

60053

教科書文庫

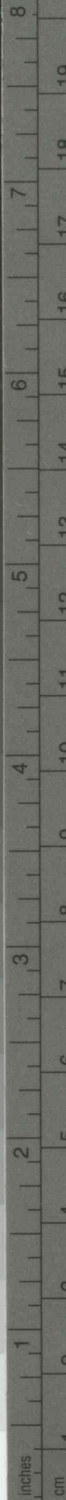
6
420
45-1949
01304
49868

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



Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

© Kodak, 2007 TM: Kodak



文部省検定済教科書

私たちの科学3

火はどのように使ったらよいか



中学校 第1学年用



931 類
3 号

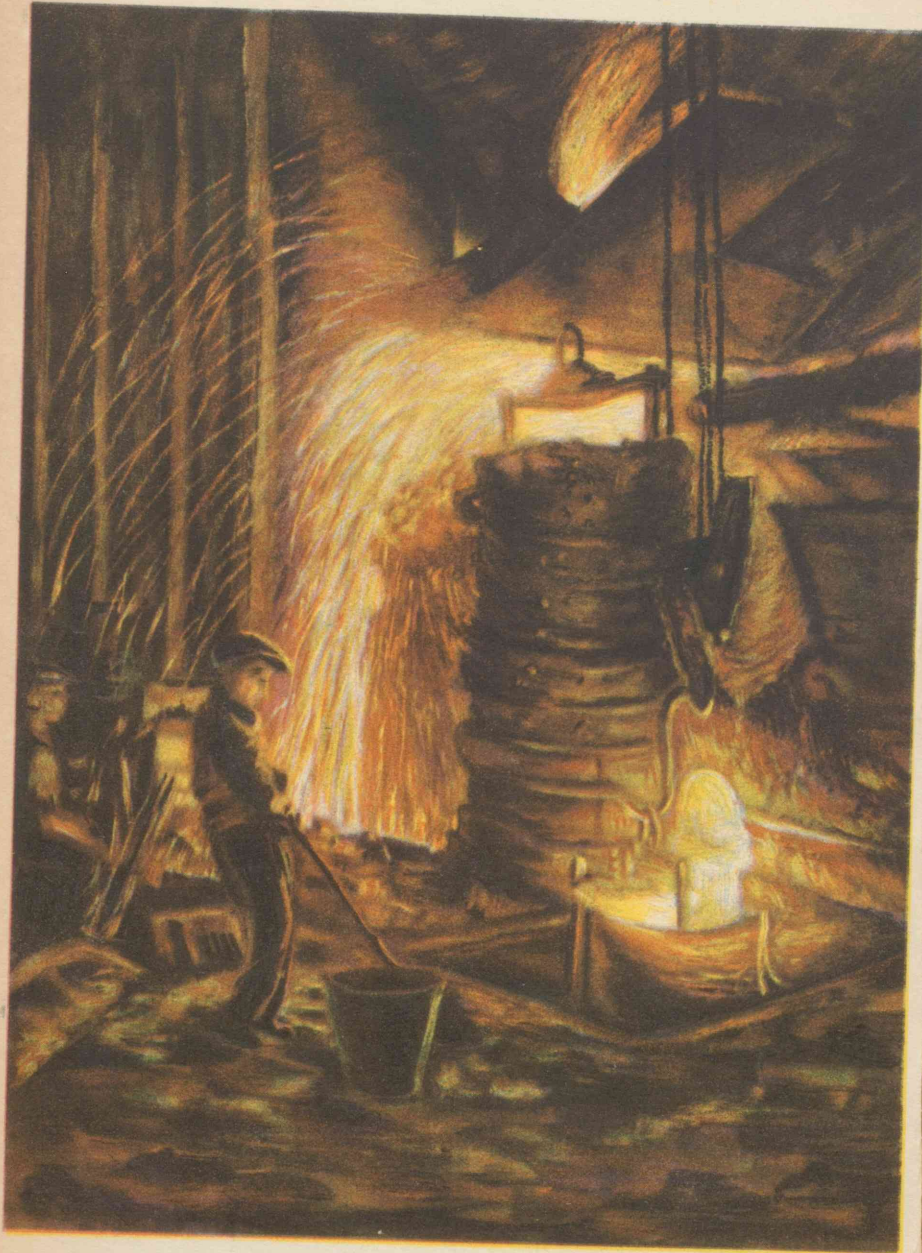
三省堂

中央図書館

広島大学図書

0130449868





ようこう炉

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 3

火はどのように
使ったらよいか

中学校 第1学年用

三省堂編修所編
代表者 亀井寅雄

三省堂出版株式会社

編修委員長 白井俊明

編修委員

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

目 次

I 火とはどんなものか	1
1 火にはどんなものがあるか	1
2 火はどうしたら消えるか	3
3 物が違った物になるのはどういう時か	4
4 化合物と混合物	5
5 物を表わす記号	8
復習	9
II 燃えるということとはどんなことか	9
6 燃える時空気はどんなはたらきをするか	9
7 ろうそくが燃えてできるもの	12
8 炭が燃えて何ができるか	14
9 水素はどういう燃え方をするか	16
10 鉄やアルミニウムは燃えるか	19
11 ほのおはどうして出るか	22
復習	25
III うまく燃やすにはどうするか	25
12 物に火をつけるにはどうすればよいか	25
13 どういう時に煙が出るか	27
14 煙突はなぜ必要か	28
15 どうすれば物がよく燃えるか	30
16 ガスはどのように燃やすのがよいか	32
復習	35
IV 火はどのようにしてつくるか	35
17 昔の人たちはどのようにして火をつくったか	35
18 どういう物が燃えやすいか	38
19 どうすれば火が出るか	40

復習	43
V 爆発とはどんなことか	44
20 爆発はどうして起るのか	44
21 火薬にはどんなものがあるか	47
復習	49
VI 燃料にはどんなものがあるか	49
22 木からつくった燃料	49
23 石炭からつくった燃料	52
24 石油はどのように使われているか	54
復習	55
VII 火事はどのようにして消すか	56
25 火事はどのようにして起るか	56
26 火事はどのようにして消し、どのようにして予防すればよいか	57
27 消火器	59
復習	60
VIII 熱さはどのようにしてはかるか	60
28 熱さの度合はどうきめればよいか	60
29 温度の目盛は何できめたのか	62
30 温度をあげると体積や長さはどう変わるか	65
31 熱とはどんなものか	68
復習	69
IX 熱の移動のしかた	70
32 熱せられた物はどう動くか	70
33 熱は物に伝わっても移動する	71
34 物がなくても熱は届く	73
35 熱を逃がさないくふう	74
36 熱の経済	76
復習	77
索引	1~2

I 火とはどんなものか

1 火にはどんなものがあるか

火は熱いものであり、輝いているものですが、たゞ熱いばかりでは火ではありません。たとえば、熱い湯は火とは言いません。たゞ輝いているだけでも、熱いという証拠がなければ火とは言いません。月は火とは言いません。太陽は熱そうですから、火であると信じられていますがどうでしょう。身近にあるものでは、炭の火、ろそくの火、電燈の火、ガスの火、電気こゝろの火、といったものがあります。また火山からふき出されているまっかに焼けた石ころも火ということがあります。

ところで、こゝに並べあげたいろいろの火というものは、みな同じものでしょうか。炭・ろそく・ガスなどの火は燃えてできた火です。それは燃えるものがなくなるにつれて消えていきます。電気こゝろの火や電燈の火は電気を通しての間は熱く輝いていますが、熱くなるのははりがねで、そのはりがねはいくら熱してもへりません。これらの火では、何も燃えているのではありません。太陽の火も、物が燃えてできた火ではありません。

実験 アルコールランプまたはガスのほのおの中に細い白金線を入れてごらん下さい。それは明かるく輝くでしょう。しかし、それをほのおから出すと、もと同じ白金特有の光り方をしたはりがね

にすぎません。これは何度もくり返してやってみることができます。

ところがそのほのおの中に、マグネシウムの細いリボンを入れてごらんください。はじめそのリボンは少しとけてまるくなり、そこがうす赤く光ってきたと思うまもなく、まぶしい光をあげて燃え、あとには白い粉と、それがまだくずれずにリボンの形になっているも

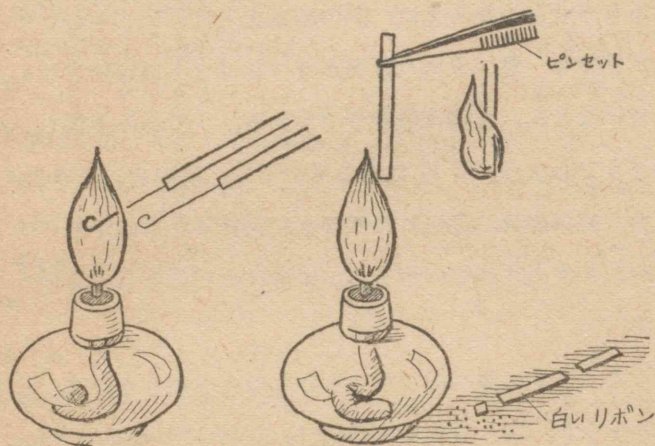


図 1

のなどが残ります。その白い粉やリボンは、もはやマグネシウムのリボンとは別の物になったのです。紙きれやマッチの棒なども、燃えてあとに灰を残しますが、マグネシウムの時に比べると、あとに残るものがわずかです。

ほのおの中の白金線と電燈のフィラメントや電気こんろのニクロム線とは、同じ関係にあるものです。これらは長い間、形も変わらずに火になっていられるし、火になる原因をやめると、はじめもとのも

のに変わります。

ところが炭の火、マグネシウムの火、マッチの軸の火、ろうそくの火は、燃えるものがまもなくなくなって、火は消えてしまいます。そして燃える物は、もとの物とは全く違ったものになっています。このように、物が変化して熱くなり、光を出している物が、燃える火なのです。これに対して、前の白金線やフィラメントなどは、物の本質は変わっていません。

火と呼ばれるものには、このようにいろいろありますが、いましばらくは、物質の変化の伴う火について考えてみましょう。

2 火はどうしたら消えるか

火について、次のような実験をして、その理由を考えてみましょう。

実験 小さな炭火を鉄板の上にのせて、どんなことが起きるかを

ごらんください。
実験 小さな炭火を、図2のように灰か砂を入れたびんの中に入れ、それにせんをすると、どんなことが起りますか。また小さなろうそくの火のついたもの

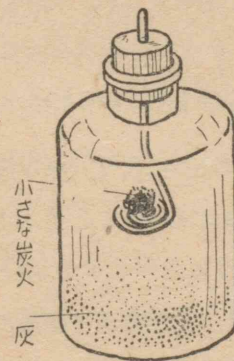


図 2

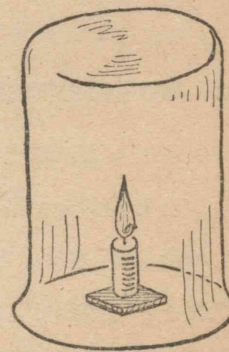


図 3

を、大きなビーカーまたはびんでおもうと(図3)、どんなことが起りますか。

上の実験で、炭火を冷やすと火が消えること、火のまわりに酸素がなくなると火が消えることがわかりました。もちろん炭がなくなったり、ろくそくがなくなっても、火は消えます。こういうことから考えられることは、火というものができするためには、まず燃えるものがあること、次にそれが熱せられていること、最後にそのまわりに空気または酸素があることが必要だということがわかります。

火消しつぼというのは、空気にふれさせないようにして火を消す道具です。火を水につけて消すのは、一つは空気にふれないようにし、一つはそれをひやして消すのです。

燃える物と空気中の酸素とは、どんなはたらきをしているのでしょうか。炭やろくそくは、酸素とはたらいて炭酸ガスなどになるということは早くから教えられてきたことですが、それはどうしてわかったことでしょうか。

3 物が違った物になるのはどういう時か

マグネシウムが燃えて白い粉になり、炭が燃えて炭酸ガスになる^{*}ように、ある物が全く別の物に変わることを、化学変化と言います。私たちの科学2「水はどのようにたいせつか」のところで研究した、酸素と水素とから水ができたり、水が水素と酸素に分かれたり、または水

^{*}炭が燃えて灰になると言う人がありますが、これは炭酸ガスを知らない人が言うことです。

が鉄をさびさせて水素を発生することなども、化学変化です。

実験 鉄の粉(鉄片をやすりで削ってつくとよい)といおろの粉とをまぜてごらんください。色はねずみ色に変わるでしょう。しかし、これを虫めがねまたは顕微鏡で調べてごらんください。肉眼で見た時とは違って、鉄といおろとは別々の粒になっているのがわかるでしょう。これに磁石を持って来ると鉄の粉がついてくるので、いおろと分けることも簡単にできます。

次にそのまぜた物の一部をとって鉄板の上に乗せて、火にかざしてあぶってごらんください。できたものは黒いかたまりで、もはや鉄もいおろも見られません。磁石を使っても鉄をとり出すことはできなくなっています。

このように、2種以上のものをまぜる時、一見して違った物になったように見えますが、実はたゞまざっただけの時と、化学変化が起って別の物になる時とがあります。2種以上のものが集まってたゞ一つのものができる時、それを化合と言います。そうしてできたものを化合物と言います。水は酸素と水素との化合物です。鉄といおろとからできた黒い化合物は、硫化鉄といわれます。

4 化合物と混合物

酸素と水素とをまぜると、一様な一つのガスになります。これはまだ水にはなっていません。たゞまざっているだけです。これを600°以上にあたゝめたり、その中で火花をとばしたり、または白金黒とい

う細かい白金の粉を少し加えたりすると、爆発が起きて水ができま^{*}ず。

水に塩や砂糖をとかすと、塩水や砂糖水ができます。それらはもとの水と違ったものになっているように思われます。しかし、この塩水や砂糖水を風通しのよい所にほうっておくと、水分がたって行って、あとに塩や砂糖が再び現われてきます。すなわち、塩や砂糖は、簡単に水と分けることができるのです。塩水をじょうりゅうすると塩と水とが分けられることは、私たちの科学 2「水はどのようにたいせつか」のところで学びました。このように、まざったものが簡単に分けられるような時は、化合物とはいわず、混合物と言います。

空気は酸素・窒素・アルゴンなどの混合物であるということは、私たちの科学 1「空気はどんなはたらきをするか」のところで述べました。空気もこれらのガスの化合物ではありません。

私たちの身のまわりにある物を調べてみますと、混合物・化合物、またはたゞ一種の元素だけからできているものといったように、いろいろの物があります。たとえばなべ・かま・べんとうばこ・さらなど、いろいろ形は違っていても、どれも同じアルミニウムという金属でできたものです。アルミニウムというのは、外の何ものからもつくりえない元素です。アルミニウムはボーキサイトという鉱物からつくと普通言われていますが、ボーキサイトはアルミニウム・酸素・水素からできた化合物であって、私たちはそれからアルミニウムをとり出しているのです。鉄・銅・炭などもそれぞれたゞ種類の元素からできているものです。しかし普通鉄といっても 1% 内外の炭素などを含んでいることが多くて、純粋の鉄はまれです。また炭といわれる物も、燃やすとわかるように、普通は 10% ぐらゐの灰分がまざって含まれています。

* この時酸素と水素とのまぜ方が体積にして 1:2 の比になっていないと、全部が水にならないで、この比からはずれた余分のもはそのまま残ります。

私たちの科学 2「水はどのようにたいせつか」のところで述べたように、すべてものは原子・分子から組み立てられています。各元素はそれぞれ特有の原子からできています。たとえば炭素は炭素原子だけからできていて、鉄は鉄原子だけからできています。同じ金属でもしんちゅうは銅と亜鉛の二元素のまざったものですから、銅原子と亜鉛原子とがまざったものです。

純粋な砂糖はたゞ一種の物質ですが、その成分元素をみると炭素・水素・酸素であって、これらの元素の化合物なのです。化合物で純粋なもの、たゞ一種の分子からできています。砂糖の分子は炭素原子 12 個、水素原子 22 個、酸素原子 11 個が結合してできた一つの粒であって、砂糖はこういう粒の集まりです。水は酸素と水素との化合物ですが、それは酸素原子 1 個、水素原子 2 個とが結合した水の分子からできています。酸素ガスは酸素というたゞ一種の元素からできていて、その中には酸素原子しか含まれていませんが、その酸素原子は 2 個ずつ集まって酸素分子をつくっています。それで、酸素ガスは普通酸素分子からできているといわれています。

混合物は違った分子のまざっているもので、一見一様なものに見える砂糖水でも、その中には水の分子、砂糖の分子が入りまじっているものなのです。空気の中には酸素の分子・窒素の分子・アルゴンの分子^{*}・水の分子・炭酸ガスの分子のまざったものがあります。

