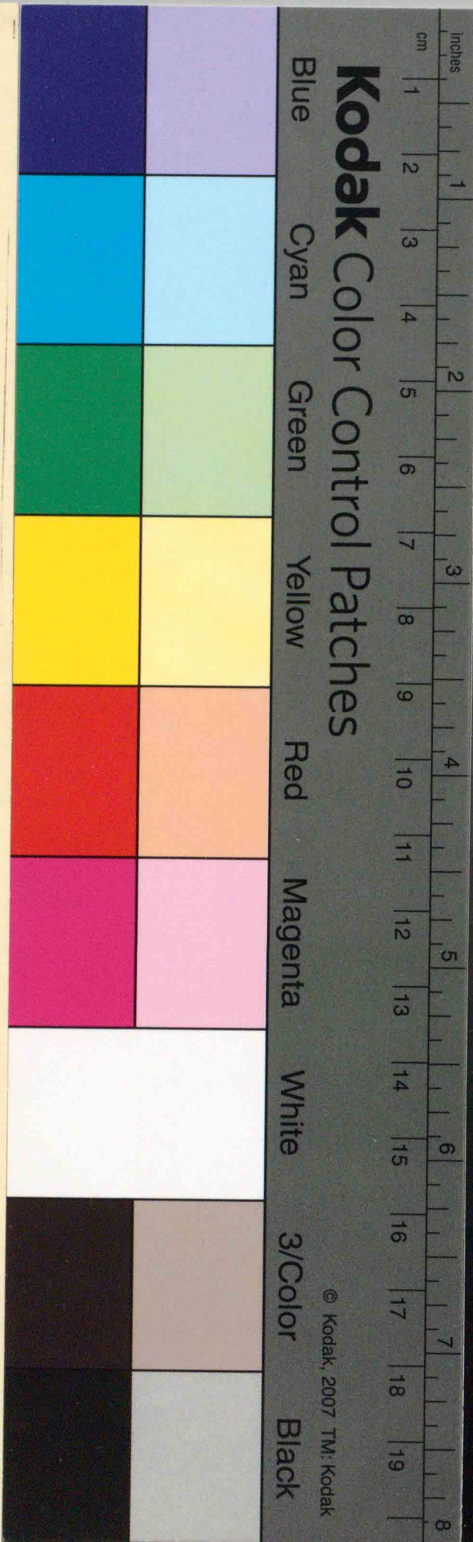


40349

教科書文庫

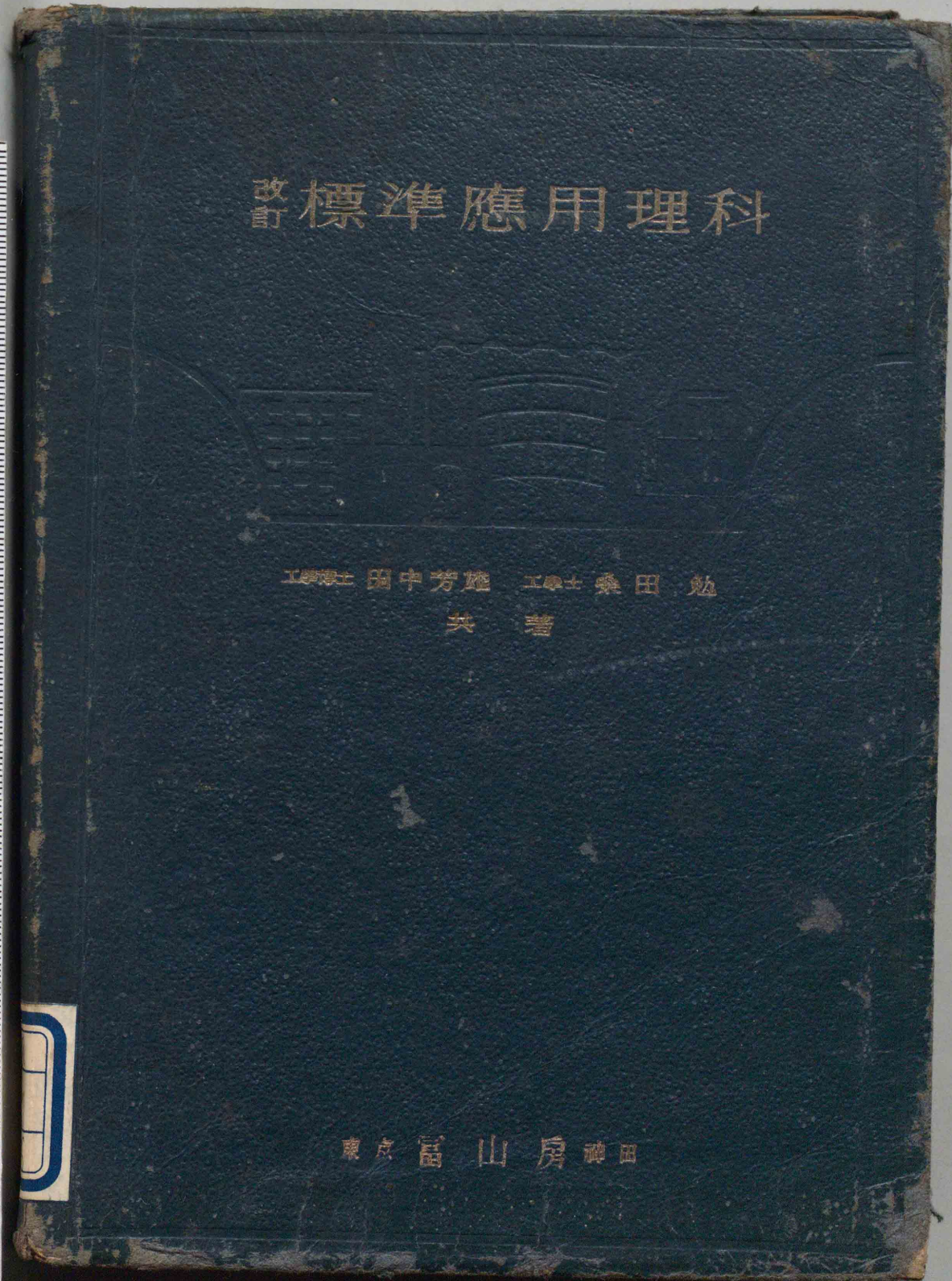
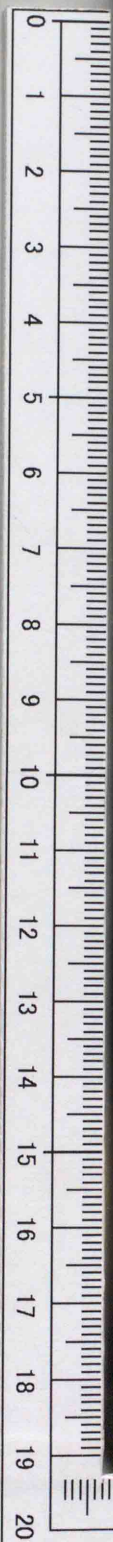
4
420
41-1941
20000 81626



Kodak Gray Scale

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

© Kodak, 2007 TM: Kodak



改訂 標準應用理科

工學士 田中芳雄 工學士 桑田 勉  
共 著

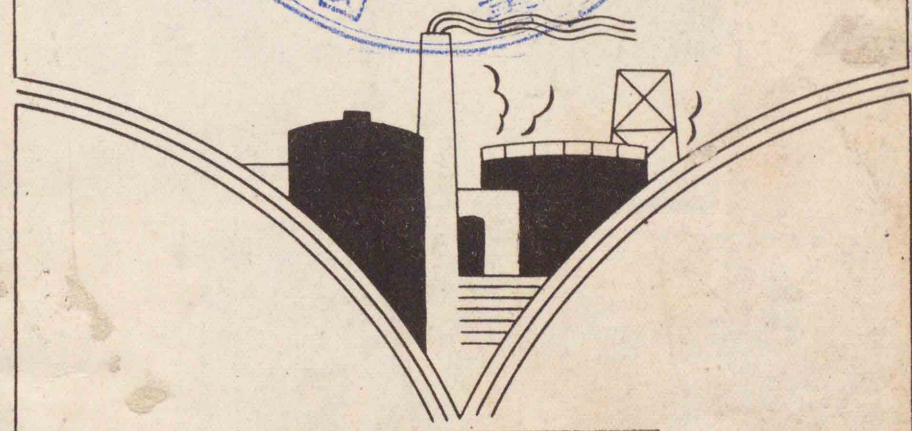
東京 富山房神田

42  
420  
B3/6

資料室

# 改訂 標準應用理科

工學博士 田中芳雄  
工學士 桑田勉  
共著



文部省檢定濟  
昭和十六年十月九日 中學校理科

東京 富士 房 神田

自然物の利用



洞窟時代の  
光景



新石器時代の  
光景



舟行の初期



水上家屋生  
活の光景



槌子の利用  
の發見

## 改訂版の序

本書初版の發行以來三個年を経過したが、その間既に學術並びに工業に相當な進歩・發達が認められ、本書の内容もこれに應じてその一部を改變する必要を感ずるに至つた。著者はこの機會に初版に於て不備であつた點を改め、なほ全般に互つて内容を検討して、改訂することにした。

改訂増補を行つた主な點は次の通りである。

- (1) 生徒の負擔を減ずる目的で、實質的内容に影響しない範圍に於て頁數を減少した。
- (2) 研究室・工場等を見學した經驗のない者にも實際の狀況を容易に理解し得るやうに更に寫眞と圖解とを解釋的に配列した。
- (3) 新に第4章に傳染病の豫防、第17章に防毒法の節を設け、夫々の記述を稍詳しくした。

本書には猶ほ不備な點が多いと考へるが、これ等は實地教授に當られる方々の御援助を得て、將來更に改補・訂正するつもりである。

昭和十二年九月

東京帝國大學工學部にて

著 者 識

## 初版の序

本書は昭和六年二月に改正された中學校新教授要目理科乙表に準據し、第五學年應用理科教科書として編纂したものである。

本書の編纂に際し特に意を用ひた點を挙げれば次の通りである。

(1) 應用理科はその記載が稍もすれば枝葉の事柄に偏し、要綱を閑却し勝ちである。本書では、先づ根本理論を述べて、これが如何に應用されつゝあるかを示し、また一面には徒らに理論に偏し或は實例の羅列に陥らざるやうに注意した。

(2) 凡そ工業は國土の種々なる事情によつて、經濟上最も合理的な方法が行はれてゐる。我國の工業は最近非常な進歩・發達を示してゐるが、その行はれてゐる方法は外國に於て行はれてゐるものと必ずしも同じではない。本書ではこれ等の實狀をよく考慮し、本邦の現狀に即して記述した。

(3) 殊に化學工業の如きは全く日進月歩で、數年間にその製造方法や製造装置の大半が更改せられることすら少くない。本書ではこれ等の點に特に留意して記述し、衰滅しつゝある方法の如きは其の旨を記し且つ單にその大要を知る程度に略記した。

(4) 應用理科の内容は博物・化學・物理の多方面に亘るか

ら、本書では各章の連絡を考慮して編纂したが、必要に應じては必ずしも教科書の頁を逐はずして、適當な章から任意に教授し得るやうにした。

(5) 各節の最初に總説を設け、節の内容に関する要領・意義・目的等を最も簡明・直截に説いた。これは都合により總括として節の最後で教授してもよい。

(6) 挿畫は原理を理解するに必要な圖解と、實狀を知るに有效な寫眞を努めて豊富に載せた。圖解は著者自身の作製に係はるもので、成るべく實際のものを想像し得るやうに簡明を旨としたが、また圖解から得る知識が實際と著しく懸隔せざるやうに努めた。また寫眞の多くは本邦諸會社の好意ある援助によつて成れるもので、これによつて出來得る限り我國の工業狀態を現實に示すべく努めた。

(7) 稍詳細な説明に亘る所又は都合により生徒の自習に委ねて差支へない所などは小活字を用ひた。また原動機を應用した自動車及び航空機と、光電池を應用した諸光學器械は重要ではあるが、生徒の負擔を輕減する意味で附録とした。

本書には更に改良すべき點が多々あることと考へるが、これ等に関しては實地教授に當られる方々よりの御助言を切望する次第である。

本書の編纂に際しては、農學士福田憲六氏、醫學士内藤

比天夫氏航空研究所技師石井定氏等の御助力を得、また本邦諸工場は好意ある撮影を許された。茲に謹みて謝意を表す。

昭和九年九月

東京帝國大學工學部にて

著 者 識

## 目 次

第 1 章 自然物の利用.....	1
(1)太古に於ける自然物の利用 (2)産業の發達 (3)近代に於ける自然物利用の發達 (4)水と空氣の利用	
第 2 章 生物の蕃殖.....	7
I. 生物の生殖 (1)無性生殖 (2)有性生殖	
II. 植物の人工蕃殖法 (1)播種法 (2)球根法 (3)挿木法 (4)取木法 (5)接木法	
III. 動物の人工蕃殖法 (1)選出交配 (2)人工受精 (3)人工孵化 (4)養殖 (5)蕃殖の保護	
第 3 章 品種改良.....	17
I. 遺傳 (1)雜種 (2)雜種の固定	
II. 變異 (1)彷徨變異 (2)偶然變異 (3)環境變異	
III. 品種改良の方法 (1)交雜育種 (2)分型育種 (3)偶然變異による品種改良 (4)人種改良	
第 4 章 傳染病と免疫.....	29
I. 傳染病 (1)傳染の徑路 (2)傳染病の症狀	
II. 免疫 (1)豫防接種 (2)免疫血清 (3)凝集反應	
III. 傳染病の豫防 (1)豫防方法 (2)殺菌及び消毒法	
第 5 章 釀 造.....	42
I. 酒類の醸造 (1)清酒 (2)麥酒 (3)葡萄酒 (4)アルコール (5)フーゼル油	

