんなに違うか調べてみよう。また、短波をきくことができる受信機があるなら、それでもいろいろ調べてみよう。

放送に使う周波数(波長で示してもよい)や船の通信に使う周波数はきちんと定められており、波長でいろいろ名まえがつけられており、波長によってどんなところに使うとよいかかわっている。これらの大体を示すと次表のとおりである。

電波のいろいろ

名まえ	周波数 (キロサイクル)	波長	用いるところ
長波	10~100	30,000~3,000	長距離の通信
中波	100~1,500	3,000~200	100~500 キロサイクル 船の通信, 550~1,600 キロサイクル 放送
中短波	1,500~6,000	200~50	中距離の通信
短波	6,000~30,000	50~10	長距離の通信
超短波	30,000~300,000	10~1	近いところとの通信や テレビジョン
極超短波	300,000~ 3,000,000	1~0.1	やゝ実用

無線が実際の通信に用い始められたころは、波長の長い電波の長波の方が、遠いところまでよくとゞくことがわかり、もっぱら長波が使われていた。また、この長波は地球の表面に沿って伝わりと考えられ、それは地表波と言われる。

その後いろいろ調べてみると、短い波長の短波でも非常に遠いところと通信ができることがわかった。地表面に沿って伝わる短波は、す

* 私たちの科学 15「電気はどのように役立っているか」の(17)を見なさい。

ぐ弱くなって遠いところまではとどかない。それでは、どうして短波が遠いところまでとどくのだろうか。

このことについて、世界のたくさんの人々が調べて次のことがわかった。

地球の表面から 100 km から 300 km ぐらいの高さのところ、電波を反射または屈折させる電氣的の層(これは電離層または K-H 層^{*}と言われる)があって、地球の表面から上空に向かって出る電波は、この層につきあたり、そこから地表におりてくる。これが地球の表面で反射してまた上空に向かって伝わって

いき、また電離層からもどってくる。これをくり返して遠いところまで伝わっていくと考えられるのである。この状態を示すと

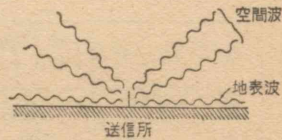


図 31 地表波と空間波

図 32 のようである。この空間を伝わって

く電波は空間波と言われる。この電離層と言うのは、どうしてでき、またどんなものだろうか。
電離層の高さや、その状態は、地上からいろいろの方法で測ることができる。その結果によると、地上 100 km ぐらいのところ、一つの層(E 層と言われる)があって、それは、昼夜や夏冬で変化し、ほぼ太陽の光の強さに比例して変わる。また、200~300 km ぐらいのところ、にいま一つの層(F 層と言われる)があって、これは太陽だけに関係しないようである。

それゆえ、E 層は上空の気圧の低い大気(主として水素)が太陽の紫

* 電離層の発見者であるケネリーとヘビサイドの二人の頭文字をとって K-H 層という。

外線によって電離されると考えられ、F 層は太陽の紫外線と太陽以外の何か強力なものとで電離されていると考えられている。

いろいろの波長が E 層や F 層からもどる状態を示すと大体図 32 のようである。

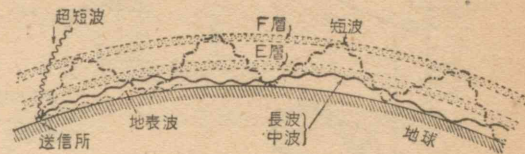


図 32 空間波の伝わり方

長波や中波が E 層からもどるときに、昼はたいへん弱くなり、夜はよくもどる。それゆえ、夜遠いところのラジオがよくきこえるのはこの空間波のおかげである。昼は地表波でラジオがきこえるのであるから、地表の状態、すなわち平地であるか、山地であるか、海であるか、都市であるかなどによってたいへん違う。

短波では、E 層を通るときにたいへん弱くなる。その弱まり方は、波長が長いほど、また電子の数が多いほどひどい。それで、大体昼は短波のうちの短い方の波長(15~20 m ぐらい)が遠いところでよくきこえ、夜は波長があまり短いと E 層をつきぬけるから、長い方の短波(40~70 m ぐらい)が遠いところでよくきこえる。しかし、短波の伝わり方は、四季、送受信所の位置、周波数などでたいへん違うから一般的にいうことはむずかしい。

4 ラジオはどうしてきこえるか

実験 1 図 33 のように、アンテナとアースとの間に受信器をつないで、近くの放送局のラジオをきいてみよ。

* 分子に紫外線などがあたって、分子から電子がとび出し分子が陽電荷をもったイオンになることを電離という。

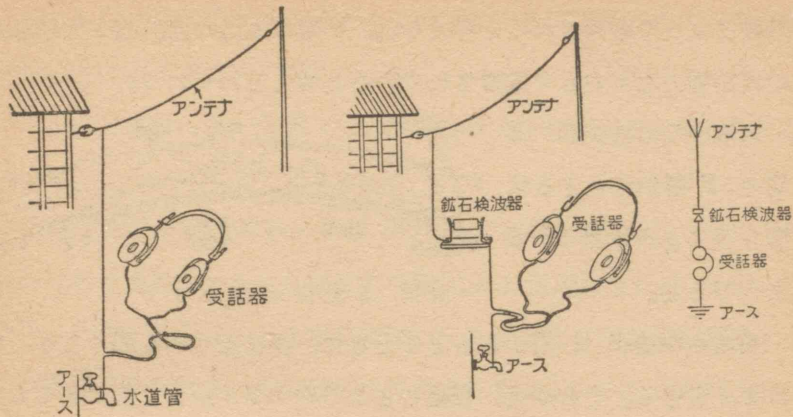


図 33 ラジオの実験

図 34 ラジオの実験

実験 2 図 34 のように、アンテナとアースとの間に鉱石検波器と受話器とを直列につないで、近くの放送局のラジオをきいてみよ。

実験 3 図 35 のように、コイルとコンデンサーとを用い、実験 2 を改良して、近くの放送局のラジオをきき、実験 2 とどんなに違うかを調べてみよ。

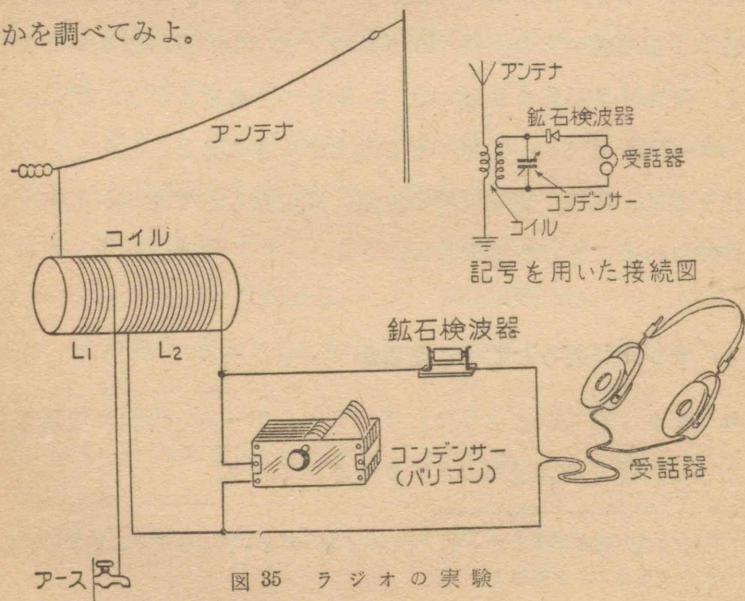


図 35 ラジオの実験

これらの実験は放送局の近くでないとできない。

実験 1 ではラジオはきこえない。なぜだろうか調べてみよう。

放送局から送り出された電波が、アンテナのところまで伝わってくると、電波の磁力線がアンテナの導線を切るから、アンテナに起電力ができて電流が流れるはずである。この電流が受話器を流れても、どうしてきこえないだろうか。

受話器は私たちの耳にきこえる周波数、すなわち 50 から 10,000 サイクルまでぐらいの電流であれば、振動板が振動してきこえるが、ラジオの周波数のように周波数が高いと振動板はそれに応じて振動できない。また、仮りに振動しても私たちの耳にはきこえない。

そこで、実験 2 のように鉱石検波器を使うと、ラジオがきこえる。しかし、放送局にごく近いところでないとよくきこえない。

研究 4 鉱石検波器を使うとどうしてきこえるだろうか。その働きを調べてみよう。

鉱石検波器に、交流の電圧を加えると、ある方向には電流がよく流れるが、その反対の方向には電流がほとんど流れない性質を持っている。いま、放送局から伝わってくる変調された電波によってアンテナに流れる振動電流を図 36 (C) とする。この (C) は放送局でつくる (A) のような振動電流

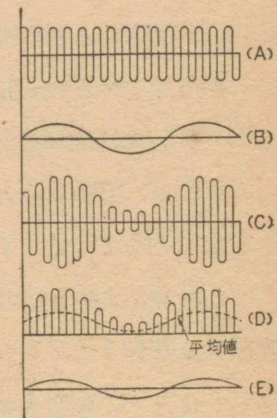


図 36 検波のわけ

* 私たちの科学 15 の (10) および (17) をみなさい。

を (B) のような音声電流で変調されたものと等しい。また電波もこの (C) の形に等しいのである。さて、アンテナに鉱石検波器をつなぐと、(C) の電流は一つの方向にはよく流れ、他の方向にはほとんど流れないから、図 36 (D) のような形となる。(D) のような電流が受信器を流れると、受信器の振動板は高い周波数では振動できないが、その平均の値に相当した低い周波数で振動することになる。それゆえ、図 36 (D) の平均値 (E) で受信器の振動板が振動すると考えられる。この (E) は (B) の波形と等しいから、受信器は変調するときの音を再び出すことになる。図 36 (C) の電流から (D) のような電流をつくることを検波という。

次に、実験 3 のような鉱石受信機で、コイルの巻き数を変えたり (コイルのタップで変える)、コンデンサーの値を変えたり (コンデンサーのつまみをまわす) してラジオをきくと、実験 2 よりよく聞こえる。実験 2 と比べるとどんな点が違っているだろうか。

- (1) 実験 3 のときの方が実験 2 のときよりよく聞こえる (これを感度がよいという)。
- (2) もし放送局が第一放送と第二放送とを同時に放送しているとするれば、実験 3 のときの方が実験 2 のときより第一放送と第二放送とをよく分けてきくことができる (これを選択度がよいとか分離がよいという)。

実験 2 と実験 3 とがこのように違うのはどうしてだろうか。違うのはコイルとコンデンサーとがあるかないかだけである。コイルとコンデンサーとを使うと、感度がよくなったり、選択度がよくなったりするが、これはコイルとコンデンサーとによる共振という働きによるも

のである。

5 共振とはどんな働きか

空中には、国内の放送の電波、外国の短波放送の電波、また、船との通信や外国との通信に使われる電波などがいっぱい満ち満ちている。それゆえ、アンテナにはこれらの電波によっていろいろの振動電流が流れている。しかし、私たちの家にある受信機をつまみをまわして、自分のききたい放送だけをきくことができる。つまみをまわすと受信機の中でコンデンサーがまわるようになっており、これにつながっているコイルとでこのような働きをする。

研究 5 自分のききたい放送だけ分けてきくことができる。どうしてこのような働きをするか調べてみよう。

いま図 37 (A) のように、コイル L とコンデンサー C とをつなぎ、これに交流電源 e (周波数の高いもの) をつなぎ、その周波数をいろいろ変えたとき、L と C とを流れる電流を調べてみよう。コイル

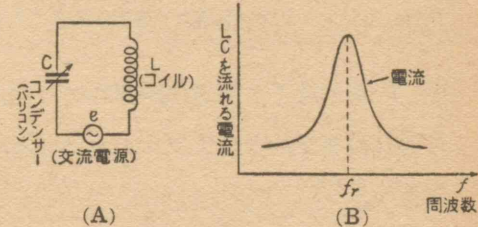


図 37 共振のわけ

は周波数の高いほど電流は流れにくいし、コンデンサーは反対に周波数が高いほど電流が流れやすい。それゆえ、交流電源 e の周波数を低いところから順次高いところへ変えていくと、ある周波数の電流が最も流れやすくなる。この状態を曲線で示すと図 37 (B) のとおりで

ある。図は横軸に周波数 f が示してあり、縦軸は LC を通る電流の大きさが示してある。図からわかるように、周波数 f_r の電流が最も多く流れる。コイルとコンデンサーの値がきまれば、 f_r はきまる。それで、L を変えても C を変えても f_r の値は変えられるが、普通コンデンサーの値を変化させる方がやりやすいから、それが変化できるようにになっている。この L と C とできまる f_r を共振周波数と言ひ、図 37 (B) のような曲線を共振曲線と言ひ。

このようなわけで、コンデンサーをまわして、ききたい放送局の周波数に合わせてきくことができるのである。

この共振の働きで、感度を増したり、選択したりすることができる。コンデンサーを動かして共振させる操作を同調と言っている。この共振の働きは受信機ではたいせつなものである。

- 問 1 有線電話と無線電話とはどんなところが違っているか。
 問 2 電波はどんなところを通って速いところまでとどくか。
 問 3 鉱石検波器はなんのために用いられるか。
 問 4 自分のききたい放送だけ選択してきくことができるのはどうしてか。

研究 6 近くに放送局があれば、そこを見学してマイクロホンから送信機まで、さらにアンテナから電波がでるまでの順序を調べてみよう。

V 真空管とはどんなものか

真空管はどのようにして考えられたか。

真空管はどんな働きをするか。

三極真空管はどんな働きをするだろうか。

真空管の増幅、発振、変調、検波などの働きとはどんなことか。

1 真空管はどのようにして考えられたか

研究 1 鉱石受信機 (IV の 4 の実験 3 のものか、あるいはこれと似たものでもよい) と真空管を使った受信機とを比べ、どちらがよくきこえるか、作り方はどこが違っているか、きこえる音はどちらがよいかなどについて調べてみよう。

鉱石受信機は、放送局から遠く離れたところではよくきこえない。真空管を使った受信機は、鉱石受信機よりよくきこえ、また高声器でたくさんの人が同時にきくことができる。真空管を使う方が鉱石検波器よりよく働くためだろう。

まず真空管はどのようにして発明されたかについて調べよう。

1884 年エジソンは、電球の実験をいろいろやっていたときに、図 38 のように、電球のフィラメントとガラス球の中の線との間に電池をつなぎフィラメントを熱すると、フィラメントとその線とは全く離れてつながっていないが、その間に電流の流れることを見出した。

その後 1904 年に、英国のフレーミングがエジソンの電球の中の線のかわりに、フィラメントを包む電極を用いたものを作り、これを鉱石検波器のかわりに用いてよく

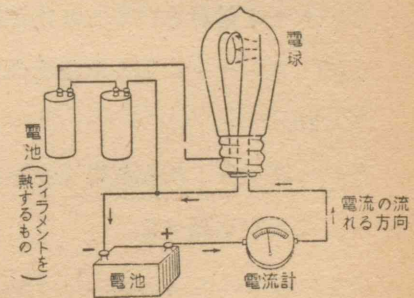


図 38 エジソンの実験

働くことを知って真空管が発明された。

また、その翌年の 1905 年に、米国のドホレーがフレーミングの真空管にいま一つの電極を入れたものを考案し、これがすばらしい働きをすることがわかり、今日のようにラジオが発達したのである。

2 真空管はどんな働きをするか

実験 1 電極の二つある二極真空管 (KX-12F など) を、図 39 のように接続し、

(1) フィラメント

に加える電圧 (フィラメント電圧と言う) だけを変化したときの電流計の振れ。

(2) プレートに加える電圧 (プ

レート電圧という) だけを変化したときの電流計の振れ。

(3) プレートに加える電圧の正負を反対にしたときの電流計の振れ。

(4) プレートに交流電圧を加えたときの電流計の振れなどがあるかを調べよ。

これらの実験からどんなことがわかるだろうか。

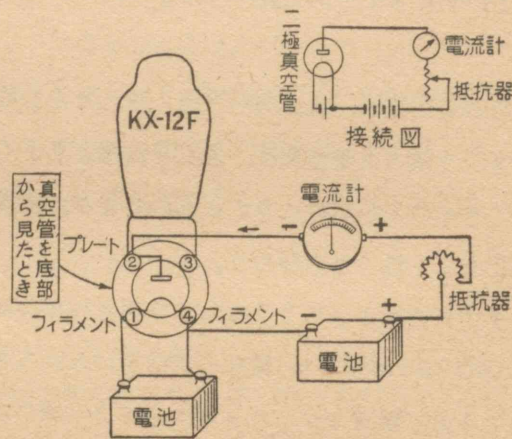


図 39 二極真空管の実験

プレートとフィラメントとは真空管の中でつながっていないが電流が流れる。これはどうしてだろうか。

真空管のフィラメントを熱すると、フィラメントから電子が飛び出す。これは水を熱すると水の分子が蒸発するのに似ている。電子は負の電荷をもっているから、プレートに正の電圧を加えると図 40 のように、電子がフィラメントからプレートに向かって移動し、電流はプレートからフィラメントに向かって流れることになる。これをプレート電流と言う。プレート電圧が高いほど、電子がよく引きつけられるからプレート電流は多く流れ

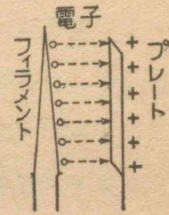


図 40

る。また、フィラメントを強く熱すると電子が多く飛び出すから電流が多く流れる。また、プレートに負の電圧を加えると、電子がプレートに引きつけられないから、プレート電流は流れない。また、

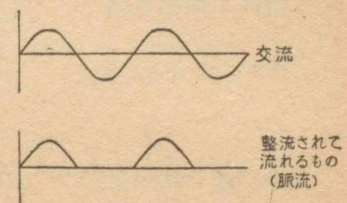


図 41

交流電圧を加えると、プレートに正の電圧が加わる時だけ電流が流れる(これを整流作用と言う)。この性質は、鉱石検波器に似ているが、鉱石検波器よりよく働く。交流を整流したとき流れる電流を示すと図 41 のとおりである。

この二極真空管では、まだいろいろの働きができないが三極真空管が発明され、いろいろの働きをさせることができるようになって、無線はたいへん進歩した。

真空管のプレートやグリッドには直流電圧を加えなければならないから、昔はラジオの受信機に電池を使っていた。しかしこれはたいへん不便である。そこで二極

真空管で交流を直流になおして受信機を働かせることが考えられ、これに都合のよい真空管もできて、今日ではラジオ受信機は交流で働いている。

実験 2 図 42 のように、三極真空管 (UX-12A, UY-56 など)

をつなぎ、プレートおよびフィラメントの電圧は一定としグリッド電圧だけを変化 (電圧の正負や大きさ) したときのプレート電流の変化を調べよ。

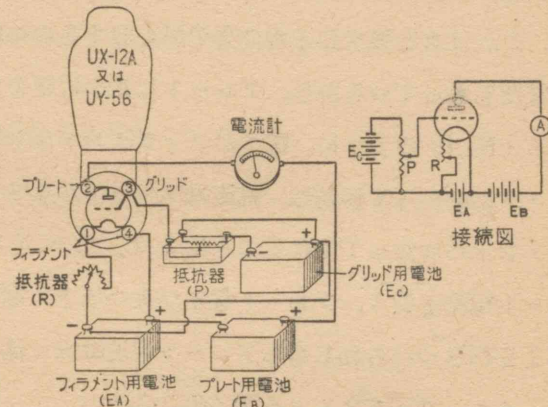


図 42 三極真空管の実験

この実験の結果をグラフに示すと図 44 のとおりである。プレート電流は二極真空管のように、プレート電圧やフィラメント電圧の変化でもちろん変わるが、これらを一定にしておいてグリッド電圧だけ変化しても変わる。これはどうしてだろうか。