物が変わるということは、それをつくっている分子が変わることです。いろいろの分子がまざっているだけの時は、物の変化は起っていません。酸素分子 O_2 と水素分子 H_2 とがまざっている時は、まだ水ができたのではなく、 H_2O という水の分子ができて、はじめて化学変

* これは 1 原子でできているから、アルゴン原子といっても同じことです。

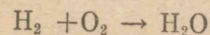
化が起ったのです。

5 物を表わす記号

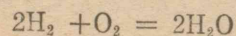
いろいろの物を表わすのに、その物の名まえだけでは不便なことがあります。それをつくっている成分の元素もすぐわかるようにしたいことがあります。そういう時には、その物をつくっている分子を代表する記号を使うといいのです。その分子をつくっている原子の記号に、その数を表わす数字をつけて並べたものが分子の記号で、これを分子式と言います。

たとえば水が H_2O で表わされるのは、水の分子が水素原子2個と酸素原子1個からできていることを示すものです。炭酸ガスの分子式が CO_2 で表わされるのは、その分子が炭素原子 C の1個と酸素原子 O の2個からできているということです。

またこれを使って、物が変化する様子を表わすこともできます。水素と酸素とから水のできることは、



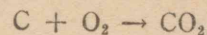
と書かれます。反応の前とあとで各原子数に増減がないように式をつくる時は、



となります。すなわち水素2分子と酸素1分子とが化合して水の分子2個ができることを表わしています。これを化学方程式と言います。

炭のように、それをつくっている原子はわかっていますがその分子はどんなものかわかっていない物もあります。これはその成分原子の記号 C で表わしています。それで炭が燃えて炭酸ガスになることを、

次のように表わします。



復習

- (1) 普通物が燃えるのに空気が必要ですが空気の全部が必要なのでしょうか。
- (2) マグネシウム Mg が燃えてできた白い粉は、酸化マグネシウムといわれるものですが、これはマグネシウム1原子、酸素1原子の割合でできたものです。酸化マグネシウムを表わす式はどんな式がよいでしょうか。
- (3) 空気を表わす分子式のないのはどういうわけですか。
- (4) 次のもののうち、(1) たゞ一種の原子からできているものと (2) たゞ一種の分子からできているものを示しなさい。
(i) 酸素 (ii) 水 (iii) 空気 (iv) 鉄 (v) しんちゅう
(vi) 炭酸ガス (vii) マグネシウム (viii) 石炭

次に述べたことは正しいでしょうか。

- (1) 火山からふき出される火は、石の燃えているものです。
- (2) 太陽の火は、酸素のために燃えているものです。
- (3) 純粋な物はたゞ1種の原子からできています。
- (4) いくら燃えてもへらない炭があります。

II 燃えるということはどんなことか

6 燃える時空気はどんなはたらきをするか

空気を閉じこめて、その中でりんを燃やす時、りんがまだたくさんあっても、その空気のほゞ $\frac{1}{5}$ がへると、もはやそれ以上は燃えないということは、前に私たちの科学1「空気はどんなはたらきをするか」のところで学びました。そしてこのりんを燃やすことができるものは、空気中に $\frac{1}{5}$ 含まれている酸素という気体であるということも学

びました。りんにかぎらず、いろいろの物が燃えるのは、酸素が燃える物と作用していろいろの物をつくり、その時に火ができるのです。このことは、燃える物と燃える時に使われた酸素の重さの和は、燃えてできた物の重さに等しいことから、証明することができます。

昔といっても今から200年ぐらい前ごろ、燃えるものにはフロギストンという物が含まれていて、燃える物を熱するとそれがとび出すので、その時火やほのおの現象が見られるという考えが流行しました。この考えによると、物が燃えた時物がなくなったり、物が残っても重さはたいへん小さいものであるはずで、炭・ろそくなどの燃えた時、あとに残るものは非常に少ないのでフロギストンの考えにはつごうがよかったです。しかし前の実験(2ページ)で、燃やしたマグネシウムとできた白い灰の重さを比べると、フロギストンの考えでは説明できないこととなります。すなわちできた灰の重さの方が大きいのです。燃えたマグネシウムの重さと、それに化合した酸素の重さの和が、できた酸化マグネシウムの重さになるのです。

それでは炭やろそくなどではどうでしょうか。これはできたものが炭酸ガスや水蒸気であって、普通は空中にとび去って消え去ったように思われるものです。これらをつかまえて、重さをはかることもできます。

実験 できた炭酸ガス、水蒸気を完全につかまえて、精密に重さを

* 0.1g ぐらいのマグネシウムのリボンを燃やしてできた灰を集めて、その重さをはかって比べてみてもよしい。しかし、できた灰の一部はとび去っているから、みな集めるともっと重いはずで、0.1g ぐらいの重さをしっかりとるには、少し精密なてんびんがいます。

はかる実験は、こゝではしにくいので、たゞろそくが燃えてできたものをにがさないようにすると、その重さはもとの重さより大きいことをたしかめる実験を試してみましよう。それには、図4のようなはかりをつくり、一方の重さが0.1gより少し変わっても傾くようにくふうしなさい。

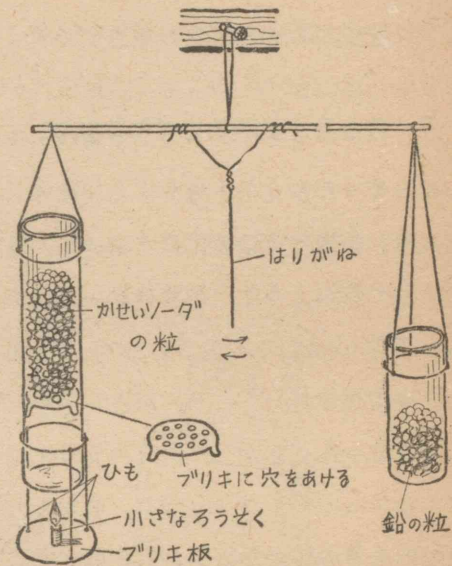


図 4

右の方は試験管のようなものをつるし、左方には直径3cm ぐらいのガラス管をつるします。その管の中央部あたりに穴のあいたブリキの板をはめ、その上に粒になったかせいソーダの結晶をつめ、その管の下にブリキの板をつるし、そこで小さなろそくが燃えるようにしておきます。右方の試験管に鉛の玉のような小さい重いものを少しずつ入れていって、はかりの針が真下をさすようにします。

用意ができれば、ろそくに火をつけて、針の先がどちらに傾くかをごらんください。その傾きから、どちらが重くなったかを考えてごらんください。

これはろそくが燃えて炭酸ガスや水蒸気が出て、それが空中に

逃げずに上の方にのぼって、かせいソーダに吸われたためです。左の方は、空気から来た酸素の重さだけ重くなったはずですが。

7 ろろそくが燃えてできるもの

ろろそくが燃えたときできる炭酸ガスや水蒸気は、普通は直接目に見えません。また上の実験の時のように、かせいソーダに吸わせると重さが変わることから想像できましたが、直接目で見たところ、ほとんど変わりがわかりません。しかし、図5のように冷たい水のはいつているフラスコや、やかんなどをそのほのおの上にかざすと、その底がくもってきて、ついに水玉ができることから、水分ができていくことがわかります。次に炭酸ガスのできていることは、次のような実験をするとわかります。

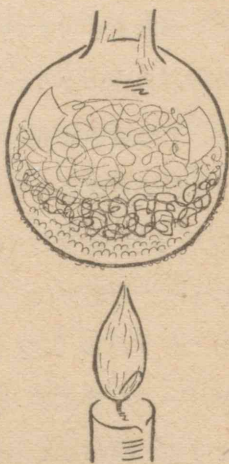


図 5

実験 広口びんにガラスまたは木の板のふたを用意します。図6のように針金の先に小さなろそくに火をつけたものをつけてびんの中に入れ、ふたをします。中の火が消えたら、そのろそくをとり出し、別に用意した石灰水を少しびんに入れて、ふたをして振りま

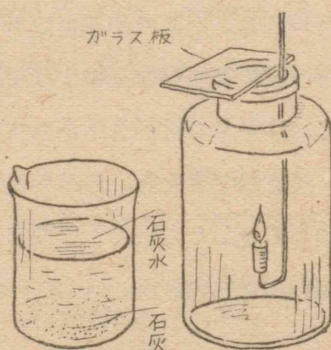


図 6

わします。すると石灰水^{*}が白く濁るのを見るでしょう。白く濁ったのは、炭酸石灰が^{**}ちんでんしたため、石灰と炭酸ガスとが作用してできたものです。ですから、透明な石灰が濁ることから、そこに炭酸ガスのあつたことがわかるのです。

実験 図7のような装置をつかって、左方のじょうごの下でろ

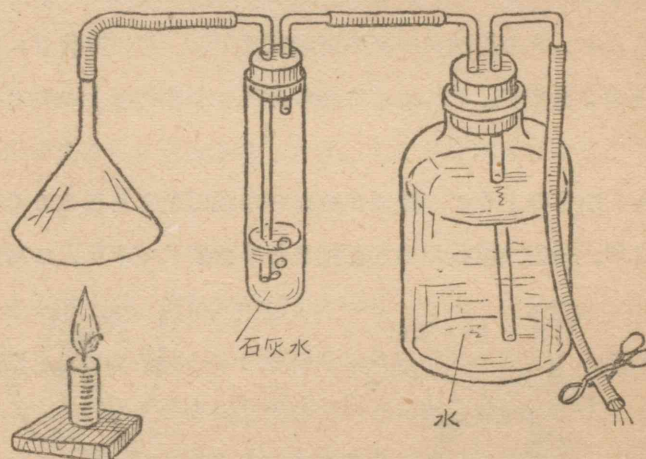


図 7

そく・炭・紙・アルコール・マグネシウムを燃やして^{***}、右方のピンチコックを開いて、燃えた物を試験管の石灰水に送るようにしなさい。そしてどの時石灰水が濁り、どの時濁らないかを調べなさい。燃やす物が変わるたびに、石灰水はとりかえなければなりません。

* 石灰を一さじぐらいビーカーに入れ、それに水を加えてよくかきまぜた上ずみをとったものを石灰水といひます。消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が少しとけています。

** $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
ちんでん

*** いおうを燃やしてもにぎりません。この時は、炭酸ガスのためでなく、亜硫酸ガス SO_2 のためです。

この実験で、ろうそく・紙・アルコールなどは、炭の成分と同じものが含まれていることがわかるでしょう。

8 炭が燃えて何ができるか

上の二つの実験で炭は燃えて炭酸ガスになる実験をしました。その炭酸ガスはもはや燃えないし、物を燃やさないガスです。また前にものべたように、かせいソーダや石灰水に吸われて炭酸ソーダや炭酸石灰になります。その炭酸ソーダや炭酸石灰から、その炭酸ガスを取り出すことができます。それにはこれらに酸をかければよいのです。

実験 図8のように、深いビーカーの底に小さなろうそくの火をつけます。一方大理石の小さな粒または炭酸ソーダを入れたびんに

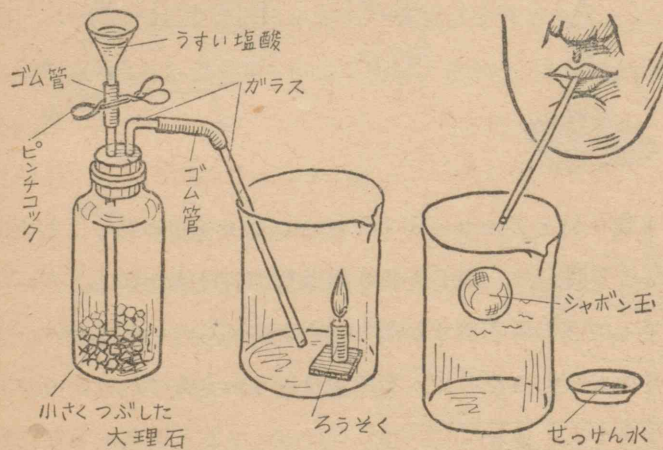
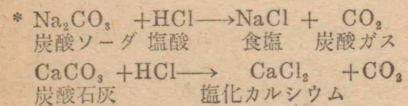


図 8



二つのコルクせんをつけ、一方から長い管をつけたじょうごでうすめた塩酸を入れると、炭酸ガスが発生します。この炭酸ガスをビーカーに導いてやると、まもなくろうそくの火が消えるでしょう。

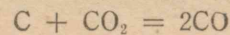
次に炭酸ガスは空気より重いという実験もしてみましょう。それには炭酸ガスを満たしたビーカーにシャボン玉をつくって入れてもらいなさい。シャボン玉はそ中で浮かんでいることを見るでしょう。

このように、炭が燃えて、物を燃やさない、また自分も燃えない炭酸ガスができることを知りましたが、冬などひばちでたくさんの炭火を燃やしてあたりながら、この知識が不完全であることに気がついた人はないでしょうか。すなわち、盛んにおこっている炭火の上から青いほのおを出して、何か物が燃えていることは、炭が燃えて、燃えるものができたことを示しているのではないのでしょうか。もちろん悪い炭だと、木を燃やす時と同じだいたい色のほのおを出しますが、よい炭から、この青いほのおを出して燃えるガスができます。しかし、この青いほのおがどんな時出ているかをよく調べてもらいなさい。強い火がおこって炭がたくさん積み重なっている時でしょう。

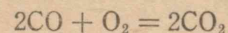
そのガスが青いほのおをあげて燃えてしまえば、炭酸ガスができますが、炭がもっとたくさん積み重なっていると、それは燃えないので空中にひろがります。しかしその燃えるガスに、色もおいもないので気がつきませんが、それを吸いこむと頭が痛くなり、もっとたくさんに吸いこむと皮膚は紫色に変わってたおれてしまいます。これはたいへん毒の強いものであって、空気中に1%ぐらい含まれていても、それ

を数分間吸っていると死ぬほどのものです。これは炭酸ガスよりも酸素の少ないCOという分子式で表わされる物質で、一酸化炭素と呼ばれるものです。

これは炭と酸素とがはたらいでできた炭酸ガスCO₂がまだ熱いうちに炭と作用してできたもので、



という化学方程式で表わされるようにしてできたものです。それがまだ熱いうちに炭の間を抜けて上の方の空気にふれると、そこで燃えて再び炭酸ガスとなるのです。



木炭自動車が、この反応を利用しています。すなわち、この自動車は図9のような木炭を燃やす炉をうしろに積んで、それからできる一酸化炭素COを、空気とまぜて発動機に送りこんで燃やしているものです。

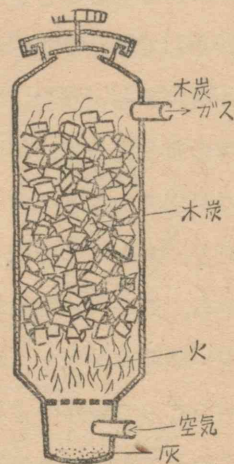


図 9

9 水素はどういう燃え方をするか

実験 図10のような装置をつくって水素をつくることをやってみなさい。材料は大形試験管1本、500ccぐらいのビーカー1個、コルクせん、ゴム管、ガラス管、小形試験管など。薬品は亜鉛粒・硫酸・せっけんなど。

大形試験管の底を、図11のようにガラス板の上に細かい金剛砂

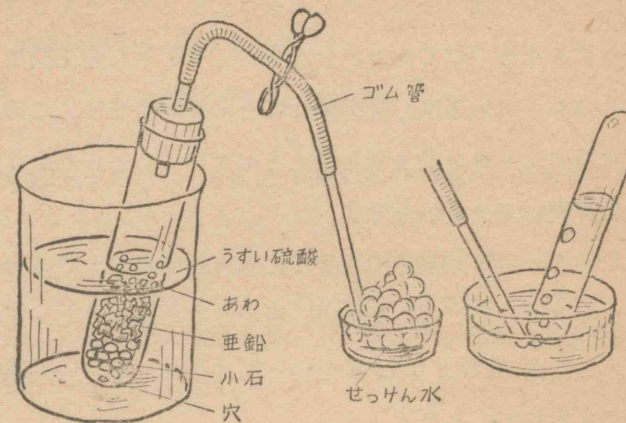


図 10

をまいて、水をかけたものの上でこすっていると、底の肉がうすくなってきます。それをとがったまりの先か何かでつくると、そこに穴があきます。それにガラスのかけらか小石を少し入れ、その上に粒になった亜鉛を入れ、ガラス管のついたコルクせんをつけて、うすい硫酸のはいたビーカーにつけます。硫酸は底へ穴からはいって来て亜鉛とはたらいで水素が発生します*。上の方のピンチコックをしめると、管の中に水素がたまってきて、試験管の中の硫酸をおし出して、それ以上亜鉛と硫酸とは接触しなくなります。