- II. 酒類以外のものの醸造 (1)食酢 (2)醤油 (3)味噌  
(4)他の醸酵製品

第6章 酸・アルカリ工業..... 52

- I. 硫酸 (1)鉛室法 (2)塔式法 (3)接觸法  
II. 硝酸 (1)チリ硝石よりの製造法 (2)アンモニアの酸化による製造法 (3)空気よりの製造法  
III. 鹽酸 (1)食鹽よりの製造法 (2)合成鹽酸  
IV. 炭酸ソーダ及び炭酸カリ (1)ルブラン法 (2)アンモニアソーダ法 (3)重炭酸ソーダ (4)炭酸カリ  
V. 苛性ソーダ及び苛性カリ (1)炭酸ソーダの苛性化法 (2)食鹽の電解法 (3)苛性カリ (4)晒粉 (5)鹽素

第7章 肥料..... 70

- I. 窒素肥料 (1)硫安 (2)石灰窒素 (3)チリ硝石  
II. 磷酸肥料 (1)過磷酸石灰 (2)重過磷酸石灰 (3)トーマス燐肥  
III. カリ肥料 (1)鹽化カリ (2)硫酸カリ  
IV. 調合肥料及び新合成肥料

第8章 窯業..... 80

- I. ガラス (1)ガラスの種類 (2)窓ガラス(薄板ガラス)の製造 (3)磨き板ガラスの製造 (4)製壘 (5)光學用ガラスの製造 (6)ガラスの着色  
II. セメント (1)ポルトランドセメント (2)高爐セメント  
III. 陶磁器及び瑠璃鐵器 (1)陶磁器の種類 (2)陶磁器原

- 料 (3)陶磁器の製造 (4)瓦と煉瓦 (5)耐火煉瓦 (6)瑠璃鐵器

第9章 冶金..... 91

- I. 乾式冶金 (1)還元による冶金法 (2)特殊冶金法  
II. 濕式冶金 (1)銅及び亜鉛の濕式冶金 (2)青化法 (3)混汞法  
III. 電氣冶金 (1)金屬鹽水溶液の電解 (2)熔融鹽の電解

第10章 合金..... 101

- I. 鐵の合金 (1)炭素系の鐵 (2)合金系の鐵  
II. 銅の合金 (1)黄銅 (2)青銅 (3)アルミ銅 (4)洋銀  
III. 輕合金 (1)デュラルミン (2)鑄物用アルミニウム合金 (3)エレクトロン  
IV. 鉛その他の金屬の合金 (1)軸受合金 (2)可融合金 (3)活字金 (4)ニッケルの合金 (5)貴金屬の合金

第11章 燃料..... 110

- I. 固體燃料 (1)薪 (2)木炭 (3)石炭 (4)コークス(散炭) (5)煉炭  
II. 液體燃料 (1)石油 (2)分解ガソリン (3)天然ガソリン (4)石油以外の液體燃料  
III. 氣體燃料 (1)天然ガス (2)石炭ガス (3)發生爐ガス(プロヂューサーガス) (4)水性ガス (5)アセチレン

第12章 油脂工業..... 124

- I. 油脂採製工業 (1)油脂の種類 (2)油脂類の採取法 (3)油脂類の精製 (4)油脂及び蠟の成分と組成 (5)主な油

脂及び蠟

- II. 油脂應用工業 (1)硬化油 (2)石鹼 (3)脂肪酸 (4)グリセリン (5)人造バタ (6)リノリウム

第13章 塗 料.....133

- I. ペイント (1)油性ペイント (2)水性ペイント (3)エナメルペイント  
 II. ワニス (1)油ワニス (2)スピリットワニス (3)硝化綿塗料(ラッカー) (4)漆  
 III. 特殊塗料及び印刷インキ (1)防銹塗料 (2)船底塗料 (3)發光塗料 (4)印刷インキ

第14章 繊維及び纖維素工業.....142

- I. 紡織繊維及び纖維素 (1)植物性紡織繊維 (2)動物性紡織繊維 (3)纖維素(セルローズ)  
 II. 纖維素工業 (1)紙 (2)人造絹絲 (3)ステーブルファイバー (4)セロファン (5)セルロイド (6)醋酸纖維素

第15章 染 色.....152

- I. 染料 (1)染料の種類 (2)鹽基性染料 (3)酸性染料 (4)直接染料 (5)媒染染料 (6)建染染料 (7)硫化染料 (8)酸化染料 (9)氷染染料  
 II. 染色 (1)繊維の藥品に対する性質 (2)染着の理論 (3)染色法

第16章 火 薬.....159

- I. 黑色火薬  
 II. 無煙火薬 (1)硝酸纖維素火薬 (2)ニトログリセリン

火薬

- III. 炸薬 (1)ピクリン酸 (2)トリニトロトルオール  
 IV. 爆破薬 (1)ダイナマイト (2)硝安爆薬 (3)カーリット  
 V. 起爆薬 (1)雷汞 (2)窒化鉛

第17章 毒ガス [附] 煙幕.....170

- I. 催涙性毒ガス及びクシ+ミ性毒ガス (1)クロルピクリン (2)ブロムアセトン (3)鹽化ジフェニル砒素  
 II. 窒息性毒ガス (1)フスゲン (2)ジフスゲン (3)鹽素  
 III. 糜爛性毒ガス (1)イペリット (2)ルイサイト  
 IV. 防毒法 (1)防毒劑 (2)防毒面  
 [附] 煙幕 (1)固體煙幕 (2)液體煙幕

第18章 光學器械.....178

- I. レンズ (1)レンズの色収差 (2)レンズの球面収差 (3)蟲眼鏡  
 II. 顯微鏡望遠鏡及び雙眼鏡 (1)顯微鏡 (2)望遠鏡 (3)雙眼鏡 (4)測距儀 (5)潛望鏡(ペリスコープ)  
 III. 寫眞機幻燈機及び活動寫眞機 (1)寫眞機 (2)幻燈機 (3)活動寫眞機

第19章 原 動 機.....190

- I. 水力原動機及び風車 (1)水車 (2)ペルトン水車 (3)水タービン (4)風車  
 II. 蒸氣機關 (1)汽罐(ボイラー) (2)機關(エンジン)  
 III. 蒸氣タービン (1)衝動タービン (2)反動タービン (3)混成タービン



IV. 内燃機關 (1)ガス機關 (2)ガソリン機關 (3)石油機關  
(4)ディーゼル機關

第20章 發電機及び電動機.....204

I. 發電機 (1)直流發電機 (2)交流發電機

II. 電動機 (1)直流電動機 (2)交流電動機

附録1. 自動車及び航空機.....附1

I. 自動車 (1)發動機 (2)動力傳導裝置 (3)自動自轉車  
(オートバイ) (4)戦車(タンク)

II. 航空機 (1)空氣の抵抗 (2)翼に働く空氣の力 (3)航空  
用發動機 (4)飛行機 (5)飛行船

附録2. 電送寫眞・發聲映畫及びテレビジョン.....附8

(1)光電池 (2)電送寫眞 (3)發聲映畫(トーキー) (4)テレ  
ビジョン

# 理科應用標準

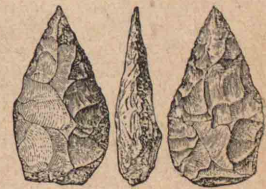
## 第1章 自然物の利用

1. 太古に於ける自然物の利用 人類の祖先が、太古に於て他の<sup>はいまう</sup>獷猛な動物を征服して漸次に勢力を得、遂に今日の如く繁榮を來たしたのは、人類が自然物を巧みに利用する才能を有してゐたからである。



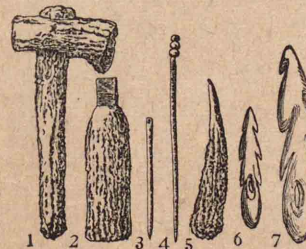
第1圖 猿人の生活想像圖

今から50萬年前の猿人では、硬い石で簡単な武器を作つて恐しい



第2圖： 舊石器時代の遺物

動物の被害を防ぎ、また簡単な石器を作つて日用の具に供し、所謂石器時代の初期をなした。



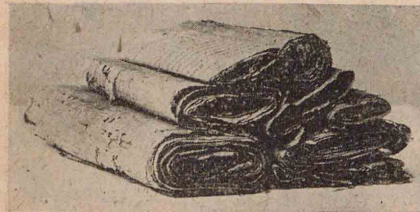
第3圖： 新石器時代の遺物のみ (1,2 柄の附いた斧と鑿. 3,4 針, 5 角製の錐. 6,7 鋸)

それから後、幾萬年かの間に人類の智能は漸次進んで

石器・木器を改良し、獸皮・骨・牙・羽毛・貝殻等をも利用するやうになつた。

或人類は石器時代には概ね洞窟に住んでゐたが、その終り頃には木や葦<sup>あし</sup>などで住家を造つた。又その頃には粘土で器を造り、丸太舟で河を涉り、家畜を飼ひ、農耕を始めた。

古代エジプトに至つて、文化は著しく進歩した。それまでは繪文字を石や土片・木板などに刻んでゐたが、エジプト人は初めてナイル河畔のパピルス草から紙を作り、これに有色の鑛物又は植物汁等を用ひて記録した。



第4圖 パピルス紙に記された古代文書

又この時代にはガラスが發明され、或は死體を木乃伊とするに防腐劑としてバルサム及びアスフルト類を利用すること等が發明された。

自然金や自然銅は既に太古から知られてゐたが、エジプト人は初めて銅鑛から銅を精鍊し、また青銅や眞鍮などの合金を造つた。この所謂**青銅時代**は、現今に於ける金屬時代の先驅をなしたもの



第5圖：古代の青銅器

である。

**2. 産業の發達** 古代に於ては天然資源が豊富で、各民族はこれを追うて移住し遊牧してゐたが、終には豊饒な土地を求めて定住し、國をなすに至つた。然し、人口が増加し、人類の欲望が高まるに従つて、一般に天然資源の生産が不足となり、また資源の存在が各の國土に不均等であること等から、各民族は自然物の生産を増加し、その利用を



第6圖：遊牧する蒙古人

盛んならしめるやう努力し始めた。これが産業發達の源をなしたのである。

斯くして自然物の利用は益々發達したが、驚くべき急激な發達は、僅か近代の凡そ1世紀間に行はたものである。

一般に、自然物の生産増加は主として**農業・牧畜業・林業・鑛業・漁業**によつて行はれ、自然物の利用は主として**工業**によつて行はれる。そして、これ等は國運の興隆と國防の充實とに最も重要な關係をもつものである。

3. 近代に於ける自然物利用の發達 前述せる如く、自然物の利用は近代に於て急激に發達した。

家畜類・魚類・植物種子等から脂肪油・脂肪及び蠟を採取し、その性質に従つて食用油脂・塗料・印刷インキ・石鹼・蠟燭・グリセリン等の製造に利用する。動物では、皮は鞣して耐久性の革とし、骨筋等からは膠を製し、膠は精製してゼラチン<sup>①</sup>とし、また骨を焼いて骨炭<sup>②</sup>とし、或は強熱・灰化して骨灰<sup>③</sup>とする。木材からパルプを製造し、パルプからは紙・セルロイド・セロファン・人造絹絲・ステーブル=ファイバー等が製造され、また木材を乾溜して木炭を得、或は骨炭と同様な活性炭を得る。その他ゴム・漆・樹脂・アルカロイドの如きは何れも植物界から得られるもので、これ等は種々な製品の原料となる。

各種の鑛石を精鍊して金屬を採取し、金屬から合金を造ることは古くから知られてゐたが、近年に於てはアルミニウム・マグネシウムの如き輕金屬、タングステン・モリブデン等の稀金屬、或は特殊合金の製造が發達し、日常生活・産業・交通・通信・國防等に非常な貢獻をなしてゐる。ま

- ① ゼラチンは食料品となり、また寫眞乾板の製造原料となる。  
 ② 骨炭は精糖工業に於て脱色劑として用ひられる。  
 ③ 骨灰は肥料その他に用ひられる。  
 ④ 活性炭は毒ガスの吸着劑とし、又砂糖などの脱色劑としても用ひられる。

た海水から得られる食鹽は炭酸ソーダ・苛性ソーダ等の製造に利用され、更にこれ等は種々の工業原料となる。ガラス・陶磁器・煉瓦・セメント等の製造も、天然資源の巧みな應用と機械装置の改良・發達によつて現在の如く進歩したのである。

石炭を乾溜して石炭ガスとコークスとし、或は石炭の液化や低温乾溜によつて液體燃料とする。更にコークスは燃料とし、又それを燃して炭酸ガスを製して清涼飲料水や固體炭酸(ドライ=アイス)の製造に利用する。石炭乾溜の際、副産物として硫酸アンモニウム(硫安)・ベンゾール・石炭酸・ナフタリン・アンスラセン等を採取し、硫酸アンモニウムは肥料に供し、他のものは更に多數の染料・醫藥・寫眞藥等の製造に利用される。