このわけは図 43 から考えられる。グリッドに正の電圧を加えると、フィラメントからたくさんの電子を引きつけるが、グリッドは細い線であるから、その電子の一部はグ

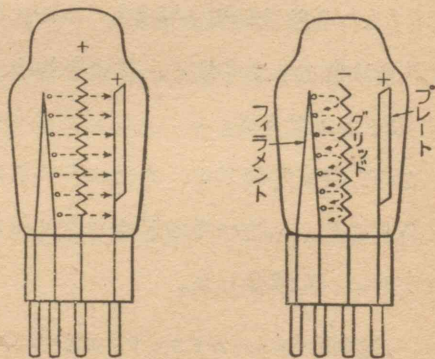


図 43

リッドにつくが、大部分の電子はプレートに向かって移動し、グリッドはこの働きを助けることになる。また、グリッドに負の電圧を加えると、フィラメントからの電子の流れが妨げられプレート電流は少なくなる。グリッドの負の電圧がじゅうぶん高いと電子は一つもプレートへいかない。

この実験からグリッドによってプレート電流を変化させることができ、そのグリッドの少しの電圧の変化でプレート電流がじゅうぶん変化する

ことがわかる。この状態を曲線で示すと図 44 のとおりである。プレート電流が大部分であるが、グリッドにも少しのグリッド電流が流れる。この曲線を真空管の特性曲線という。

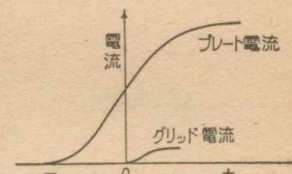


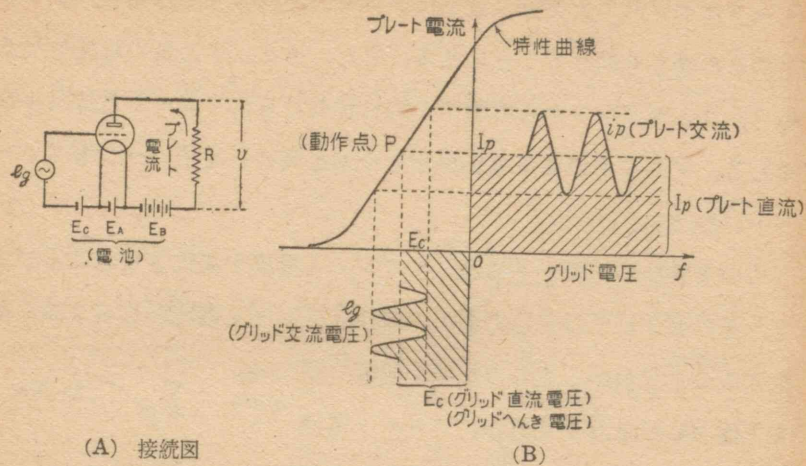
図 44 三極真空管の特性曲線

3 三極真空管はどんな働きをするか

二極真空管は交流を直流にする働きだけよりできないが、これにグリッドを加えた三極真空管は、すばらしくたくさんの働きをする。そのおもなものは増幅、検波、発振、変調の四つの働きである。これらの働きはどんなものであるか調べてみよう。

(1) 増幅

図 45 のように、三極真空管をつないで、グリッドとフィラメントとの間に交流電圧を加える。交流電圧を加えないときは、グリッドに加わっている電圧は E_0 (グリッド偏倚電圧^{へんき}と言う) であるから、プレート電流は I_p (これは直流) だけ流れている。交流電圧 e_0 をグリッドに加えると、プレート電流は i_p のように、 e_0 に比例して変化



(A) 接続図

図 45 増幅作用

する。それゆえ、図の斜線で示したように、グリッド電圧は変わり、プレート電流も斜線のように変わるが、そのうちの交流の部分だけとり出すことができる。このように、グリッドに少しの変化を与えると、プレート電流はかなり変化する。そこでプレート側に適当な抵抗 R (トランスやコイルを使うこともある) を入れると、その両端にグリッドに加える電圧 e_g より増大された v なる交流電圧が得られて、電圧が増幅される。この働きを増幅作用と言う。

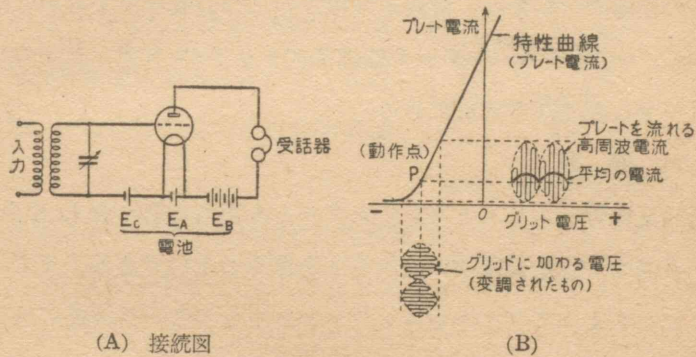
このように真空管を使うと、たいへん簡単に増幅することができるから、電気蓄音機や駅などの拡声装置は、真空管を用いて増幅している。真空管一つでじゅうぶん増幅できないときは、何個も使って増幅している。ラジオ受信機にもこの増幅が用いられている。

(2) 検波

変調された高周波の電流は、鉱石検波器や二極真空管で検波することができるが、三極真空管を使うと、これらよりも能率よく検波する

ことができる。三極真空管を利用して検波するものには、プレート検波とグリッド検波との二つがある。

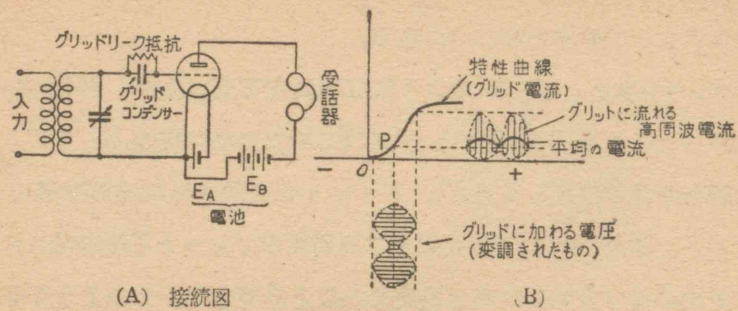
プレート検波 図 46 のように三極真空管をつなぎ、特性曲線の曲がったところ P 点をもととして(このためには電池 E_c でグリッドに適当な負の電圧を与える)、グリッドに変調された高周波電圧を加えると、図の (B) のような動きで高周波のプレート電流が得られ、その平均の値で受信器が働き検波することができる。このようなものをプレート検波という。



(A) 接続図

図 46 プレート検波のわけ

グリッド検波 図 47 のように、三極真空管のグリッドにグリッド-リーク抵抗とグリッド-コンデンサーとをつないで検波するものがグリッド検波であって、図の (B) ようにグリッド電流の特性曲線の曲がったところ P をもととして動かせる。このようにすると、高周波電圧はグリッド-コンデンサーを通してグリッドに加わり、図の (B) のようにしてグリッド回路で検波される。この検波される平均の電流がグリッド-リーク抵抗を通り、低周波電圧がグリッドに加わって、三極真空管の増幅作用で増幅されるのである。



(A) 接続図 (B) 図 47 グリッド検波のわけ

この検波のしかたは、検波と増幅との二つの働きをするから感度はよいが、一方グリッド-リーク抵抗やグリッド-コンデンサーのために音質が少し悪くなる欠点がある。

(3) 発振

三極真空管とコイルとコンデンサーとを適当に組み合わせた回路で、振幅の一定な高周波の振動電流を作ることができる。まず、図 48 (B) に示すようにコイルとコンデンサーとをつないだ回路の性質を知らなければならない。

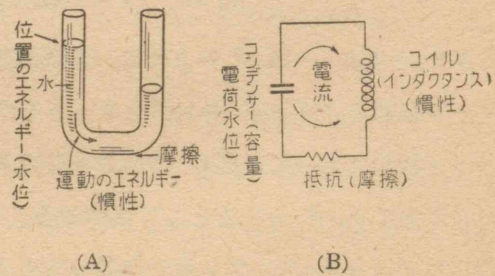


図 48 振動回路

図 48 (A) に示すような U 字の管に水を入れ、左の方の水位を右より高くしておいて、急に水を左から右へ移動させると、水の動く慣性で、左の水は右の方へ行き過ぎる。そこで右の水位が左より高くなって、今度は反対に水が動き振動する。しかし管が細いか、管の内部がざらざらで水が動きにくい(摩擦が大きい)と水は振動しない。

図 48 (B) のように、コイルとコンデンサーとをつないで、コンデンサーに電荷を与え、コイルを通して放電させると、回路の抵抗が小さいと水の振動のように振動電流を生ずる。この場合、コンデンサーの電荷は水位に、コイルは慣性に、抵抗は摩擦にたとえて考えられる。図 48 (B) のように振動電流を生ずるようなものは、振動回路と言われ、回路の抵抗が小さいことがたいせつであって、図 37 の共振回路とよく似ているが働きは違っている。

振動回路と三極真空管とを組み合わせ、図 49 のようにつなぐと、振幅の一定な振動電流を発生させることができるのであって、このようなものを真空管発振器という。

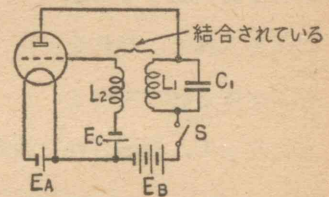


図 49 真空管発振器の一例

真空管発振器でできる振動電流の周波数は、コイルとコンデンサーとの値できまるのであって、コイルとコンデンサーとが小さいほど、周波数は大きい。

(4) 変調

三極真空管を用いると、変調を行うことができるのであって、図 50 はその一例である。

図 50 (A) のようにつないで、グリッドに高周波電圧(変調される振動電圧)と低周波電圧(変調に用いる音声電流による電圧)とを同時に加え、プレート電流

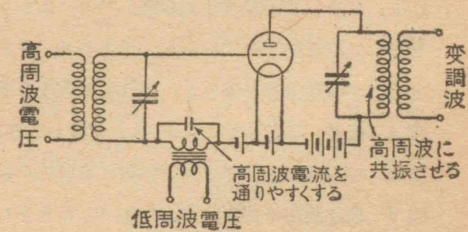


図 50 (A) 変調回路の一例

の特性曲線の曲がったところP点を働きのもとして働かせると、プレート電流は、図50(動作点P)の(B)のようになる。そこで、プレート側に高周波に共振する共振回路を入れて、それを取り出すと図の右のよう

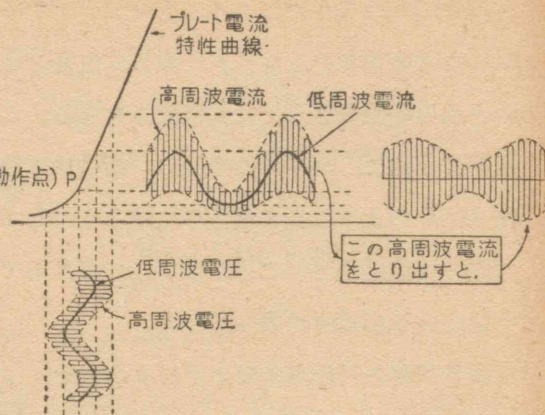


図 50 (B) 変調のできるわけ

うになって、変調された波形が得られるのである。

研究 2 近くに放送局があれば、そこを見学して、放送に使われる真空管を調べよう。そして受信機の真空管と比べてみる。その違うわけを考えよう。また、その電極の構造がどんなに違っているかを調べよう。

- 問 1 次の文の中の空所へ適当な言葉を入れなさい。
 フィラメントは……で熱せられる。真空管のフィラメントからは……が飛びでる。
 プレートは……によって……に保たれる。それでフィラメントからでる電子を……ける。グリッドは電波による電圧で……になり……電流を変化させる。
- 問 2 三極真空管のプレート、グリッド、フィラメントの働きを述べなさい。
- 問 3 三極真空管を使うと、どうして電圧を増幅することができるか。
- 問 4 変調とはどんなことか、またどうして変調することができるかを述べなさい。
- 問 5 三極真空管のグリッド回路には直流が流れるか。交流が流れるか。
- 問 6 振動回路と共振回路とを比べてみなさい。

VI ラジオの受信機はどのように働くか

- ラジオ受信機の各部はどんな働きをするか。
 スーパーヘテロダイン受信機はどんな働きをするか。
 再生受信機とはどんなものか。
 受信機を選択をよくするにはどうすればよいか。

1 ラジオ受信機の組立

実験 図 51 に示すような三球受信機を組み立てて働かせてみよう。

研究 図 51 のような三球受信機の各部分はどうな働きをするかを調べてみよう。

図 51 の三球受信機の各部分のはたらきを考えてみよう。
 L_2C_1 は共振回路であって、 C_1 の値を調整して受けようとする放送局の周波数に同調さ

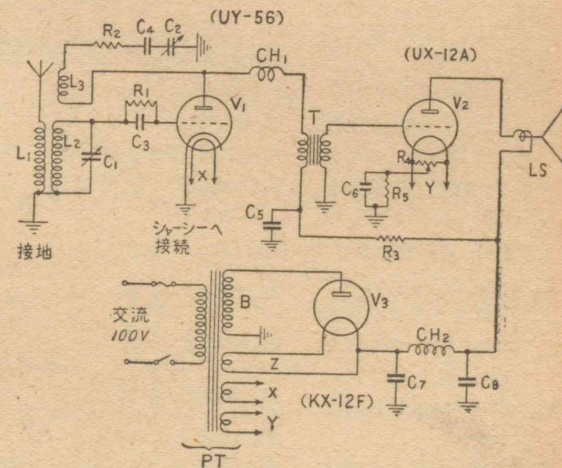


図 51 (A) 接続図

せて選択できる。真空管 UY-56 のグリッドに R_1C_3 があるから、この三極真空管はグリッド検波として働いている。 $L_3R_2C_4C_2$ には真

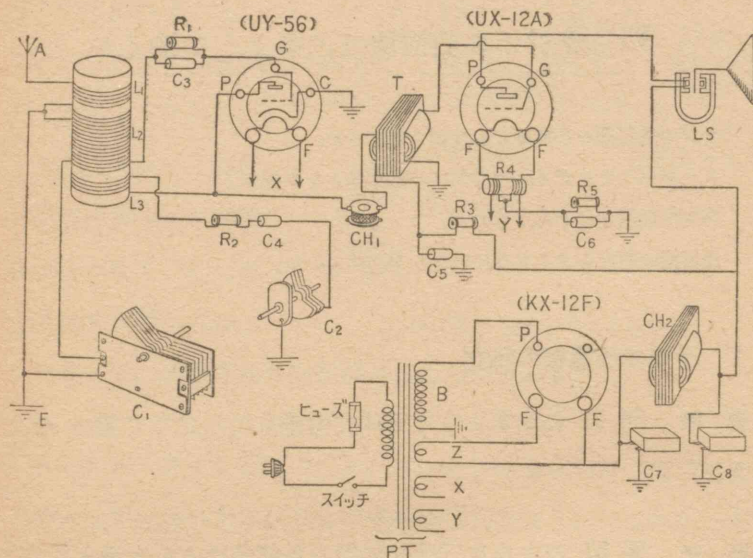


図 51 (B) 実体配線図

- | | | |
|---|---|---|
| A=アンテナ | $C_3=0.00025\mu\text{F}$ コンデンサー | $CH_2=30\text{ H } 30\text{ mA}$ 低周波チョークコイル |
| E=アース | $C_4=0.001\mu\text{F}$ | T=低周波変成器 1:3 |
| L_1 =直径 33 mm の円筒に 0.26 mm のエナメル線を 20 回巻く | $C_5=1\mu\text{F}$ 使用電圧 300V | PT=電源変圧器 |
| $L_2=0.26\text{ mm}$ エナメル線を 105 回巻く | $C_6C_7=2\mu\text{F}$ 使用電圧 300 V | LS=マグネチックコーン高声器 |
| $L_3=L_2$ のアース側から 3 mm へだてて 0.26 mm エナメル線を 25 回巻く | $C_8=4\mu\text{F}$ | X=2.5V 1A |
| $C_1=20\sim 350\mu\text{F}$ のバリコン | $R_1=2\text{M}\Omega \frac{1}{2}\text{ W}$ | Y=5V 0.5A |
| $C_2=7\sim 50\mu\text{F}$ の小型バリコン | $R_2=500\Omega \frac{1}{2}\text{ W}$ | Z=5V 0.5A |
| | $R_3=30\text{k}\Omega \frac{1}{2}\text{ W}$ | B=180V 10mA |
| | $R_4=20\Omega$ ハムバランス | $V_1=UY-56$ |
| | $R_5=1700\Omega$ グリッドへんき電圧用 | $V_2=UX-12A$ |
| | $CH_1=4\text{mH}$ 高周波チョークコイル | $V_3=KX-12F$ |

空管 56 のプレート回路の高周波電流が流れ、 L_3 と L_2 とは結合されているから、電磁誘導作用で L_3 を流れる電流によって L_2 に起電力ができる。この起電力が空中線から L_1 を経て L_2 にできる起電力と加わるように働いてよく聞こえるようになる。この働きを再生作用と言う。それでこの受信機は再生式受信機と言われる。 C_2 を調整すると L_3 を流れる電流が加減できて再生の程度が変えられる。 C_4 は C_2 が故障のとき B 電源が短絡されないためのものである。また R_2 は再生をうまく働かせるものである。 CH_1 は高周波電流が変成器(トランス) T の方へ流れないで L_3 の方へよく流れさせる働きをする。

56 三極真空管で検波された低周波電流は、変成器 T の一次側を流れ、一次と二次との巻き数の比によって、二次側に高い電圧ができて、それが UX-12A 三極真空管のグリッドに加わって、その真空管で増幅される。12A 真空管のフィラメントを交流で直接熱するから、交流音(ハムという)がでて妨害となる。これを防ぐために R_4 を用いる。また、 R_5 はプレート電流の中の直流だけが流れ、その電圧降下でグリッドにへんき(偏倚)電圧を与えている。 C_6 は R_5 のバイパス(側路)コンデンサーといわれ、低周波電流を通りやすくするためのものである。

KX-12F は二極真空管であって、交流を整流して直流をつくる働きをさせる。真空管だけでは脈流ができるのであるから、それを直流にするために、 $C_7C_8CH_2$ を用いている。これはろは(濾波)回路と言われ、 C_7C_8 の充放電と CH_2 の交流を通しにくい性質とでその働きをしている。 R_3 は交流を整流して得られる直流電圧を下げた 56 真空管に加わる電圧を適当にするものである。 C_5 は 56 真空管の低周

波電流が電源の方を通らないで、こゝを通過して働くようにする。PTは電源変圧器であって、12F真空管に加える電圧や、三つの真空管のフィラメントを熱するのに都合のよい電圧をつくっている。

スピーカーはマグネチック-コーン-スピーカーといわれるものであって、電磁石を利用して音声電流を音に換える働きをする。

2 スーパーヘテロダイン受信機はどんな働きをするか

真空管を使うと電圧を増幅することができるから、真空管をたくさん使えばどれだけでも電圧を増幅して、非常に感度のよい受信機が作られると考えられるが、実際にはなかなかむずかしい。

そこで考えられたのがスーパーヘテロダイン受信機であって、これは、電波の周波数すなわち高周波数でまず増幅し、つぎに、それより少し低い周波数(これを中間周波数と言う)に直して増幅し、さらに検波して低周波数として増幅するものである。このようにすると、うまく増幅できる。

この受信機の原理を示すと図52のとおりである。

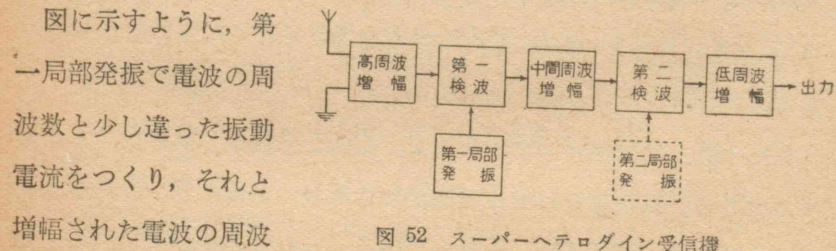


図52 スーパーヘテロダイン受信機

数と等しい高周波電流とを加え合わせて(うなりをつくる)第一検波で中間周波数をつくる。それを増幅し、第二検波で普通の検波を行い、低周波数とし、それをまた増幅して感度を高めるものである。電信のと