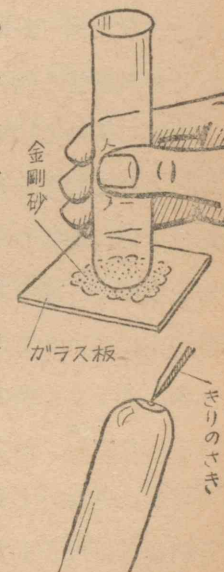
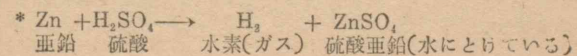


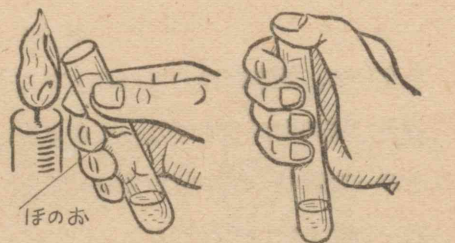
図 11



この水素ガスを使ってシャボン玉をこしらえてごらんください。管の先にせっけん水をつけてシャボン玉をつくり、それを上向きにして吹くと、そのシャボン玉は、管を離れてとんでいきます。このシャボン玉は、普通のシャボン玉よりも軽くとんでいくことがわかります。これは水素が軽いガスだからです。

とんでいるシャボン玉を火のそばに吹きよせるか、それにろろそくなどの火を近づけてごらんください。音を立てて燃えることがわかるでしょう。また図10のように、水をいっぱい入れた小さい試験管を水中にさかさまにして、その下

から水素ガスを試験管に入れます。次に図12のように、その試験管を指先でおさえながら火のそばに持って行ってそこで燃やしてごらんください。独特のすごい音を立てて、ほのおが試験管の中にはいつていくのが見られます。



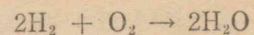
試験管の口を押さえる下に水が残っている。

図 12

水素が調子よく発生するようになったら、ガラス管の先に火をつけてごらんください。^{*}かすかな光のほのおができるのを見るでしょう。そのほのおは光はかすかではありますが、温度は高く、細い鉄線を入れると明かるく輝きます。

* 水素発生装置から水素が出はじめたばかりの時、それに直接火をつけてはなりません。中に空気が残っているので、火が中にはいつていつて装置を爆発させてけがをすることがあります。

このほのおの上に冷たい水のはいつたフラスコをかざすと、水ができます。水素は燃えて水になるのです。



水素は気体のうちでいちばん軽く、1気圧で1lの重さは0.09gぐらいです。空気は、その14倍ばかりで、1.3gぐらいあります。それで水素は風船や、気球・飛行船を浮かせるのに使われるのです。しかし飛行船は、今日ではつくられなくなりました。それは水素が燃えやすく、取り扱いが不便なためです。

水素は燃える時たくさん熱を出すので、とけにくい白金や石英などをとくすのにそのほのおが使われています。

ろろそく・アルコールなどが燃えて炭酸ガス・水ができることは、これらが炭素・水素を含んだものであることの証拠と考えられます。

私たちが日常食べている物も、大部分は炭素と水素とからできているので、これを燃やすと水と炭酸ガスとになります。私たちのからだの中で、食物は水・炭酸ガスに変化していますが、それもこれらがからだの中で燃えたためです。しかしからだの中では火はおこってはいません。しかし、私たちの科学4「何をどれだけ食べたらよいか」で述べるように、熱は出ているのです。

10 鉄やアルミニウムは燃えるか

台所で見ているとわかることですが、たきものなどはよく燃えています。火の上にかゝっている鉄やアルミニウムでできたなべやかまは燃えません。その中で、火の燃えている石や土でできているこもろも燃えていません。ところが鉄やアルミニウムを、たきものように火を出して燃やすこともできます。それは、空中ではなくて、酸素ガ

スの中でのことです。そのために酸素をつくる実験からはじめましょ
う。

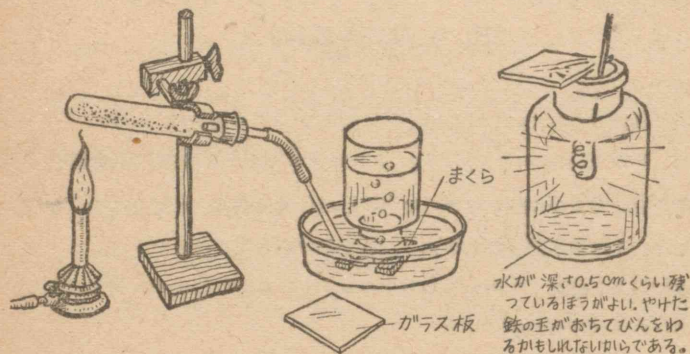


図 13

実験 まず図 13 のような装置をつくりなさい。そして試験管には 10g ぐらいの塩素酸カリ KClO_3 と 5g ぐらいの二酸化マンガン MnO_2 をよく混ぜたものを入れて、平らに並べます。試験管を静かに一様にバーナーのほのおであたため、だいたいあたためたところで底の方から強く熱していきます。酸素ガスがたやすく発生することは、水の中にはいっているガラス管の先からあわがでるのでわかります。そのあわを、水をいっぱい入れて水中でさかさまにした広口びん^{*}に集めなさい。

広口びんにだいたいいっぱいの酸素がたまった時に、水中でびんにガラス板でふたをして水中から出してもとの位置にもどせば、酸素ガスのつまったびんが得られます。

* 水をいっぱい入れたびんをさかさまにするには、ガラス板でふたをしてするとよい。

そのびんのふたを少しあけて、そこにマッチの火の吹き消した、しかしまだ火の残っているものを入れると、そこに再びほのおが燃えはじめます。また鉄の細いはりがねの巻いたものの先に、火のついたマッチの棒をつけて、この酸素入りのびんの中に入れてごらん
なさい。マッチの棒ははげしく燃え続けて、鉄のはりがねも火を出して燃えるのが見られます。またアルミニウムのうすいはくを細かく切って、その先にやはりマッチの火を結びつけても、アルミニウムをはげしく火を出して燃やすことができます。^{*}

以上のことで、鉄もアルミニウムも細く、うすくして酸素ガスの中で熱すれば燃えることがわかりました。そして燃えた結果できたものは、鉄ではさび、アルミニウムでは白い粉です。これらは空中でも、おそいけれども自然にできます。すなわち空中でもこれらは火にならないけれども燃えたと同じことになるので
す。

実験 くぎなどをやすりで削り落した鉄粉を 2g ぐらい試験管に入れ、それを水でしめして図 14 のように水のはいったビーカーにさかさまに立てます。数日してから試験管内の鉄棒や水面の高さはどう変わっ

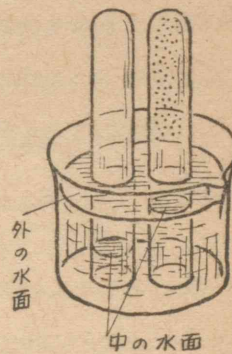


図 14

* 夜間写真に使うせん光電球は、アルミニウムと酸素ガスとをつめた電球で、普通のフィラメントもあり、それに電流を通すと、その時出る熱でアルミニウムが燃えて強い光を出します。電球のガラスの割れないように酸素の圧力は低くしてあり、割れてもあぶなくないようにゼラチンの膜が塗ってあります。

たかを見なさい。図 14 左の試験管は、比べるために、何も入れないでおいたものです。

この実験で、熱が出ないで鉄がさびたと考える人があるかもしれませんが、実は熱は出ているのです。たゞさびのできかたがおそいので、熱の出方が少しずつであるため、感じるほどにはあたまらないのです。しかし、100g 以上も鉄粉をこしらえて、それを布の袋に入れて、水にぬらしておくで、あたまってきます。機械工場ではこのような鉄の削りくずが油でぬれていて、またそれが山のように積まれている所が多くあります。これが雨などに打たれて鉄くずがさびて熱を出すことさえあります。鉄の粉をたくさんつくって布でつくった袋に入れて、水でぬらしておくで、懐炉にしてもよいくらいあたまってくるのを見るでしょう。

11 ほのおはどうして出るか

ほのおとはどんなものでしょう。ほのおのできるいろいろの場合を考えてごらんください。石炭ガスのほのお、水素ガスのほのお、ろそくのほのお、いおうのほのお、アルコールのほのお、たきぎのほのお、紙に火のついた時のほのおなど、たくさんあります。しかも、燃える物は気体のこともあり、固体のこともあり、また液体のこともあります。

実験 ろそくのほのおをよく調べてごらんください。ろそくのほのおはどこから出ていますか。そのほのおの下の方のろそくなっていますか。とけたろそは、しんを伝わってのぼっていることは、そのとけたろそに小さなごみを入れて、その動き方を見てもわかるでしょう。同じように、いおうの燃えることも調べてごらんください。いおうは炭火のような燃え方をしているのではないことがわ

かるでしょう*。

次にそのろそくのほのおの中に、細い管**の一方のはしを入れて、も一つのはしに火をつけてごらんください。そこにもほのおができることがわかるでしょう。ほのおになるものが、管を伝わってのぼっていったのです。火をつけなくて冷たいもの、たとえば冷たい水のはいったフラスコをそこにあてると、フラスコの底に白くろそがつくのを見るでしょう。

同じようなことがさらの上で燃やしたアルコールについてもいえます。

いおうの燃えているほのおに、冷たいフラスコをあててごらんください。それに黄色のいおうの粉がつくのを見るでしょう。

以上ほのおについていろいろの実験をしましたが、ほのおは気体が燃えているものだということがわかったはずですが、たきぎの火でも、ろそくの火でも、吹き消したすぐあとを見てごらんください。白い煙が立ちあがるのを見るでしょう。しかも、それに火をつけると、すぐまたほのおになって燃えます。

次にろそくのほのおの構造をよく調べてごらんください。しんのまわりは暗くて、何も無いように見えますが、こゝからガラス管で、燃えるガスをとり出すことができます。そのまわりはだいたい色に明かるく輝いているところで、内えんといわれます。その外側には青

* いおうは燃えやすく、そのほのおの色はめだたないので、いつのまにかあちこちで燃えていたりするから、きまった場所で、さらの上などで燃やさなければなりません。

** ほのおの大きさに比べて短い管がよるしい。

い色で燃えている部分があるのに気がつくでしょう。これは外えんと
いわれます。

内えんに細い管を入れると、そこからすすが出てくるのがわかりま
す。そのすすは冷たい管のまわりにもつきます。また、冷たい水のは
いったピーカーなどの底をほのおの中に入れて、底にすすがつくの
がわかります。内えんの中にあるすすは、外えんにいって燃えてしま
います。しかし、燃えきらないすすはほのおの先の方にいって、ほの
おの外に出ていることもあります。外えんでは、外部から酸素の供給
がじゅうぶんにあるので、よく燃えて、温度も高くなっています。

内えんにすすなどのできるのは、どういうわけでしょう。それは外
えんが熱くなっているためしんから出て来たるろの蒸気が分解して、
炭素の粒やいろいろの燃えるガスになったためです。炭素の粒は熱の
ために明かるく輝いているのです。

いおうのほのお
中に冷たい物を入れ
ると、そこにいおう
の粉がつくことか
ら、そのほのおの中
にはいおうがあるこ
とが考えられます
が、いおうのほのお
が明かるく輝かない
のは、いおうはほの

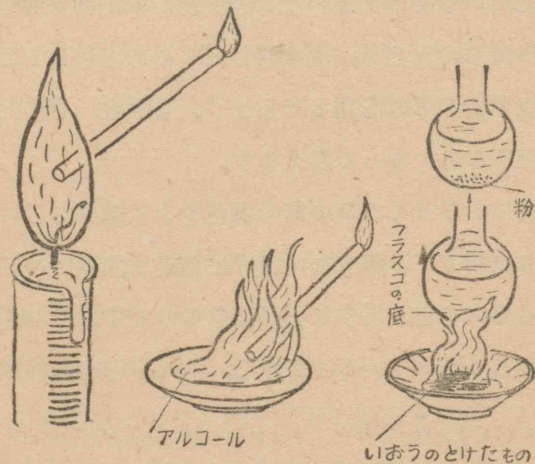


図 15

おの中では蒸気になっていて、固体になっていないからです。固体が

熱せられると、それが明かるく輝くのです。

アルコールランプのほのおのまわりで、砂ぼこりを立ててみると、
ほのおが明かるく輝くを見るでしょう。

復習

- (1) アルコールランプのほのおのでき方とろうそくのほのおのでき方との似
ているところを言いなさい。
- (2) ガスこんろの火になべやかまをかけると、その底の方にはじめに水がつ
くのはなぜでしょう。
- (3) こたつの火には炭火や電気の火ならよいけれども、ガスやアルコールの
火だと、どんな欠点がありますか。
- (4) 次の物が燃えてできるのは何ですか。
i ろうそく ii 一酸化炭素 iii マグネシウム
iv 木炭 v いおう

次のことは正しいでしょうか。

- (1) ぬれた物をかわかすには、炭火よりもガスの火の方がよい。
- (2) 鉄も燃えるが、静かに燃える時は熱を出しません。
- (3) 木が燃えてほのおが出るのは、木が蒸発して気体になるためです。
- (4) 空気が酸素ばかりでできている方が、物がよく燃えて便利です。

III うまく燃やすにはどうするか

12 物に火をつけるにはどうすればよいか

家庭などでこゝろに火をおこしたり、たき火をしたりする時の火を
つける順序を考えてごらんください。いきなり炭や大きな木にマッチの
火をつけることはないでしょう。まず燃えやすい紙くずや小さな木ぎ

れに火をつけて、だんだん大きなものを燃やしていきます。場合によってほうすい木ぎれの先にいおろをとかしてぬったつけ木に火をつけて少し大きな火をつくり、それで大きな火をつくります。

同じ木でも、細く削った木、またはうすく削ったかんなくずはよく燃えます。1枚の紙はよく燃えますが、きちんと積み重なった本はなかなか燃えません。

実験 1 本のマグネシウムのリボンに、マッチのほのおで火をつける時、リボンをほのおと同じ方向に向けてほのおに入れた時と、ほのおに直角に入れた時と、どちらが早く燃えだすかをしらべてごらん下さい(図16)。

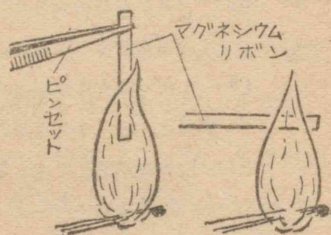


図 16

燃える物がまわりから温度の高いほのおで包まれると早く燃えますが、一方からだけ熱したのでは、火がつきにくいことがわかります。紙が燃えやすいのに、本が燃えにくいのも同じことです。

火がある程度強くなっても、適当にまきや炭を積んで、新しい空気の入りやすいようにしないと、火は勢いよく燃えません。

しかし、火があまり大きくなっていないうちに、風をあてると、火は消えます。ことにマッチの火のような小さなほのおは、風によって吹き消されますから、風のあたらないようにしなければ消されます。しかし、火がある程度大きくなると、風がある方がさかんに燃えま

す。

大きなほのおや炭火の中に物を入れて燃やす時は、少しぐらいぬれている木でもたちまち燃えます。しかし、ぬれた木や草をたくさんに火の中にほうりこむと、火の勢いは落ちて、白い煙がたくさんにわき出ます。石炭のストーブに石炭をたす時にも、石炭を少しずつ足す時は気がつきませんが、一時にたくさん足す時には、煙が盛んに立ちのぼります。

木や石炭を燃やす時も、これらがまず熱によって燃えるガスなどに分解し、それに火がついて燃え続けていくわけですが、一時にあまりたくさん木や石炭をつぎこむと、温度がさがり、それらを分解するだけで、燃やさないうちに白い不透明な煙になって立ちのぼってしまうことがあります。しかしその白い煙にも火がつくと、全体がすきとおったようなほのおになって、盛んに燃えることになります。

このことから、燃えている部分は、温度が低くならないようにしないといけなことがわかるでしょう。

13 どういう時に煙が出るか

石炭ストーブにたくさんの石炭を一時につぎ足したり、たき火の中にたくさんの枯れ草、特に湿った物を投げ入れると、盛んに煙が出ます。たきぎをかまどで燃やす時に、かまどの口を閉じたりすると煙が出ます。また、炭火をたく火ばちにたきぎを入れると、よく燃えないで煙がたくさん出ます。

石炭の煙はすすが多くて、そこらあたりをまっ黒にしますが、たきぎの煙は目や鼻を刺すように痛くします。これらの煙は、石炭やたき

ぎが完全に燃えきらないために起るもので、完全に燃えるようにすれば、煙は少なくなり、火の勢いもよくなります。この煙をなくするには、石炭は一時にたくさん投げこまないこと、かまどの口はふさがないこと、火ばちはたきぎを燃やすに都合よいものでないことなどがわかります。たきぎを燃やしているかまどでは、むしろあおいだり、火吹き竹で風を送ってやる方がよいのです。