以上述べた如く、自然物の利用が近來著しく發達したのは、實にそれ等の工業が自然科學を基礎として行はれたからである。

4. 水と空氣の利用 水と空氣とは地球上に最も豊富に存在する自然物である。近代に於て人類はこの兩者を極めて巧みに利用してゐる。

18世紀の後半に、水を熱して生ずる蒸氣の壓力を利用する蒸氣機關が發明せられ、遂にこれを使用する汽車・汽船の完成となつた。また蒸氣タービン及び水力原動機を使用する發電事業の發達は、電燈・電信・電話・無線通信の

完成となり、電熱工業・電解工業及び一般工業に著しい進歩・發展を來たさしめた。

殊に近年に於ては、電解又はその他の方法によつて水から水素を製造し、空氣から分離した窒素を化合させてアンモニアを合成し、それを硫酸アンモニウムに變へて肥料とし、又はアンモニアを酸化させて硝酸とし、これを火藥製造に利用する。また水の電解の際生ずる酸素は鐵の熔接・熔斷に利用される。

更に近時は空氣中に微量に存在するアルゴン・ネオン等までも分離されて、夫々ガス入電球やネオンサインとして利用されてゐる。

## 第2章 生物の蕃殖

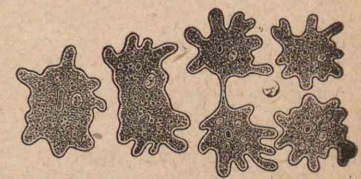
總て生物は、その個體が或程度に生長すると、新個體を生じて種族を維持するものである。この新個體を生ずることを**生殖**といひ、生物は生殖によつて**蕃殖**する。

### I. 生物の生殖

生物の生殖法を究めることは我々がその生物を利用する上に於て極めて重要な關係を有するものである。生物の生殖を大別して無性生殖と有性生殖とにする。

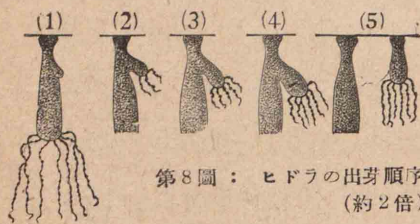
**1. 無性生殖** 無性生殖とは一個體がその體の一部を分離し、これが新個體となる蕃殖法をいふ。これには**分裂法**・**出芽法**・**再生法**等がある。

バクテリア・アメーバ・カウガヒビル等は分裂法によつて蕃殖する。バクテリア等の微生物は斯様に簡単な方法で蕃殖するので、その有益なものは利用上甚だ便利であるが、有害なものは思はぬ被害を來たす



第7圖：アメーバの分裂(約60倍)

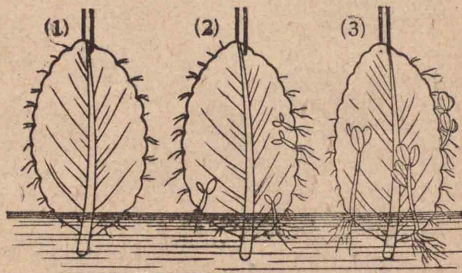
ことがある。傳染病の蔓延,食品の腐敗等は分裂法による蕃殖の猛威によるのである。



第8圖：ヒドラの出芽順序 (約2倍)

酵母・ヒドラ・ヤマノイモ等は出芽法によつて蕃殖する。酵母は適當な培養設備を施せば,その増殖が容易であつて,或種のものには醸造に重要な作用をつとめてゐる。ヤマノイモの珠芽はその蕃殖に利用される。

バラ・シャクナゲ等の枝,ベゴニヤ・菊・セイロンベンケイサウ等の葉,或はタンポポの根等を土中に挿して置くと發根又は發芽して獨立した新個體となる。



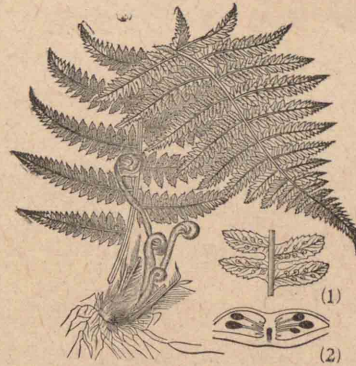
第9圖：セイロンベンケイサウの葉の出芽

斯様に,個體の缺けてある部分を再生によつて補つて蕃殖するのを再生法といふ。ハス等の地下莖も再生法によつて蕃殖する。

以上の分裂法・出芽法・再生法は何れも榮養細胞によつて行はれる蕃殖法であるので,榮養生殖と總稱される。

羊齒類,キノコ類は孢子(芽胞)を作つて蕃殖する。

孢子は外界の状態が適當になれば直ちに發芽して新個體を生ずる。シヒ



第10圖：羊齒類の孢子生殖 (1. 孢子をつけた葉, 2. 孢子囊の断面廓大)



第11圖：培養されたシヒタケ

タケ等は枯木にその孢子を水と共に撒布して培養される。

孢子による生殖を榮養生殖に對して孢子生殖と總稱する。

2. 有性生殖 有性生殖とは,個體から特に分化した生殖細胞が分離し,その2個が結合した後に發生・生長して新個體を生ずる蕃殖法をいふ。

2種の生殖細胞が融合する現象を受精といひ,受精が同一個體に生じた兩配偶子間に行はれるものを自家受精,異個體に生じた兩配偶子間に行はれるものを他家受精といふ。

自家受精はその品種の特質を維持するに適し,他家受精は新品種を生じ得る。

① 廣義の孢子生殖には有性生殖も含まれる。

植物の有性生殖をなすものでは受精した卵子は発達して種子となるものが多い。

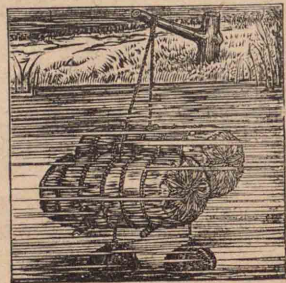
動物は一般に雌雄異體で、普通に有性生殖を行ふ。受精した卵子は一個體として或程度の發育を遂げると分娩或は孵化して獨立個體となるのである。

卵子が受精しないで新個體を生ずることを單爲生殖又は處女生殖といふ。單爲生殖によつて生じた柿・葡萄・バナナ・パイナップル等の果實には種子がない。これを單爲結實といふ。

## II. 植物の人工蕃殖法

野生の植物は主として種子によつて蕃殖するが、栽培植物中には播種法による外、榮養生殖によつて増殖されるものが頗る多い。人工的蕃殖法には、球根法・挿木法・取木法・接木法等がある。

**1. 播種法** 播種を行ふには、種子の形狀・大きさ・比重・色澤等を調査して、優良なものを選択する。その種子は發芽を促す目的で、播種前に清水などに浸す場合がある。



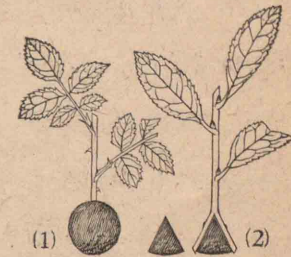
第12圖：浸種

播種の方法には、撒播・條播・點播等がある。

**2. 球根法** 多肉の地下莖や地下根を土中に埋めて増殖させる方法を球根法といひ、ユリ・ダリア・フリーズヤ・馬鈴薯等はこの方法によつて蕃殖させる。

**3. 挿木法** 挿木法は植物の枝・莖・葉・根等を切取つて土中に挿し、發根又は發芽させて苗にする蕃殖法である。

挿木法の中で、枝を切取つて挿す方法を枝挿といふ。木質が硬くて、水揚が悪く、發根の遅いものは挿穂の基部に粘土の塊を附けて玉挿とするか、又は挿穂の基部を縦裂して



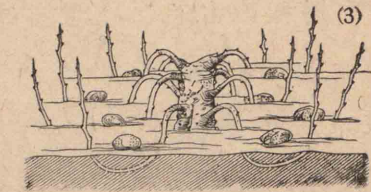
第13圖：玉挿(1)と割挿(2)

その裂目に粘土を固く嵌込んで割挿とする。

葡萄・イチジク等は早春發芽前に芽を切取つて挿し、甘藷・ゼラニウム等は莖を、またペゴニヤ・菊等は葉を切取つて挿す。これを夫々芽挿・莖挿・葉挿といふ。ドラセナ等は根を切取つて挿して置けば發芽して苗となる。これを根挿といふ。

挿木の時期は、普通早春から梅雨期までであるが、時には九月頃に行ふこともある。

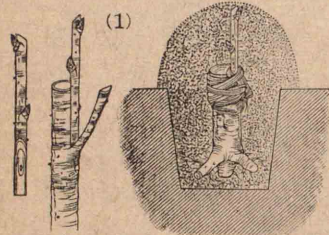
**4. 取木法** 取木法は植物の枝又は幹の一部に傷を附けて其處を粘土で包み、發根させて後、親



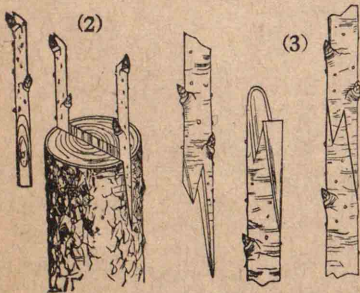
第14圖：取木法3種 (1. 高取, 2. 盛取, 3. 壓條)

木から切離して苗に仕立てる方法である。

5. 接木法 <sup>つぎ</sup>接木法は蕃殖させようとする植物の芽又は枝の一部分を切取つて、他の臺木に接着して生長させる方法である。この芽又は枝の一部分を接穂といふ。接穂を臺木に接合して乾燥せぬやうにして置けば、兩者の形成層が増殖して接着する。この接着力は近縁のもの程強い。



乾燥せぬやうにして置けば、兩者の形成層が増殖して接着する。この接着力は近縁のもの程強い。



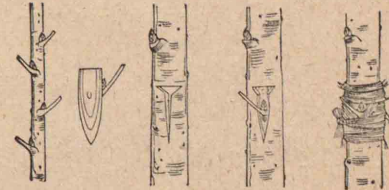
第15圖：枝接法3種 (1. 切接, 2. 割接, 3. 舌接)

接木は種子から育成するものに比して短期間で開花・結實する利益があり、挿木・取木等によつて發根不良のものも充分に發育させ得る。また良品種で、病蟲害・氣候・風土に對する

抵抗力の弱いものを抵抗力の強い臺木に接木して、或程度に抵抗力を強めることも出来る。

枝接は接穂として枝を用ひるもので、芽接は接穂として1個の芽を形成層の一部と共に切取つて用ひる。

根接は樹木の根が衰弱した場合に、その幹の下部に發育旺盛な若木の根を接



第16圖：芽接

木して根の更生を行はせるものである。

接木の時期は一般に細胞分裂の盛んな二、三月頃がよいが、芽接を行ふには芽が稍肥大して、樹液の運行も適當な初秋がよい。

### III. 動物の人工蕃殖法

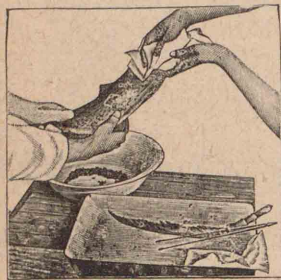
動物に於ては、下等なものの外は植物の如く營養生殖によつて蕃殖させることは出来ないから、人爲的に受精せしめて孵化し、或は受精を容易ならしめるやう幫助して増殖を圖る。

また一方、自然に蕃殖せるものを養殖し或はこれが發育を法規によつて保護するなどしてその蕃殖を圖る。

1. 選出交配 家畜家禽等は自由交配によつて個體の數を増すが、良品種を蕃殖させるには人

工的に血統の正しい優良な雌雄を選出して交配させる。牛・馬等では良品種の1匹の雄に多数の雌を交配させて良品種の系統を得ることが行はれる。この雄を種牡畜しゅぼちくといふ。

2. 人工受精 鮭・鱒・鮎等に於ては充分成熟した雌を捕へて、その腹部を手で押しながら卵子を



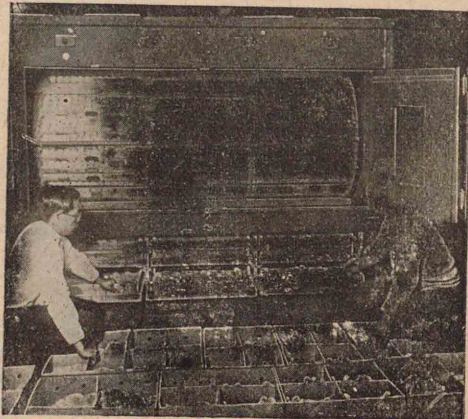
第17圖：鱒の人工受精

絞り出し、これに同様の方法で雄の精蟲をかけて人工受精せしめる。

受精せしめたものはこれを孵卵器に移して自然に孵化せしめ、その稚魚が生育して充分天然飼料を漁

り得るやうになれば適当な季節に河または湖に放流する。

3. 人工孵化 鶏の卵などは自然に母鶏に抱かせて孵化させる方法もあるが、同時に多量の雛を得る



第18圖：孵卵器

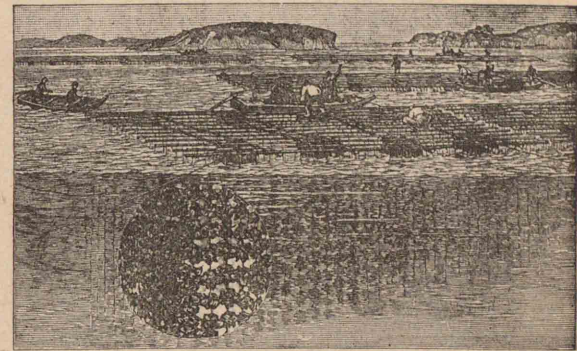
① これは直接利益を目的とするものではないから、多くは公共事業として行はれる。

ために孵卵器を用ひて人工孵化を行ふ。

孵卵器は石油ランプ・電燈等によつて常に約39°Cに保つ装置で、その中に卵を一定期間入れておけば孵化する。また蠶は孵化を一齊にし、且つその時期を適當にするために、種紙を約25°Cの溫暖な場所に置き、人爲的に催青さいせいを行ふ。