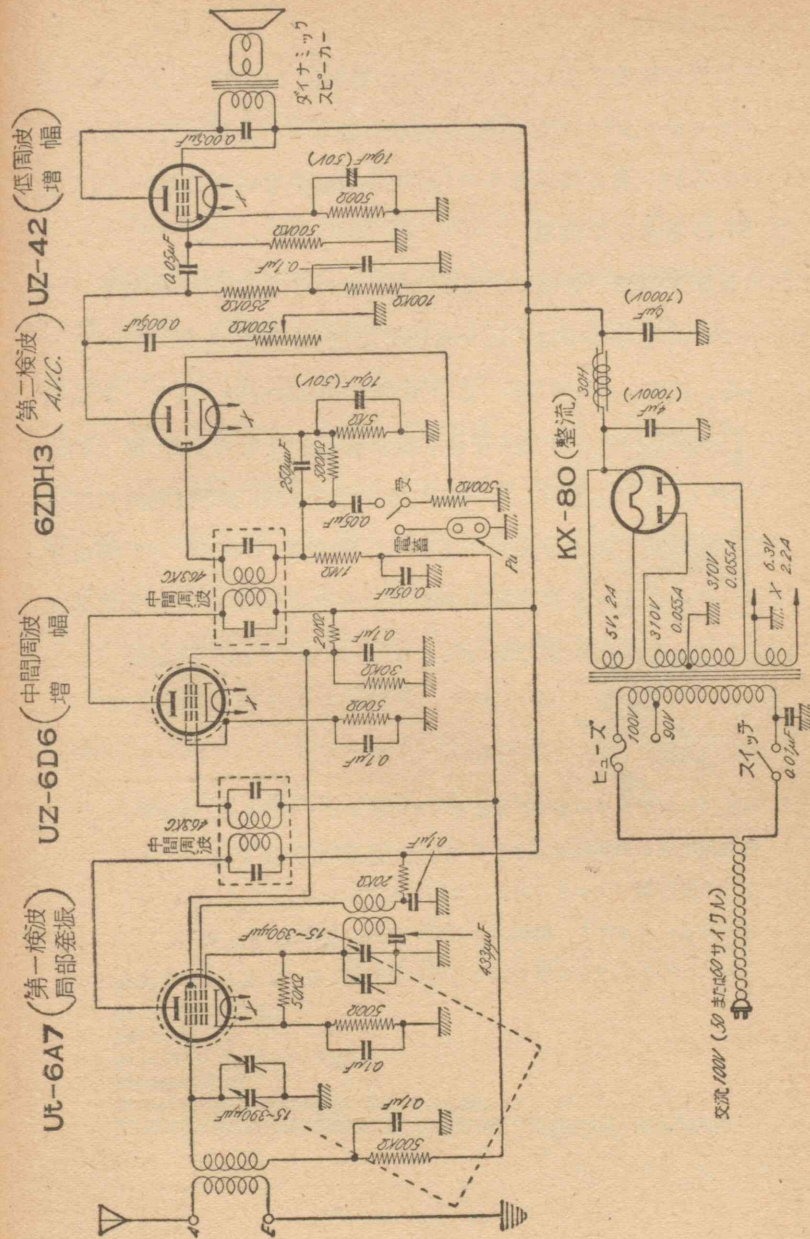


図53 スーパーヘテロダイン受信機の接続図の一例

きには第二局部発振を使う。

この受信機は感度のよいことほかに選択度もたいへんよくなる。

スーパーヘテロダイン受信機(普通単にスーパーと言っている)にはいろいろあるが、最も簡単なもの(高周波増幅のないもの)の一例を示すと図 53 のとおりである。

これは五球受信機であって、Ut-6A7 という真空管(三極管と五極管とを一つの真空管の中に入れたもの)で局部発振と第一検波とを行っている。次に UZ-6D6 で中間周波増幅を行い、次に、真空管 6ZDH3 (三極管と一つの二極管とを組み合わせたもの)で、第二検波と増幅を行い、なお、検波して得られる電流を利用して自動的に音量を調整(A.V.C.)するようになっている。最後に UZ-42 で低周波増幅を行い、ダイナミック高声器を動かすようになっている。受信機で音質が悪くなるのは高声器であって、ダイナミック高声器を使うと音質はよい。

問 1 再生用コンデンサーをまわすとピーピーということがある。なぜか。

問 2 低周波増幅と高周波増幅とについて述べなさい。

問 3 ラジオ受信機で次のものはどんな働きをするか。

トランス、チョークコイル、抵抗、コンデンサー、電磁石、永久磁石。

問 4 スーパーヘテロダイン受信機と普通の受信機と比べて違っている点を述べなさい。

VII 鉄道はどのようにして働いているか

わが国に、はじめて汽車が通じたのは明治5年(西暦 1872 年)である。鉄道のできる前には、かごや牛馬がおもな交通機関で、江戸から京都まで行くのに何十日もかゝるといふありさまであった。今では東海道線の汽車に乗って晩に東京をたつと、

翌朝には京都に着く。交通機関の発達とともに、その速度の増加にはめざましいものがある(図 55 をみよ)。また、今日のように各地に工場ができるようになったのも、その原料や製品を鉄道で、多量に安く運べるからである。私たちの生活は、交通でも運輸でも鉄道と、はなれられない関係がある。地図を開いて見れば、経済・文化のひらけた国では必ず鉄道が発達している。

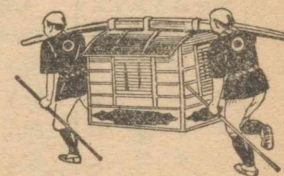
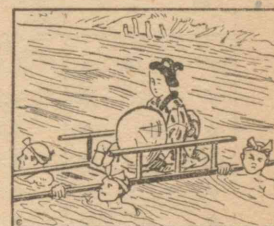


図 54

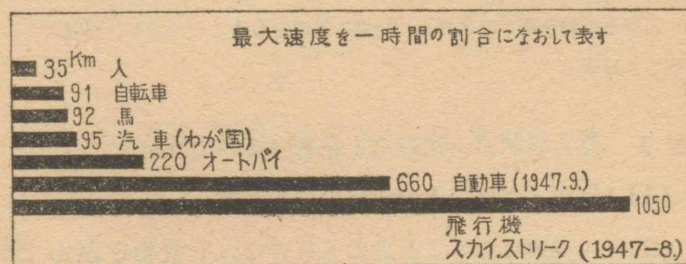


図 55

ヨーロッパ・アメリカは鉄道がよく発達しているが、アジア大陸の大部分、アフリカ、カナダの北部、南米などはおくれしている。

わが国の鉄道は、この70年余りの間に非常に盛んになり、鉄道車輛の数もふえてきたが、最近、石炭が不足し、いろいろの輸送設備がととのわないため、輸送能力が衰えた。しかし、これも次第に回復しているから、また盛んになるであろう。

国名	全鉄道の延長 万 km	人口1万につき km
アメリカ	42.19	34.4
ソ連	7.76	5.2
カナダ	6.77	68.2
印度	6.71	1.9
フランス	6.36	14.7
ドイツ	5.83	9.1
オーストラリア	4.42	69.4
アルゼンチン	4.09	34.8
イギリス	32.8	7.1
日本	29.2	3.2
メキシコ	29.1	17.8
イタリア	22.1	5.3

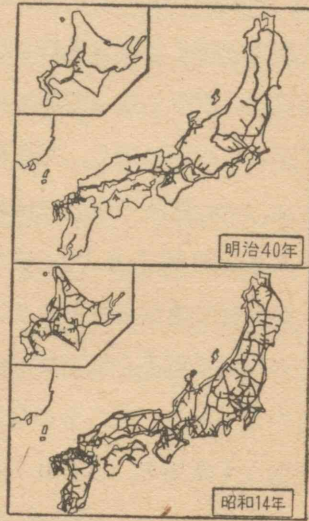


図 56

- 問 1 昔の交通機関には、どんなものがあつたであろうか。
 問 2 今日、鉄道に働く人たちは、それぞれどんな仕事を受け持っているか。
 問 3 石炭や木材を運び出すため、特別に鉄道をしくことがある。地図によってその実例をさがせ。

研究 1 近くの駅で、次のことを調べてみよう。

- (1) 汽車・電車などの一日の発着回数。
 (2) 一列車はおよそどのくらいの人や貨物を運んでいるか。

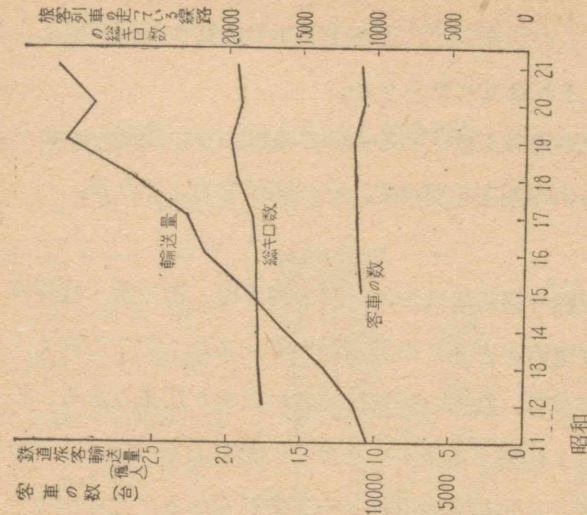


図 58 わが国の鉄道(旅客の輸送)

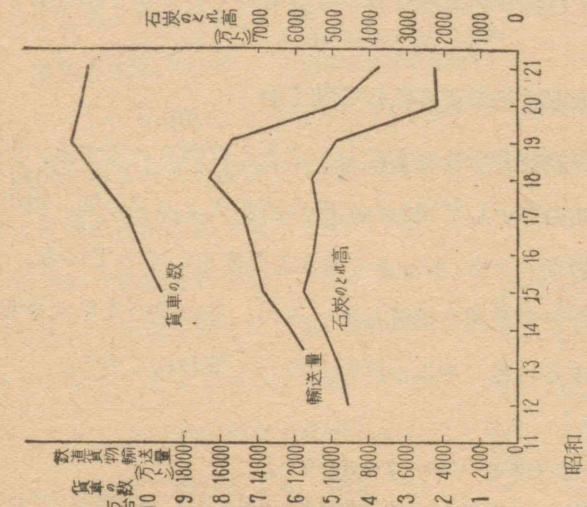


図 57 わが国の鉄道(物資の輸送)

いつごろの列車がいちばんこんでいるだろうか。貨物はどんなものが多いか。上りと下りでは貨物の種類がどう違うか。それはなぜだろうか。

(3) 駅の乗降人数、乗る人のいちばん多い時刻と、おりる人の多い時刻とを調べて、その原因を考えてみる。

鉄道には、車輛や線路のほかに、駅・操車場・信号所・機関庫・工場・発電所・変電所など多くの設備がある。また、そこに働く人の数もきわめて多いから、鉄道の経営は非常に大きな仕事である。鉄道には、機械・土木・建築・電気・冶金などに関するあらゆる工学技術が集められている。これから鉄道について学びながら、そこに応用されているいろいろの科学や技術についても考えていくことにしよう。

1 蒸気機関車はどのようにして動くか

ちょっとした旅行をするにも私たちはよく汽車を利用する。熱を動力源とする最初の車として現われてから百年以上の長い間、汽車は陸上の交通機関のうちでも、もっとも大きな働きをしてきている。今日、電車・自動車などが急速に発達しているが、長い道りを人や物資をたくさん輸送するには、やはり汽車がひろく使われている。

蒸気機関車の石炭はどこで燃やすのだろうか。

運転手はどうやって機関車の速さを調節するのだろうか。機関車には運転手のほかにどんな仕事をする人が乗っているか。

煙突から出るのは煙だけだろうか。時々勢いよくポーッと白煙を吹き上げることがあるが、何をしているのだろうか。

ピストンはどのようにして車輪をまわしているか。
機関車の背中の丸いこぶには何がはいているのだろうか。

(1) 蒸気機関はどのように発達してきたか

熱のエネルギーを利用しようという考えは、非常に古くからあって、

紀元前アレキサンドリアのヘロンは、祭壇のかがり火の熱によって神殿のとびらを動かす考案、また図 60 のように蒸気を吹き出し、反動で車をまわすことを考えたといわれる。蒸気を羽根車に吹

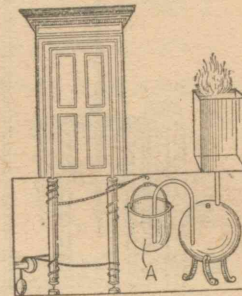


図 59 ヘロンの考案
祭壇の熱で水銀がAに押し出されとびらを開く。

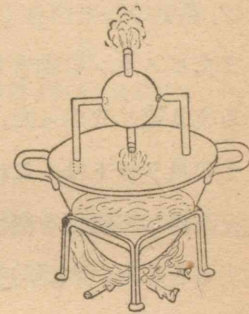


図 60

きつけてまわす装置は、昔からいろいろの人がくふうしたが、当時はまだ機械を作る技術が発達せず、熱に関する知識もおくれているので、実際に蒸気の力が人力や畜力・水力（水車）に代わり利用されだしたのは、ずっと後になってからのことである。約 200 年前にイギリスのニューコメンは、鉱山の排水用ポンプを蒸気力で動かした。シリンダーの中に蒸気を入れ、次にその中に冷水を吹き込むと、蒸気が凝結する。煮えたったなべを火からおろしておくとふたがなべに吸いつけられることがある

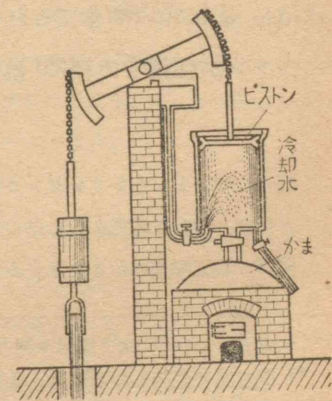


図 61 ニューコメンの蒸気機関

だろう。蒸気はシリンダーの中で凝結すると、圧力が下がってピストンを引き下げる力を生ずる。ニューコメンの蒸気機関はこの原理によったものである。しかしニューコメンの蒸気機関は一つのシリンダーに熱い蒸気と冷たい水とを交互に入れるので、蒸気のむだが多く^{*}、またピストンの動きもあまり速くなかった。その後ワットは、これを改良して蒸気を凝結するところ(復水器)を別に作り、ピストンの一方の側にかまからくる圧力の高い蒸気を入れ、他の側は復水器に^{**}連結し、次に弁の働きでこれを反対につなぎかえるというようにして、ピストンが往復する機関(複動機関)をこしらえた。

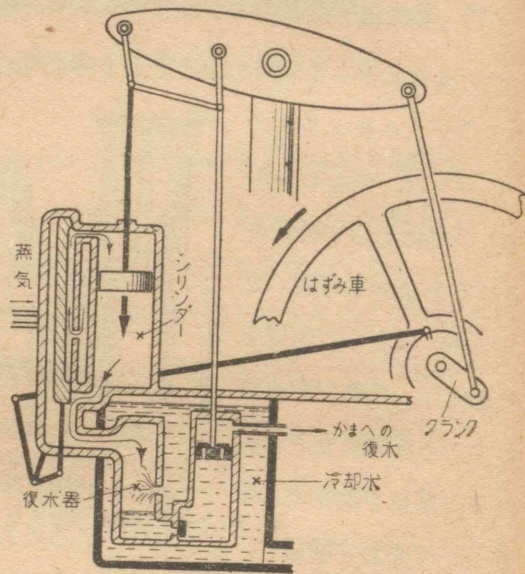


図 62

問 1 ピストンとシリンダーの間で蒸気もれるとどうなるか。もれないようにするには、どんな注意をして作らなければならないか。

問 2 蒸気機関のかまをきわめてじょうぶに作るのはどうしてか。

* 私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようにかはかどるか」を見よ。

** 復水器で凝結した水分は、またかまにもどされる。今日の蒸気機関車は、排気を復水器に送らないで(理由は後に述べる)煙突からはき出すから、かまの水は、しばしば補給しなければならない。

こうしてワットが今日のような蒸気機関をほぼ作りあげたのは 18 世紀の末ごろである。昔の人が考えていた、蒸気を吹き出して羽根車をまわすしかけが実際に使われ出したのは、さらに後になって(約 60 年前)、工業がずっと進歩してからである。今日、船舶や火力発電所に使われている蒸気タービンは、この原理で動くもので、蒸気機関に比べると、効率も馬力も高いが、回転が速すぎ、逆転や速さの調節が困難で、また動き始めの力が弱いので、蒸気機関車にはまだほとんど利用されていない。

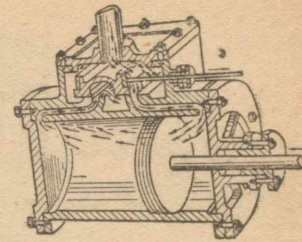


図 63

(2) 蒸気機関はどのようにして動くか

前に学んだように今日の蒸気機関は、ピストンの片側に送られる蒸気の高い圧力と、ピストンの反対側の蒸気の圧力との差がピストンを押し動かすのである。

このとき私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようにかはかどるか」で学んだように、蒸気のもってきた熱のエネルギーの一部が、ピストンを押し動かす力学的仕事にかわるわけだから、蒸気機関ではなるべく多くの熱のエネルギーを仕事にかえるようにくふうされなければならない。それにはどうしたらよいだろうか。これから学ぶことをもとに、だんだんと考え調べていこう。

図 64 は機関車の蒸気機関を簡単に示したものである。これについて、どんな順序で車がまわるかを調べてみよう。

(1) では、蒸気の圧力はピストンの右側が大きいから、ピストンは左側に動き、クランクと車輪は左向きにまわる。このときピストンの反対側の蒸気はどうか。(A) もいっしょにまわるから、偏心棒に

押されて弁は左向きに動く。

(2) の位置にくると蒸気は閉じられる。このときピストンを押しても車を動かす力にはならない(クランクが死点に来たと言う)。しかし車の勢いがあるから、弁は左向きに動いていき、蒸気はピストンの左側にはいるようになる。

(3) (A) がこの位置までまわると、弁は右側に動きはじ

め、蒸気の入口が次第にせまくなっていく*。

(B) を (C) の上端に引き上げておくと、(B) は (D) を支点として動くから、(1) の弁の位置が今度は図 (4) のようになってピストンは右向きに動く。——逆転装置