煙というのは、目に見える部分はすすや灰や、油の粒や、水の小さな粒でできていますが、そのほかいろいろのガス、まだ燃えきらない物、もはや燃えないガスなどからできているものです。よく燃えた火から出る煙は、温度の高い炭酸ガス・窒素の中に、小さな灰の粉がまざった色のあまりめだたないものですが、ほのおの温度がさがったり、酸素の供給がふじゅうぶんな時出る煙は、すすやまだ燃えきっていないガスがたくさん含まれており、一般に色の濃い煙です。それで物を燃やして煙を出すことは、それが完全には燃えていない証拠であると見てよいのです。それで燃料を経済的に使うには、色の濃い煙が出ないように燃さなければなりません。煙の盛んに出る燃え方は、まだ燃える物が燃えきっていない時に起ることが多いのです。

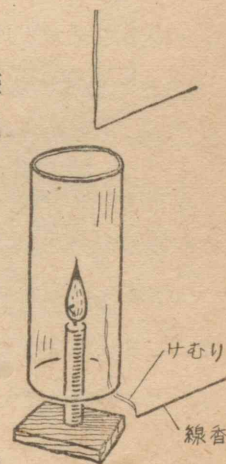
14 煙突はなぜ必要か

へやの中で物を燃やす時、燃え方が悪いとへやじゅうに煙がいっぱいになってけむたく、非衛生的であるうえ、へやをきたなくしてしまいます。それでへやの中で物を燃やす時は、煙突のついたストーブのようなものを使って、煙をへやの外に出すようにするとよいのです。家の立ち並んだ都会でも、石炭など煙のたくさん出る物を燃やす時は、高

い煙突をつけて、高い空に煙を吐き出させて、町に煙がたゞよわないようにしてあります。鉱山で銅や鉛をつくる時、いおろの含んだ鉱石を焼くので、亜硫酸ガスがたくさんに出ます。これは附近の山林や田畑の物を枯らす有害なものですから、特に高い煙突で煙を遠くへとばしています。たとえば、日立鉱山の煙突は320 mの山の上まで煙を導き、そこにつくつた156 mの煙突からこうしたガスを吐き出しています。こうすれば煙は遠くに行くまで地上におりて来ないし、地上に降りて来るころは、非常にうすめられてしまって、害毒は認められないくらいになっています。

煙突は燃えたガスを遠くへ導くためだけのものでしょうか。これは物をよく燃やすためにもたいせつなはたらきをしているものなのです。煙突というと、煙を盛んに出すための管であるかのように考える人があるとすれば、それはまちがっています。

煙突は燃えたガスを遠くに送り出すほかに、新しい酸素の多い空気を吸いこませるはたらきをするたいせつなものなのです。



実験 図 17 のように、ろろそくに火をつけ、それにガラス管のほやをかぶせると、ろ

図 17

* 佐賀の関鉱山の煙突は 173.5 m もあり、世界第二の高い煙突です。第一位はアメリカのタコマにある 174 m の煙突です。

** 煙は燃えてできたガスやすすや灰などからできているものですが、空中にとびまわっているうちいつかはおりて来るもので、特に雨などに伴なわれて落ちてきます。

ろうそくのほのおはちらつかないようになり、
 明るくよく燃えるのがわかります。それに
 線香に火をついたのを入れて、空気がどう流
 れているかを調べてもらなさい。

ピーカーの底でろうそくに火をつけてその
 燃え方を調べ、図 18 のように、ブリキ板か
 厚紙でしきりをつけると、ろうそくのほのお
 が安定して明るくなるのを見るでしょう。



図 18

この時の空気の流れ方を線香の煙で調べてもらなさい。

燃えた時出るガスは、なぜ上の方にのぼっていくのでしょうか。そ
 れは、ろうそくのほのおの上に手をかざしてみるとすぐわかるように、
 熱くなっているからです。熱いガスは体積が大きくなっていて、比重
 が小さくなるので上昇します。そのあとを埋めるために、まわりから
 新しい空気が流れこんできます。煙突はこの上昇するガスの道になり
 ます。かまど・こゑろ・ストーブなどでは、下の方の穴から新しい空
 気が吸いこまれるようになっている。これをふさぐと燃えにくくなる
 ことは、よく知られていることです。

15 どうすれば物がよく燃えるか

石炭やたきぎを燃やす時、地面の上や火ばちの上ではなかなかよく
 燃やせません。それをよく燃やすための道具として、かまど・こゑ
 ろ・ストーブなどがあります。それには煙突のつかないものもありま
 すが、空気を取り入れる口のないものはありません。火ばちで炭を燃

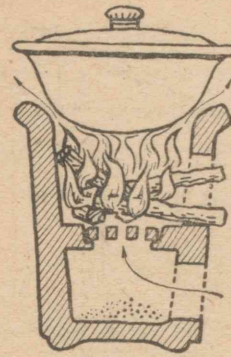
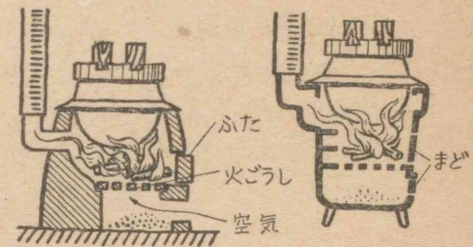


図 19



かまど(土製)

かまど(鉄製)

図 20

やす時には、炭をうまく積んで、燃
 えたガスが出る所と、新しい空気
 のはいる所をつくってやらなければな
 りません。どの場合にも、燃えたガ
 スを早くとり去り、新しい空気がよ
 くはいつて来るようにしなければな
 りません。

炭火のように、固体が燃えて、その表
 面に灰などがかぶさるものは、吹くこと
 によって灰はとび、新しい空気と接触す
 るようになって、盛んに燃
 えるようになります。

たき火の時や、原始的な
 かまどでは、たきぎは地面
 で燃えるようになっていま
 すが、進歩したものはじょ
 うぶな鉄などでできた火ご



図 21

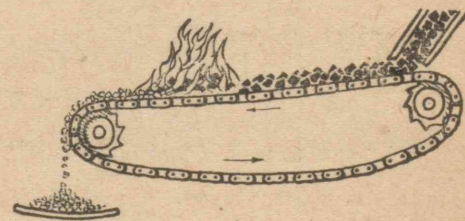


図 22

うしの上で燃やすようにできています。火ごうしの上で燃えた木や炭の灰は、自然に火ごうしの下に落ちるようにできています。火ごうしの下部からは絶えず新しい空気が吸いこまれ、熱い物を燃やしてしまった空気は、上の方に逃げ去るようになっています。大じかけに石炭やコークスを燃やすには、少しずつ無限軌道のように動いている鉄でできた火ごうしを使っています。これは燃えがらを自動的に一ところに集めるばかりでなく、燃やす石炭なども一定の速さで送りこむこともできるようになっています。これをストーカと呼んでいます。

しかし、こうして物を燃やすのは、たいていの場合、物を燃やしてほかの物を熱するためですから、冷たい空気をあまりたくさん送りこまないように調節するため、空気まどの大きさは加減できるようになっています。

16 ガスはどのように燃やすのがよいか

石炭ガス・天然ガス・アセチレンなど燃えるガスは、管の先から出してそれに火をつけて燃やします。しかし、

そうして燃やした時のほのおは、だいたい色をしていて、それで物をあたためる時は、それにすすが盛んにつきます。

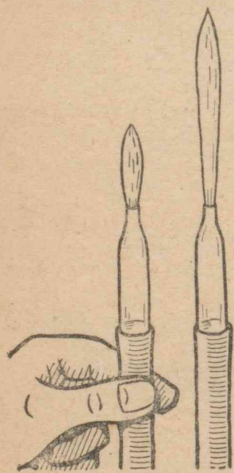


図 23

実験 図 23 のようにガラス管の先を細くしたものをつくり、その先に石炭ガスのほのおをつくらせてガスのふき出す勢いを加減して、ほのおにどんな変化が起るか調べてごらんください。

勢いよく石炭ガスがふき出ている時は火がつきません。下のゴム管をある程度しめると、長いだいたい色のほのおが得られます。もっとゴム管をしめると、ほのおは短くなり、青い色になり、完全に燃えることがわかります。大きなほのおの時には、空気の量が足りなくて、燃えきらない炭素の粒ができるため、だいたい色のほのおになります。しかし、図 24 のように、石炭ガスをふき出させる時に空気を吸いこんで、自動的に石炭ガスと空気のまざったものができます。それに火をつけると、しんが青く、外側はうす紫色のほのおができます。この時、空気穴をふさぐと、同じだけのガスを出している時でもほのおが大きくなって色はだいたい色になります。しかし、小さい時の方が温度も高く、はりがねなどを入れてみると白く輝きますが、だいたい色のほのおでは、ろそくのほのおと同じです。すがつだけで輝きません。

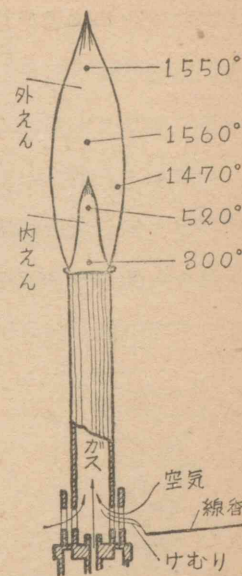


図 24

しかし、小さい時の方が温度も高く、はりがねなどを入れてみると白く輝きますが、だいたい色のほのおでは、ろそくのほのおと同じです。すがつだけで輝きません。

空気がはいるようにしておいて、石炭ガスの入れ方をへらしていくと、ほのおはだんだん小さくなり、ついに管を伝わって、下の方の細い管の先に火がついています。それは小さな火にほやをかぶせたようなことになります。しかし、そこはだんだん熱くな

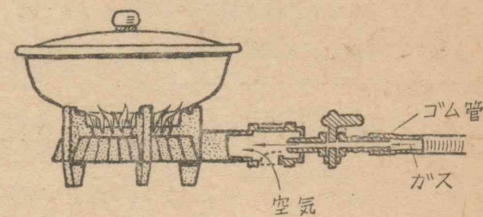
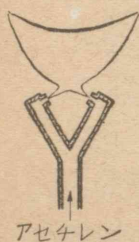


図 25

り、さわるとやけどをしたり、近くのゴム管をとかして、そこにガスの火が燃えうつたりして、火事のもとになることがあります。

炊事に使うガスこんろも、空気を吸いこむしかけがしてありますから、そこをよく調節して、ちょうどよい大きさの青いほのおをつかって使うようにしなければなりません。ちょうどよい大きさというのは、熱せられる物をほのおが軽くなでる程度です。だいたい色の大きいほのおで全体が包まれるようなことをしたのでは、不経済です。



アセチレン

図 26

アセチレン^{*}を燃やす時は特にすすが盛んに出ます。ところがアセチレンを二つのななめに向いあつた細い穴からふき出させ、そのガスが入りまじって平らな流れができるようにしたもの(図 26)に火をつけると、平らな明かるいほのおが得られます。これはあかりとして使われることもあります。アセチレンにいま一つの燃やし方があります。それは、鉄板を切ったり、つなぎあわせたりする時使う酸素アセチレンえんです。これはそのほのおが3,000°以上にもなるもので、高い温

* アセチレンは石灰とコークスを強く焼いてつくったカーバイドという白い粉を水につけると出るガスであつて、 C_2H_2 の式で表わせるものです。

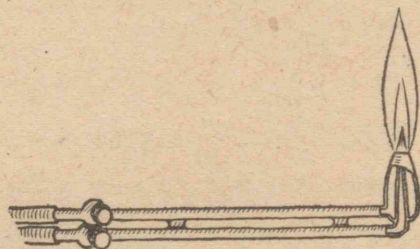
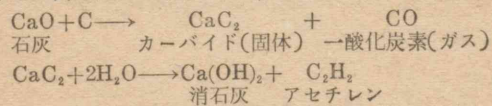


図 27

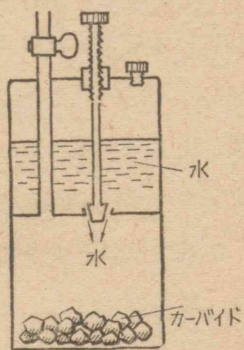


図 28

度を得るには便利なものです。それを燃やす装置は図 27 のようなものです。酸素^{*}とアセチレンとをまぜたものに火をつけると爆発しますから、まざるとすぐ燃えるようにしたものです。

酸素と水素とを同じようにして燃やすことがあります。これによってやはり2,700°ぐらいの温度を得ることができます。しかもこのほのおは水蒸気ができるだけですから、水晶(とける温度 1,700°)をとかしてきれいな石英ガラスをつくったりするの都合のよいものです。これは酸素水素えんと呼ばれています。

復習

- (1) 同じ木からつくったものでも、かんなくずとおがくずとでその燃え方が違うのはなぜでしょう。
- (2) たきぎの火と炭火との違うところを言いなさい。
- (3) ろうそくにはじめて火をつける時は、しんを一部燃やさねばなりません。吹き消したばかりのろうそくに火をつける時はすぐつくのはなぜでしょうか。
- (4) たきつけは何のために使うのですか。

次のことは正しいでしょうか。

- (1) ガスこんろに火をつけるには、まずこんろのせんを開いて、それからマッチをするのがよいのです。
- (2) 酸素と水素とをまぜてそれに火をつけたものが酸素水素えんです。
- (3) 全体が火になった炭火に、軽にかわいた灰をかけておくと、まもなく消えてしまいます。

IV 火はどのようにしてつくるか

17 昔の人たちはどのようにして火をつくったか

* こういう装置は、しっかりしたものを使うこと。まにあわせのものとすると、爆発を起したりするおそれがあります。

私たちが火をつくろうとする時、まず思い出すのはマッチでしょう。今日ではライターを思い出す人も少なくないでしょう。しかし、昔の人たちはマッチやライターを持っていませんでしたが、昔の人でも、未開の人でも、火は利用しているはずで、なんとかして火をつくることはできたはずで、つくらないまでも、いろいろの原因で、自然にできた火をとってきて利用しました。そのいろいろの原因というのは、たとえば火山の爆発で起った山火事の火、雷のための火事の火、長い、暑い日であり続いた時に、やほの多い木の林が風などですれあって燃えだした山火事の火、そのほか原因はわからなくても、時々自然に発生する火事の火を見て、昔の人は恐れたでしょうが、しかしそれをうまく利用する時は、暗い時のあかりになり、猛獣に襲われるのを防ぐことができ、寒い時にあたまるのによく、特に食べ物を料理するのに使えば、今まで食べにくかった物もよく食べられることを知り、火を恐れ尊敬する習慣ができてきました。そしてその貴重な火を自由につくれないうちは、一度得られた火を保存しておくために、いろいろくふうをしたものです。

少し進歩した人たちは、火をつくることを発見しましたが、しかしそれをつくるにはかなりの労力がいったものらしく、火をつくるのは男のしごとで、それを保管するのは女のつとめというように、分担されていたこともありました。その火のつくり方にはいろいろあり、地方によっても違っていました。しかし、その一つは、竹や堅い木をこすりあわせることでした。木を根気よくこすっているうちに、だんだん熱くなり、こすってできた綿のようなものが燃えだすのを利用したのでした。図 29, 30 のように往復運動でこするほかに、図 31, 32 の

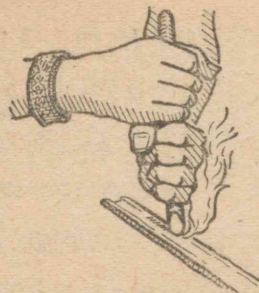


図 29

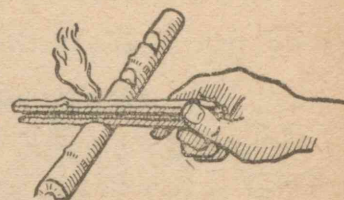


図 30

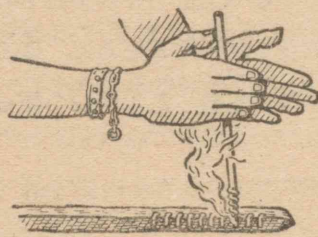


図 31

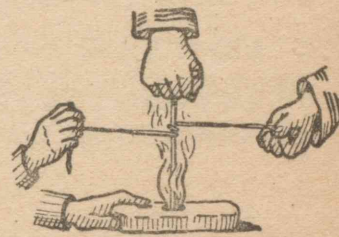


図 32

ようにきりもみしながらこすることも行われ、特に図 32 のように、ひもを使って早くもむことにより、いくらかはらくに火がつくれるようになったものようです。

もう少しらかな火のつくりかたは、物を打ちつけた時に出る火花を利用する方法で、はじめは石と石とをうちつけて出る火花をいおらなどに落して、それを燃やすことが行われましたが、これはいつも成功するとはかぎりません。それから堅い石英と、かけてできる小さな粉が燃えやすい黄鉄鉱と