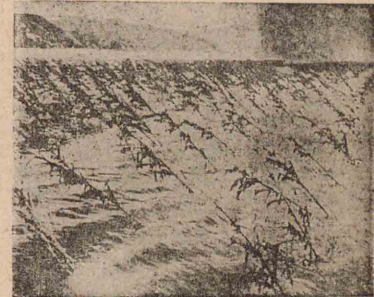
### 4. 養殖

幼蟲・稚魚等の發育・生長を人爲的に保護してそれ等の蕃殖を圖ることを養殖といふ。



第19圖：牡蠣の養殖場

鯉・金魚等は孵化したまゝの稚魚を、また鰻・黒鯛等は天然に孵化して適當の大いさになつた稚魚を捕へ、養魚池に入れて育成する。



第20圖：海苔筥に海苔を着生させる

牡蠣・海苔等は發育の初期にその附着するものを與へて着生させ、これを發育に適した場所に移して充分に成長させる。

アサリ・蛤や眞珠採取を目的とするアコヤガヒ等の貝

② 孵化前に卵の胚が發育して黄色の卵の色が青くなる現象をいふ。



類は何れも稚貝に適当な環境を與へてその成育を助ける。

5. 蕃殖の保護 有用な動物は濫獲らんかくによつて數の著減種屬の絶滅などを來たすのを防ぐため、法規によつてそれぞれ適当な保護法が講じられてゐる。

鳥獸類は狩獵法によつて狩獵し得べき種類・期間等が定められてゐる。殊に鳥類には捕獲を禁止された種類が頗る多い。オットセイ・ラッコ等には禁獵區が設けられてゐる。

魚類の保護には、魚網の目の小ささを制限して稚魚の捕獲を防ぎ、或は禁漁期を設け、また鮭・鱒等の蕃殖場を禁漁區とする等の種々な方法が講じられてゐる。

### 第3章 品種改良

在來の栽培植物又は飼養動物より、一層實用價値の高い新品種、或は優れた形質(形状及び性質)を有する新品種を育成することを品種改良といふ。遺傳學は品種改良を行ふ基礎となる學術である。

#### I. 遺傳

朝顔の種子を播けば朝顔を生じ、牛は牛の子を産む。これは生物の形質を現す素因が親から子に傳はるため、この現象を遺傳といひ、形質の素因となるものを遺傳子又は遺傳質と名付ける。遺傳は常に一定の法則に従つて行はれるもので、この法則をメンデルの法則といふ。

一般に、生物の新個體は兩親の體内に生じた生殖細胞が互に接合して生ずるのであるから、親のもつ遺傳子は生殖細胞を経て子に傳はる。遺傳子は生殖細胞の核分裂の際に、核内に現れる染色體②中に存すると考へられる。

#### 1. 雜種 相異なる遺傳子を有する兩親から生

① 品種改良を育種ともいふ。

② 染色體は鹽基性染料に染色され易い特殊の物質で、その數は生物の種によつて異なる。

じた個體を雜種といふ。雜種は近縁の生物間に於てのみ作り得るもので縁が遠くなる程作り難くなる。

雜種を作る際に、兩親として選ばれたものの相對應する形質(例へば花の色の紅白とか、その丈の長短とかの如き)を對の形質又は對等形質といふ。實際には、生物は多くの形質から構成されてゐるのであるが、雜種を研究する便宜上、或1對の形質のみに就ての遺傳的關係を見るとき、この雜種を單性雜種といひ、2對の形質に就て見るときは兩性雜種、また3對以上の形質に就て見るときは多性雜種といふ。

(1) 單性雜種 1組の純粹系統の兩親の間に生ずる第一代雜種は、總て一樣な形質を具へる。例へば、蠶の黃繭種と白繭種との第一代雜種は、何れも一樣に黃繭を作り、またエンドウの黃色子葉のものゝ綠色子葉のものとの第一代雜種は皆一樣に黃色子葉のものとなる。これは一見したところ、第一代雜種を生ずるときには、一方の親の形質は全然消滅するかの如く見える。然し親から傳へられた遺傳子は決して消滅し又は變化するものではなく、外觀に現れないだけである。その證據には、これらの第一代雜種を互に交配させて第

$\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$   
白繭 + 白繭 + 黄繭  
+ 白繭

40 *Mendel's*

Versuche  
über  
Pflanzen-Hybriden

von  
Gregor Mendel.

(Abgedruckt in den *Verhandlungen* vom 8. Februar 28. März 1885)

Einleitende Bemerkungen

Die folgende Beschreibung, welche die Eigenschaften der Pflanzen betrifft, ist nur ein Auszug aus dem Original, um die Aufmerksamkeit der Leser auf die wichtigsten Punkte zu lenken. Die vollständige Beschreibung der Eigenschaften der Pflanzen ist in dem Original zu finden. Die Beschreibung der Eigenschaften der Pflanzen ist in dem Original zu finden.

Die folgende Beschreibung der Eigenschaften der Pflanzen ist nur ein Auszug aus dem Original, um die Aufmerksamkeit der Leser auf die wichtigsten Punkte zu lenken. Die vollständige Beschreibung der Eigenschaften der Pflanzen ist in dem Original zu finden.



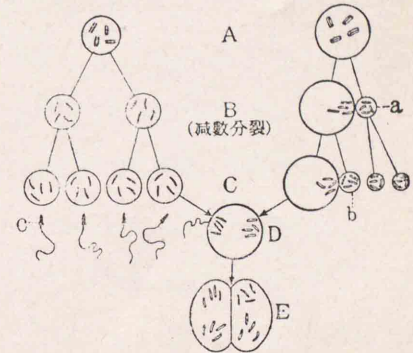
遺傳の法則の發見者 グレゴール メンデル (G. Mendel. 1822-1884) と有名なエンドウの論文の第1頁

二代雑種を作れば、黄繭又は黄色子葉のエンドウに混つて3個に1個の割合で、白繭又は綠色子葉のエンドウを生ずる。

これ等の間に存在する法則は遺傳學上次の如く説明せられる。

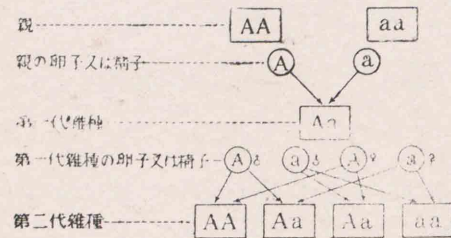
繭の黄色性(又はエンドウの黄色子葉)の遺傳子をA、繭の白色性(又はエンドウの綠色子葉)の遺傳子をaで表し、兩親のもつ遺傳子を夫々AA(黄色)、aa(白色)と假定する。この兩親から生ずる第一代雑種の遺傳子は、當然A及びaの混合したAaであるが、外觀上にはAの支配する形質のみが現れて黄繭(又は黄色子葉エンドウ)となる。

A及びaの遺傳子は細胞核中の染色体内に個々に獨立して含まれてゐるが、卵子又は精子が出来る際には細胞核が減數分裂を行ひ、これによつて卵子又は精子内の染色體の數は半減する。Aとaとの遺傳子は分離して別々の卵子又は別々の精子に入る。従つて第一代雑種



第21圖：精子(左)及び卵子(右)の發育 (A. 第一精母細胞と第一卵母細胞, B. 第二精母細胞と第二卵母細胞, C. 精細胞と卵細胞, D. 受精, E. 普通の分裂, a. 第一極體, b. 第二極體(後で消失する), c. 精子)

① 對等する遺傳子の一方のみが現れて他方が現れない現象をメンデルの支配の法則又は優性の法則といひ現れる方の遺傳子を優性現れない方の遺傳子を劣性であるといふ。



第22圖：遺傳子の組合せ

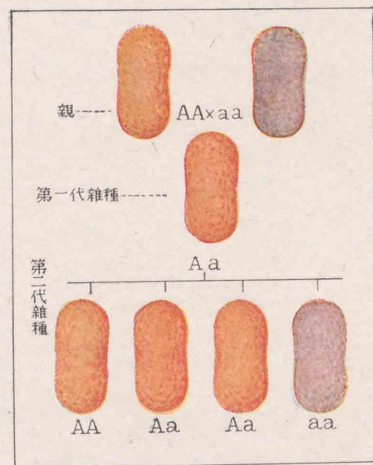
の卵子と精子とは各、Aを有するものとaを有するものとの2種を生ずる。

第一代雑種の受精に際しては、これ等の精子と卵子とが互に接合するのであるから、その際生じ得る第二代雑種の遺傳子の組合せは第22圖の如く、AAが1個、Aaが2個、aaが1個となる。そして精子Aと卵子aとの接合によつて生ずるものも、精子aと卵子Aとの接合によつて生ずるものも、遺傳子の組合せは共にAaであつて同一である。

従つて第二代雑種に於ては、AAの外に優性の法則によつてAaも黄繭(又は黄色子葉エンドウ)となり、aaのみが白繭(又は綠色子葉エンドウ)となるから、黄繭(黄色子葉エンドウ)と白繭(綠色子葉エンドウ)との比が3:1の割合に生ずる。

(2) 兩性雑種 蠶の繭の色のみでなく、蠶兒の體

● 第一代雑種に潜在した遺傳形質が第二代雑種に於て分離して一定数の割合で現れる現象を、メンデルの分離の法則といふ。



第23圖：蠶の繭の色と遺傳

色とこの蠶が作る繭の色とを同時に見るときは、考慮すべき遺傳子が2對になるから兩性雑種の例となる。今、白色の蠶兒で黄色の繭を作るものと、横縞のある蠶兒で白色の繭を作るものとを交配させるときは、その第一代雑種は總て縞蠶兒で黄繭を作る。その第二代雑種には、縞蠶兒で黄繭のもの外に、縞蠶兒で白繭のものと、白蠶兒で黄繭のものと、白蠶兒で白繭のものが生ずる。

この事實は單性雑種と同じ理論から次の如く説明される。

















今、繭の色を支配する遺傳子で黄色を現すものをA、白色を現すものをaとし、蠶兒の體色を支配する遺傳子で横縞を現すものをH、白色を現すものをhとし、兩親の遺傳子を夫々AAhh及びaaHHと假定する。このとき兩親の交配によつて生じた第一代雑種の遺傳子は、兩親の異なる遺傳子が全部混合したAaHhである。但し、AとHとは優性で、aとhとは劣性であるから、第一代雑種の外觀にはAとHの形質のみが現れて、縞蠶兒で黄繭を作るのである。

また第一代雑種から卵子又は精子が出来るときにはA・a及びH・hの2對の遺傳子は2個づつ組合されて單性雑種の場合と同様に別々の卵子又は別々の精子に入り、次のやうな種類を生ずる。

第一代雜種の精子 AH Ah aH ah

第一代雜種の卵子 AH Ah aH ah

これ等の精子と卵子とが受精するとき生じ得る組合せは次圖の16種である。即ち第二代雜種に於ては縞蠶兒で黄繭のものが9, 縞蠶兒で白繭のものが3, 白蠶兒で黄繭のものが3, 白蠶兒で白蠶のものが1の割合に生ずることを知る。

♀ ♂	AH	Ah	aH	ah
AH	AH AH 	Ah AH 	aH AH 	ah AH 
Ah	AH Ah 	Ah Ah 	aH Ah 	ah Ah 
aH	AH aH 	Ah aH 	aH aH 	ah aH 
ah	AH ah 	Ah ah 	aH ah 	ah ah 

第24圖：兩性雜種の第二代雜種

2. 雜種の固定 上に述べた第二代雜種の中, AHAH・AhAh・aHaH・ahah の4種は同種類間の受

● 兩性雜種(又は多性雜種)に於て, 2種以上の對の形質が互に關係なく各、獨立して移行する現象を, メンデルの形質獨立の法則といふ。

精によつて第三代雜種を作つても, 遺傳子の組合せに變化がないから, 全部第二代雜種と同じ形質を現す。これを雜種の固定といふ。

固定しない雜種は, 外觀は固定雜種と同一であつても, その同種類間の受精によつて第三代雜種を作れば, 異なる形質のものが混つて生ずるから容易に區別が出来る。

新品種 前記の4種の固定雜種の中, AhAh と aHaH とは祖父母の遺傳子の組合せと同一であるが, AHAH と ahah とは夫々縞蠶兒で黄繭を作るものと白蠶兒で白繭を作るものとであつて, 祖父母の遺傳子の組合せとは異なるものである。従つて新品種である。