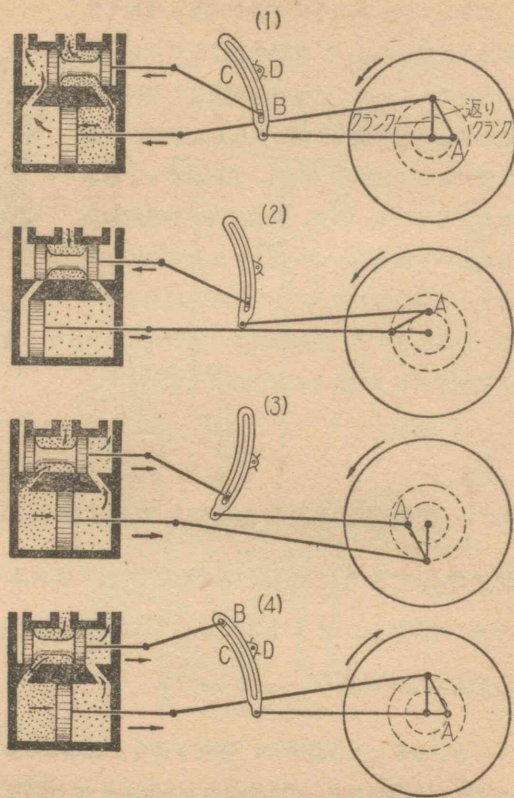


図 64

* クランクが死点に近くなると、ピストンの速さが次第におそくなるから、蒸気のはいる速さは減る。

問 3 機関車が走っているとき、蒸気口をせまくする(蒸気の送りこまれる速さが減ると)、シリンダーの中の圧力はどうなるか。ピストンを押す力はどうなるだろう。

問 4 機関車にはシリンダーがいくついているか。クランクが死点にあるとき、機関車は動き始められないだろうか。

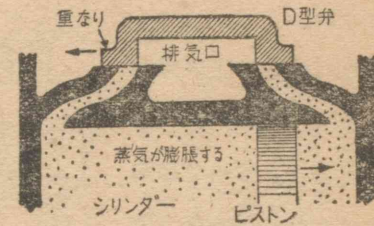


図 65

蒸気機関車には D 型のすべり弁を使うこともある。図 65 のように弁の下幅を蒸気の入口より広くしておく(重なりをつける)と、ピストンが一方に動ききらないうちに蒸気の入口が閉じられるから、その後はピストンの動きにつれて、シリンダーの中の蒸気が膨脹する。すると、その圧力は次第に低くなるが(温度も下がる)、この間は新たに蒸気を送らずにピストンが動くわけであるから、熱のエネルギーがそれだけ得である(効率がよくなる)。

(3) 機関車のかまはどうなっているか

水に少しのおがくずなどをまぜてフラスコに入れ、これを熱して、フラスコの下の方の水が上がっていき、上の水が下にまわりこんで対流が起り、全体の水があたゝめられる様子を見よう。水の入れ物の形を



図 66

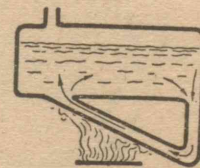


図 67

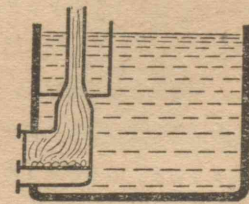


図 68 ふろのかま

くふうすると、対流が規則正しく盛んに起り、熱が速く全体の水に伝わるものである。では、機関車のかまはどんなしくみになっているだろうか。

なべは底の広い方が煮え方が速い、どうしてだろう。すべてほのおにふれて熱を伝える面積（伝熱面積）が広

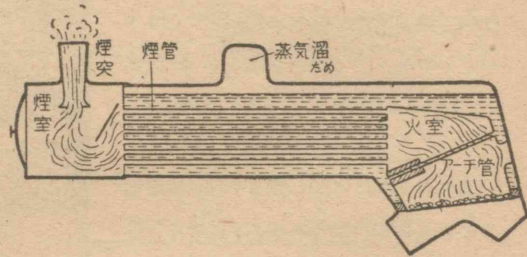


図 69 機関車のかま

いほど、そのわき方は速い。機関車のかまでは、石炭が燃え、火室のまわりで水をあたゝめるほかに、ほのおや煙がかまの中を横に何本も貫ぬいている煙管を通りながらも水をあたゝめるから、伝熱面積が広がっている。

それでも石炭をたいした熱の約半分は煙突から逃げてしまう。かまの効率の悪いことが蒸気機関の欠点の一つである。図 70 において耐火れんがでできた板（れんがアーチ）があると石炭から出たほのおが火床からすぐに煙管に向かわずに、火室の中をぐるっとまわってじゅうぶんに燃え、その間にまわりのかまの水に熱を与える。そのうえ、ほのおがどの煙管にも一様に吸い込まれ、火床の風通しも一様になる。また、れんがは石炭の盛んに燃えているときには、熱をたくわえ、燃え方が悪くなると、その熱を吐き出して、火室の温度が急に変わらないようにする働きもある。ふろのかまにもこのようなくふうを試みるがよい。

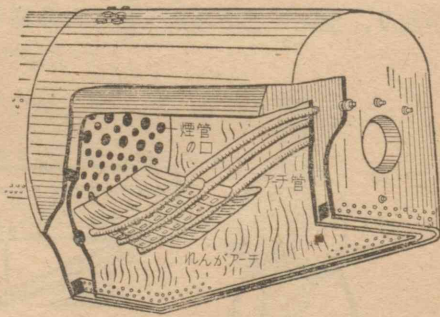


図 70 火室を後下方から見た図

実験 1 図 71 のような容器に水をみだし、その中に温度計を入れて熱する。水が約 100° になれば、温度はもはや昇らなくなって、水の中から蒸気があわになって上がってくる（沸騰）。次にポンプをつないで、中の圧力を低く保ちながら水をあたゝめてみる。沸騰する温度はどう変わるであろうか。

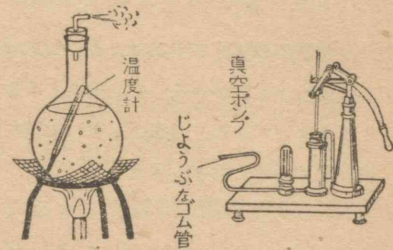


図 71

沸騰が起るのは、あわの蒸気の圧力が液面に加わる外の圧力よりも大きくなるからである。したがって前の実験から、水の温度の低いときには中から出てくる蒸気の圧力が小さいことがわかる。逆に、液面の圧力が 1 気圧より大きくなると、水は 100° より高温になってから沸騰し、圧力の大きい蒸気が出てくる。

- 問 5 煮たきを使う圧力がまほどのような働きがあるか。
- 問 6 高山では飯がうまくたけないのはなぜか。
- 問 7 機関車のかまの水温は、ちょうど 100° であろうか。
- 問 8 機関車のかまに安全弁がついているのはどうしてだろうか。

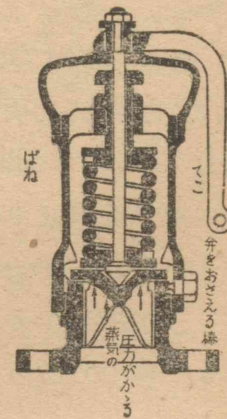


図 72 安全弁の一例

機関車のかまですでにできた蒸気は、かまの上にこぼのように突き出した蒸気溜^{だめ}の中にある蒸

気管の入口からシリンダーに送られる^{*}。その入口には加減弁があって蒸気の送り方を調節するのである。

かまの中の蒸気の圧力は大きく (1cm² 当たり 10 kg 以上もある), 弁を開閉するには大きな力があるので, 図のようなしかけをして, らくに運転室から操作できるようにしてある。発車するとき, 加減弁はきわめて徐々に開くようにしないと, 列車はなめらかに動き出さない。

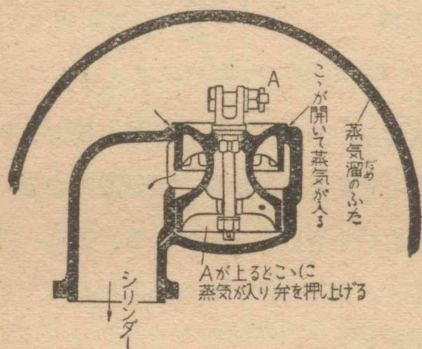


図 73 加減弁

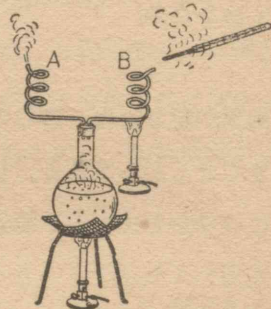


図 74

実験 2 図 74 のようにして水を沸騰させ, A, B 二つの口から出てくる蒸気を比べてみる。

- (1) A の口では白く見えるが, B の口では, 口から少し離れた所で白く見えるのはどうしてか。
- (2) A の口に冷たいものを近づけるとすぐ水滴がつくが, B ではつき方が少ないのはなぜか。
- (3) 両方の口から出る蒸気の温度に違いがあるだろうか。

* 蒸気管の入口を水面からなるべく離して, 水気ははいらぬようにする。

この実験から, A の口の蒸気は温度が低く (ほぼ 100°), 少しでも冷えるとすぐ凝結して水滴になること, B の口から出る蒸気は高温度で (100° より高い), この蒸気は水滴を作るには相当長く空気中を通過して冷えなければならないことがわかる。A のように沸騰して出てきたまゝの蒸気を飽和蒸気という。また飽和蒸気をさらに熱すると蒸気の温度が高くなり (体積はふえる), 温度が下がっても, もとの飽和蒸気の温度 (1 気圧なら 100°) になるまでは (体積は縮むが) 水滴を作らない。こうした蒸気を過熱蒸気と言う。

前に学んだように, 機関車は効率をよくするために, 蒸気をシリンダーで膨張させている。蒸気は膨張すると温度が下がるから, 飽和蒸気ではすぐに凝結するが, 過熱蒸気では凝結しにくい。

機関車では, シリンダーの中などで蒸気が凝結して水滴ができるので, かまから出てきた蒸気を, 過熱管を通して熱し, 過熱蒸気にしてから使うのが普通である。

機関車のかまの前端の丸い大きなふたを開けると, 図 76 のような煙突の中の様子が見られる。煙管から出てきた煙

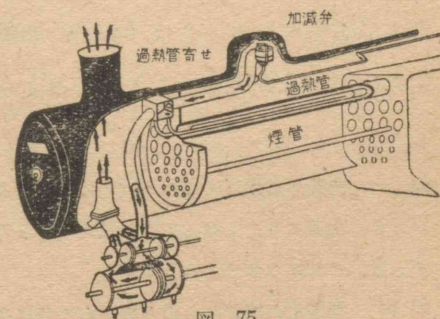


図 75

は, A のもろせ板に当たり, その下をぐるっとまわって煙突の下に出る。蒸気は B を通ってシリンダーに送られ, 次に, C から吹き上

* どの煙管からも一様に煙を吸い出すためである。

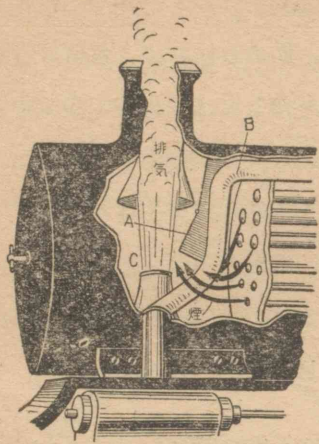


図 76

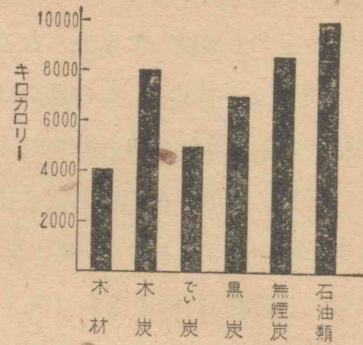


図 77 1kg 当たりのおよその発熱量

げられるから煙もいっしょに煙突の外に勢よく吹き出される。

研究 2 おもな燃料の 1kg 当たりのおよその発熱量は図 77 のとおりである。1cal は 1cc の水を 1° だけあたためる熱量で、1cc の水が蒸気になるときは 536 cal の熱を吸収する。これからかまの効率を調べる方法をくふうしてみよう。

問 9 沸騰する鉄びんの口に近い所では何も見えないが、少し離れた所から白煙ができ、次第にうすくなってまた見えなくなる。白煙にほのおを近づけると白煙は消える。これはなぜであろうか。

問 10 機関車の煙突から出る煙が白いのはなぜか。

問 11 機関車がとまっているときにも、煙突から煙を吹き上げることがあるが、なにをしているのだろうか。

(4) 蒸気機関車にはどのようなものがあるか

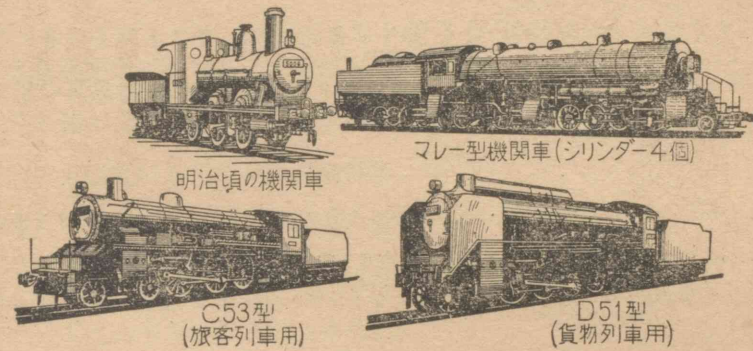


図 78

蒸気機関車にはいろいろの形のものがあるが、その働きはどのように違うのだろうか。機関車を見てまず気づくことは、機関車のあとに石炭と水をたくわえておく炭水車を連結しているもの(テンダー型機関車)と、炭水車を別につけなくて運転台のあとに積み込むもの(タンク型機関車)^{*}とがあることであろう。

問 12 長距離を走るものに、多くテンダー型機関車が使われるのはなぜか。

問 13 炭水車を引っ張っていると、後進の場合、運転がしにくい。短い区間の折返し運転(たとえば貨車の入れかえ作業)などは、どちらの型が実際に多く使われているだろうか。

機関車には、重い長い列車を引っ張っているものと、軽便鉄道など

^{*} 後に述べるように機関車の車輪にかゝる力が大きくなるから、タンク型機関車は水や石炭をあまり多く積めない。また石炭や水の量が変わると、その機関車の重さも変わってしまう。

のように軽い列車を引っ張るものがある。

機関車の引く力を大きくするにはどうしたらよいらうか。それには、まずピストンを押す力を強くするために、ピストンを大きくし（ピストンを押す力＝蒸気の圧力×ピストンの面積）、また蒸気の圧力を高くすればよい。

しかし、これには機関車の各部分にかゝる力が大きくなるから、じょうぶな構造にしなければならない。またピストンを大きくすれば蒸気の消費量が多くなるので、蒸気もたくさん作らなければならない。シリンダーの数を、3個または4個にふやすこともある。

こうして機関車の動輪をまわす力を強くしただけでは、引く力を大きくすることはできない。それは私たちの科学14「機械を使うと仕事はどのようにはかどるか」で学ぶことになっているが、列車を引く力は、動輪とレールの間の（静止）摩擦力によって起るからであって、摩擦力が弱ければ、いくら動輪をまわしても空転してしまう。この摩擦力を大きくするには、動輪をレールに押しつける力を大きく（機関車を重く）すればよいわけである。

しかし、レールのひと所にこのような大きな力がかゝると、レールがこわれるおそれがあるので、機関車の重みを何対もの動輪に分け、連結棒によってどの動輪もまわすようにする。したがって重い貨物列車用の機関車は、軽快な客車用機関車より動輪の数を多くすることがある。動輪が何対あるかはその機関車の性能を知るめやすの一つとなる。

C 53 型とか、D 50 型とかいうのはじめの記号は、動輪が何対あるか（C は 3、D

は 4）を示している。次の二つの数字は、機関車の型を表したもので、タンク型は 10～49、テンドー型は 50～99 である。

蒸気機関車ではピストンの往復をあまり速くできないから、動輪の回転数にも限度がある。それで機関車の速度を大きくするには、動輪の直径を大きくして、同じ回転数でも速く走るようにするのである（その代わり引く力は弱くなる^{*}）。わが国の急行旅客列車用の機関車では、動輪

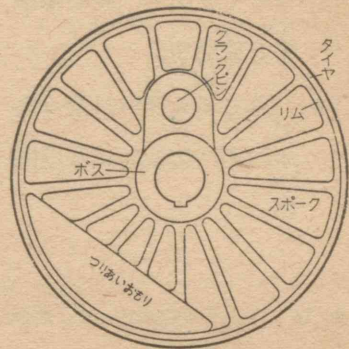


図 79

動輪にはクランクや連絡棒の重さにつりあわせるためにおもりをつけてある。

直径が 1,750 mm、貨物列車用では 1,400 mm ぐらいになっている。

普通の機関車には、先輪や従輪がついている。先輪は、曲線を通るときに機関車の向きをかえてやる働きがある。図 81 によってその原理を考えてみよ。

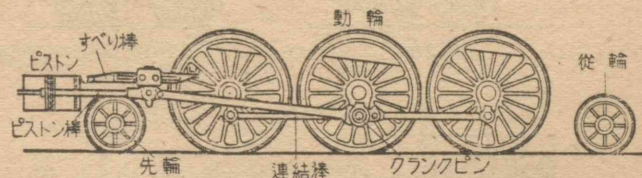


図 80

研 究 3 次のような機関車には、どんな条件がなければならないかを、いろいろの点から考えてみる。

* 私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようにはかどるか」の回転力の項を見よ。

(1) 重い貨物を、きわめて
ゆっくり引き、長い距離
走る機関車。

(2) 急なころばいを登るた
め、専門に使われる機関
車。

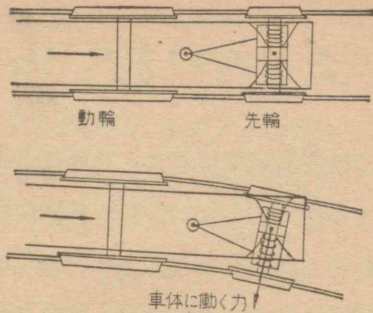


図 81 先輪の働き。実際にはこ
のような形のばねは使わない。

問 14 レールの幅に比べて、動輪
の直径があまり大きいと、どんな不都合があるか。

問 15 蒸気機関車の動輪の数を多くすると、曲線を走るとき、どんな不便がある
か。電気機関車や、電車ではどうだろう。

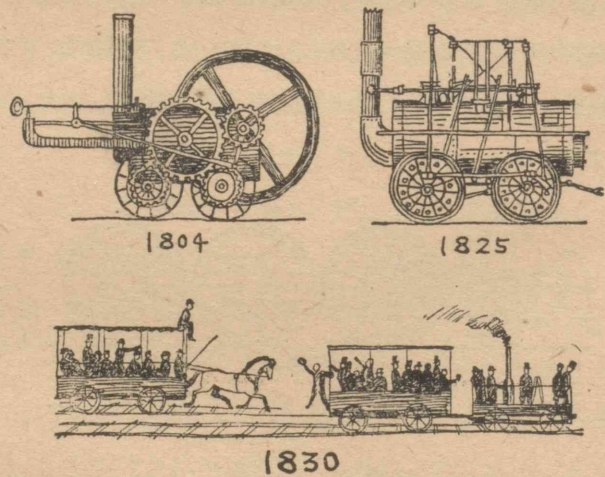


図 82

わが国の機関車

型 式	機 関 車 重 量	動輪の数	動 輪 直 径	シリンダ ーの数	かまの 蒸気圧	ピストンの 引っ張り力	
	トン		mm		kg/cm ²	トン	
C 53	81.0	3	1,750	3	14	13.7	} 旅客用
C 54	65.3	3	1,750	2	14	11.7	
C 55	66.7	3	1,750	2	14	11.7	
D 50	78.1	4	1,400	2	13	16.9	} 貨物用
9600	61.7	4	1,250	2	13	13.9	

2 電気機関車や電車はどのようにして走るか

電気機関車や電気に、電流を送るにはどのようにしているか。

その電流は直流か交流か。また何ボルトぐらいであるか。

モーターはどこについているか。どうして車をまわすのだろうか。

電気機関車や電車の運転台を見たことがあるか。そこはどうなっているか。

ブレーキはどんなしかけで働くのか。

連結器はどんなしかけか。

蒸気機関車と比べて、電気機関車や電車はどんな特徴があるだろうか。

市街電車の屋根からポールが突き出しているのを見かけるだろう。

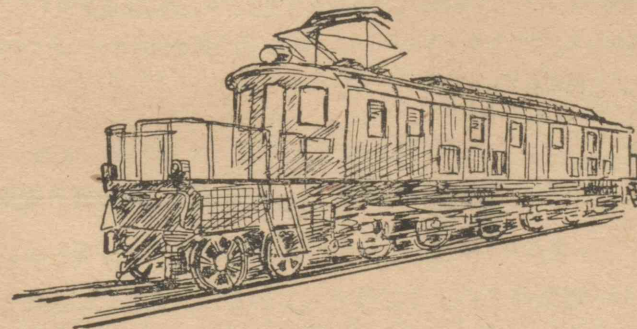


図 83

ポールの先にはみぞのついた車があって、架空線に沿ってすべり動くようになっている。パンタグラフは、電気機関車や郊外電車のように速度の速いものに使われている。ポールやパンタグラフは、架空線から電気をとり入れるための装置である。