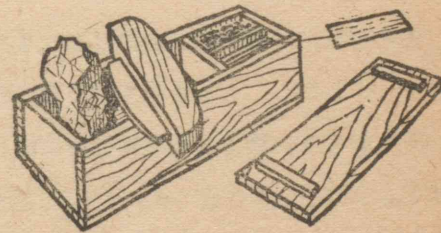


図 33

を打ちつけることが行われました。火打ち石と鉄を打ちつけて出る火の粉を、ほくち^{*}という燃えやすい綿くずのようなものにつけて燃やし、その火をさらに燃えやすい枯れ草や小さな木ぎれにうつして大きな火をこしらえたものです。

18 どういう物が燃えやすいか

火をつくるのに、昔の人は、物を打ちつけて出る小さな火花を利用したことを述べましたが、その小さな火花を利用するために、ほくち^{*}という燃えやすい綿のようなものや、いおうを塗った木ぎれを使っていました。

実験 図 34 のように、金属の板の中心を下から熱するようにして、その板の中心から等距離の所に、いおう・木炭・石炭・ほくち・紙・わたくずなどを並べ、板を下から熱する時、どれから燃えだすか、調べてごらんください。

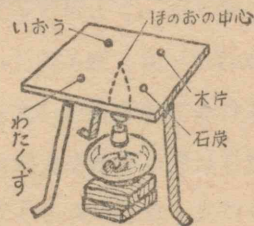


図 34

この時は、いおうが、いちばんはじめに燃えだすことがわかったでしょう。しかし、もっと早く燃えだす物があります。それは黄りん^{*}というものです。物によっては空中に出しさえすれば燃えるものがあります。

* ほくちは枯れくちた木をたぐいたり、それに消し炭の粉をまぜたり、奉書紙をよくもみほごしたりしてつくった、わたのような火のつきやすいものです。

実験^{*} 図 35 のように、試験管に酒石酸鉛^{**}を入れ、それに細いガラス管をつけたコルクせんをして、その酒石酸鉛を静かにあぶります。煙が出なくなったら別のコルクせんをして、空気がはいらないようにしてさまします。



図 35

さめてからせんを開いて中の物をこぼし出すと、すぐそれに火がつくことがわかるでしょう。試験管の中にできた物は、黒い粉で、鉛や炭のまざったものです。

実験 上のようにして、つくった鉛や炭の粉は、常温でも燃えませんが、普通の鉛や炭は、かなり温度を高くしないと燃えだしません。同じものでも、その粒が小さい時は早く燃えだします。しかし、普通の物は、空中で何度まで熱した時燃えだすかという温度が調べられます。その温度を発火点と言います。その発火点の値を表に示すと左のとおりです。

	発火点(°C)
いおう	360
黄りん	60
木材	430
木炭	450
石炭	300—400
コークス	700
水素	560
一酸化炭素	650

注意しなければならないことは、発火点というのは、空中で、その温度ま

注意しなければならないことは、発火点というのは、空中で、その温度ま

* この実験は戸外で行うこと。
** さく酸鉛でもかまいません。

で熱すると燃えはじめる温度のことですが、物を小さな火のそばにもって行くと、火を引くことがあります。その時のその物の温度を、その物の引火点というのです。ガソリン(揮発油)・エーテルなどは常温でも引火するものですから、これらの近くにはどんな小さな火でも近づけてはならないのです。食用油でも 150° ぐらで引火してなべいっぱい燃えだすことがあります。

燃えている物をその発火点以下にひやすと、それ以上燃えひろがらなくなります。火を消す時に水をかけるのは、一つにはそれをひやすことになるのです。

19 どうすれば火が出るか

工場などで、グラインダから火の粉がとび散っているのを見たことがあるでしょう。鉄も粉にすると、火がつきやすくなるのです。こすって粉にする時は、かなり熱せられるために、いっそう火がつきやすくなるのです。

実験 鉄くぎ・刃物などをやすりで削って、粉をこしらえてごらんください。その時は、燃えない粉が得られます。その粉を集めておき、図 36 のように管になった電気炉を 300°, 400° などいろいろの温度にし

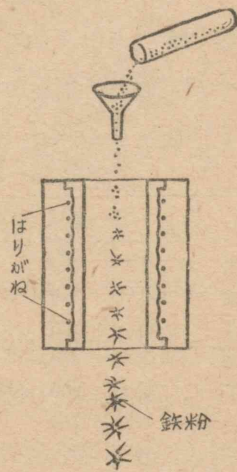


図 36

* 刃物は一度火にあぶって赤くしてから、静かにさましたものでないと削れません。

ておいて、その中にその鉄粉を通してごらんください。何度以上で鉄粉が火花になりますか。またくぎの粉と、刃物の粉とで、火花の形などに違いはないか調べなさい。

これは火打ち石から火が出るのと同じことです。ライターも、同じようにして火がつくのです。それは図 37 に示すような構造のもので、発火合金**を利用し、やすりでこすって火花をつくり、それで揮発油をしましたしんに火をつけるのです。



図 37

りんは空中で 60° ぐらいに熱すると燃えだすものですが、からだについたまま燃えだすと、なおりにくいやけど***になつたりして、たいへん有毒なものです。しかし、火を出させるには都合のよいものですから、これを利用することはいろいろ行われました。すなわち、小さな棒の先にりんを少しつけておいて、これを何かでこすって燃えださせるようにしたものがつくられました。しかし、これはりんが有毒なためばかりでなく、あまり発火しやすく、思いがけない時に発火するので、取り扱いが困難です。

今問題にしたりんは、外見はろろのようなもので、黄りんと呼ばれているものですが、この黄りんを鉄の器に密閉して 250° ぐらいに熱すると、赤紫色の粉になります。これもりん、黄りんと全く同一のりんという元素からできていますが、これはとげにくく、発火点も少

* この火花の形を覚えておくと、鉄と鋼との区別をつけることができます。

** 発火合金はセルという金属と鉄との合金です。

*** 人がこれを 0.1g のむと死にます。

し高く、毒性もないものです。これは赤りんと呼ばれています。この赤りんを使ったマッチが、現在広く使われているマッチです。

それは黄りんを使ったマッチと違って、箱の側面などにこの赤りんをにかわやのりで塗りつけて、棒の先にはいおう・アンチモン・まつやになどの燃えやすい薬品と、二酸化マンガ (MnO_2)・塩素酸カリ ($KClO_3$)・重クロム酸カリ ($K_2Cr_2O_7$) など酸素を出しやすい薬品をまぜて、にかわでかためつけてあります。

マッチの棒はある程度強くこすらないと火が付きません。しかし、暗い所で見ると、そっとこすったあとでは少し光っていることがわかります。はげしくこすれば、塗りつけてあった赤りんが棒の先にかき集められ、そこで燃えて、その熱のためマッチの棒の先にある燃えやすいものが燃えだすのです。その燃え方をはげしくするために、酸素を出す薬品をまぜておくのです。またこする時強くこすれるように、箱の側面に塗る薬の中にガラスなどの細かい粉をまぜておくようなことをします。

マッチは棒の先の薬品が燃えただけではあまり早く火がなくなるので、じく木にろうをしみこませて、棒もだんだんに燃えるようにしてあります。マッチのじく木にいおうをつけ、その先に燃えだす薬品がつけてあるいおうマッチが使われたことがあります。これは、ろうやパラフィンを節約するために考え出されたことですが、いおうの燃える時出る無水亜硫酸が悪臭があり、有毒なので、だんだん使われなくなっています。

実験 マッチの側面に薬品を塗った紙を、暗い所でマッチの棒の薬のついてないところで、強くこすってごらんください。こすったあとがかすかに光るのがわかるでしょう。

また薬のついた方で軽くこすってごらんください。軽くこすってもぱちぱちと光り、こすったあとに青白く光のすじが見え、棒の先にも光ったものがついているのを見るでしょう。

少し強くこすって、棒の先で光るものが大きくなり、棒の先の薬

品を爆発させるのをごらんください。

薬品のついたものでこすった方が弱い力でよく光りますが、薬品のつかない方でこすった時は、かなり強くこすないと光りません。塩素酸カリの結晶をピンセットではさんで軽くこすっても、こすったあとがよく光るのがわかります。赤りんは空中でこすただけでは燃えだしませんが、熱すると酸素を出すものとこすり合わせると、たやすく燃えて光ります。次のような実験をすると、その関係がよくわかります。

実験 赤りんと塩素酸カリを耳かきに半分ぐらいずつとり、紙の上でまぜあわせ、石か金の堅い物の上で金づちでたたくと、するどい音を立てて爆発します。

火をつくる方法で、昔の人が使っていた方法に、太陽の熱と光を鏡やレンズで集める方法があります。中国では、遠い昔に、火をとるための鏡がつくられていました。

復習

- (1) 火をつくる方法にどんなものがあるか、知っているだけあげてごらんください。
- (2) マッチのじく木と箱の側面に塗ってある薬品は、それぞれどんなものでできていますか。
- (3) ライターと火打ち石とを比べなさい。

次のことは正しいでしょうか。

- (1) マッチの棒の先は、こすると火が出ますが、火にあぶったのでは火が出ません。
- (2) 赤りんは有毒で、黄りんは無毒です。

V 爆発とはどんなことか

20 爆発はどうして起るのか

マッチをすって火をつける時、そのはじめの燃え方は、普通の燃え方とは違うことに気がついているでしょう。前のマッチをこする実験で見たことも、燃えるというよりも、爆発したという方がよく言い表わしています。マッチに火をつける時も、はじめは爆発に近く、あとは普通に燃えているのです。水素も細い管から吹き出させて、火をつ

けると、ほのおをあげて燃えますが、水素にその体積の1/3以上の空気をまぜたものに火をつけると、爆発します。すなわち急に全体に火が広がり、全体の温度が高まり、圧力の高いところできて、それがまわ

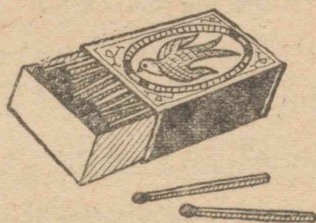


図 38

りに広がり、まわりの物をこわすようになります。爆発はその一部が燃えだすと、燃えたためにそこが熱くなり、さらにそのまわりに燃え広がり、それがさらにその外側のものを燃やすというような順序が、非常に早く進行していくものです。

アセチレン・メタン・一酸化炭素・アルコール蒸気などの空気とまざったものも爆発をします。これらのガスは、燃えるばかりでなく、空気とまざっていると爆発をするものですから、火気には注意しなくてはなりません。しかし、これらのガスは空気とまぜて爆発させ、そ

れで車を走らせることができます。ことに都合がよいのは、ガソリンとよばれる石油からとれた揮発油です。これは、飛行機・自動車を動かす原動力となっています。ガソリンなどの爆発を利用したものが発動機です。

炭坑でメタン CH_4 などのガスがわき出し、それが空中に 5—15% もまざる時、そこに小さな火、たとえばあかりに使ったはだか火はもちろん、石と金とが打ちあって出る小さな火花、電気の接触で起る小さい火花があっても、炭坑が爆発を起し、火事になります。こういう炭坑では、あかりにははだか火はもちろん、電燈でも、その電球がこわれたりすると、そのフィラメントが爆発の原因となるので、はだかの電球も使用しないようにしています。炭坑で使うあかりとしては、デービーの安全燈(図 39)があります。安全燈では、あかりが金網で包んであり、金網の中に爆発を起すことがあっても、金網のところでひやされて、爆発が止まるようになっているのです。

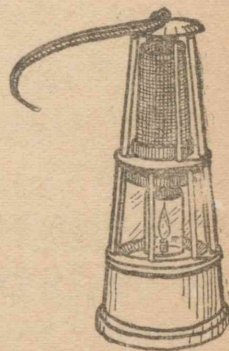


図 39

水素・メタン・一酸化炭素・揮発油の蒸気などが、空気や酸素とまざったものは爆発を起しますが、空気中に浮かぶ石炭の粉、小麦粉、砂糖なども爆発することがあります。その中にましがえて入れられたくぎなどが何かにあたって、出る小さな火花で、小麦粉の輸送管が爆発することは時々あります。ジーゼル機関では、重油を霧にしてふきこんで、それを急に圧縮して温度をあげて、爆発を起させています。

このように、爆発は恐ろしいものではありませんが、利用することも

できます。これを利用すると、発動機を動かし弾丸をとばし、あるいはロケット噴進をさせることもできます。山をくずし、岩をこわすのにも便利です。こういう目的のために古くから発明されていたものに、黒色火薬があります。これは、少し熱すると、酸素を発生する硝石 KNO_3 を 75% と、木炭・いおうのような燃えるものをおのおの 12.5% ぐらいずつまぜ合わせたものです。すなわちこの黒色火薬は、炭やいおうが硝石から酸素をとって燃えて、炭酸ガス・無水亜硫酸・窒素(硝石から出る)のようなガスを発生し、体積は急に大きくなり、爆発を起すものです。

液体空気は普通酸素をたくさん含んでいるので、温度は低く -190° ぐらいですが、それを綿などにしませたものに火をつけると、爆発します。これはトンネルを掘る時などに用いられます。

燃える物と酸素とが、狭い所にたくさん集まりあっている物にひとたび火がつくと、急に爆発が起るものです。ところが、一つの化合物で、それを熱したり、たゞいたりすると、分解して爆発する物があることが知られてきました。それには、たとえばグリセリンに濃硫酸と硝酸とをはたらかせてできたニログリセリンと呼ばれる油のような、黄色の液があります。これは 1849 年イタリアで発明されましたが、爆発しやすくてきわめて危険なものでしたが、スウェーデンのノーベルがいろいろの大きなぎせいを払って、1866 年に、この油をけいそ土に吸わせて、ざるのようなものとして使うことを発明しました。ダイナマイトがこれで、今日でもそれに少し改良を加えたものが土木工事などに盛んに使われています。

21 火薬にはどんなものがあるか

昔中国で発明され、利用されていた黒色火薬は、硝石・木炭・いおうからできている黒い粉ですが、これはあけばなしの所で燃やすと、はげしく燃えますが、密閉した器の中で熱したり火をつけると、はげしく爆発します。

実験 硝石 7.5 g, 木炭 1.5 g, いおう 1 g を別々にちゅうばちですって細かい粉にし、これを紙の上で厚紙の切れでよくまぜあわせ*ます。できた物をこよりに巻きこんで線香花火をつくって、その燃え方を調べてごらんください。この原料をまぜる割合を、自分でいろいろくふうして変えてみて、どういう燃え方をするかを比べてごらんください。

りのついた紙に黒色火薬を塗りつけて、よったものは、導火線になります。

硝石は硝酸カリ KNO_3 ともいわれ、硝酸 HNO_3 の原料にもなります。これを数百度に熱すると酸素を発生するので、火薬に使われます。また、硝酸はいろいろの火薬の原料として、たいせつなものです。前に述べたダイナマイトの原料のニログリセリンは、グリセリンに硝酸をはたらかせてつくったものです。綿に硝酸(発煙硝酸がよい)**をはたらかせて綿火薬をつくります。石炭酸に硝酸をはたらかせ

* 黒色火薬をつくるには、これを少ししめしてすり合わせます。かわいたものをかたいものですり合わせると爆発を起します。

** 濃硫酸を濃硝酸にまぜてはたらかせます。

ると、黄色のピクリン酸が得られます。そのほか、硝酸を使った火薬はいろいろあります。

綿火薬は、アセトンなどにとかしてねり、ひものようにして、大砲・ロケット弾の発射などに使われます。綿火薬で、硝酸がじゅうぶんはいついていないものをしょうのろとねり固めたものがセルロイドです。これは 100° ぐらいにあたゝめると、柔らかくなり、いろいろの形のもが自由につくれるので便利なものですが、しかし燃えやすく危険なものでもあります。

ピクリン酸は黄色の結晶で、布などを染めるのにも使えます。これに火をつけると、すすをあげて燃えますが、これのそばで小さな爆発を起させると、ピクリン酸は一瞬に爆発します。その爆発の伝わる速さは毎秒数千メートルといわれます。

少し強くたゝくだけで爆発を起す火薬に、水銀からつくった白いころ、鉛の化合物の窒化鉛があります。これを刺激して爆発させ、その爆発をピクリン酸の大量を爆発させるのに使っています。この爆発の音を利用して、競走の時などのスタートのあいずにすることがあります。