## II. 變異

同じ兩親から生れた個體は, 互にその形質が似てゐるけれども, これを精細に觀察すれば種々に相違してゐるもので, これを變異といふ。

1. 彷徨變異 同じ純粹系統の同じ兩親から同じ遺傳子を受けて生れた子も, 內的・外的の微細な原因のために或程度の變異を生ずる。これを彷徨變異といふ。

彷徨變異に現れる形質は, 生物の遺傳子とは無關係で

あるから遺傳しない。

**2. 偶然變異** 生物の遺傳子は永久不變のものではなく、偶然に變化することがある。その際には、遺傳子の支配する形質に當然變化が起る。斯様な變異を偶然變異又は突然變異といふ。遺傳子が偶然に變化する原因は今な



第25圖：月見草の偶然變異

**3. 環境變異** 普通のタンポポを高山に於て生長させると、矮少で根の長いものとなり、その種子を再び平地に播種すれば普通のものに戻る。斯様に、生物はその環境によつて變化することがある。これを環境變異といふ。この變異は遺傳子の變異に基くものでないから遺傳しない。



第26圖：タンポポの環境變異

① 偶然變異によつて生じたものは後に至つて再び舊の形質に復歸することがある。これを**歸先遺傳**といふ。

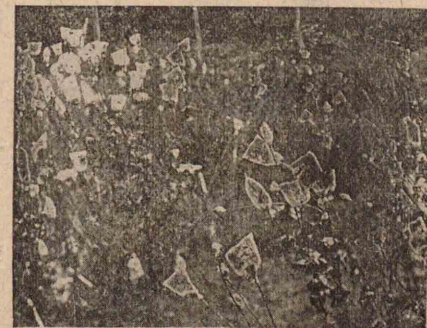
### III. 品種改良の方法

生物の形質に於ける變異及びその遺傳の法則が不明であつた時代には、新品種の育成は全く偶然の僥倖を待つより外なかつた。然るに、實驗遺傳學の進歩するに及んで、學理を基礎とした品種改良法が見出され、これによつて殆ど所期の品種が得られるやうになつた。

**1. 交雜育種** 異品種の第一代雜種は固定した新品種ではないが、一般に強健・多産等の特長を有するから、これを利用するが多い。

兩性雜種及び多性雜種の第二代雜種になると、前述せる如く遺傳子の新しい組合せの新品種を生ずるから、その中から形質の優良なものを鑑別・選擇して、栽培又は飼育する。この方法によつて品種改良の行はれた例は頗る多い。

蠶に於て、日本種と支那種との第一代雜種及び歐洲種と支那種との第一代雜種は、飼育期間が短かくて絲の長さが兩親の1.5倍



第27圖：ケシの遺傳研究畑 (花に袋をかけて他花受精を防ぐ)

もあるものが得られるので、實際に利用されてゐる。

交雑によつて良品種を得た著明な例は、收穫の多い英

國産の小麥に、耐寒性のあるスエーデン産の小麥を交配して、收穫の多い耐寒性小麥が育成された。

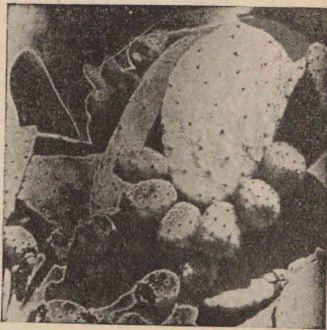
また米國産のスモモに核のない小形不味の佛國産のスモモを交配して、無核・美味・大形のスモモが育成された。

臺灣で栽培される甘蔗は風蟲害に對する耐性を増させるために、野生の植物が交雑されてゐる。この外農作物・家禽・家畜等には交雑育種されたものが多い。

**2. 分型育種** 多くの作物・家畜等は雜種性のものであるが、これに自家受精或は近親交配を反復して行はしめると、遂に各自固有の形質を永久に失はない品種となる。この固定した品種を純系といひ、純系中の優良なものを選択して蕃殖させることを純系淘汰といふ。純系淘汰を應用して行ふ品種改良法を分型育種といふ。

我國に於て現在栽培されてゐる稻・小麥は多くこの方法によつて改良されたものである。

① 小麥その他の作物に於て雜種交配を行ふには、雄蕊を除いて自家受精を防ぎ、人工的に受粉を行ふのである。

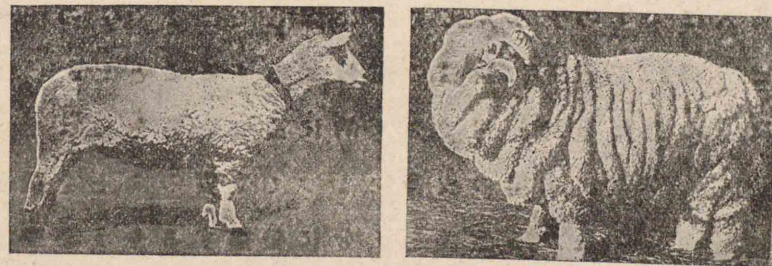


第28圖： 棘なしシャボテン  
(米國のバンパーク氏が交雑育種によつて作った)

**3. 偶然變異による品種改良** 交雑育種及び分型育種では、既存の遺傳子を選択して組合せるのみで、遺傳子そのものを改良するのではないから、その品種改良法には自ら一定の限度がある。

遺傳子の變化を利用して品種改良を行ふには、偶然變異を利用しなければならぬ。即ち偶然變種の中から形質の優良なものを選択して、植物ならば自花受精或は挿木・接木等により、また動物ならば近親交配によつてその蕃殖を圖る。

羊のモーシャン種及びアンコン種はメリノ種から偶然變異によつて生じたものである。



第29圖： 羊の偶然變異 (左はアメリカに現れた(1791年)アンコン羊、右はフランスに現れた(1827年)モーシャン羊)

植物に於ては芽條變異と稱へて、一株中の一枝又は一芽が特殊な形質を現し、或はこれに生ずる葉・花・果實等の形質が特に他のものと異なることがある。この變異した枝を挿木すれば新品種を作ることが出来る。八重咲の花卉にはこの方法によつたものが多い。

4. 人種改良 人種の改良に就ては遺傳と環境との2方面を考慮する必要がある。生物學上、人類もその一種であるから、形質は常に遺傳の法則に支配せられるものである。この遺傳の法則を應用して人種を改良せんとする研究を優生學といふ。また吾人の生活は複雑な環境の中に行はれるものであるから、その環境が個人の素質に及ぼす影響は決して少くない。故に教育・體育その他のあらゆる方法によつて環境を改善し、以てその環境中に生活する各個人の素質を向上せしめ、延いては社會の發達を圖らねばならぬ。斯様に環境の改善によつて個人及び社會を進歩せしめんとする研究を優境學といふ。

吾人は人生の大事たる結婚に際しては、よくその配偶者を選択して、子孫に惡質の重複・加重することを避け、且つ良質の遺傳を助長して、先天的に良い形質を得させることに努め、更に環境の改善によつて素質の向上を圖り、以て萬物の靈長たる意義を充分に發揚するやう心掛けらるべきである。

## 第4章 傳染病と免疫

我國には傳染病に罹るものが比較的多く、これが國民の健康増進の妨げをなしてゐる。傳染病は社會的施設の完備と各人の努力とによつて豫防し得るものであるから、一日も早くその絶滅を期し、國民の福祉増進を圖るべきである。

### I. 傳染病

傳染病は人體内に他から細菌・原蟲等の小寄生體が侵入して起す病である。傳染病が一地方に同時に多人數に發生する場合には、これを流行病といふ。

人體は先天的に傳染病に對する或程度の防禦力を有してゐるが、病原體が體内に侵入した際、その人の防禦力が弱いか又は病原體の毒力(發病性)が強いときには發病する。

病原體の侵入から發病までの期間を潛伏期といふ。

猩紅熱・麻疹・痘瘡・トラホーム等の病原體は顯微鏡でも認め得ない程小さく、未だ明かでない。これ等を濾過性

① 我國に於ては急性傳染病で死亡するものが1個年間に約3萬人ある。



の病原體といふ。

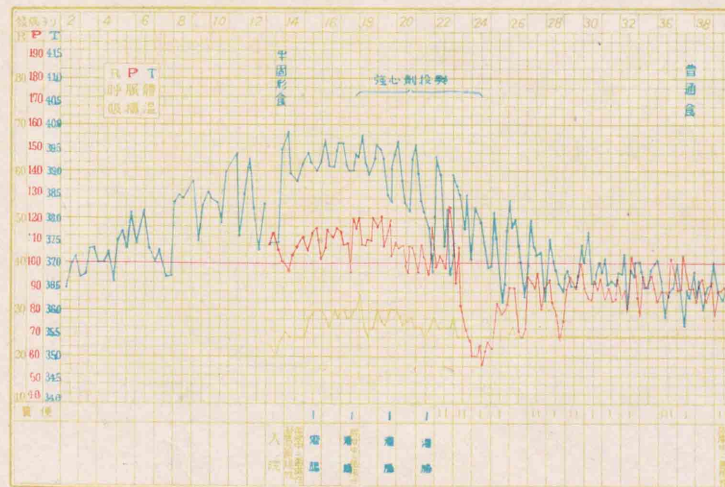
1. 傳染の徑路 外觀は健康に見えながら體內に病原菌を有する人を保菌者といひ、或傳染病に罹つて恢復後も永く菌を排泄する人を菌排出者といふ。病原體が患者・保菌者或は菌排出者から出て、他の人體に傳染する主な徑路は次の通りである。

- (1)接觸 患者に直接觸れて傳染する。
- (2)空氣 肺結核・デフテリヤ・百日咳等の呼吸器系傳染病や麻疹等は、菌が唾や痰の飛沫・塵埃等に混り、空氣によつて傳播される。
- (3)飲食物 コレラ・チフス・赤痢・疫痢等の消化器系傳染病は飲食物によつて傳染する。
- (4)器具 トラホームが洗顏水・手拭等から傳染する如く、寢具・着物・食器等も菌を傳播する。
- (5)土壤 破傷風菌は土壤中に存在し、外傷から體內に入る。チフス菌等は患者の排泄物で汚染された土壤から飲料水を経て人體に傳染する。
- (6)動物 狂犬病は狂犬に咬まれて傳染し、ペストは鼠・蚤によつて、又マラリヤはハマダラカによつて傳播される。蠅は消化器系傳染病の病原體を飲食物に傳播する。

① これは濾過器を通つて濾液に移行するものとの意味で、種々な濾過器が考案されてゐる

2. 傳染病の症狀 傳染病に罹ると、病原體の侵入した個所に症狀があるばかりでなく、病原體の毒素のために一般に發熱し、また神經中樞・心臟・腎臟等の諸器官や血液に變化を來たす。

(1)腸チフス 腸チフス菌は飲料水・生魚・牡蠣等によつて體內に入り、腸を侵し、次で血行に入つて全身に擴る。症狀としては體溫が次第に上つて高熱が續き、食欲なく、意識はぼんやりする。普通は3~4週間後徐々に解熱して恢復に向ふ。腸チフスに一度罹つて恢復すれば、以後は比較的罹り難い。



第30圖： 腸チフスの熱型

① パラチフスは病原菌も症狀も腸チフスに似てゐるが、それよりもやゝ軽い。

(2) **赤痢**<sup>0</sup> 赤痢菌は飲食物によつて体内に入り、大腸で蕃殖する。症状は痛のある下痢を頻發して發熱し、便に血液・粘液を混ざる。赤痢は腸チフスと共に我國の急性傳染病中罹患者が最も多い。疫痢は赤痢に似てゐて、夏秋季に小兒を襲ふ甚だ急性の傳染病である。

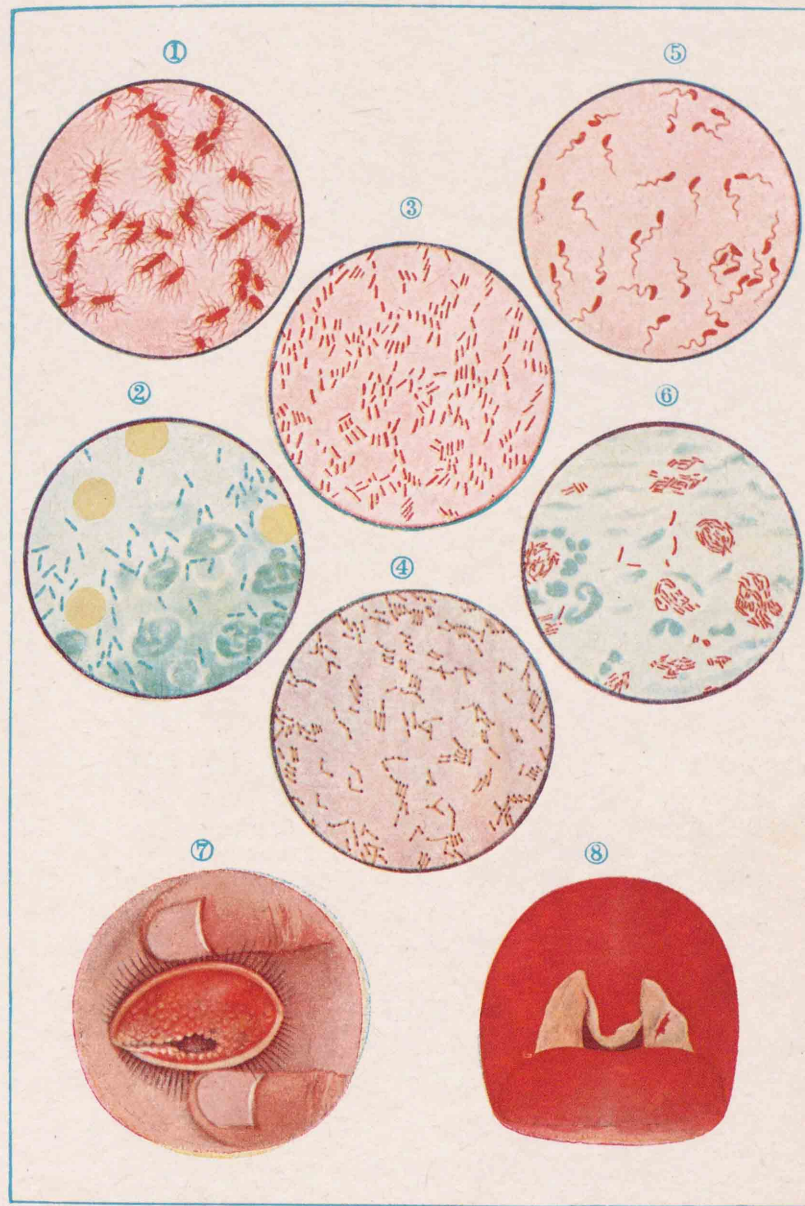
(3) **コレラ** コレラ菌は飲食物によつて傳播する。症状は烈しい嘔吐・下痢を起して腹痛なく、心臟は衰弱して昏睡に陥り、體溫は下降する。コレラは経過の急激な危険な病氣で、印度地方に常に流行してゐて、これが上海地方を経て時々我國を襲ふ。