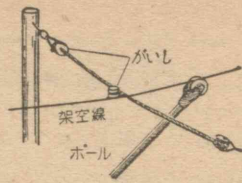


図 84

問1 ポールやパンタグラフは、なぜ車体から絶縁しておかなければならないか。実際にはどのようにして絶縁するか。

問2 電車のポールを2本使うものと、1本しか使わないものがある。1本するときには、電流はどこから流れこんで、どこから出ていくのだろう。また、パンタグラフではどうだろう。

問3 ポールやパンタグラフから火花が出ることがあるが、なぜだろう。

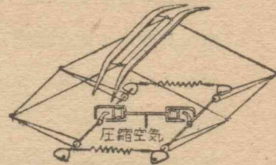
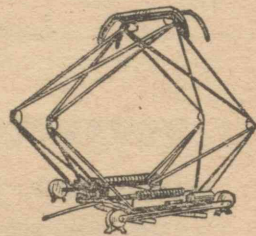


図 85
パンタグラフ

地下鉄や登山鉄道などには、架空線の代わりに、レールに沿って、さらに一本の絶縁したレール(第三軌条)を設け、これから電流をとり入れるものがある。第三軌条を使うと、トンネルの天井をあまり高くしないでもよいし、また、銅の架空線に比べて多くの電流を流せるなどの利点がある。

架空線には市街電車では600ボルト、電気機関車や郊外電車では1,200ボルト、または1,500ボルトの直流電圧がかかっている。私たちの科学15「電気はどのように役立っているか」で学ぶことになっているが、モーターには、直巻き型と分巻き型^{ぶんまき}があって、鉄道に使われ

るものは直流の直巻き型が多い。それは、直巻き型は回転をはじめるときの力(起動力)が大きく、また速度をいろいろに変えるのに都合がよいからである。

速度を調節するには、運転台の左前にある制御器(コントローラー)を用いる。これはスイッチの一種で、これによってモーターの接続を直列や並列に切りかえたり、抵抗を加減したりする。実際にどのように操作されるかを見ておくとよい。

外国では直流でなく、交流を使うものもある。この場合は、速度を調節するのに変圧器を用いる。

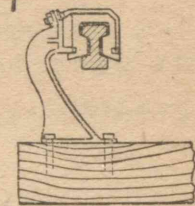
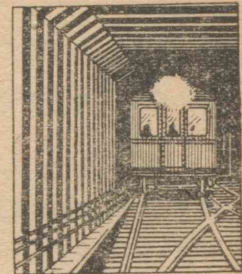


図 86
地下鉄と第三軌条

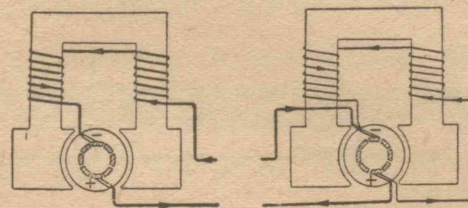


図 87
(左) 直巻きモーター (右) 分巻きモーター

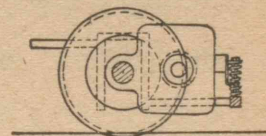
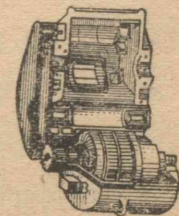


図 88
電車のモーター

研究4 図89は、電車が次第に速くなっていくときの電気回路の接続を示す。* 図について、モーターに流れる電流

* 国鉄電車などでは、このような切り換えが、順次に半ば自動的に行われるから、制御器は二段か三段に動かすだけでよい。

のありさまを考えて見よう。

研究 5 変電所ではどういふことをしているか。なぜ変電所があるか。

問 4 速度を調節するための抵抗器は、電車では床下に取りつけて風が当たるようにしてあるのはなぜか。電気機関車ではどうなっているだろう。

問 5 後進するとき、モーターの接続をどう変えたらよいか。

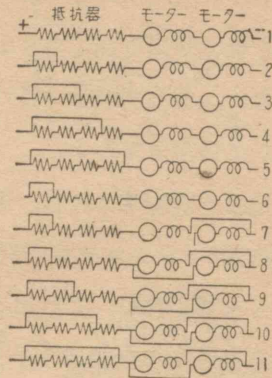


図 89 速度の調節

モーターは普通各車軸のそばに取り付けて、歯車で回転を落して車輪をまわすようにしているが、またモーターの軸に直接車輪を取り付けるものや、クランクと連結棒とで蒸気機関車の動輪のようにして、力を伝えるものもある。

モーターは市街電車では数十馬力のもものが二台、省線電車では 150 馬力くらいのもものが四台そなえてあり、電車機関車では、数百馬力の大型モーターが四台から六台くらいそなえてある。

電気機関車や電車は、車体と、車輪を取り付け車体

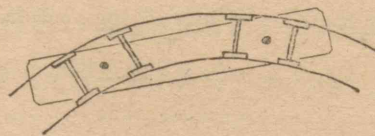
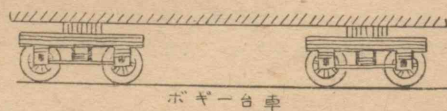
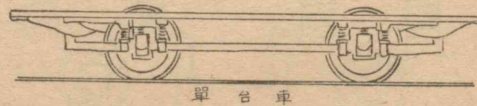


図 90

をさへえる台車とからできている。

小型の市街電車では、図 90 のような単台車を使うが、車体が長くなると、ボギー台車を用いる。

国鉄電車などでは、モーターのついた車輻(三等ではモハと記してある)のほかに運転台だけつけた車(クハ)と、運転台もモーターもない車(サハ)とがあって、モハやクハの間にサハをはさんで運転している。

問 6 車体が長いと、曲線を走るとき単台車では都合が悪いのはなぜか。ボギー台車では、どうか。

問 7 ボギー台車の場合に、モーターを車体に取り付けるのと台車に取り付けるのとではどちらがよいと思うか。

電気機関車は蒸気機関車に比べて、どういふ点がすぐれているだろうか。(1) 効率がよい。(2) 運転費が安い。(3) 煙や火の粉を散らさない(これは市街地やトンネルでは特に有利である)。(4) 運転がやさしく、出発準備やあとしまつが簡単である。(5) 水や石炭を補給しなくてもよいから長距離を続けて走れる。(6) 簡単に進行方向が変わるから、折返し運転がらくにできる。(7) 速度がおそいときには、蒸気機関車よりけん引力が大きくなるので、発車するときやころばいを登るに都合が

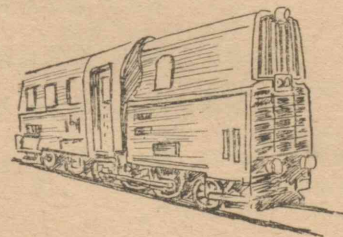


図 91 ジーゼル電気機関車

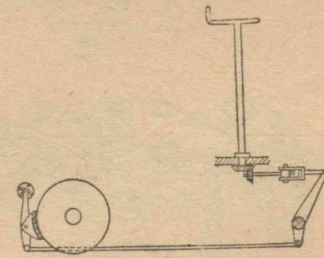


図 92 手動ブレーキ

よい。(8) 蒸気機関車より軽くても、大きなけん引力が出せる。

しかし、機関車の製作費と線路の設備費が高いことが今のところでは欠点になっている。

鉄道を電化するには、架空線を張るばかりでなく、発電所や変電所を造らなければならないこともあって、非常に費用がかかるのである。現在東海道線の東京・浜松間、中央線の新宿・甲府間などは電化されている。

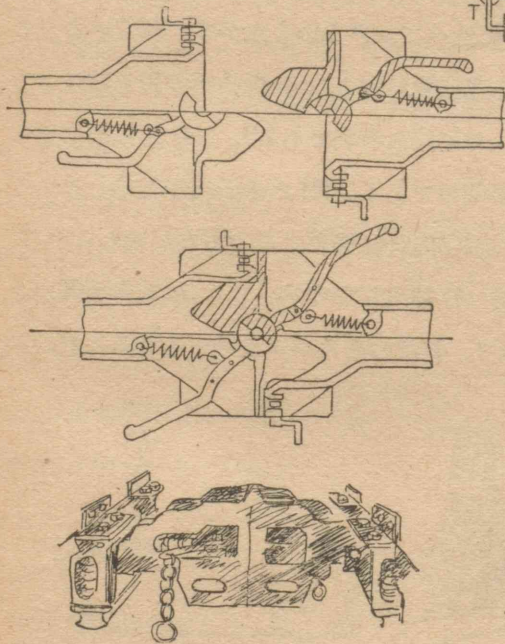


図 94 自動連結器

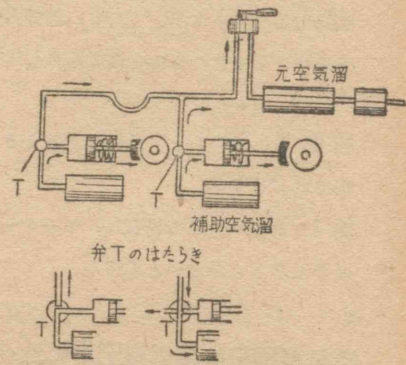
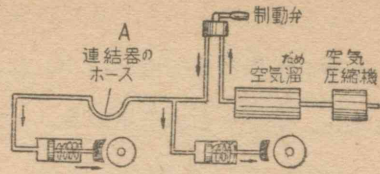


図 93 空気ブレーキの説明図

研究 6 ジーゼル電気機関車・蓄電池式電気機関車とはどんなものだろう。どんなところに用いられているか。電気自動車を見たことがあるか。電気自動車と電車と似ているところはないか。運転装置なども比べてみよう。

研究 7 鉄道に使われる

ブレーキには手動式と空気式とがある。図についてその働きを調べてみる。また、もし列車の連結器がこわれて管が切れることがあると、空気ブレーキはどうなるだろう。図 93 の A, B について比べてみよう。

研究 8 図 94 は、自動連結器の一例で、省線電車などに使われている。その働きを調べよう。

3 鉄道車輛りょうはどんな所を走っているか

研究 9 近くの鉄道線路に行き、次のことを調べてみよう。

- (1) 線路のこらばいはなぜ少なくするのか。盛り土や切り通しはどんな所にあるか。
- (2) その線路をどんな列車が一日何回ぐらい走っているか。
- (3) レールや枕木の下になぜ砂利を入れるのだろう。よく保線工手がつるはしを振っているが、何をしているのだろう。
- (4) レールの形、長さ、左右のレールの間隔(ゲージ)を調べる。新しいレールと使い古されたレールとを比べてみる。

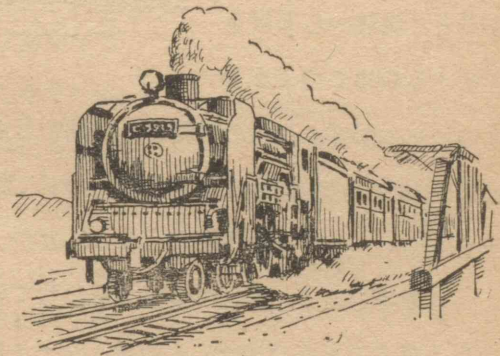


図 95

(1) 線路はどのように造られているか

現在では汽車と線路はたいへん深い関係にあるが、線路が使いだされたのは、汽車の現われるより、はるかに古い時代からなのである。

人類が車を発明し、盛んに利用するようになると、柔らかい土地では車輪が地面にくいこんで、動かしにくいことから、車輪の下に、長い木材をずっと並べてしき、車輪の沈みを

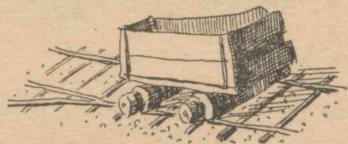


図 96 1500 年ごろ炭坑で使った木のレール

少なくして、軽くまわすことを考えた。しかし、重い車では木材が曲がったり、地面に沈んだりするので、横に枕木を並べ、その上に二本の長い木材をかけ渡すよ

うになった。17 世紀になると、炭坑から石炭を運搬するのにこのような

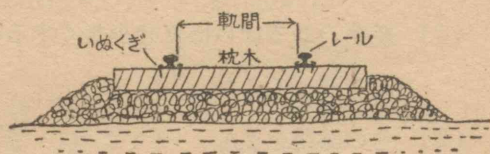


図 97

木のレールが盛んに使われだし、線路の分かれ道(今日の転轍機)さえ作られた。やがて鉄板を木のレールの上に張るようになったが、これは寿命が長く、また凹形やL形にして脱線をふせぐこともできた。その後、レールは進歩してしょうぶなものが作られるようになり、木桁なしに枕木の上に、鉄のレールをじか(けた)にかけ渡したのである。18 世紀の末ごろ、今日のような断面がI形のレールができあが

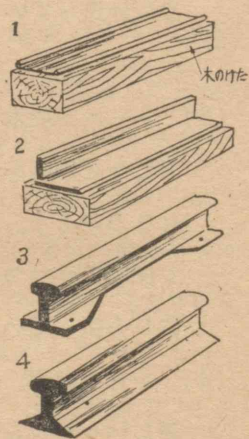


図 98 レールの進歩

* 19 世紀には、レールをいも(て)ものでなく、鋼で作るようになった。

り、またつば(フランジ)のついた今日の鉄道車輪も現われた。

鉄道線路は地面の上に砂利の層を作り、枕木を並べ、これにレールをいぬぐいでとめてある。砂利は、レールにかゝる力を平均して地面に伝え、列車の振動を和らげ、雑草のはえるのを防ぎ、排水をよくするなどの働きがある。

レールは、なぜ断面をI形にしてあるのだろうか。この形は、(1)できるだけ鉄の分量を少なく使って、しかも車輛の重みにたえて、曲が

らないしょうぶなものになっていること(レールの高さを高くし、中央部を薄くする)。(2)車輪によるすりへり方の少ないこと(レールの上面を幅広くする)。(3)枕木の上にすわりのよいこと(レールの下面を平らに幅広くする)。(4)製造しやすいことなどによって、きめられたものである。

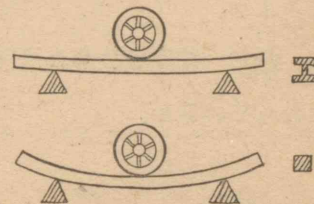


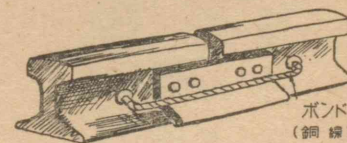
図 99

枕木の寿命
(防腐剤を入れれば平均
2 倍もつ)

ひのき = 9 年 8 月
く　　り = 6 年 6 月
な　　ら = 5 年 3 月
か　　つ = 5 年 6 月

問 1 レールのつぎめを、少し離しておくのはなぜだろう。すきまがないと不都合がおこるだろうか。

問 2 レールのつぎめのすきまが大きすぎてもよくない。それはどんなわけであるだろうか。



ボンド
(鋼線)

図 100 レールのつぎめ

近ごろではレールを長くして、なるべくつぎめの数をへらすようになった。また、トンネルなどで温度の変化が激しくな

い所は、レールをよう接して、つぎめをなくしている。

研究 10 鉄道線路の所々にさまざまな標識が立っている。何のためか。信号にはどんな種類があるか、どのようにして働くか。調べてみよう。

研究 11 線路の分かれ道(転轍機)はどんな構造になっているか。

汽車はわずかの坂でも登りにくいので、線路は盛り土や切り通しによって、なるべくこぼれを少なくする。山地では土地の傾斜が特にはなはだしいから、まわり道をしてこぼれをへらすのである。地図を開いて、地勢と、鉄道線路の位置について調べよう。

わが国の鉄道の軌間(二本のレールの頭の内側の間隔)は、1,067 mm

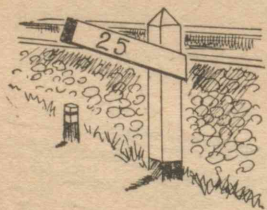


図 102

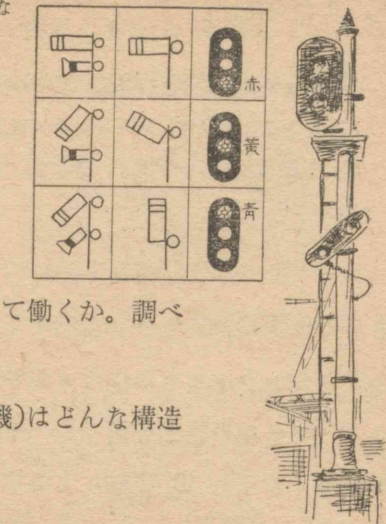


図 101

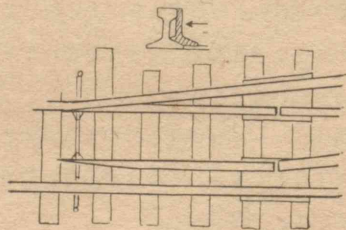


図 103 転轍機

* 市街電車のレールにもよう接したものがあるから調べてみよ。

であるが、欧米諸国、満州、朝鮮などでは、1,435 mm を採用している。軌間を広くすれば車輛を大きくして輸送能力や、速度も増加できるが、あまり広いものも、線路の設備費が高くなって経済的でない。

(2) トンネルや鉄橋はどんな役を果たしているか

わが国は山が多いから、各所にトンネルが作られている。清水トンネル(上越線)は、長さ約 9.7 km、10 年近くかかって開通し、丹那トンネル(東海道線)や笹子トンネル(中央線)は世界的にも知られている難工事であったが、わが国の土木技術はよくこれを克服した。トンネルの工事はどうして、そのようにむずかしいの

だろうか。地質の柔らかい所は、掘ったあとでくずれのおそれがあり、断層(私たちの科学 10「土はどのようにしてできたか」を見よ)などでは、水がわき出て工事をさまたげる。トンネルの奥で吹き出す水は非

* わが国でも国有鉄道以外の市街電車などでは、その幅が違っている。

** 1,435 mm を標準軌間とし、これより広いものを広軌、狭いものを狭軌といっている。

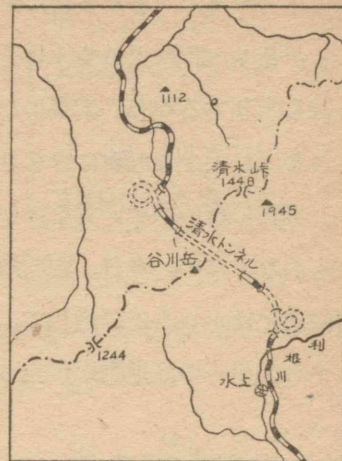
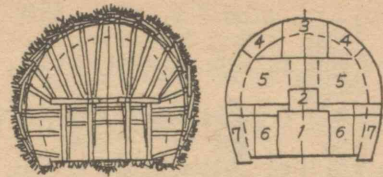


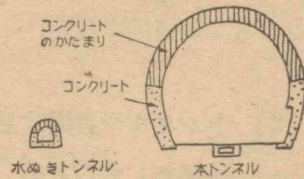
図 104
清水トンネルと地勢

日本の長いトンネル	
	m
清水 (上越線)	9,702
丹那 (東海道線)	7,804
面白山 (仙山線 山形 仙台)	5,345
笹子 (中央線)	4,656
石北 (北海道石北線)	4,329
猪之鼻 (土讃線)	3,845

常に圧力が高く、また多量に出ることがあり、時に土砂やくいを押し流したりするので、工事にたずさわる人は大きな危険にさらされる。実際に尊いぎせい者を出した例も少なくない。今日、関門海峡の海底にはトンネルが通じて、東京から九州への直通列車が走っている。