実験 濃硝酸 5cc をピーカーにとり、それをひやししながら、濃硫酸 10cc を少しずつ加えます。それに脱脂綿 2g ぐらい入れ、全体に酸が行きわたるようにつけ、数十分以上放置する。それをガラス棒でとり出し、水に入れ、酸をよくもみ出してからかわかします。できたものは、普通の綿とかわりはありませんが、燃えやすくなっています。ピンセットか何かで一つまみとって、火をつけてごらん

なさい。

復習

- (1) 爆発を利用しているものの例をあげなさい。
- (2) ダイナマイトで大砲のたまをうち出せないのは、どういうわけですか。
- (3) 水素ガスを発生させてそれに火をつける時、火が発生装置にまではいつて、爆発することがあるのはどういう時ですか。

次のことでどこがまちがっていますか。

- (1) ダイナマイトは、空気にふれないようにしておけば爆発しません。
- (2) 黒色火薬は、軽くたゝただけで爆発します。
- (3) セルロイドは綿火薬に似たものですが、燃えませんが安心なものです。

VI 燃料にはどんなものがあるか

22 木からつくった燃料

私たちは、家庭で木を燃料とすることが多い。その木がじゅうぶんかわいていない時は、いぶったりけむったりして、困ることがあります。よくかわいている木でも、ほのおが出たり、煙がでたりして、なべやかまの底にすすをたくさんつけて、台所の道具などをよごします。それに比べると、大きな木をたくさん燃やしたあとに残る火のかたまりすなわちおきと呼ばれているものは、赤く輝いていて熱く、煙も出なくてよいものです。

家庭で使う木炭は、このおきのようになって燃えるので、よい燃料です。もし木を燃やす時のように、だいたい色のほのおをあげて燃え

る木炭があるとすると、それはまだよくできてない木炭です。木炭のよいものは、炭素と灰とからできていて、燃える時は火のかたまりとなって燃え、あとに灰を残すものです。よい木炭は、日本間で燃やす時、へやをしめきって燃やしても、苦痛がありません。台所で使っても、なべ・かまの底にすすをつけることはありません。また、こたつのような密閉したところで燃やしても、水分ができませんから、好都合です。

大きな木をたくさん燃やして、あとに残ったおきに水をかけて消すと、木炭が得られますが、木を空気にふれないようにして強く熱しても、木炭が得られます。この方がた

くさんの木炭が得られます。木炭をつくるかまどは、図 40 に示すような粘土で固めたもので、その中に長さ・太さをそろえた木をきちんと積んで、そのまわりによく燃える細か

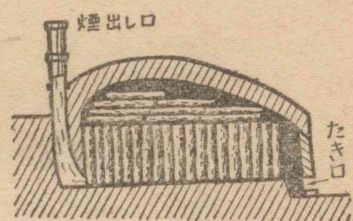


図 40

いたきぎをつめて、火をつけて燃やします。火がよくついたら、たき口の下小さな風穴は残して、空気が少しずつはいるだけで、かまどの中の木はたゞ熱せられるだけにします。はじめのうちは水分の多い、濃い煙が出ますが、数日の後には、うすい色の煙しか出なくなります。この時、風穴も煙突も閉じて、すっかりひえてから、中にできた木炭を取り出します。

木炭は建築などに使えないような雑木を原料とするので、経済的に考えてもよいものであるとするのはまちがっています。雑木が山にたくさんあることがすでに不経済なことである上、炭を焼く時出て行っ

た煙の中にいろいろたいせつなものが含まれていることを考えると、木炭をつくることは、今後大いに改良しなければならないのです。

これはヨーロッパ特にイギリスの話ですが、16世紀ごろ、そこで鉄をつくるのに木炭がたくさん使われていました。そのために大きな森は次々に切られていきました。しかし、木はどこでも、そう急には大きくなるものではありません。そのように盛んに木が燃やされては、海に囲まれたイギリスでは、造船の材料が不足するので、大いに困って、議会で製鉄炉の数を制限する法令が幾度も出されましたが、ついに17世紀にはいって、石炭を使って製鉄を行うことが発明されました。しかし、木材の多い、しかも石炭の少ないスウェーデンなどでは、今日でも、木炭を使って、よい鉄をつくっています。石炭を使うと、鉄にいおろがまざって、よくないのです。

しかし、木は建造物の材料のほか、今では紙・人造繊維の原料にもきわめて大量に必要なものですから、できるだけその方面に木を利用したいものです。なお次の実験によって、炭焼きかまどの煙からどんなものが逃げ去っているかを考えましょう。

実験 まず、図 41 のような装置をつくる。A, B はしょうぶな試験管、C, D は 2l ぐらいのびんで、その間のつながりは図のとおりです*。はじめ C に水をいっぱい入れておきます。はじめ A, B だけをつないで、A の中の木ぎれを外から熱します。煙が出はじめたら C とゴム管でつなぎ、そこにあるコックを開き A でできたガスを C に入れます。C にガスがはいるにつれて、水は D におしこま

* コルクせん・ゴム管などはきちんとしたものを使わないと、うまくいきません。

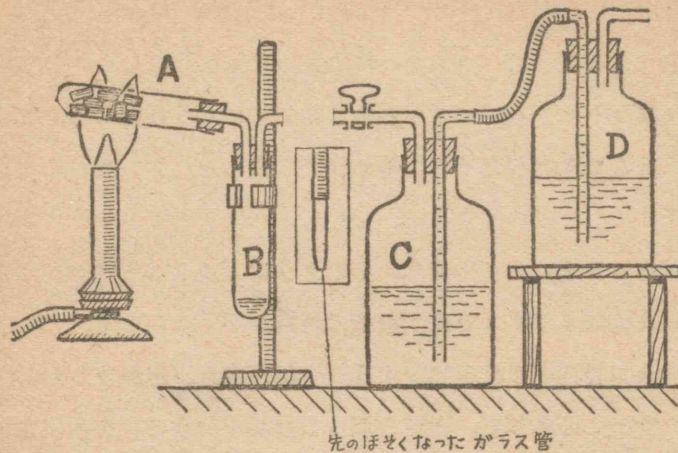


図 41

れます。一方 B には水や黒いタールができます。水は青いリトマス試験紙を赤くしてそれにはさく酸がとけていることがわかります。C にたまったガスは、コックの先のゴム管をはずして、先が細くなったガラス管に換えて、コックを開いて、D を高い台にのせてガスを出して、これに火をつけると、燃えることがわかります。

23 石炭からつくった燃料

石炭は大昔にあった木が土にうずもれて、水分などがへって、炭のように黒くなったものです。これもそのまま燃料に使うことができますが、木を燃やす時のように、ほのおも煙もたくさんが出るのが普通です。しかし、石炭にはいろいろ種類があって、無煙炭・れきせい炭・かっ炭などがあります。どれも特有のにおいをして燃えます。いおをかなり含んでいるので、鉄をつくるのにはよくありません。それで製鉄には木材の木炭に相当するコークスが使われるようになります。

した。

実験 図 41 の実験の装置を使って、木の代わりに石炭をむし焼にして、どんな物が得られるかを調べてごらん下さい。

B には水・コールタールが得られ、C にはよく燃える石炭ガスが得られます。B の水はアルカリ性を呈し、それがアンモニアを含んでいます。C のガスは水素 H_2 ・メタン CH_4 ・一酸化炭素 CO が主成分です。

石炭ガスをつくる工場は、大きな都会には必ずできていて、各家庭にガスを送ります。そのつくり方は上の実験と同じですが、酸化鉄を並べたたなを通して硫化水素 H_2S をつかまえています。水に溶けているアンモニアは、硫酸で中和して硫酸アンモニウム $(NH_4)_2SO_4$ (硫安) としてとり、肥料にしています。コールタールは、昔は捨てるのにも

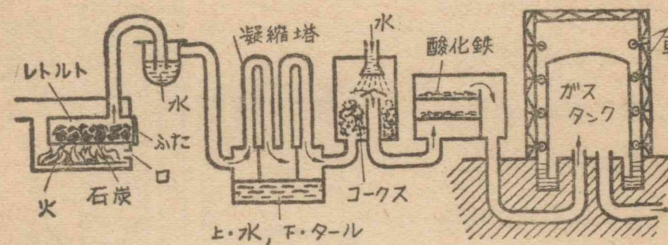


図 42

困っていましたが、19世紀の末ごろから医薬・染料・火薬などの原料としてたいせつなものとなりました。

石炭をこのようにむし焼きにすることによって、貴重な薬品なども得られるので、石炭のまゝ燃やしてしまうことは、木の場合と同様、問題です。

24 石油はどのように使われているか

石油は古くから知られていたものですが、地表にしみ出したものが少し利用されていたにすぎませんでした。ところが 19 世紀の半ばごろ、アメリカで掘り抜き井戸からたくさんの石油が得られるようになってから、これがまず燈用に、後には発動機の燃料に盛んに使われ、その資源の所有の有無が、その国の運命をきめるくらいたいせつなものになりました。石油が得られるまでは、燈用には植物の油や、くじらの油が使われていました。ペリーが艦隊をつれて日本に来たのも、くじらをとるためであったといわれています。電燈が発明されてからは、この方面に油はいらなくなりましたが、石油はいろいろの内燃機関に利用されるようになり、いろいろの加工が施されるようになりました。井戸から出たまゝの石油は、いろいろのものがまざっていますが、それらはみな炭素と水素との化合物です。これを使う時は、じょうりゅうして分けていきます。図 43 はその装置で、 150° 以下で出る部分はいちばん上に集まります。これは揮発油またはガソリ

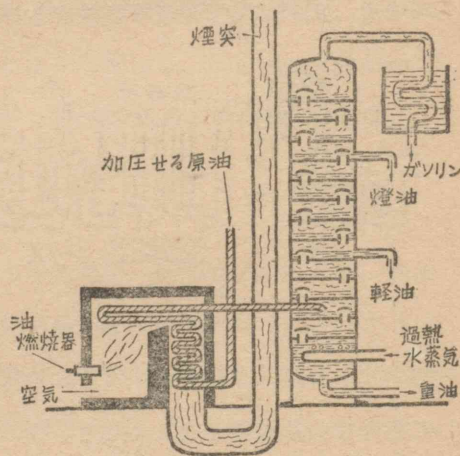


図 43

* 最初の井戸は、深さ 20 m ぐらいのものでしたが、今では深さ数千メートルの井戸が掘られています。

ンと呼ばれて、飛行機の発動機に使われます。 150° から 300° ぐらいの間に出るものは、燈用として、石油ランプに使われていたものです。それ以上 350° までにするものを軽油と言います。蒸発しないで残ったものが重油です。軽油・重油はまたいろいろ処理して潤滑油として、ガソリンに劣らず、飛行機にとってたいせつな油です。これはまたジゼル機関・蒸気タービンなどの燃料に使われています。重油・軽油・燈油はまた、これを熱して、分解してガソリンをつくることも行われています。

今日では、燃えるものなら何でもいいというわけのものではなく、使い道によっていろいろ条件をそろえたものでなければなりません。木や石炭のような加工してない燃料は、家庭で使われる程度で、工場などでは、コークスや、さらにそれを強く空気や水蒸気を送りながら熱してつくった発生炉ガス、水ガスが使われています。石油にしても、それからわざわざ揮発油に変えて、使っています。

復習

- (1) 木を蒸し焼きにした時と、石炭を蒸し焼きにした時と、どんな点が似ていますか。
- (2) 気体燃料・液体燃料・固体燃料の実例をあげなさい。
- (3) 石炭ガスは有毒ですが、それはその成分のどれによるのですか。
- (4) 気体燃料・液体燃料・固体燃料の燃やし方について比べてごらんください。また運搬のしかたを比べてごらんください。

次のことは正しいでしょうか。

- (1) 石炭は純粹の炭素です。
- (2) 石油は大昔から盛んに利用されてきました。

VII 火事はどのようにして消すか

25 火事はどのようにして起るか

火は便利なものですが、それはまた私たちの家を焼き、いろいろの財産を焼き、山の木を焼きます。そういう火を、普通火事とよんでいきます。その火事は、どうして起るのでしょうか。私たちは燃料として木を燃やすことさえ惜しいということを考えました。まして家などにできあがっているものをたゞ燃やしたり、石炭や石油そのほかいろいろのものをたゞ燃やしてしまうことは、この上もなく惜しいことです。

家や倉庫の火事は、多くは火の扱い方の不注意から起ります。たき火やそのほかの火の不始末、たばこのすいながら、煙突から出る火の粉などから起ります。また、電気の設備の悪いこと、電気の使いすぎなどのために起ることも多くあります。しかし、石炭などはあまりたくさん(たとえば5m以上も高く)積んでおくと、自然に発火することがあります。それで、そのようにたくさん石炭を積んでおく所では、石炭の山の中の温度をはかっていて、60°を越すようになれば、山をくずしてひやしてやらなければなりません。油をふきとったぼろきれの山、枯れ草の山も、自然に発火することがあります。揮発油・エーテルそのほか引火しやすいものそばに、たとえ小さな火でももっていったり、またそこで電気のヒューズが切れて火花がとんだりしても火事になります。

野外の山火事などは、たいせつな木を燃やしてしまうものです。これらは多くはたき火の残りや、雷が落ちることなどによって起ります。青々とした竹や木の茂りは、燃えそうにもないと考える人があるかもしれないが、ひとたびそこに大きな火がつけば、恐ろしい勢いで燃え広がるものです。ことにかわいた枯れ葉の残っている春さきには、山火事が多くなります。やにの多いまつやひのきの林が、長い日での続いたあと、大風で、木がすれあったり、雷のため山火事が始まって、広い山を焼いた例も少なくありません。

26 火事はどのようにして消し、どのようにして予防すればよいか

火事は、大きくならないうちに消すのはらくですが、大きくなると手がつけられないことがあります。火事も普通の火と同じく、燃えるものがあること、温度が高くなっていること、空気の供給があることを必要としますから、それを消すためには、こうした点を考えればよいわけです。水をかけるのは温度をさげ、空気と火との接触をさまたげる点で、いちばん有効で簡単な消火法です。水ばかりでなく、土でも、砂でもよろしいです。山火事するときなどは、はじめのうちなら土などで消すことができます。また木の枝でたゞいて消すこともできます。

原理だけからいえば、じゅうそ NaHCO_3 をたくさん火の中にまきちらせば、温度はさがり、炭酸ガスが発生して、消火にはいちばん有効です。たゞ、水のように値がやすくないので、一般には使用できないのです。四塩化炭素 CCl_4 という、揮発しやすい、しかも重い蒸気を出す燃えない物があります。これを火の中にまくと、蒸発で火を

ひやし、その蒸気で火を包んで消火します。

大きな火に少しばかりの水をかけたのでは、かえって燃えたガスの上昇を盛んにし、火のまわりから新しい空気を吸いこむことになりま
す。その時には四塩化炭素のように重い蒸気が出るものは都合がよ
い。

火事の広がるのを防ぐには、燃える物を取りのけることがまた有効
です。大きな火事の時は、風下の家をこわすことがあるのはこのため
です。

火事は大きくならないうちに消すのがいいのですが、火事が起らな
いようにすることがそれ以上に必要なことです。また火事が起っても
広がらないように準備しておかなければなりません。都会では、適当
に広い道をつくって、家のこんだ町を広くつくらないこと、山林でも
ところどころ、幅の広い長い空地をつくって、防火帯をつくっておか
なければなりません。

発火しやすく、燃えやすいものは、離れた所にしまっておいて、火
を近づけないようにすること、また火事の原因となる電線・ヒューズ
をそばに置かないことなどに注意しなければなりません。また私たち
の住む家をつくる材料も、できれば燃えにくいものにした方がよい。
紙や幕はもちろん、木材にも薬品を使って、燃えにくくしたいもので
す。

実験 紙にいろいろの薬品をしみこませ、それをかわかして、そ
の燃え方を比べてごらん下さい。また薬品をつけたためにその紙の
質がひどく変わったかどうか調べなさい。薬品は、みよろばん・

りん酸アンモニウム・硫酸アンモニウム・食塩・塩化アンモニウ
ム・ほう酸・ほうしゃ・炭酸ソーダなどの水溶液を使ってごらん
下さい。

27 消火器

大きな家の火事を消すには、町で備えつけ
てある消火ポンプが必要ですが、めいめいの
へやに起るくらいの小さな火事を消すため
には、図 44, 45 のような消火器でまにあいま
す。図 44 のものはじゅうそろと硫酸とがは
たらいて、炭酸ガスを発生し、その圧力で水が
ふき出るようにしたものです。この時、水に
じょうぶなあわをつくる薬品、たとえば、む