(4) **ペスト** ペスト菌は患鼠から蚤の媒介で人體に傳染し、また患者の排泄物によつても傳播する。菌が皮膚から入つて淋巴腺を侵すものを腺ペストといひ、氣道を経て肺に達してこれを侵すものを肺ペストといふ。

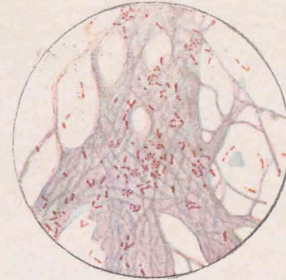
(5) **結核** 結核菌は肺結核患者の咯痰中にあつて、小さな飛沫となり或は乾いて塵埃と共に飛散して呼吸器から侵入するもので、稀には結核牛の

<sup>0</sup> アメーバ赤痢は赤痢アメーバによつて起る熱帯病で、我國では臺灣・朝鮮等にある。

傳 染 病



① チフス菌(約800倍) ② ペスト菌(約1000倍) ③ 赤痢菌(約1000倍)  
 ④ ギフテリア菌(約500倍) ⑤ コレラ菌(約500倍) ⑥ 痢菌(約500倍)  
 ⑦ トラホームの顆粒 ⑧ ギフテリアの偽膜



第31圖：咯痰中の結核菌（約400倍）

乳汁からも傳染する。症狀は發熱・咳・痰・咯血等を來たし、體が次第に瘦せ、慢性の経過をとる場合が多い。

肺結核患者は軽い間に治療すれば比較的癒り易い。



第32圖：1882年に結核菌を發見した、ローベルト・コッホ（R. Koch, 18.3-1910）

結核菌は肺の外に腸・淋巴腺・骨・漿膜等を侵して腸結核・癩瘰・カリエス・肋膜炎・腹膜炎等を起させる。

(6)破傷風 破傷風菌は土壤・塵埃等の中に廣く存在し、傷口から體內に入る。その毒素は腦脊髄を侵して烈しい痙攣發作を起させる。

(7)チフテリヤ チフテリヤ菌は咽頭・鼻腔等から侵入して附近の粘膜に特有な白い偽膜を作り、これが氣管の方へ擴ると呼吸が困難になる。これは小兒に多い病氣である。

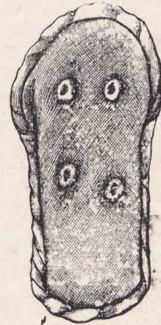
(8)猩紅熱 猩紅熱は冬季に多い病氣で、症狀は急に發熱して扁桃腺が腫れ、一二日で全身に鮮紅色の發疹を生ずる。恢復すれば皮膚殊に手足の皮膚が厚く剝がれ、こ

① 我國の昭和9年中に於ける肺結核による死亡者數は、人口1萬に對し14.2の割合を示してゐる。

れが傳染の源となる。

(9)麻疹 麻疹の潜伏期は10日間位で、症状は急に發熱し、二三日中に顔面に斑狀・紅褐色の發疹を生じ、次で全身に擴る。麻疹は殆ど總ての小兒がこれに罹るが、一度罹ると再び罹らない。

(10)痘瘡(天然痘) 痘瘡は約2週間の潜伏期を経て高熱を發し、熱が下ると共に顔や手足に赤色の發疹を生じ、後これが水疱となり、癒ると痕を残す。痘瘡は豫防接種が行はれるやうになつてからは殆ど流行しない。



第33圖：種痘疹

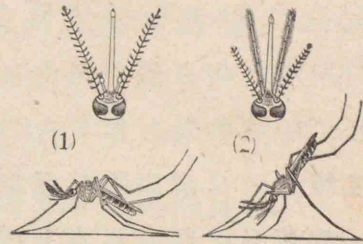
(11)狂犬病(恐水病) 狂犬病は狂犬に咬まれた後、比較的長い潜伏期を経て發し、筋肉の痙攣のために呼吸・嚥下が困難になる。故に犬に咬まれたときは必ず豫防接種を受けねばならぬ。

(12)流行性腦脊髄膜炎 腦脊髄膜炎菌は鼻腔・咽頭等から入り、腦脊髄膜を侵して急に發熱し、頭痛・精神障害等起させる。これは多く流行性に襲來する。

(13)トラホーム トラホームは眼の結膜を侵し、症状は慢性である。結膜が赤く腫れて顆粒を生じ、手當を怠ると遂には盲目になる。我國にはトラホーム患者が非常に多い。

(14)マラリヤ この病原體は原蟲の一種で、ハマダラ

カの唾液腺内に居り、この蚊が人の血を吸ふ際に人體内に入る。患者は規則正しい發熱を來たして烈しい戰慄を伴ふ。



第34圖：普通の蚊(1)とハマダラカ(2)のとまり方及びそれ等の口器

(15)癩 癩菌は患者の病變部や鼻汁中にある。この症状は慢性で、現在なほ完全な治療法はないが、遺傳するものではない。患者は法規によつて隔離される。

諸種の傳染病の中、特に急性傳染病に對しては平素から充分注意するは勿論、これが發生に際してはその猖獗を防ぐ用意が必要である。故に我國では、コレラ・赤痢(疫痢を含む)・腸チフス・パラチフス・發疹チフス・痘瘡・猖紅熱・チフテリヤ・流行性腦脊髄膜炎及びペストの10種を法定傳染病として、その發生した場合の取扱を規定してゐる。

## II. 免疫

人體に病原體が侵入しても、それに対して抵抗が強く、發病し難い状態にあるとき、その人はその病に對して免疫性があるといふ。

麻疹や腸チフスに一度罹つて恢復すると、これ等の病氣に對して免疫性となり、また種痘すれば

痘瘡に対する免疫性を得る。

斯様に病原體が體内に侵入すると、人體はこれに反應して防禦物質を作るもので、この防禦物質を**免疫體**又は**抗體**といひ、病原體を**免疫元**又は**抗元**といふ。人や動物に細菌又は細菌毒素を抗元として少量づつ數回接種すると、體内に抗體を生じて免疫性を得る。これを應用して傳染病の豫防・治療等を行ふ。

**1. 豫防接種** 人の痘瘡毒をこらし膿に接種すると、牛痘を生ずる。牛痘毒の毒力は人に對しては著しく弱いから、これを人



第36圖：狂犬病その他のワクチンを發見して免疫學の基礎を築いたルイ・パストール (L. Pasteur, 1822—1895)

痘瘡の豫防接種に利用される。

① 種痘による免疫の有効期間は人によつて異なるから、痘瘡流行時には必ず種痘するを要する。



第35圖：1789年に種痘法を發見したエドワード・ゼンナ (E. Jenner, 1749—1823)

に接種すると局部に膿疱を生ずるのみで、而も痘瘡に對する完全な免疫が得られる。

また狂犬病ウイルスを家兎に接種し、その脊髄内のウイルスを採つて乾燥すれば、人に對する毒性が著しく弱くなる。これは狂犬

上記の豫防接種材料の外、病原體を殺菌<sup>①</sup>して製したものを**ワクチン**といふ。その抗元としての性質は生菌と著しい差がない。

**ワクチン接種**は痘瘡・狂犬病の外、チフス・赤痢・コレラ・ペスト等の豫防に利用されてゐる。

**2. 免疫血清** 免疫血清はデフテリヤ・破傷風・赤痢等の治療及び豫防に利用せられる。

例へば、馬<sup>②</sup>にデフテリヤ毒素を少量づつ次第にその量を増して數回注射すると、馬は漸次多量の毒素に耐へて抗毒素を生ずる。故に、最後の注射から一定時日を經過



第37圖：馬から免疫血清の採取

して後採血し、それからデフテリヤの免疫血清を採取することが出来る。

デフテリヤ免疫血清はデフテリヤの治療に缺くべからざるもので、早期に注射する程治療の効果が多し。これを豫防に用ひることもあるが、その有効期間は3週間位である。

① 殺菌法には加熱殺菌が最も廣く用ひられてゐる。

② 免疫血清を得るには、普通に馬を使用する。

3. 凝集反應 腸チフス患者又はその恢復者の血清を採り、これを腸チフス菌を浮遊させた液中加入すると、菌は凝集されて器底に沈降する。斯様な現象を凝集反應といひ、これは腸チフス免疫血清が凝集素なる免疫體を含むによる。

抗體・抗原間に起る反應は特異のものであるから、凝集反應を呈する血清は病氣の診斷に利用することが出来る。例へば、病名未知の患者の血清が腸チフス菌に對して凝集反應を呈すれば、その患者は腸チフスに罹つてゐることがわかる。また患者の排泄物から得た菌が腸チフス免疫血清によつて凝集されれば、その患者の病氣は腸チフスと診斷できる。

### III. 傳染病の豫防

傳染病が流行するのは、個人の不注意によるばかりでなく、公衆衛生に關する設備の不足が主な原因で、大なる恥辱といはなければならぬ。各人が公衆道徳を重んじて合理的な豫防手段を講ずれば、傳染病の流行を阻止し、これを絶滅することもさして困難でない。

1. 豫防方法 人體は先天的に、病原體に對して抵抗し、これを死滅させる力を備へてゐるから、平素注意して

① 免疫體には凝集素の外に抗毒素・沈澱素・溶菌素等がある。

健康を増進させて置くことが傳染病の豫防上最も大切である。

(1) 病原體侵入部の防護 消化器系傳染病に對しては飲食物・食器等に注意し、呼吸器系傳染病に對しては咳嗽、マスクの使用等によつて、それ等の侵入より防護する。また創傷には直ちに消毒薬を用ひて破傷風菌等の侵入を防ぐ。なほ常に手指の清潔に留意し、外出より歸宅の際は先づ手を洗ふ良習慣を養はねばならぬ。

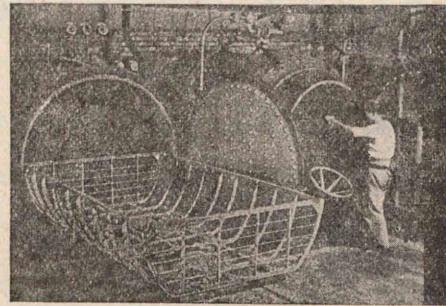
(2) 豫防接種 豫防接種の行はれる傳染病に對しては機會ある毎に進んでこれを受けべきである。

(3) 媒介生物の撲滅・消毒 傳染病の媒介をする蠅・蚊・蚤等を驅除・撲滅するには、常に塵・厨芥の處理を完全にし又住居を清潔に保つことが必要である。殊に患者發生の際には、その衣類器具は完全に消毒し、便所・病室は消毒と清掃とを十分にしなければならぬ。

(4) 患者の隔離 法定傳染病發生の際は、法規によつて患者を一定期間一定場所に隔離する。このために傳染病病院・隔離病舎等が設けられてゐる。傳染病の疑あるときは直ちに醫師の診斷を受けてその指揮に従ふべきで、傳染病を隠蔽するのは罪惡である。なほ法定以外の傳染病でも事情の許す限り隔離して消毒を完全に行ふのが望ましい。

① 我國では昭和12年7月1日結核届出法が實施された。結核患者はその住所・姓名・年齢及び病名を住所地の地方長官に届出なければならぬ。

(5) 検査 国外より侵入する傳染病に對しては検査所を設けて國家に於て監視してゐる。検査は海港・國境及び飛行場に於て行はれ、保菌者又は患者を發見した



第38圖：検査所の消毒釜

場合は直ちに隔離・收容する。なほ同行の健康者の着衣・所持品等も十分に消毒して萬全を期すのである。

2. 殺菌及び消毒法<sup>①</sup> (1) 日光 結核菌・チフス菌等は直射日光によつて短時間で死滅するが、これは表面のみで深部に達しない。家具・寢具・書籍等の消毒に適する。