トンネルを掘る順序



木造トンネル 本トンネル

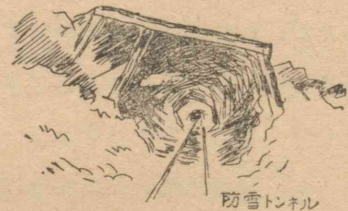
図 105



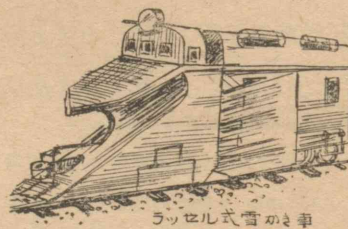
図 106

研究 12 海や河の底のトンネルは、どのようにして掘るのだろうか。

研究 13 鉄橋(鉄道橋)には、市街地や溪谷などにかげられるものもあり、また船が通るとき橋の一部が開閉するしくみのものもある。鉄(鋼)のものとコンクリートのものでは、形にどんな違いがあるだろうか。鉄橋は



防雪トンネル



ラッセル式雪かき車

図 107

どのようにして造られるのだろうか。書物や写真などによって調べよう。

研究 14 鉄道の駅は、どんな仕事をしているか。いろいろの信号や転轍機はどこでどのように操作

しているか。構内で線路はどのように分かれているか。いなかの駅と都市の大停車場とでは、駅の形や設備にどんな違いがあるだろうか。近くに車庫や操車場があれば見学する。

日本の長い橋	
	m
羽越線(阿賀野川)	1,242
東海道線(天竜川)	1,209
札沼線(石狩川)	1,074
四国(吉野川)	1,070
東海道線(大井川)	1,018

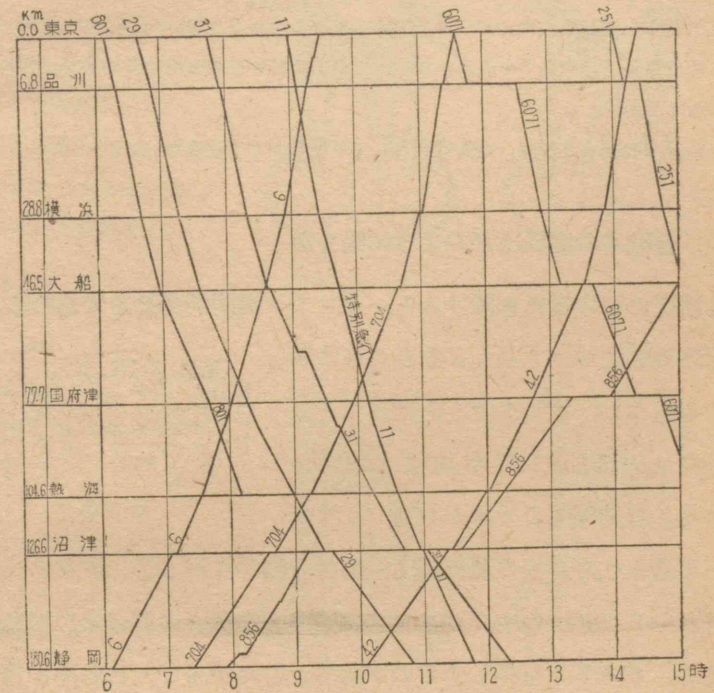


図 108

鉄道で使う時間表は、ダイヤグラムである。図 108 のようにグラフの縦を道のり、横を時間とし、列車の位置、時刻をしるしていくと、斜の線となる。ダイヤグラムで上りと下りとはどのように区別されるか。二つの列車がすれちがう所と時刻はどうして求めたらよいか。各列車の平均速度を計算してみよ。列車についている番号は列車の方向(上りは偶数, 下りは奇数), 種類(下二桁が 1~49 は旅客列車, 50~99 が貨物列車), 運転区間を示すものである。

VIII 自動車はどのようにして走るか

自動車を動かす力は、どの部分で作っているのだろうか。

運転台には、ハンドルのほかにペダルやてこがいくつもついているが、何に使うのだろうか。

鉄道と自動車とは、交通機関としての役割がどう違うか。

1 自動車の機関はどのように働くか

自動車の前のふたを開けると、ガソリン機関が見えるであろう。

内燃機関についておよそのことは私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようにかはかるか」で学ぶことになっている。蒸気機関のピストンは、シリン

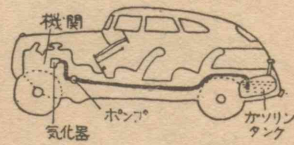


図 109

ダーに送られた高圧の蒸気によって押し動かされるが、ガソリン機関では、シリンダーの中でガソリンの蒸気と空気との混合気が爆発的に燃えて、ピストンを押しやるのである。したがって、自動車は重いか

* 今日では、ディーゼル機関や、原動機を車の後部につけたものもある。

まがいらぬ。ガソリンを気化し、空気とまぜてシリンダーに送る装置(気化器)をつければよいのである。

図 110 は気化器の働きを示している。ガソリンタンクから送られたガソリンは、まず浮室にたまる。浮室の液面は自動的に噴口と同じ高さになるようにしてある(その原理を図によって考えよ)。絞り弁は、機関に送る混合気の量を調節するもので、

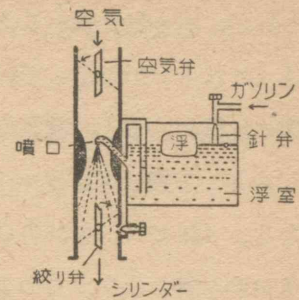
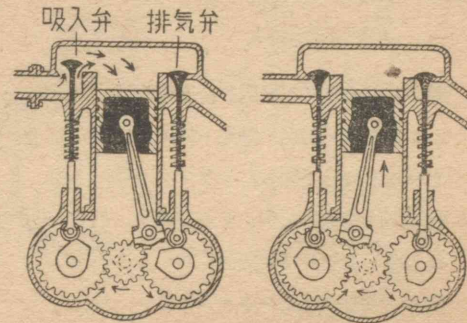


図 110 気化器

運転台の加速ペダル(アクセルレイター)と絞り弁ボタン(スロットルボタン)とで開閉される。空気弁は、ガソリンと空気との混合の割合を加減するもので、空気ボタン(チョークボタン)で開閉される。



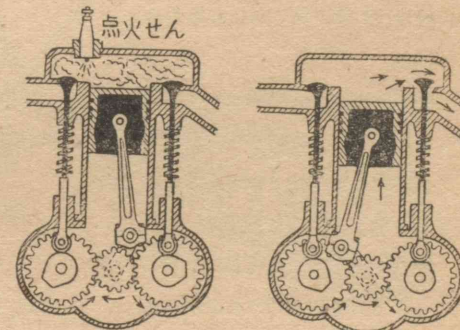
カム クランク

(1)

(2)

問 1 気化器の働きと、噴霧器とを比較してみよ。

問 2 空気弁を閉じると、ガソリンの濃度が増すのはなぜか。



(3)

(4)

気化器から送られる混合気はどのようにしてガソリン機関で燃えるのだろうか。

図 111 によってピストンや弁の動きを調べよう。

図 111 四サイクル機関

(1) 吸入弁が開き、排気弁が閉じているから、ピストンの下がるにつれて、混合気は吸いこまれる。(2) では吸入弁・排気弁は閉じられる。ピストンが上がっていけば混合気は圧縮される。(3) ピストンが図の位置にくると、電気の火花を飛ばして混合気に点火、爆発させてピストンを押し下げる。このときの力がクランクを通して回転の力となる。(4) ピストンが再び上がるにしたがって、燃えた後のガスを排気口から押し出す。このような四つの働きを順々にくり返して動力を発生するものを、四サイクル機関という。

問3 四サイクル機関が、上のような吸入・圧縮・爆発・排気を一通り終わる間に、クランク軸は何回転するか。その間に吸入弁・排気弁は何回開くか。

問4 弁をつき上げるカムをまわす歯車と、クランク軸の歯車との回転の割合(したがって歯数の比)は、いくらにしたらよいか。

問5 ガソリン機関は蒸気機関に比べて、力の出し方にむらが多いのはなぜか。はずみ車はどんな働きをするか。

問6 図112のように、数個のピストンを一つのクランク軸につけ、シリンダーが交代に爆発するようにすると、どんな利益があるだろうか。

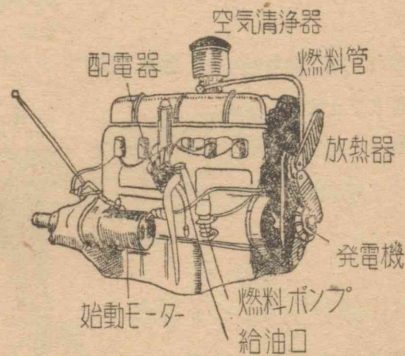
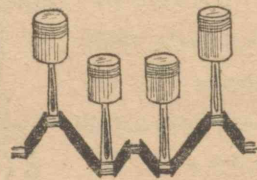


図112 自動車用機関の一例

研究1 小型自動車や、オートバイなどには、二サイクルの機関が使われることがある。図113についてその働きを考え、四サイクル機関と比べてみる。

研究2 ピストンとシリンダーとの間でガスがもれると、どうなるか。ガスをもらさないために、どんな注意がはらわれているだろうか。

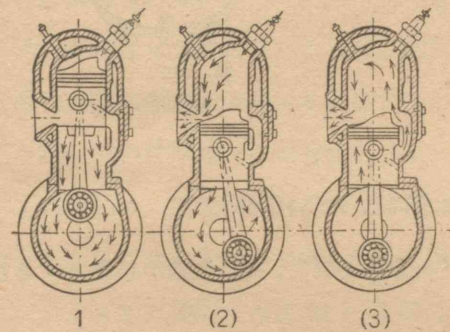


図113 二サイクルガソリン機関

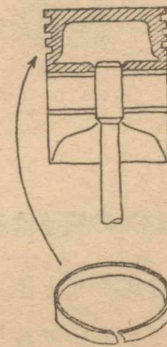


図114 ピストンとピストンリング

蒸気機関のシリンダーは蒸気の温度よりも熱くならないが、ガソリン機関では、シリンダーの中で混合気が燃えるので、そのままでは、高熱のためにシリンダーやピストンがこわれたり、火花を飛ばさ

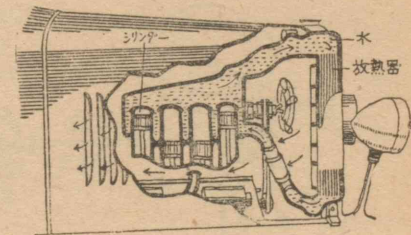


図115

ないうちに爆発したりするおそれがある。したがって、シリンダーを

水や空気で冷やしてやらなければならない。

問7 自動車の前面のはちの葉のようなこうしはなんのためにあるのだろうか。

問8 オートバイの機関のシリンダーに薄いひだが何枚もついていて、それはどんな働きがあるか。

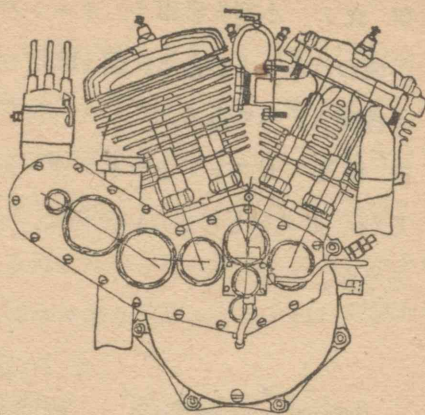


図 116
オートバイの機関の一例

2 自動車の構造はどのようにになっているか

自動車を動かすとき、ペダルを踏んだり、てこを動かしたりするが、なにをしているのだろうか。

図でわかるように自動車の機関のクランク軸の回転は、長い推進軸

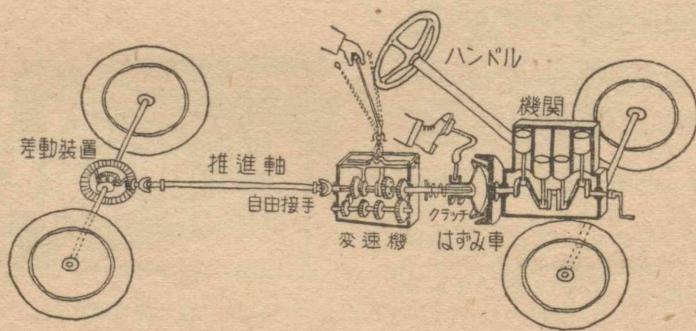


図 117

を経て後の車軸に伝えられる。しかし、蒸気機関のようにクランクが直接車軸に連結していないで、途中にいろいろの装置がある。

運転台のクラッチペダルを踏むと、機関のあとのクラッチが働いて、クランク軸と推進軸との間を離す。ペダルを放すと、ばね A の力で B が C に押しつけられるから、BC の摩擦でクランク軸と推進軸とがいっしょにまわり、機関の動力があとに伝えられる。

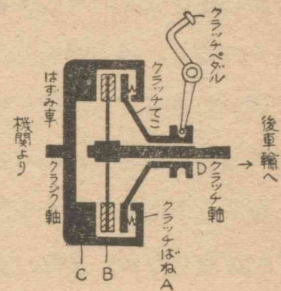


図 118

クラッチはなぜ必要なのだろうか。蒸気機関車は、前に学んだように、加減弁を少しずつ開いていけば徐々に動き始めるが、ガソリン機関は、電動機や人の手でクランク軸をまわしてやらないと始動しない。それで、クラッチで機関と推進軸との間を切って、機関だけにして始動しやすくする。またガソリン機関は、動き始めると相当はやくまわる（爆発によって動力を生ずるの

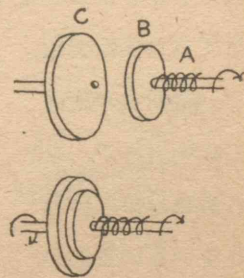


図 119

だから、蒸気機関よりも、ピストンに加わる力が急激である)から、これに急に推進軸を連結すると、自動車がいきなりとび出したり、機械をこわしたりする。この場合には、クラッチペダルを少しずつゆるめ、摩擦を徐々に大きくしていけば、静かに発車するのである。

問1 急停車するとき、ブレーキと共に、クラッチペダルも踏むのはどうしてか。

問2 電気機関車や飛行機にはなぜクラッチがいらないか。

蒸気機関は加減弁の開き方一つで自由に速さが調節できる。ガソリン機関では、絞り弁の開閉による回転速度の変化が少なく、もし回転があまりおそくなると、出力が弱くなるので、自動車がおそくても、速くても、機関の方は適当な速さでまわるように推進軸と機関との回転の割合をかえてやらなければならない。また、ガソリン機関は逆転が困難なので、推進軸を反対にまわすしかけも必要である。この働き

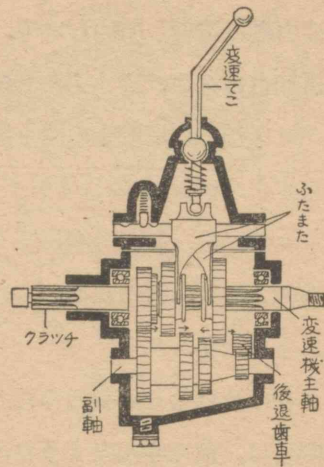


図 120 変速機

をするのが変速機で、運転台の変速てこによって、中の歯車の組み合わせをいろいろにかえる。

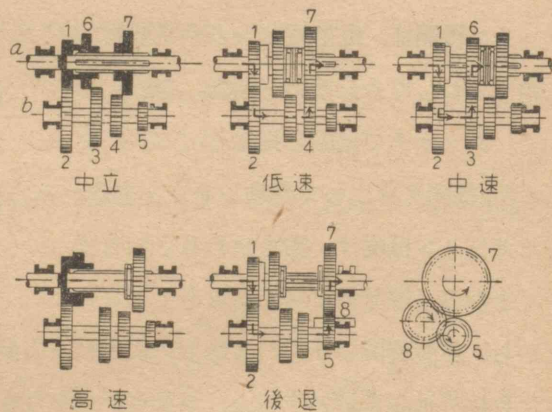


図 121

研究 3 図121

によって、中立

(動力は伝えられない)・低速(ロー)・中速(セコンド)・高速(トップ)・後退(バック)の場合に、回転がどう伝えられるかを調べよう*。

* 歯車の回転比、組み合わせについては私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようにかどるか」を見よ。

問 3 発車や、登り坂で大きな力を必要とする場合、変速機はどのように働くか。

問 4 変速機で歯車のすべる軸にみぞがついているのはなぜか。

問 5 変速機で歯車の組み合わせをかえるときに、クラッチを踏まねばならないのはなぜだろうか。

研究 4 変速機と後車軸との間は長い推進軸で連結してある。推進軸は車体(したがって機関)が動揺しても、回転を車軸までむりなく伝えなければならない。それにはどことなくふうがしてあるだろうか。図について考えてみよう。

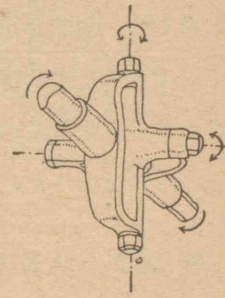


図 122 自由接手

どんなしかけで推進軸は後車軸をまわしているのだろう。

もし図 124 のように A, B 一組のかさ歯車を使って、B で車軸を動かすとしたらどうであろうか。車が方向を変える場合を考えると、内側の車輪は外側のものより回転数が少ない。両方の車輪を一本の軸に固定したとすると、道を曲がるときに、どちらかの車輪がすべることになってむりができ、タイヤのへりも大きくなっていけない。それで自動車では、両側

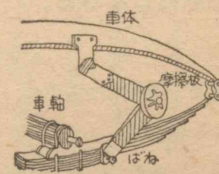


図 123

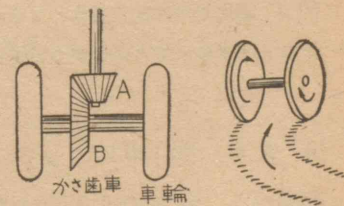


図 124

の車輪を左右別々の軸に取り付け、その端に D, E 二つのかさ歯車を

* 昔の自動車や小型自動車にはこのようになっているものがある。

つけて、間に歯車Cをはさんでおく。このようにすれば、左右の車輪の回転数が違って歯車C、したがって、わくFはぐるぐるまわるから、逆にFをまわして車輪を動かすことができる。このFを大きなかさ歯車Bでまわすようにするのである。これを差動装置といってたいへん巧妙な考案である。

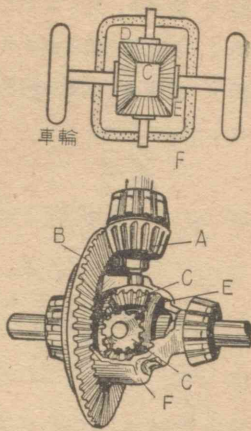


図 125 差動装置

研究5 D, E (大差動歯車)の回転数をそれぞれ n_1, n_2 , C (小差動歯車)を取り付けた F (差動機箱)の回転数を n とすると、 $n = \frac{n_1 + n_2}{2}$ となることを研究してみる。

問6 機関車や電車に、差動装置が使われていないのはなぜだろう。いろいろの点から考えてみよ。

問7 自動車の後部を持ち上げておき、片側の車輪を手でまわすと、反対側の車輪が逆にまわる。これはどう説明したらよいか。

問8 機関車の車輪の外側はなめらかであるが、自動車のタイヤにはでこぼこがついているのはなぜか。

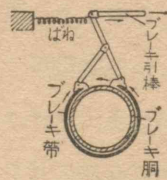
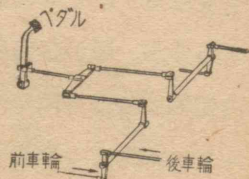


図 126

研究6 図126によって、ブレーキの働きを調べる。車輪の向きや位置が変わっても、ブレーキが働くためにはどんなしくみにしたらよいか(自転車の後車輪のブレーキについても調べてみるがよい)。