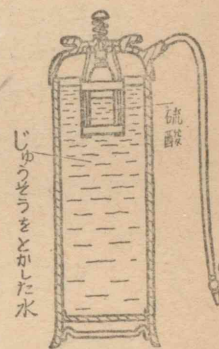


図 44

くるの実の皮を煮出したしるなどをまぜておくと、炭酸ガスのあわが
火のまわりにできて、火を消すのにたいへん有効です。また油に火が
ついた時も、そのあわは油に浮くから、油の火事を消すのにもよいの
です。ことにあわを出させる薬品のまじった
水は、よく物をぬらす性質があるので、綿
や、わらの燃えている時、これをかけると、
水が中までよくしみこんで、それらを燃えに
くくします。図 45 の消火器は、四塩化炭素
を入れ、それに圧搾空気をつめこんだもの
で、せんを開くと、四塩化炭素がふき出され
るものです。これは電気による火事の時に

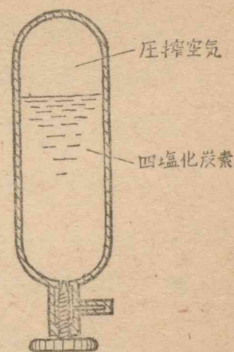


図 45

は、この液体が電気を導かないので便利です。

復習

- (1) めいめいの家庭および学校で、火事のもとになりそうな場所と、その原因とを調べて、それに対する用心のしかたを考えなさい。(たとえばこんろが障子のそばで使われていれば、こんろの位置を変えとか、障子の紙のところにブリキをあてるとかする。)
- (2) 油のはいた入れ物に水をかけると、どうなるでしょうか。その油に火がついている時、水をかけるとどうなるでしょうか。
- (3) 家をつくっている物の中で、燃えやすい物を拾いあげてごらんください。

VIII 熱さはどのようにしてはかるか

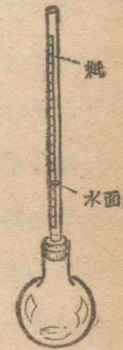
28 熱さの度合はどうきめればよいか

熱いとか、冷たいというのにも、強い弱いがありますが、それはどうしてきめればよいでしょうか。手で感じた度合では、全く確かではなく同じ水に手を入れてさわってみても、その前にそれより熱い水につけていた手と、それより冷たい水につけていた手とでは違って感じます。それからある程度熱くなると、沸騰している湯でも、まだ沸騰しない湯でも、手では熱さの度合は区別できません。冷たさも同じです。かえって熱いのも冷たいのも、ひどくなると痛く感じるだけになります。

実験 三つの入れ物に、冷たい水、ぬるい湯、少し熱い湯を用意し、左手を冷たい水に、右手を熱い水にしばらくつけて、同時に両手をぬるい湯に入れると、どう感じますか。

手の感じできめた熱さの度合は信用できないことがわかりましたが、それでは、熱さというものはどうしてきめればよいでしょうか。熱さ・冷たさできちんときめられることが何かないでしょうか。

実験 特にくびの細い小さいフラスコに水を入れて、しるしをつけます。くびにはあらかじめ細長い紙をはりつけ、目盛をします。その紙の上からニスなどを塗って、水につけてもはがれないようにしておきます。これを水や湯につけて、水面がどう変わるかを調べなさい。



水面の落ち着いたところで調べると、冷たい水につけ

図 46

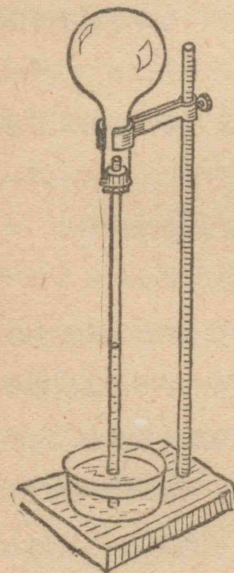


図 47

ると水面は低く、湯につけると水面は高くなるのを見るでしょう。一般に、物は熱くなると体積が大きくなります。水の体積をはかれば、熱さの程度がわかるわけになります。しかし、上の実験で使ったようなあり合わせのフラスコでは、熱さの少しの違いがはっきりしませんから、図47のような100ccぐらいの丸底フラスコに水をいっぱい入れ、ガラス管をつけたゴムせんをしたものだと、かなりくわしく熱さの違いがわかります。そのようにくわしく熱さの違いがわかるようになると、それにつれて、いろいろ違ったことがわかっ

てきます。それは冷たいものを、熱い湯につけると、はじめは水面が低くなって、しばらくしてから水面があがってくることです。これは、フラスコの中の水があたゝまる前に、フラスコが先にあたゝまって、フラスコの体積が大きくなり、水面が低くなったのです。しかし、続いて中の水もあたゝまると、水面が高くなってきて、最後に一定の高さに止まります。

このように、あたゝまると体積が大きくなるのは、水ばかりでなく、固体も気体も同様です。図47のように、100cc ぐらいの丸底フラスコに長いガラス管のついたせんをしてさかさまにし、水の上に立て、少し強くあたゝめて、フラスコの中の空気を一部追い出し、あとはそのままひやすと、水面は管の中にのぼって来ます。フラスコの中のガスがひえて、体積が小さくなったためです。こんどはそのフラスコをあたゝかい手でさわると、水面はさがります。そのさがりぐあいは、冷たい手の時と、あたゝめた手の時とで違います。

以上のことから、水の体積、空気の体積を利用して、あたゝかさの度合を知ることがわかるでしょう。

29 温度の目盛は何できめたのか

手でさわれないほど熱いもの、冷たいものにも、熱さ・冷たさの度合があるはずですが、図46, 47で使ったしかけでも、手では区別のつかない熱さを区別できます。ところが、ある程度冷たくなると、水が凍ってしまって、このしかけではだめになります。そればかりでなく、水を使った図46の方は、凍る少し前にひえても体積のへらないところがあって、水の体積の変わり方から、熱さ・冷たさをはかることは

あやしいこととなります。それで、水銀やアルコールを入れた温度計をつくるのが考え出されました。

次の問題は、この温度計にどういう目盛をつければよいかということです。温度計をこしらえるたびに、勝手な目盛をつけていたのでは、違った温度計ではかった温度がどう違うかがはっきりしません。そこで水銀を使った温度計を、ぬれた氷^{*}につけてその水銀面の止まったところを 0° とし、1気圧で沸騰している水の、蒸気中に入れた時の水銀面のところを 100° とし、その間を 100 等分したものを 1° とし、目盛をつけます。同じ目盛のしかたで、 0° 以下 30° ぐらいまで、 100° 以上 360° ぐらいまではこの割合で目盛をつけることができます。この目盛のしかたは、セルシウスによる目盛で、摂氏^{せつし}といわれ、 $^{\circ}\text{C}$ と書かれます。

ほかに、ファーレンハイトによってきめられた目盛があります。これを華氏^{わし}と言ひ、 $^{\circ}\text{F}$ で表わしています。これは、はじめ塩と氷で得られた低い温度を 0°F とし、人の体温の少し高いところを 100°F としました。しかし、この目盛は、今では 0°C を 32°F 、 100°C を 212°F とし、その間を 180 等分したものを 1°F ときめています。

0°C よりはるかに低い温度、 100°C よりもはるかに高い温度はどうしてきめ、どうしてはかればいいのでしょうか。今までは温度によって水銀やアルコールの体積の変わることを利用しましたが、温度によって空気や水素のような気体の体積の変わることを利用すると、もっと広い範囲まではかれます。しかし、そのしかけは、ガラス管に

* 氷を粉にして底に小さな穴のあいた入れ物に入れて室内に置けば、その表面はぬれて 0° になっている。

水銀を入れたような簡単なものではなく、扱い方もむずかしくなります。また電気の性質を利用する方法もあります。

同じ電球でも、電気の通り方で、フィラメントが赤くなって暗くなったり、白く輝いて明かなくなったりします。それはフィラメントの温度が違うためです。これは前に約束した温度のものさしではかると、700° ぐらいから 1,300° ぐらいまで変わったことにあたります。このフィラメントの明かさから、その温度をきめることもできます。一般に物は 500° 以上になると自分で光を出しますが、その光の色は、温度の高いほど、赤からだいだい・白・青と変わっていきます。

火ばちの火などに火ばしをつっこんで、赤く見えだす時の温度は、500~600° です。星などの温度は、それが出している光の色から推定できます。太陽は白色に輝いていますが、これはその表面が 6,000° で、それより赤く輝いている星は、その表面が 2,000°~3,000° です。10,000° 以上の星は青く光っています*。

物を熱して 700° ぐらいになった時は、赤色に輝くので、この温度を赤熱と言ひ、1,300° を越すと白色に近い光で輝くので、この温度を白熱と言うことがあります。慣れた人は、その色合から、いま少し細かく温度を推定することができます。こゝにかゝげた表は、温度と色との関係を示すものです。

温度 °C	色
500	赤くなり始める
700	暗赤
900	さくら色
1,000	あざやかなさくら色
1,100	だいだい色
1,200	あざやかなだいだい色
1,300	白色に近い
>1,500	まばゆく白い

* こういうことは自分が出している光の色についていうので、月の光・赤ランプ・青ランプの色についてはそれから、それらの温度を言うわけにはいきません。

研究 20 cm ぐらいの線を縦に引き、その右側でその線を 100 等分し、下端を 0、上端を 100 として度盛りをし、次に左側でその線を 180 等分し、その下端を 32 と度盛りし、上端を 212 と度盛りしなさい。これはセルシウスとファーレンハイトの温度目盛にあっています。0°C より低い温度、100°C より高い温度で °C と °F とを比べる方法も考えてごらんください。

また °C を横軸に、°F を縦軸にとってグラフをかくとどうなるかを調べなさい。

30 温度をあげると体積や長さはどう変わるか

物をあたゝめたりひやしたりする時、液体や気体の体積が変わることを利用して温度の目盛をきめました。しかし、固体は温度が変わるとどう変わるでしょうか。温度があがると体積は増しますが、気体や液体のように大きな変わり方はしません。フラスコに水を入れてあたためた時、フラスコの中の水面が高くなるのはその証拠です。すなわちフラスコの体積がふえるよりも、中の水の方が体積の変化が大きいため、全体の温度があがると中の水面があがるのです。

0° でちょうど 1 l のフラスコは、100° では 1.0027 l であることがわかっています。ところが 0° でちょうど 1 l の水は、100° では 1.0433 l です。

実験 図 48 のように、金属の棒を、同じ高さの木の台にのせ、一方を固定し、一方を細い針をまくらにして、動くようにします。金棒が動いて針がまわったのは、針の先につきさした軽いわらのよ

うなものですぐ見えるようにしておきます。金属の棒の中央を広く、アルコールランプのほのおなどであぶってやると、棒の先が外

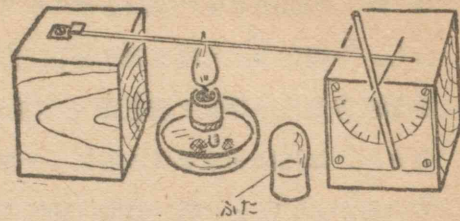


図 48

に進んだように動くのを見るでしょう。同じように、ガラスの棒をこれにのせてあぶっても、わらのまわり方は少ない。

		線 膨 脹 率
亜鉛	鉛	0.000029
鉛		0.000029
アルミニウム		0.000023
すず	ず	0.000022
銀		0.000019
しんちゅう		0.000019
銅		0.000017
はがね	ね	0.000010
白金	金	0.000009
ガラス		0.000009
石英ガラス		0.000004
石英		0.000079 (軸に直角)
		0.000134 (軸に平行)
インバール*		0.000009
かしの木(縦にはかる)		0.000005

* 鉄 64%, ニッケル 36% の合金。

のレールが 0° の時から 50° になったとすると、5mm だけレールが長くなるわけです。

固体の体積の膨脹率は、線膨脹率の 3 倍になっています。ガラスの

くわしくはかると、こののび方は、物によっていろいろ違っていることがわかります。温度が 1° あがったために、長さの増す割合を線膨脹率とって、左の表のような値を示しています。

石英ガラス・インバールは、特に膨脹のしかたの少ないものです。鉄道のレールは温度 1° あがるごとに、もとの長さの 0.000010 だけのびます。100 m

体積膨脹率はそれで、表によって、0.000027 であることがわかる。それに比べると、水 (10° 20° 間の平均) は 0.00015, アルコールは 0.00104, 水銀は 0.00018 で、ガラスの値よりみな大きいのです。

気体になると、この膨脹率ははるかに大きく、しかもすべての気体について同じぐらいの 0.00367 の値をとります。この値は 1/273 に近い値です。

膨脹率の違う金属、たとえばしんちゅうとインバールのような組み合わせの板をきちんと重ね合わせて、ところどころねじでしめつけたものをつくり、その温度を変えたらどんなことが起るでしょうか。膨脹率の大きい金属の側の方がたくさん

のび、反対側ののびが小さいので、膨脹率の小さい金属の側に曲がります。曲がり方は、こゝに使った二種の膨脹率の差が大きいほど大きくなります。こういう金属をバイメタルと呼びます。

このバイメタルは、少しの温度の変わり方にも感じるので、温度の調節に使ったり、温度が変わっても回転の速さの変わらないようにしておく

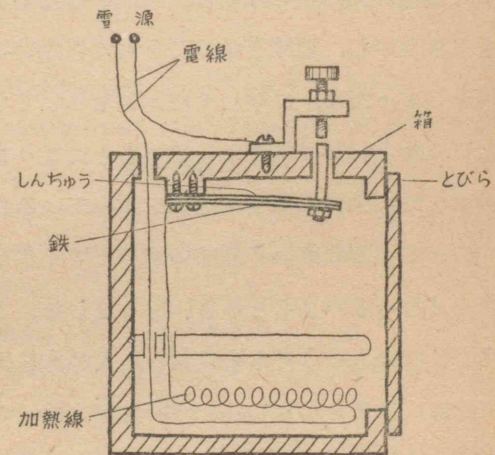


図 49

必要のある時計のテンプにしたり、それを温度計にしたりします。バイメタルを使った温度調節器の原理を図 49 に示します。

31 熱とはどんなものか

熱いとか冷たいとかいう感じの起るのは、どういふわけでしょうか。昔はこういう性質を持ったものがあると考えました。そしてそれは熱素(カロリック)という元素の一種と考えました。そこで、熱素がたくさんにある時は熱く、それが足りないのが冷たいのだということが考えられました。熱い物と冷たい物を接近させておくと、その熱素が平均して同じ熱さ、または冷たさになります。その熱素というものは、重さのないものだという事は、一つの物を熱くしても冷たくしても、重さには変わりがないことから言われました。

この熱素が元素の一種ならば、ほかの元素と同様に新しくつくるともできないし、消滅させることもできないはずのものです。ところが物をこすったり、はげしくたゝいたりしても熱くなり、そこで熱素が生まれたとしなければならぬことになります。ことに 18 世紀の最後の年に、大砲工場で、砲身を削っているのを見たラムフォード伯は、削っている間はいくらでも熱が出てくることを不思議に思い、熱は物ではないということを出しました。18 世紀のうちにも、熱は物ではないという考えを発表した人がありましたが、一般にはなかなか認められませんでした。19 世紀になってから、熱は物をつくっている分子の運動のエネルギーであるということが言われるようになりました。

このように熱はものでないことはたしすかですが、これの多い少ないをはかることはできます。1g の水を -14.5°C から 1° 上げて 15.5°C にするための熱を 1 カロリー (cal) と名づけました。^{*}

* 1,000 cal を 1 キロカロリー (kcal, Cal) といいます。

発 熱 量

物 質	熱量(cal)
れきせい炭	6,000—7,000
でい炭	4,000—5,000
コークス	7,500—8,000
木	3,500—4,000
木炭	6,500—7,500
揮発油	10,100
石油	10,150

石炭 1g を燃やす時出た熱を全部使うと、6kg の水を 1° だけあたゝめることができます。すなわち 6,000 cal の熱が出ます。燃料のよい悪いは、その 1g を燃やした時出る熱の量(発熱量)できめます。

復 習

- (1) 普通の体温計で体温をはかるとき何分かたってからでないといふ正しい体温がわからないのはなぜでしょう。
- (2) フラスコをあたゝめると、フラスコの外側は広がるが、内側はどうなりますか。
- (3) 棒の片側に日光が強く当たると、棒はどちらに曲がりますか。
- (4) ガラスの中に白金線を封じる時、ガラスは割れませんが、ほかの金属のはりがねを封じると、ガラスが割れるのはどういふわけでしょう。
- (5) 石英ガラスは赤く熱したのを急に水につけても割れませんが、水晶は少しあたゝめて急にひやすだけでも割れるのはどういふわけでしょう。

次のことは正しいでしょうか。

- (1) 電線は夏になると冬よりもびんと張ります。
- (2) 熱いのは、「熱」という重さのある物(物質)のために起る事です。冷たいのは「冷」というものがあるためです。
- (3) 物をたゝいたり、こすったりすると、その物は熱くなります。また自転車の空気入れで空気をはげしくおしつけると熱くなるのは、そこに熱素という元素が現われるためです。
- (4) 熱いのも冷たいのも同じことが原因で、そこには刺すように痛い元素があるので、どちらもさざると痛い。