(2) 乾燥 細菌は乾燥した場所では蕃殖しないが、なほ死滅しないものが多い。殊に結核菌・破傷風菌の芽胞等は頗る強い。

(3) 熱 細菌は乾燥した所で熱するよりも煮沸又は蒸熱する方が死滅し易い。100°Cの蒸氣では30分間で十分に殺菌し得るが、蒸氣の壓力を高めると、その殺菌力<sup>②</sup>は著

① 細菌は水分・養分・溫度等の適當な環境に於てのみ發育・増殖する。細菌の環境を人工的に變化してこれを死滅させることを殺菌又は滅菌といひ、病原菌を死滅させることを消毒といふ。細菌の芽胞を死滅させない程度でその發育を阻止することを防腐といふ。

② 2氣壓の蒸氣の溫度は約120°Cで芽胞も數分間で死ぬ。不用の品は燒却するのが最もよい殺菌法である。

しく増大する。蒸熱法は食器・衣類・寢具・外科用器具等の消毒に適する。

低温は細菌の發育・増殖を妨げるが、殺菌の效果は少い。

(4) 消毒薬 消毒薬は殺菌力が強く、人體に無害で不快臭のないものを理想とする。

昇汞水(鹽化第二水銀の0.1%溶液)は手指の消毒等に用ひるが、蛋白質と結合して、その殺菌作用が深部にまで達し難いため、喀痰・糞便等の消毒には適しない。石炭酸(1~2%溶液)・クレゾール石鹼液(リゾール)(3%クレゾール石鹼溶液)は尿尿・吐瀉物・喀痰等の消毒に用ひられ、また金屬を腐蝕しないから、金屬製器具の消毒に用ひられる。アルコール(濃度50~70%)・ヨードチンキ(ヨード6.5%、沃化カリ2.5%のアルコール溶液)等は傷口等の消毒に用ひられる。ホルマリンは揮發性消毒薬として室内・家具・書籍等の消毒に用ひられ、1立方メートルの容積に對し15瓦以上を使用する。晒粉(5%溶液)・石灰乳(生石灰2に水8の割合)は井戸・野菜・便所等の消毒に適する。

① 無水アルコールには殺菌作用が少ない。

## 第5章 醸 造

醸造とは醱酵によつて酒類・アルコール・食酢・醬油・味噌等を製造することをいふ。

有機物が微生物の作用を受けて分解する現象を醱酵といひ、これは微生物がその体内に酵素と稱する物質を含有するために起る。

酵素は複雑な組成の一種の有機化合物で、その作用は普通の觸媒の作用に類似し、自らは變化することなく他の有機物をよく分解する。酵素には種類が多く、夫々作用する物質が異り、また分解して生ずる物質も異る。従つて異なる微生物が異なる醱酵作用を呈するのは、夫々異なる酵素を有するからである。

### I. 酒類の醸造

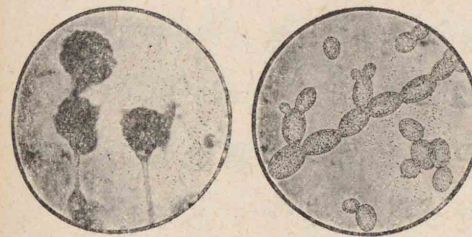
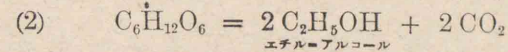
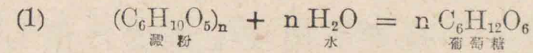
酒類とは清酒・麥酒・葡萄酒その他エチル=アルコール(酒精)を含有する飲料の總稱である。エチルアルコールは斯様に酒類の成分として有用なばかりでなく、溶劑・燃料・藥品製造原料その他化學工

① 腐敗も醱酵の一種であるが、人生に有害な物質を生ずる點で醸造と異なる。

② 酵素は一般に水に溶け、種類によつて異なるが大體40~60°Cで活潑に作用し、70°C附近では分解してその作用を失ふ。

業上頗る用途が多い。

澱粉からエチル=アルコールを生ずる變化を化學式を用ひて示せば次の通りである。

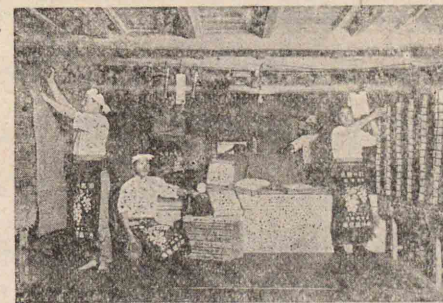


第39圖：麴カビ(約50倍)(左)と酵母(約60倍)(右)

(1)の變化は麴カビ・麥芽・酵母等に含まれる酵素によつて起り、(2)の變化は酵母に含まれるチマーゼといふ酵素によつて起る。

1. 清酒 清酒は我國特有の酒で、10~15%のエチル=アルコールを含有する。清酒の醸造は、白米に麴カビと酵母とを作用させて、麴カビによる澱粉の糖化と、酵母による糖類の醱酵とを同時に並行して行はしめる。

麴は蒸米に麴種(麴カビの孢子)を撒布して木製の浅い箱に盛り、麴室かうぢむろに入れて麴カビを蕃殖させたもの



第40圖：麴室

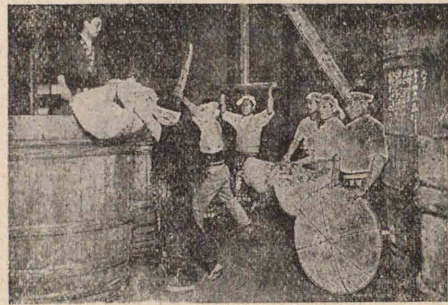
① 麴室は麴カビの蕃殖に都合のよい30~38°Cに保ち且つ適當な湿度にしてある。



である。

麴を蒸米及び水に適當な割合に混合し、木製

の桶に入れてよく攪拌し、溫度を適當に保ちつゝ、約2週間を経ると、麴カビのジアスターゼが澱粉を糖化し、これと共に麴カビに自然に附着してある酒酵母が急速に増殖して糖分をエチルアルコールに分解する。この液を醪もろみ又は酒母もとといひ、醪造は酵母の蕃殖を目的とした操作である。

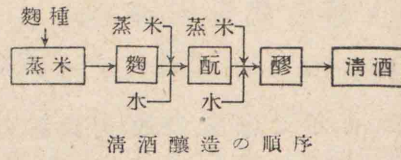


第41圖：清酒の仕込

化と同様に、澱粉の糖化と糖のアルコール醱酵とが並行して起り、約3週間を経ると終る。

醱酵を終つた醪は、袋に入れて壓搾し、濾液を靜置して沈澱物を去り、更に濾過して清澄にする。次に火入ひいれと稱へて、これを約10分間、50~60°Cに加熱して殺菌し、杉材製の桶に入れ、密閉して數個月

① この操作を仕込といふ。



清酒醸造の順序

醪造もろみづくりは清酒醸造の主要部で、醪に蒸米・麴及び水を3回に分けて加へる。この混合物を醪もろみといひ、醪造中の變化は醪造中の變化と同様に、澱粉の糖化と糖のアルコール醱酵とが並行して起り、約3週間を経ると終る。

間貯藏する。この間に酒は微妙な變化を起し、成熟した風味を生ずる。

合成酒 合成酒は10~15%のエチルアルコールに風味の原因となる少量の有機酸(乳酸・琥珀酸等)・糖類(葡萄糖・麥芽糖等)・アミノ酸等を加へて製する。

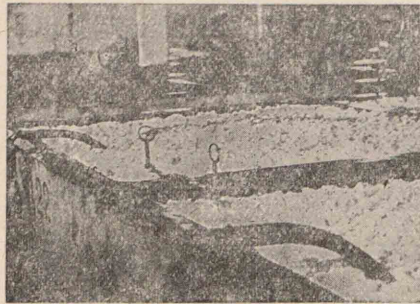
2. 麥酒 麥酒は麥芽汁ばくがじゆにホップホップを加へたものを、麥酒酵母を用ひて醱酵させたものである。これは1.5~7%のエチルアルコールを含有する。

麥芽を製造するには、大麥を水に浸した後に、發芽罐と稱へる大きな水平の廻轉圓筒に入れ、これを徐々に廻轉しつゝ、罐内に濕氣を含んだ空氣を流通させれば、大麥は容易に發芽するから、これを取り出し、加熱空氣を通じて強く乾燥する。

麥芽を粉末にして水と混じ、銅製の糖化槽(仕込槽)に入れて約60°Cに保つときは、麥芽中に含まれるジアスターゼは澱粉に作用して糖液を生ずる。糖化が終れば、濾過して粕を分ける。この濾液を麥芽汁といひ、これにホップを加へて煮沸し、濾過した後充分冷却して醱酵槽に送る。

醱酵槽で麥芽汁に麥酒酵母を加へ、10°C以下の

① ホップは一種の植物の雌花で、麥酒に苦味と風味を與へ、且つ有害菌の蕃殖を防止する。



第42圖：麥酒の醱酵槽(醱酵によつて生じた炭酸ガスの泡が液の表面に浮かんだ状態を示す)

低温度に保つときは、8～10日間で醱酵が終る。この際、酵母の大部分は醱酵槽の底に沈降するから、上澄液を木製又は鐵製の樽に詰め、5°C以下の低温度で3個月間

貯藏する。この間、更に醱酵が行はれ、生成した炭酸ガスはそのまゝ麥酒中に溶ける。

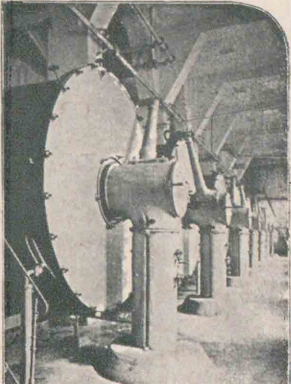
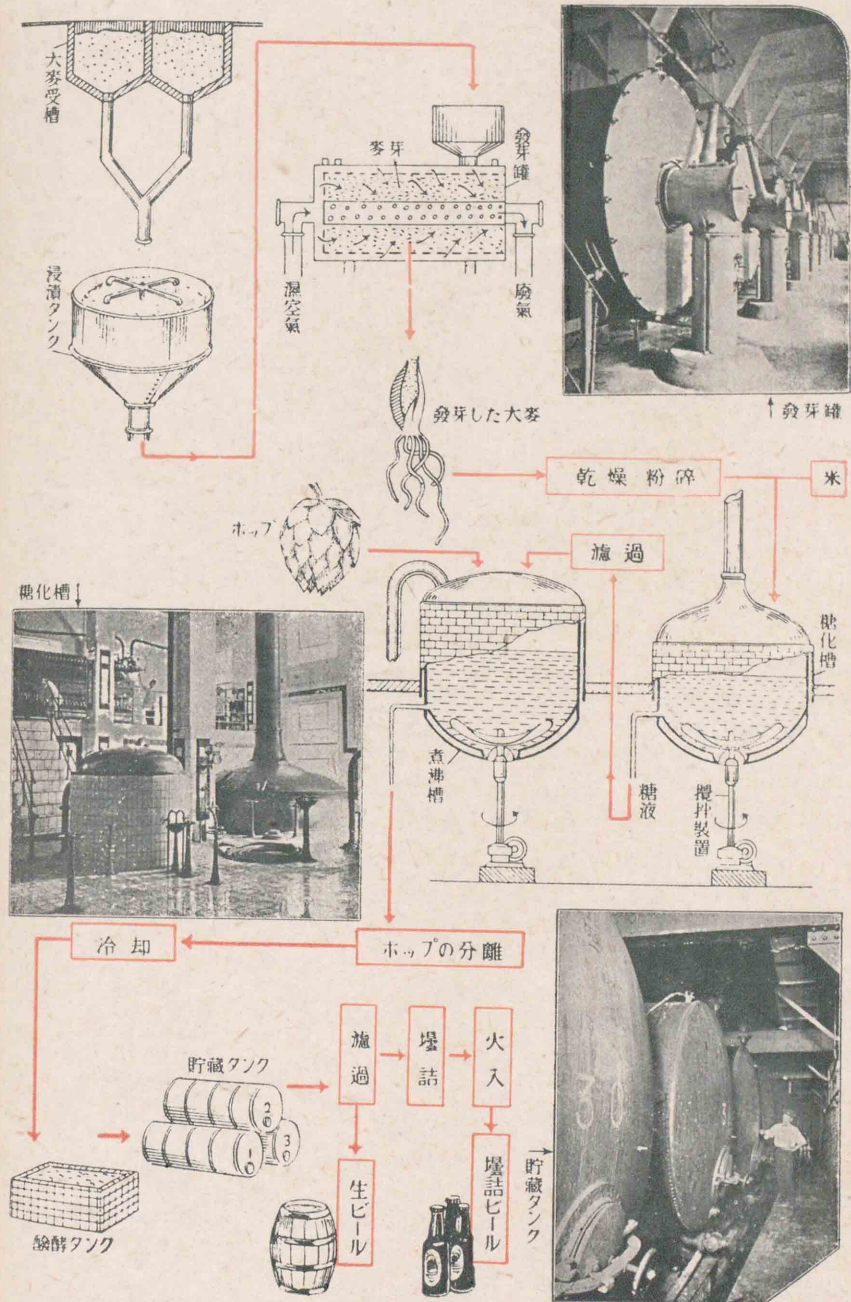
斯くして醸造した麥酒は壘に詰めた後、約65°Cの湯の中に凡そ30分間浸して殺菌する。殺菌しないものは生麥酒といひ、樽に詰めて販賣する。