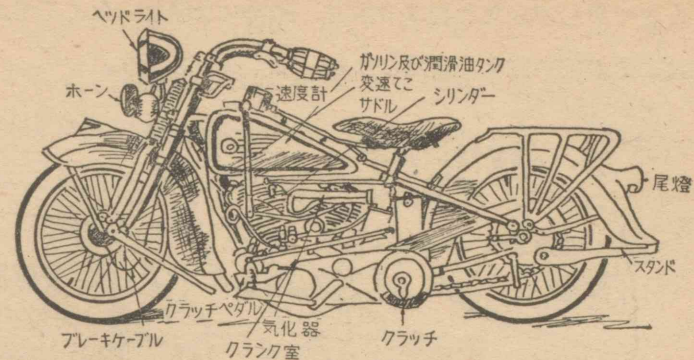


図 127 (A)

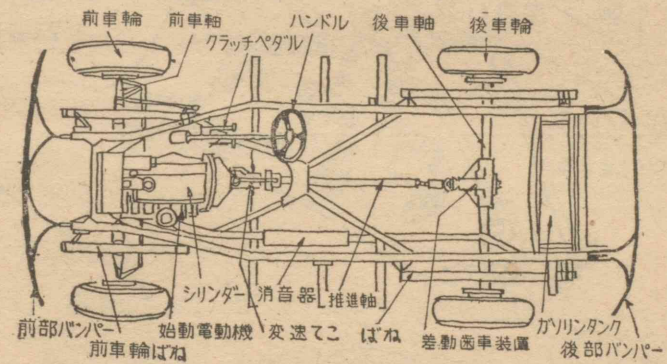


図 127 (B)

問9 ブレーキが不完全であると、どんな危険があるか。凍った道ではブレーキがきかないのはなぜか。

問10 長い下り坂をブレーキをかけながら降りると、ブレーキがやけることがあるのはなぜか。実際の自動車ではどうするだろうか。

3 自動車はどのようにして運転するか

自動車の運転台に腰掛けると、図128のような運転装置が並んでい

る。今まで学んできた自動車の構造，機関の原理などをよく考え合わせれば，その使い方も，自然にわかってくるであろう。

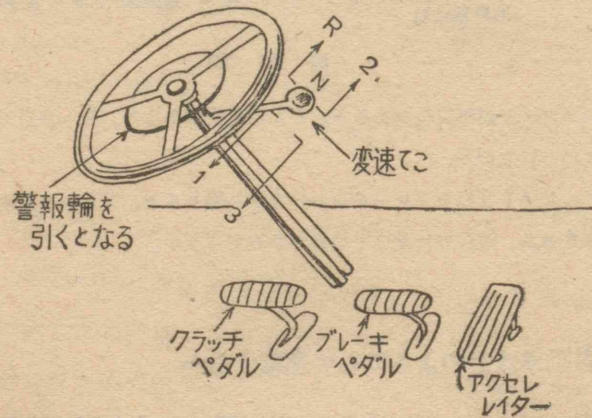
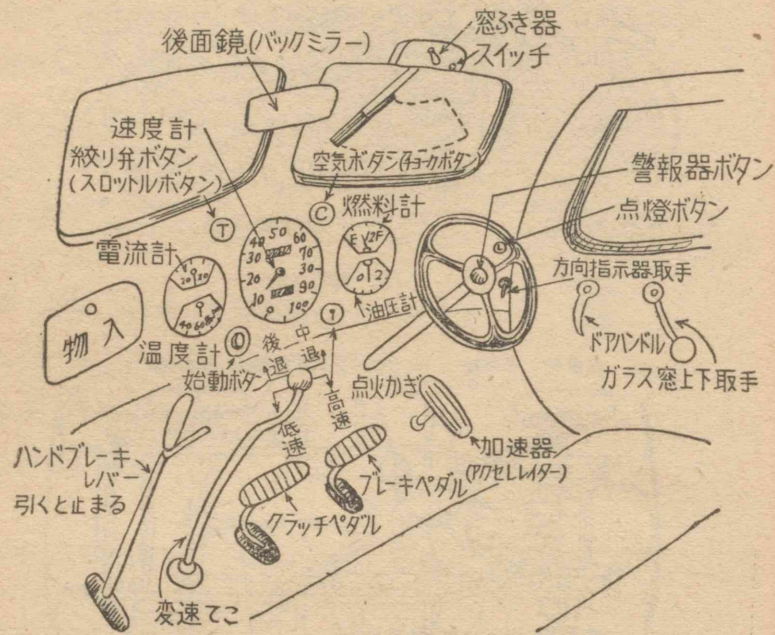


図 128 自動車の運転台

自動車の運転を覚るのは，決してむずかしいことではない。どんな機械でも，操縦が非常に困難で熟練を要するものであったら，それは決してすぐれたものとはいえない。自動車も昔に比べてその性能はますます進んできているが，操縦はかえってやさしくなっているのである。しかし，実際に自動車を使いこなすには，その整備や手入れの知識も必要で，また交通上のいろいろの規則も知っておかなくてはならない。



研究 7 次のような運転操作に応じ，機関の各部分はどうな働きをするかを考えてみよう。

- (1) 機関の始動。1. プレーキレバーを引いておく。2. 変速てこを中立の位置におく。3. スロットルボタンを少し引き出す。4. スイッチ*を入れ，始動ボタン**を押す。
- (2) 発車。1. クラッチペダルをいっぱい踏み下げる。2. 変速てこを低速の位置に動かす。3. プレーキ

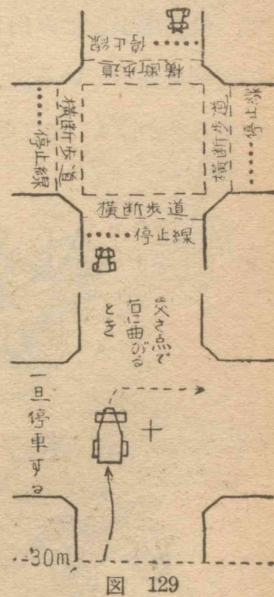


図 129

* 点火用電気回路のスイッチ。

** 始動用モーターがクランク軸をまわす。

をゆるめる。4. ハンドルを握り、アクセレレーターを徐々に踏み下げながら、クラッチペダルを静かに上げる。

(3) 変速。1. アクセレレーターを離す。2. クラッチペダルを踏み下げる。3. 変速てこを動かす。4. クラッチペダルを放す。5. アクセレレーターを踏む。

(4) 停車。1. 足をアクセレレーターより離す。2. クラッチペダルを踏み下げ、ブレーキペダルを徐々に踏む。3. 停車したら変速てこを中立の位置にもどし、クラッチペダルを放す。4. ブレーキレバーを引き、スイッチを切る。

研究 8 1. 自動車はたれでも動かしてよいだろうか。運転免許とはどんなものか。2. 定員以上の人数を乗せたり、積荷が大きすぎて、自動車からはみ出したりすると、どんな危険があるか。またその実例を知っているか。3. 自動車はいくら速く走ってもかまわないだろうか。4. 交差点ではどのような注意がいるか。

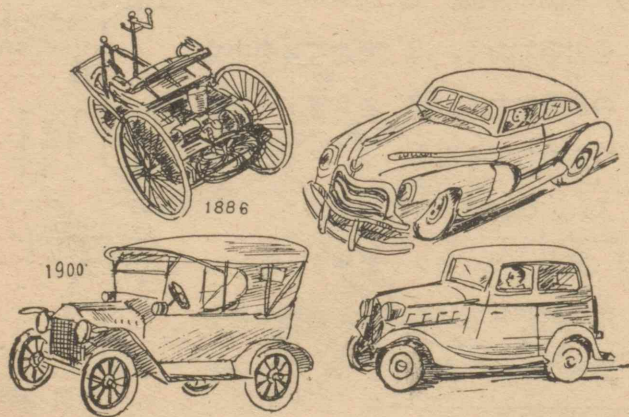


図 130

問 1 自動車が走りながら黒い煙や、白い煙をはくことがあるが、どうしてか。

問 2 自動車を発車させる前には、どんなことを注意したらよいか。

車道を歩いたり、横断歩道以外をかってに横切ったりする者があると、自動車を運転する人は、非常に気を使うものである。また車の中の人を珍しそうにのぞき見ることは、外国では失礼なことになっている。私たちが注意したいと思う。

IX 水上・空中の交通機関にはどんなものがあり、どのように働いているか

鋼で作った重い船でも沈まないのはなぜだろうか。

船のトン数は何を表わしているか。

船の推進装置にはどんなものがあるか。

船はほかの交通機関に比べて、どんな特徴があるか。

船と飛行機と比べて似ている所はないか。

飛行機のかじと船のかじとを比べてみよ。

飛行機はなぜ空中に浮かぶのだろうか。

飛行機は交通上でどんなに役立っているか。

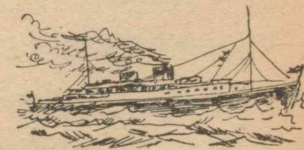
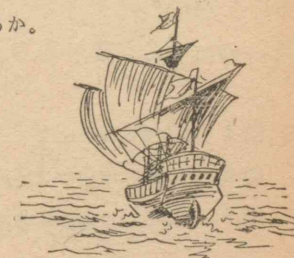


図 131

1 船はどんな形をしているか

水面に木片などを浮かべて、糸で引っ張ると、きわめてわずかの力を加えても動き始めるであろう。水に浮かべたもの

をゆっくり動かすには、ごくわずかの力でじゅうぶんである。したがって船は鉄道や自動車に比べて、多くの荷を少しの動力で運べる。

船が航行するとき、船はどんな抵抗を受けているだろうか。船が進むときには、船の表面に接している水は船と一しょに動くが、少し離れた所にある水は静止しているから、その間の水は、ずれ動き、一種の摩擦^{*}が起る。これが船の抵抗の一つで、船の速度が比較的小さいときには、摩擦によるものが抵抗の大部分を占める。

船の速度が大きくなると、水に波やうず(渦)ができることはよく見かける。波やうずは水の運動で

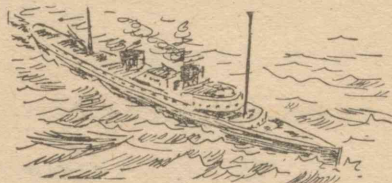


図 132

あって、エネルギーを持っているから、船は水の中にエネルギーを置き去りながら進み、それだけ船の動力をむだに使っているわけで、つまり船は波やうずの抵抗をうけるわけである。速度が大きくなるほど、この抵抗はふえるから、特に速い船は、波やうずをなるべく作らない形にする必要がある。

- 問 1 流線型とはどんなことがらをもとにしてきめる形であるか。
 問 2 船の底に海草や貝類がつくと船脚がおそくなるのはなぜか。
 問 3 船がうしろ向きに進むと、波やうずがたくさんできるのはなぜか。

たらいや木の板を水上に浮かべて乗ろうとしても、よほどじょうずに乗らないとひっくりかえる。しかし、船は少し傾いたくらいでは、ひっくりかえることはない。船は、船体が傾いたときに、再びもとの位置にもどろうとするような形に造られてある。どうしてそのような

* 固体と固体とのすれ合う摩擦とは多少事情が異なる。たとえば、固体摩擦は、運動摩擦より静止摩擦の方が大きい、流体ではそうでない。

働きが起るのであろうか。

船が浮かんでいるのは、船の重さ(重力)に等しい力が、上向きに船を押し上げているからで、この力が浮力である。浮力の大きさは、船の水面より下の部分の容積に相当する水の重さに等しい(アルキメデスの原理)。

- 問 4 船に荷を積むと、船の水線下の部分が深くなるのはどう説明したらよいか。船の重力が常に浮力と等しくなるのはなぜか。

浮力は船底の全体にかゝるが、その合力をとれば、船の中の一点^{*}に働くと考えられる。これを浮力の中心という。

船が水面に静止しているときは、船の重心と、浮力の中心は同じ垂直線上にあるが、その高さは、船

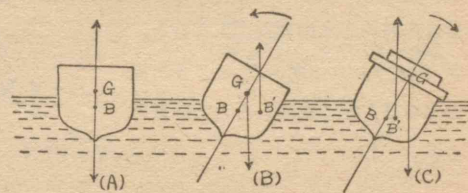


図 133

G. 重心 B. 浮力の中心
 B'. 傾いたときの浮力の中心

の形や積荷のありさまによって異なる。船が正しい位置から傾くと、重心に対して浮力の中心の位置が変わってくるから(船の水面下の部分の形が変わるからである)、重力と浮力とが一つの偶力^{**}になって船をまわそうとする働きが起る。もしこの偶力が図 B のように船をもともにもどす向きのものであれば、船はひとりで傾きを正そうとする。偶力が C のように船をますます傾ける向きに働いていくと、船はついには転

* 船の水面下の部分の容積の中心である。

** 私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどのようににはかどるか」を見よ。

覆する。一般に重心の位置が高くなるほど、このように船のつり合いが不安定となる傾向がある。船の形は、船が相当傾いても、また重心が多少高くなっても安定を失わないようにきめてあるのである。

問5 ボートの上で立ちあがるのは、なぜあぶないか。ヨットにはなぜ鉄や鉛のバラストをつけるのだろうか。

問6 浮力の中心を高くするにはどのような形にしたらよいか。船の重心を低くするにはどんな形がよいか。

問7 図135のような断面が三角形の木の棒を水中に投げ入れると、Bのようにならず、Aのように浮かぶのは、どう説明したらよいか。

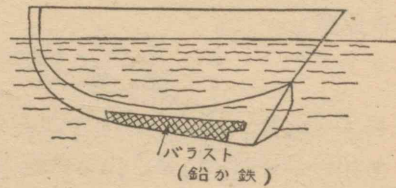


図 134

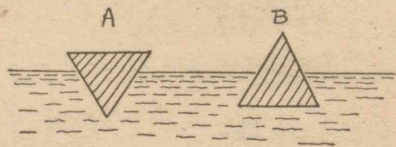


図 135

研究1 みんなでいろいろの船形の模型を作り、水面に浮かべてどんな形のもものが抵抗が少ないか。どうすれば安定がよいかなどを、いろいろの立場から研究し合ってみる。

船の大きさは何トンといって表わすが、次のような種々の単位があるから、注意しなければならない。(メートル制によらずヤードポンド制のものは私たちの科学9「海をどのように利用しているか」を見よ。)

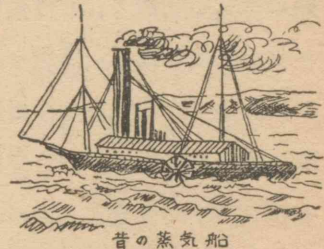
容積トン……商船の内部の容積を 2.83 m^3 を1トンとして表わす。(総トン数ともいう。)

重量トン……実際に積み込める貨物の重量を $1,000 \text{ kg}$ を1トンとして示す。

排水量……船全体の重さを表わしている。

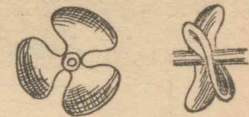
2 船はどんな機関で動かすか

丸木舟・いかだなどを、かいやさおで動かすことは、ずいぶん古くから行われていた。わが国は海にかこまれ、昔から船が重要な交通機関であって、その使用は日本独特のものであった。16世紀ごろには、船も次第に大きくなり、航海術も進歩して、風力を利用する帆船が、広い海を航行するようになった。18世紀になって蒸気機関が発明されると、まもなくそれが船に取り付けられた。このころスクリューが考



昔の蒸気船

えだされて、推進器の効率がよくなり、これを蒸気タービンや内燃機関でまわすようになったので、船の速度や輸送能力が著しく大きくなった。船体も鋼のじょうぶなものが作られるようになって、今日では数万トンの巨船も現われ、その原動機も何万馬力というものを使っている。船はこれまで人類の作った最大の交通機関といってよいであろう。



スクリュー

図 136

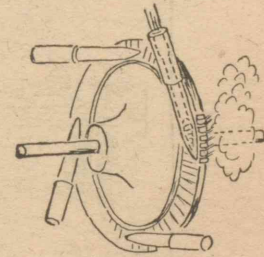


図 137 衝動タービン

問1 帆船は汽船に比べて、どんな不利があるか。

問2 スクリューの羽根にふくらみがついているのはなぜか。

はじめの汽船は蒸気機関を取り付けていたが、大馬力のものを作るのが困難で、効率もあまりよくないので、今日では大型船の蒸気原動機としては蒸気タービンが使われる。蒸気タービンは、多くの羽根をつけた羽根車に蒸気を流して、動力を得るもので、約50年前、ドラバルが衝動タービンをタービニア号に取り付けたのがはじめである。このタービンは、高速の蒸気を

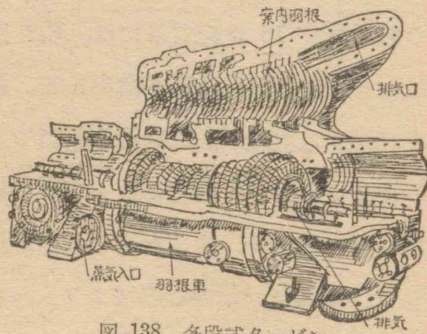
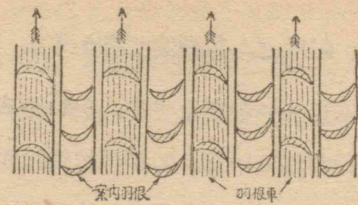


図 138 多段式タービン

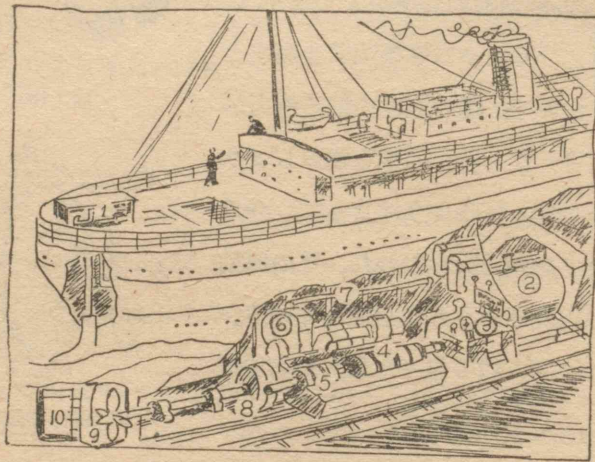


図 139 蒸気タービン船の後部

- 1 操舵機 2 かま 3 運転台 4 タービン 5 逆転タービン
- 6 復水器 7 復水管 8 減速歯車 9 スクリュー 10 舵

* 蒸気機関は蒸気の圧力を利用するが、蒸気タービンは蒸気の運動エネルギーを利用するものである。

羽根車に吹きつけてその衝撃力でまわるものであった。現在では、蒸気が回転する羽根車の中で膨張して、そこから吹き出すときの反動でまわり、羽根車から吹き出した蒸気は、案内羽根の間を通過して次の羽根車に吹きこまれるというようにして、蒸気を何段にも膨張させる効率のよい蒸気タービンが、広く使われている。

蒸気タービンは、軽量で大馬力を出すに適しているが、毎分 1,000 回以上の高速でまわるので、歯車を使って適当な回転速度に落して推進器(スクリュー)を動かすのである。

蒸気タービンは回転速度の調節がむずかしく、逆転ができないから、タービンで発電機をまわし、その電力でモーターを動かして推進器をまわすものもある。

内燃機関のうちガソリン機関は、小型の船に用いられることがあるが、多くはディーゼル機関か焼玉機関が使われる。

ディーゼル機関は、ガソリン機関と同様に四サイクルの内燃機関であるが、ディーゼル機関では、まずシリンダーの中に空気だけを吸いこんで、25~35 気圧に強く圧縮する。すると、空気は数百度の高温になるので、この中に重油や軽