IX 熱の移動のしかた

32 熱せられた物はどう動くか

水など液体を熱すると、熱せられた部分はふくらんで、比重が小さくなるので、上の方に浮きあがっていきます。図 50 ように、試験管で水を熱する時、試験管の底を火にあてると、上の方もたちまち手では持てないくらい熱くなりますが、上の方を熱する時は、上の方が沸き立っても、下の方を手で持てることができます。下の方で熱せられたものが上の方に移動することは、空気の場合にもあります。これについては煙突のところで述べました。

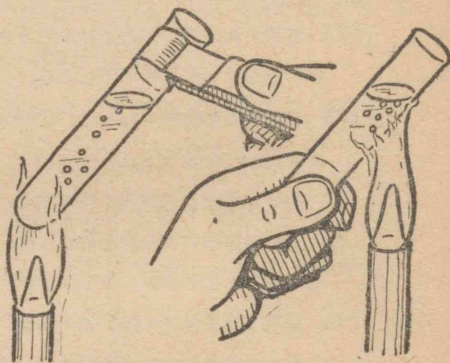


図 50

水のような液体を下から熱する時の液体の運動は、その中に小さな紙のきざんだものなどを入れておくとよくわかります。これを対流とよびます。これは自然に起ることですが、湯を早く沸かすためにかきまぜることがあります。

このような対流は、煙突によっても起されていますが、火ごうしの下からあおいだり、送風



図 51

器で風を送りこんで、強制的に対流を起させることもあります。火事の際は熱い空気が空高くあがって、まわりから新しい空気が吸いこまれて一つの大きな対流ができています。これよりもっと大きな対流は、大気中でも海の中でも起っています。大気に対流の一部は、私たちは風として感じています。

研究 図 52, 53 は、へやの暖房と冷蔵庫のしかけを示したものです。この二つの場合の似たところ、違ったところを調べてごらんください。

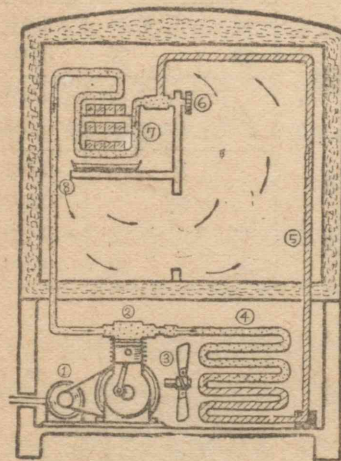


図 52

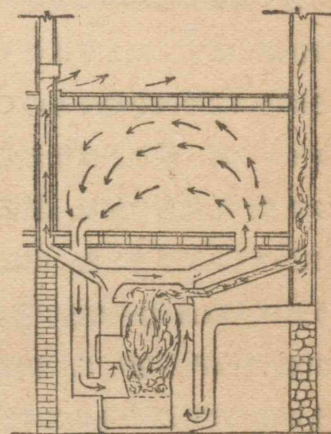


図 53

33 熱は物に伝わっても移動する

熱くなったものが上昇し、対流を起して全体があたまるほかに、物は動かずに熱だけが移動する例があります。たとえば火の中に先だ

けさしこんだ火ばしが、まもなくもとの方まで熱くなってくるのもその一例です。この熱の移り方は、物を伝わって移るので、伝導と呼ばれています。図 50 の試験管の下の方の水は、対流によって全然あたまりませんが、まもなく伝導によっていくらかはあたまってきます。

熱の伝導はこのように、物によって違ってきます。一般に金属など、電気をよく導くものは熱もよく伝えます。水・木・ガラスなどは、導き方が少ないのです。特に熱の伝え方の少ないものは、熱の絶縁物といわれます。

同じく金属でも、物によって熱の伝え方が違います。たとえば金・銀・銅などは特によく熱を導くものですが、アルミニウム・鉄などは伝え方が少ないのです。それらの値は、熱伝導率として右の表に示しました。熱伝導率というのは、1 cm のところで温度差 1° ある時、 1 cm^2 を通して、毎秒流れる熱量 (cal) で表わしたものです。

実験 銅・アルミニウム・鉄・ガラス・木などの同じくらいの太さの棒の表面にろうを塗り、そのもとの方を同じ火で熱してろうのとける様

熱伝導率の表

物質	熱伝導率
銀	1.00
銅	0.92
金	0.70
アルミニウム	0.50
鋼	0.11
ガラス	0.002
磁器	0.004
木	0.0003
木目に沿って	0.00009
木目に直角	
水	0.0013
油	0.0003
空気	0.00006
水素	0.0003

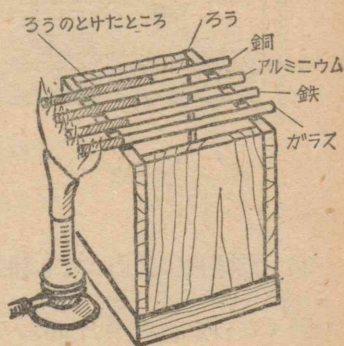


図 54

子を調べてみましょう(図 54)。

34 物がなくても熱は届く

たき火やストーブにあたる時、たき火やストーブの横の方に手をかざしてもあたまかいでしょう。熱い空気は、上にのぼるばかりで、横には流れません。これは空気の伝導によるものでもありません。これと同じことは、太陽の場合にも見られます。太陽と地球との間には熱を運んだり、伝えたりする何ものもありません。熱は光のようにとんできたものです。こういう熱の届き方を熱のふくしゃという。

熱のふくしゃは、空気を通り抜けることができますが、金属やいろいろのものにはさえぎられます。たき火をしている時、かおを紙か何かでさえぎっただけでも熱さを感じなくなります。

熱は、光のようにレンズで集めたり、金属の鏡で反射させることができます。

ふくしゃをするものは、太陽とか、たき火とかにかぎるわけではありません。すべての物がふくしゃによって熱のやりとりをしています。夜になって地面などがひえるのが、晴れている時にことにはげしいのは、地面の熱が空に向かってふくしゃされていくからです。曇った夜には、雲がまた反射しかえすので地面のひえ方は少ないのです。

ふくしゃされた熱は、物にさえぎられて、吸収されると、その物の温度をあげます。

実験 同じ形、大きさのびんを3本用意し、それに同じ量の水を入れ、一つはそのまゝ、次はうすい紙をはりつけて包み、それを黒

く塗り、最後のものはアルミニウムかすずのはくで包みます。それらに温度計をさしこんで日なたに出して、毎分温度を読みとって比べてごらん下さい(図 55)。

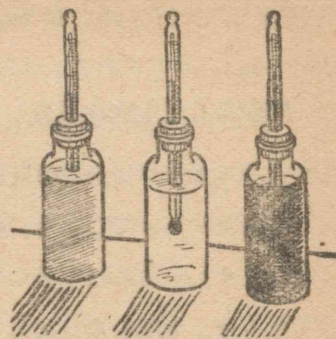


図 55

この実験で、黒いものが、熱をよく吸うことがわかるでしょう。

35 熱を逃がさないくふう

熱は対流・伝導・ふくしゃによって移動するものです。それで、これらのことが起らないようにすれば、熱は逃げもしなければ、外からはいってもきません。そのためには、その物を布綿・フェルト、または石綿のようなもので包むとよいのです。寒い時、人は何枚もの着物でからだを包むのはこのためです。暑い国で、壁のあつい窓の小さな家に住むのもこのためです。

熱伝導率を調べると、空気はきわめて小さいことがわかりますが、空気は対流を起すので、このまゝでは熱の移動を止めるのにはよいものとはいえません。しかし、綿などのように空気を小さくきっているようなものは、対流も起さないで、熱の移動を止めるにはよいものです。

二重壁にしてその間の空気を全く除いたものは対流もなく、伝導も起らないものですが、ふくしゃで熱が届くので、まだじゅうぶん熱をさえぎっているものとはいえません。その内側を銀メッキしたもの

は、ふくしゃをはね返すので、熱の出入りがいちばん少ないものです。

こういう構造を持った保温びん(まほうびん)(図 56)は、あたたかい茶を長い間ひやさず、冷たいのみ物を長い間そのまま保つことができます。

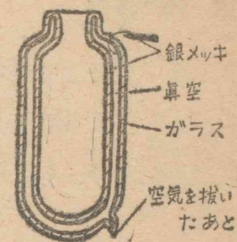


図 56

二重壁にしてその間の空気をなくすることは困難です。ことに大きな物の場合はそうですが、その二重壁の間はアルミニウムのはくをもんで入れたり、フェルト・綿・砂・おがくずなどをつめても、よい熱の絶縁物になります。大きな冷蔵庫の壁は、このような構造を持っています。

家庭の道具にもこの熱の絶縁物を利用して、熱の経済をはからなければなりません。たとえば料理のすんだものをひやさないでおくために、火にかけずに熱の絶縁物を利用した火なしこんろに入れておくようなことをくふうしましょう。食物を料理するためには火を使うことが多くありますが、水の多いものを長い間熱していると、水が蒸気になるばかりで、そのため食物の料理が早くできるわけではなくて、ただ熱が不経済になることが多くあります。火なしこんろは、なべなどがらくにはいる箱に布や綿のくずをつめればよいのです。上の方にのせる綿は、ふとんにしておくと便利です(図 57)。

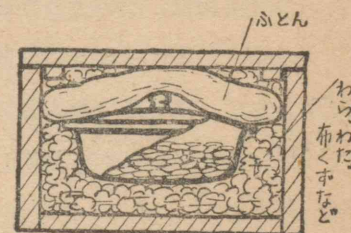


図 57

36 熱の経済

実験 底をよく光らせたアルミニウムのなべまたはやかんに一定量(たとえば 500 cc)の水を入れ、一定の電力(たとえば 500 w)の電熱器にかけ、その水が 30° から 80° になるまでの時間をはかります。

次に、そのなべにすみを塗って同じことを調べます。

また次にたきぎか何かでそのなべの底にぶあつくすすをつけます。そしてそれを電熱器にかけて前と同じことを調べてみます。

黒く塗った底は、光った底よりよく熱を吸うので早くあたゝりますが、同じく黒くても、すすがぶあつくついたもののあたゝまり方のおそいのはなぜでしょうか。それは、そのざらざらしたところには動かない空気はさまれて、そこに空気の膜ができて、ちょうどなべの底をうすい綿で包んだと同じことになっているからです。

へやをあたゝめる時にも同じ問題があります。すなわち寒い時などは、うすい壁や、一枚のガラス板の窓ではすぐへやがひえるが、厚い壁や、二板戸の窓にすると、ストーブの石炭は少なくすみます。

また熱の経済には、次のようなこともあります。すなわち湯を沸かしたりする時に、あけばなしの所でしないで、できればまわりを囲んで沸かします。ほのほで物を熱する時は、底全体にほのおがよくまわるようにほのおの大きさを調節して、余分の大きなほのおを出さないようにします。

また、一度あたゝめたものは何もしないでひやしてしまうことなく、

保温箱や火なしこんろをつくって、それで保温すれば、熱の経済になります。

復習

- (1) 図 58 のようなしかけで A を熱する時、どんなことが起りますか、また B を熱する時はどうですか。
- (2) ガスの流れの途中に金網を入れて、上のガスに火をつける時金網の下の方にほのおが移っていかないのはなぜでしょう。
- (3) 火ばし・アイロン・なべなどの、手にさわるところを木にしてあるものが多いのはなぜでしょう。
- (4) えんがわの金のレールが板よりもひどく冷たく感じたり、また熱く感じたりしたことはありませんか。その理由を考えなさい。
- (5) 霜の害を防ぐために、たき火をして、煙を煙にたなびかせますが、これは役に立つものでしょうか。
- (6) 毛布は寒い時にはあたゝくてよいものですが、夏、水をとかさなためにもそれを包むのにも使われるのはなぜでしょうか。
- (7) レンズで日光を集めて紙を燃やす時、黒く塗ったところに早く火がつくのはなぜでしょうか。
- (8) 冷蔵庫(家庭用)で、水を入れる所が上になっているのはなぜでしょうか。
- (9) ふろを沸かす時、下からたいているのに、上の方が熱くなっても底が冷たいことがあるのはなぜでしょうか。

次のことは正しいでしょうか。

- (1) なべなどの底には、黒いすすを厚くつけておく方が熱の経済になります。
- (2) 冬の夜は、晴れている時の方が、曇っている時よりあたゝかです。

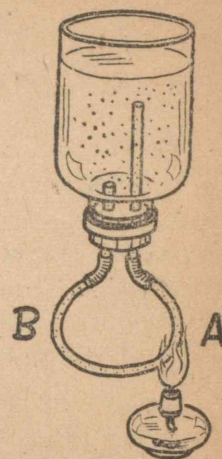


図 58

索引

あ	ガソリン	40, 45, 54	し		
	かっ炭	52	四塩化炭素	57	
亜鉛	16, 17		ジーゼル機関	45	
アセチレン	32, 34, 44		重クロム酸カリ	42	
亜硫酸ガス	29		じゅうそう	57	
アルゴン	7		重油	55	
アルミニウム	6, 19		酒石酸鉛	39	
安全燈	45		潤滑油	55	
アンモニア	53		消火器	59	
			消火法	58	
			硝酸	47	
い			消石	47	
いおう	5, 24, 38		硝石灰	13, 34	
一酸化炭素	16, 44		しょうのう(樟腦)	48	
色(温度の)	64		人造纖維	51	
引火点	40		しんちゅう	7, 66	
インパール	66				
			す		
え			水素	16	
液体空気	46		水素発生装置	17	
エーテル	40		ストーカ	32	
塩化アンモニウム	59		ストーブ	30	
塩素酸カリ	20, 43		炭	4, 10, 14	
			せ		
お			石英ガラス	85, 66	
黄りん	41, 42		石炭ガス	32	
温度	62		石油	54	
温度計	63		赤りん	42	
			絶縁物	75	
か			石灰水	12	
外えん(外焰)	24		セル	41	
化学変化	5		セルシウス	63	
化学方程式	8		セルロイド	48	
化合	5				
化合物	5				
かせいソーダ	11				

せん光電球	21	ニトログリセリン	46	ま	
線膨脹率	66			マグネシウム	2, 3, 9, 10
		ね		マッチ	42
そ		熱素(カロリック)	68	まほうびん(保温びん)	75
送風器	70	熱伝導率	72		
		燃料	49	み	
				みょうばん	58
た		の		む	
大気対流	71	ノーベル	46	無煙炭	52
体積膨脹率	66			無水亜硫酸	46
ダイナマイト	46	は		め	
対流	70, 71	バイメタル	67	メタン	44
タール	52	発煙硝酸	47	綿火薬	47, 48
炭酸ガス	4, 8, 10, 12, 59	発火合金	41		
炭酸ガスの検出法	18	発火点	39	も	
炭酸石灰	13	白金黒	5	木炭	49, 51
炭素	7	爆発	44	木炭自動車	16
暖房	71	発熱量	69		
		ひ		ら	
ち		火のつくりかた	36, 37	らいこう(雷汞)	48
窒化鉛	48	火打ち石	37	ライター	36, 41
		ピクリン酸	48	り	
て		火消しつば	4	リトマス試験紙	52
鉄	5, 19, 21	火なしこんろ	77	硫安(硫酸アンモニウ	
デービーの安全燈	45			ム)	53
電気炉	40			硫化鉄	5
伝導	72			りん	9, 41
伝導率	74	ふ			
天然ガス	32	ファーレンハイト	63	冷蔵庫	71
		ふくしゃ(輻射)	73	れき青炭	52
と		フロギストン	10		
銅	72	分子	7	ろ	
燈油	55	分子式(分子の記号)	8	ロケット	46
				ろうそく	1, 3, 11, 29
な		ほ			
内えん(内焰)	23	保温箱	75		
		保温びん(まほうびん)	75		
に		ボーキサイト	6		
ニクロム線	2	ほくち	38		
二酸化マンガ	42	ほのおの温度	33		

私たちの科学 3
火はどのように使ったらよいか
中学校第学1年用

昭和 25 年 2 月 1 日 初版印刷
昭和 25 年 2 月 5 日 初版発行
昭和 25 年 12 月 1 日 再版印刷
昭和 25 年 12 月 5 日 再版発行

定 価 22 円

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

著 者 三省堂編修所
代表者 亀井寅雄
東京千代田区神田神保町1の1
発 行 者 三省堂出版株式会社
代表者 亀井寅雄
東京千代田区神田三崎町2の44
印 刷 者 株式会社三省堂神田工場
代表者 今井直一
東京千代田区神田神保町1の1
発 行 所 三省堂出版株式会社

(¹⁵/_{三省} 中理 719)

(略称 中理科 火)

広島大学図書

0130449868