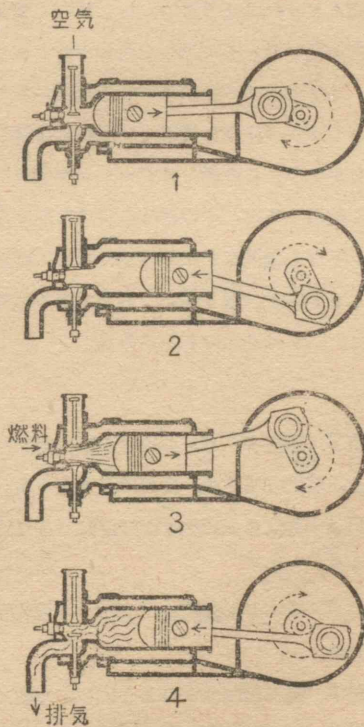


図 140 ディーゼル機関

* 圧縮を強くすると効率も上がるのである。

油を特殊なポンプで霧のようにして吹きこむと、ガソリン機関のように火花を飛ばさなくても、自然に爆発してピストンを押し下げる。このようにしてジーゼル機関は働くが、効率が他の熱機関よりも高く、燃料は安くて火災の危険のない重油や軽油であり、また石炭とちがって、燃料を船底や壁の間にたくわえることもできるので、船には都合がよい。

ジーゼル機関は、ガソリン機関より、圧縮比や燃焼圧力が高いから、じょうぶに作らなければならない。したがって機関も大型で重かったが、最近では小型で回転数の高いジーゼル機関を自動車などにも使うようになった。

小型の船や、漁船には焼玉機関が使われる。シリンダーの上部に焼玉という特に冷却してない部分があり、この部分にジーゼル機関のように燃料を噴射すると、その部分の焼けた熱で点火する。ジーゼル機関ほど圧縮は強くない、機関が簡単でじょうぶで、取り扱いも容易である。焼玉機関には、二サイクルのものがある。

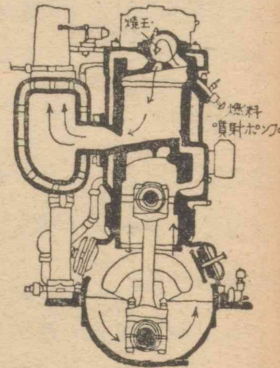


図 141

二サイクル焼玉機関

問 3 蒸気タービンの羽根の間で蒸気が膨張すると、蒸気の速さや、圧力はどうなるか。

問 4 蒸気タービンはなぜ逆転できないのだろうか。

問 5 ジーゼル機関は、ガソリン機関より、起動するのに大きな力があるのはなぜか。

問 6 焼玉機関はどのようにして起動するだろうか。

問 7 船に自動車のような変速装置を使わないのはなぜだろうか。

研究 2 船はどのようにして向きをかえるか。普通のかじはなぜ船首につけないで船尾につけるか。

研究 3 船には原動機のほかに、どんな機械があるかを調べてみよう。

3 飛行機はどのようにして飛ぶのか

飛行機は空気より重い、翼の働きで空中を飛ぶことができる。では、翼はどんな働きをするものなのだろうか。調べてみよう。

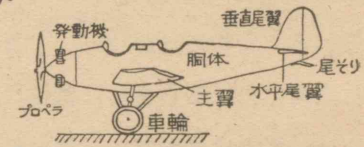


図 142

実験 1 うちわを少し傾けて軽く持ち、手を水平に早く動かしてみる。また、これに風を当ててみよう。その時の手ごたえから、うちわに働く力は、風に平行(水平)でなく、やゝ上に向いていることを知るであろう。

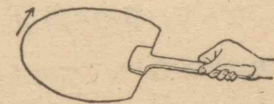


図 143

うちわの傾きをいろいろに変えて、その力の大きさや向きについて調べてみる。

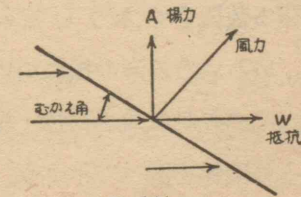


図 144

問 1 たこにはどんな力が、どの向きにかかっているか。

問 2 上の実験で、うちわを押す力は、風速とどんな関係があるか。

この実験でちわの紙に働く力(風力)を図のように二つの力に分けて考えてみよう。^{*} W の力は紙を水平に押し流そうとする力(抵抗)で、A は紙を持ち上げようとする力(揚力)である。抵抗や揚力の大きさは、風と紙の傾き(迎角)によっていろいろ変わる。むかえ角が 90° 、すなわち風が紙に直角に当たるときに、抵抗はいちばん大きいが揚力は働かない。むかえ角が 90° よりだんだんへっていくと、抵抗が弱くなる代わりに揚力が現われてくる。しかし、むかえ角がある値より小さくなると、揚力はまた弱くなって、むかえ角 0° では揚力は働かない。

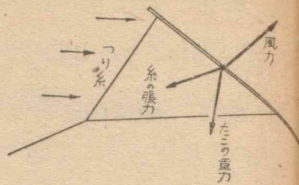


図 145

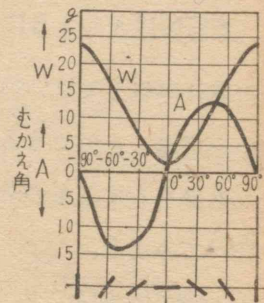


図 146

研究 4 板の抵抗や、揚力を測る装置をくふうしてみる。いろいろの形の板について、そのむかえ角と抵抗・揚力との関係を調べてみよう。

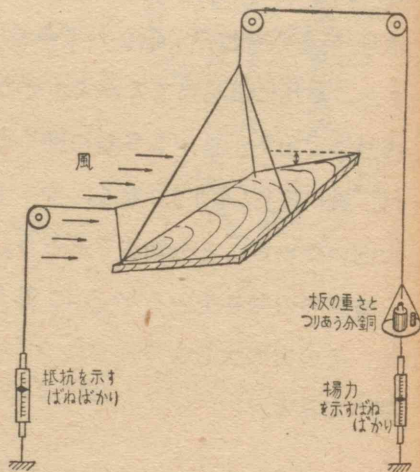


図 147

問 3 風力は常に紙片に直角に働くだろうか。

* 私たちの科学 12「家はどうのようにしてできるか」、私たちの科学 14「機械を使うと仕事はどうのようにはかどるか」の力の合成・分解の項を見よ。

問 4 たこのつり糸はどんな働きがあるか。

問 5 むかえ角 0° の紙片には抵抗が働くだろうか。その抵抗はどんな原因で起ると考えられるか。船の場合と比べてみよ。

問 6 帆船が風上の方にもなまめに進めるといのはなぜか。

このように、傾いた板には揚力が働くことがわかるが、その揚力はなぜ生ずるのだろう。これはなまめにおいた板に、水平の方向からたくさんの小石を投げつけた場合と同じようであると考えただけで、揚力の説明がつくであろうか。私たちはまず次の実験をしてみよう。

実験 2 中央のくびれた筒の細いところと、太いところに、図 148 のように半分ほど水を入れた U 字形のガラス管をあて(ガラス管は垂直にして、口は筒の中に突き出さない)、風を通したときに、両方の水面の高さを比べてみる。これによって、管の中の圧力がどうなっているかを考える。

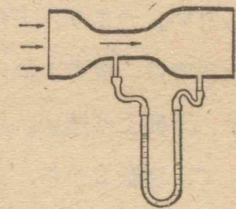


図 148



図 149

管の細いところは、太いところよりも流れの速さが速いから、この実験で流れの速度の速いところは、おそいところより圧力が低いことがわかる。

問 7 ガソリン機関の気化器や、霧吹きをを考えよ。

問 8 上の実験で、管の細いところではなぜ流れがはやいか。

問 9 水の流れる場合にもこれと同じ性質がある。それはどんなところに応用されているか。

実験3 そりのある板に風を当ててみて、むかえ角が 0° でも揚力が現われることをたしかめる。

今この曲がった板の上に図のように一枚の板があったとすれば、空気の流れは曲がった板の上側の方が速いことがわかる* (前の実験装置と比べよ)。このありさまは、曲がった板が一枚のときでもあまり変わらない。つまり、上にそった板では、板の上側の流れは、下側より速い。したがって、実験2から、上側の圧力は下側の圧力より低く、板が吸い上げられて揚力を生ずるわけである。

飛行機の翼も面の曲がった板と同じ働きをする。しかし、このような板を、そのまま利用したのでは強さがじゅうぶんでなく、また抵抗が大きいので、この面を流線形で包み厚くしたも

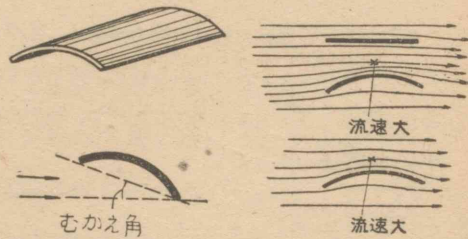


図 150

図 151

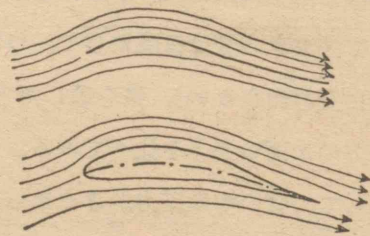


図 152

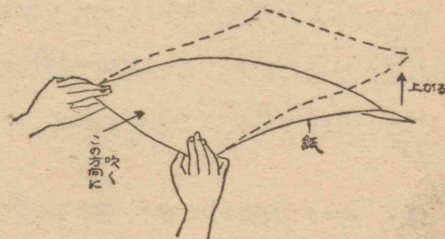


図 153

* 空気の流れが一つまきで、うずやよどみをつくらない場合だけである。

のが飛行機の翼形である。

研究5 飛行機の翼のむかえ角が大きくなりすぎるとどうなるか。翼の抵抗は飛行機ではどの方向に働き、どんな力とつりあっているか。

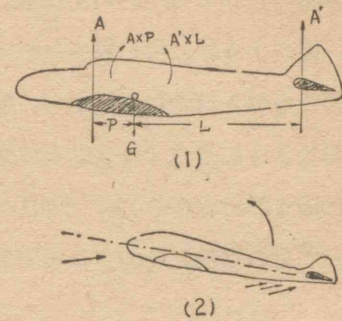


図 154

- 問10 普通の飛行機はなぜ空中に止まっていられないか。
 問11 速度の早い飛行機は、なぜ翼の面積が小さくてよいか。
 問12 飛行機の表面をなめらかに作るのはなぜか。
 問13 紙を持って、その上側を吹くと紙が上がってくるのはどうしてだろう。

研究6 図154の(1)は飛行機を縦に曲げようとする力の関係を、(2)は飛行機のむかえ角が変わったときに、尾翼が安定を取りもどす働きを示している。

図によって水平尾翼の役目を考えよ。

研究7 飛行機にはどんなかじがついているか。図155によってかじを曲げたとき、どんな力が生ずるかを考えて見よう。

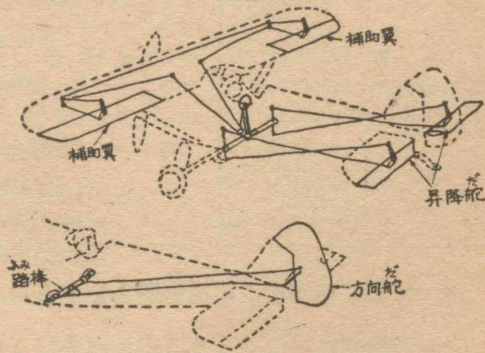


図 155

飛行機は、普通ガソリン機関で、プロペラをまわして機体の抵抗に

コントローラー	73	蒸気機関の発達)	57	送信機	26
		蒸気タービン	102	増幅	41
		蒸気溜	63	増幅器	27
さ		衝動タービン	102	増幅作用	42
再生作用	49	真空管	36	送話器	13
再生式受信機	49	真空管発振器	45	速度の調節(自動車の)	90
差動装置	91	振動回路	45	速度の調節(蒸気機関	
ざら形送話器	14	振動電流	27, 45	車の)	64
三球受信機	47	振動板	13	速度の調節(船の)	103
三極真空管	40	振幅	28	そらせ板	62
				ソリッドバック送話器	14
じ		す		た	
磁石式電話	18	推進器	101	第三軌条	72
磁石式電話機	18	推力	110	ダイナミック高声器	52
磁石発電機(手まわし		スクリュウ	101	ダイヤグラム	83
発電機)	18	ストロージャー式	22	ダイヤル	22
ジーゼル機関	103	スーパー	52	対流	61
死点(クランクの)	60	スーパーヘテロダイン		タンク型蒸気機関車	67
自動交換	21	受信機	50	炭水車	67
自動車	84	すべり弁(蒸気機関の)	60	単信法	9
自動送信機	10	スロットル	85	炭素粒	13
自動電信	10			単台車	75
自動電話	21			短波	29
自動電話機	21				
自動連結器	77	せ			
絞り弁	85	制御器	73		
車輪(鉄道の)	69	静止摩擦	98	ち	
自由接手	91	整流作用	39	中間周波数	50
周波数	29	接極子	6	地表波	29
従輪	69	選択度	34	超短波	29
受話器	15	先輪	69	長波	29
蒸気機関	57			チョークコイル	48
蒸気機関(の原理)	58	そ		チョークボタン	85

		て		動輪(の数)	69	沸騰	63
		抵抗(船の受ける)	98	特性曲線	41	船	97
		抵抗(翼の受ける)	106	ドラバール	102	浮力	99
		低周波電圧	45	トランス	49	浮力の中心	99
		手送り式(電信)	10	トンネル	81	ブレーキ(空気ブレー	
		鉄橋	82			キ)	76
		鉄道	53			ブレーキ(自動車の)	92
		鉄道(と技術)	56	に		ブレーキ(手動ブレー	
		鉄道(と経済・文化)	53	二極真空管	38	キ)	76
		鉄道(わが国の)	54	二サイクル機関	87	プレート検波	43
		手動交換	21	二重通信法	8	プレート電圧	38
		手まわし発電機(磁石発		ニューコメン(の蒸気		プレート電流	39
		電機)	18	機関)	57	プロペラ	110
		デルビル送話器	14				
		電極	37	は			
		でんけん(電鍵)	6	排気弁	85	へ	
		電磁誘導	12	バイパスコンデンサー	49	ヘロン(の考案)	57
		電信	6	発振	44	変圧器	18, 43
		テングー型蒸気機関車	67	発振器	27	変成器	49
		転轍器	78, 80	発振器	27	変速てこ	90
		伝熱面積	62	ハム	49	変調	27, 45
		電波	28	パンタグラフ	72	変調器	27
		電報	10			弁の働き(ガソリン機	
		電離	31	ひ		関の)	85
		電離層	30	飛行機	105	弁の働き(蒸気機関の)	59
		電話	11	標準軌間	81		
		電話機	13			ほ	
		電話交換	20	ふ		放送局	26
				フィラメント電圧	38	飽和蒸気	65
				風力	106	ボギー台車	75
		と		復水器	58	ボール	71
		同調	36	複動機関	58		
		動輪	68	浮室	85	ま	

マイクロホン	26	モーター(電車の)	72		
マグネチック-コーン-		モールス符号	5	れ	
スピーカー	50			レール	78
枕木	79			レール(に働く力)	79
摩擦力(機関車と)	68	や		れんがアーチ	62
		焼玉機関	104	連結機	76
み					
脈流	39	ゆ		ろ	
		誘導線輪	18	ろは(瀧波)回路	49
む				わ	
むかえ角(迎角)	106	よ		ワット(の蒸気機関)	58
無線電信	24	揚力	106		
無線電話	25	翼型(飛行機の)	108		
		四サイクル機関	86		
も		ら			
		ラジオ	24		

私たちの科学 16
 交通通信機関はどれだけ生活を豊かにしているか
 中学校第3学年用

昭和 25 年 3 月 15 日 初版印刷
 昭和 25 年 3 月 20 日 初版発行
 昭和 26 年 2 月 10 日 再版印刷
 昭和 26 年 2 月 15 日 再版発行

定価 25 円 50 銭

著者 三省堂編修所
 代表者 亀井寅雄

発行者 三省堂出版株式会社
 代表者 亀井寅雄

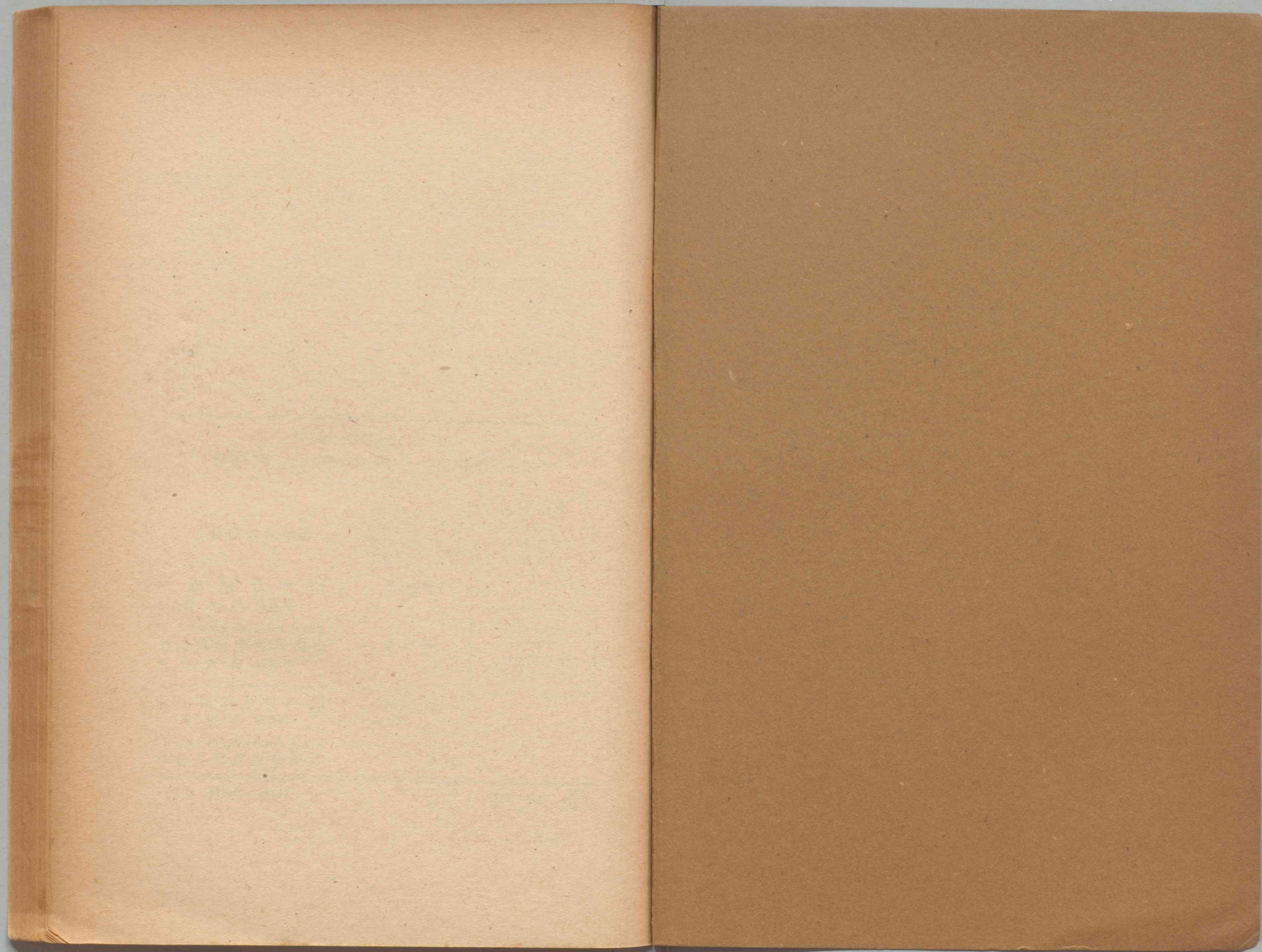
印刷者 三省堂神田工場
 代表者 今井直一

発行所 三省堂出版株式会社

Approved by
 MINISTRY
 OF EDUCATION
 (Date Oct. 10, 1950)

(¹⁵/_{三省} 中理 909)

(略称 中理科 交通)



広島大学図書

0130449865