3. 葡萄酒 葡萄酒は葡萄の果汁を樽に詰めてそのまゝ醱酵させたもので、6～12%のエチルアルコールを含有する。葡萄酒酵母は自然に葡萄の果皮に附着してゐるから、特別に培養するを要しない。

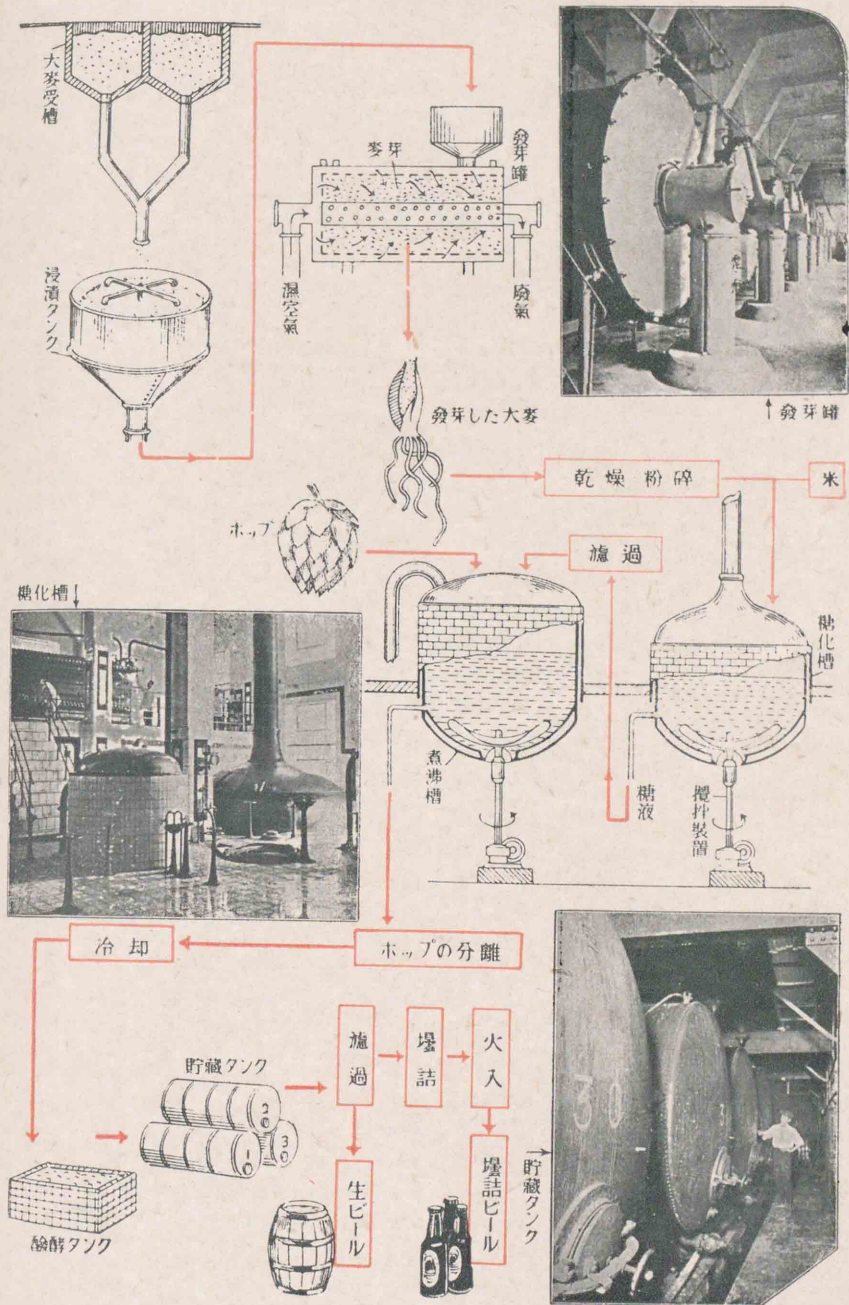
赤葡萄酒は葡萄の果實を破碎してそのまゝ或程度に醱酵させ、果皮中の色素を液汁中に溶出させてから壓搾し得られる液汁を更によく醱酵させたものである。白葡萄酒は葡萄の果實を破碎して壓搾し、その果汁のみを

① 醱酵槽中の醱酵を主醱酵、貯藏中の醱酵を後醱酵といふ。

麥酒の製造



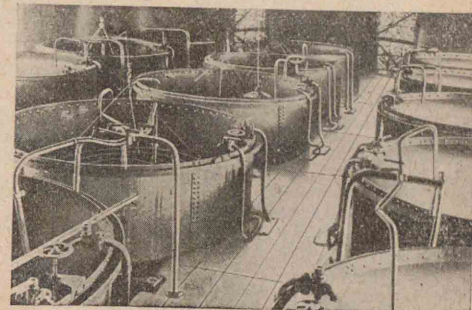
麥酒の製造



醱酵させるか、又は白色種の果實を原料として醸造する。葡萄の代りに他の果實を使用して林檎酒・櫻桃酒・桑酒等の種々な果實酒を醸造し得る。

4. アルコール エチルアルコールは普通單にアルコールと呼ばれ、一般に廢糖蜜・馬鈴薯・甘藷・高粱等を原料として製造される。

馬鈴薯・甘藷その他澱粉を含む原料はこれを耐壓罐に入れ、蒸氣を吹込んで煮沸し、糊状にする。この糊状物を糖化槽に移し、<sup>ふすまかうぢ</sup>麩麴又は麥芽を加へて糖化させる。蔗糖は酵母中の酵素のために葡萄糖と果糖とに分解するから、廢糖蜜の如きは豫め糖化するを要しない。



第43圖：アルコール醱酵槽

糖液に酵母を増殖させて醗を作り、醗を多量の糖液に加へると數日間て醱酵を終る。

この際の酵母は醱酵力が大で、多量のアルコールを生じ且つ濃度の異なるアルコールにもよく耐へるものを使用する。

① 廢糖蜜は甘蔗汁から砂糖を結晶せしめた殘滓で、蔗糖・葡萄糖等を含む。我國では臺灣に於て廢糖蜜を原料とするアルコールの製造が盛である。

② 麩麴は麩に麴カビを蕃殖させたものである。

近時アミロ法と稱して、ケカビ屬のアミロミセスルキシーを用ひ、澱粉原料から直接に糖化と醱酵とを行はせる方法が行はれる。この方法は操作が簡單で、アルコールの收率もよい。

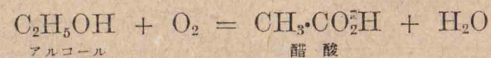
醱酵した醪は通常5~13%のエチル=アルコールを含有するから、これを蒸溜器に通じて蒸溜し、濃度の異なるアルコールを得る。工業用アルコールは約6%(重量)の水を含み、78°Cで沸騰する。

焼酎・ウイスキー・ブランデー等の火酒は、何れも醱酵醪を蒸溜して製造したもので、夫々固有の風味を有する。

**5. フーゼル油** フーゼル油はアルコール製造の際に得られる油状物質で、特異の臭氣を有し、沸點はアルコールよりも高い。このものの主成分はアミル=アルコール[C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>OH]で、溶劑の製造などに用ひられる。

## II. 酒類以外のものの醸造

**1. 食酢** 食酢は約3%の醋酸を含有し、アルコール含有液を醋酸菌を用ひて醱酵させて製する。その化學變化は次の通りである。

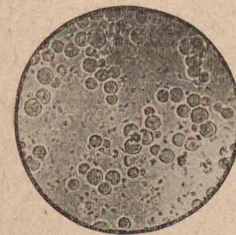


① アルコールをガソリンと混じて燃料に使用する場合には、工業用アルコールはガソリンと任意の割合に混じらないから無水アルコールにする必要がある。

酒酢は劣等な清酒又は酸敗した清酒に種酢(醋酸菌等を含む液)を加へて造る。粕酢は1年間位貯藏した酒粕に水を加へて搾り、その濾液を醱酵させて製する。速醸酢はアルコール・醋酸等を含む醋酸醪を、鈹屑を入れた塔の上から流し、下から空氣を通じて造る。このとき醋酸菌は鈹屑の表面に附着して醱酵作用を行ふ。空氣を通ずるのは醋酸菌のこの作用を助ける目的である。

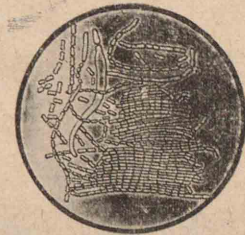
調合酢は醱酵によらないで、醋酸に調味料を加へたものである。

**2. 醤油** 醤油は大豆と小麥を食鹽水中で麴カビを用ひて醱酵させ、壓搾して濾過したものである。

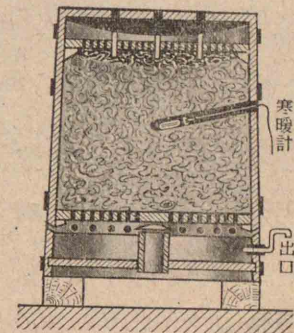


第46圖：醤油の酵母菌の聚落(約200倍)

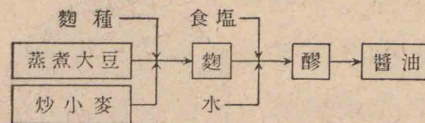
醤油では、大豆及び小麥の原料全部に麴カビを蕃殖させる。それには、大豆を蒸すか或は煮て充分軟かにし、これに小麥を炒つて粉末にしたものと種麴とを加へて麴室に入れる。然るときは、約3晝夜を經過して麴が出来上る。



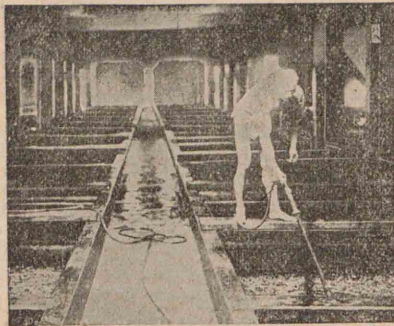
第44圖：醋酸菌(約700倍)



第45圖：速醸酢製造装置



醤油醸造の順序



第47圖：醤油の仕込槽（壓縮空氣による攪拌を示す）

この麵を食鹽水と混じて醱酵槽中に仕込み、<sup>①</sup> 屢、攪拌して、約1個年を経過すれば、熟成した醪を得る。

醪は長い醱酵期間に、澱粉の糖化、糖のアルコール醱酵、蛋白質の分解、その他種々な化学變化を起して、醤油に特有な色・味・香を生ずるのである。

熟成した醪は布製の袋に入れ、壓搾して粕を去り、更に濾液を静置してその上層に分離する油<sup>②</sup>を分つ。次に火入と稱して醤油を60℃位に加熱して殺菌する。

**3. 味噌** 多くの味噌は大豆と麥、又は大豆と米とを麵カビを用ひて醱酵させたものである。先づ大豆を充分に煮て搗<sup>つきくだ</sup>碎き、これに麵と食鹽とを加へ、桶に詰めて熟成させる。

赤味噌は熟成に約1個年を要し、醱酵がよく行はれて

- ① 近年工業的には攪拌するのに壓縮空氣を吹込む。
- ② 大豆は醤油に味を與へ、小麦は香を與へる。
- ③ この油を醤油油と稱し、石鹼の製造等に用ひられる。

ゐる。

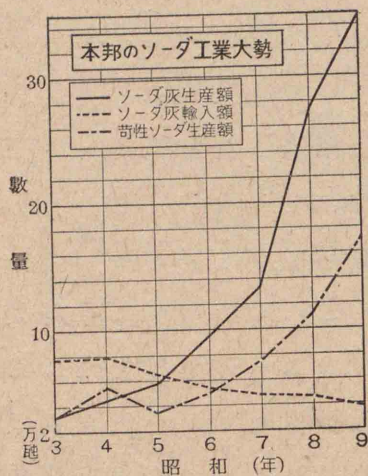
白味噌は醱酵が充分進行しないで澱粉の糖化作用が行はれた程度のものであるから、熟成は約1週間位で足る。なほ麵には麥麵を用ひたものと米麵を用ひたものとある。

**4. 他の醱酵製品** 乳酸菌は糖を醱酵して乳酸にする。乳酸は溫和な酸味をもつた有機酸で、清涼飲料水・醫藥等の製造に用ひる。なほ糠漬は乳酸醱酵を利用して野菜に酸味と風味とを帯びさせたものである。

ブタノール醱酵菌は糖を醱酵して**ブタノール**（ブチルアルコール）と**アセトン**とにする。これ等は何れも塗料製造原料・溶劑等として有用である。この外、酵母を用ひて特殊の醱酵法によつて糖類から**グリセリン**を製し、或はクエン酸醱酵カビを用ひて清涼飲料水等の製造に使用する**クエン酸**を製造することも出来る。

## 第6章 酸・アルカリ工業

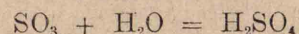
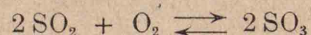
酸・アルカリ工業とは、硫酸・硝酸・鹽酸等の酸類及び苛性ソーダ・苛性カリ等のアルカリ類及びそれ等に関係深い薬品の製造工業をいふ。これ等の酸類及びアルカリ類は化学工業上缺くべからざる原料製品である。従つて一國の化学工業の發展は、一にこの工業の確立如何によるとさへいはれてゐる。



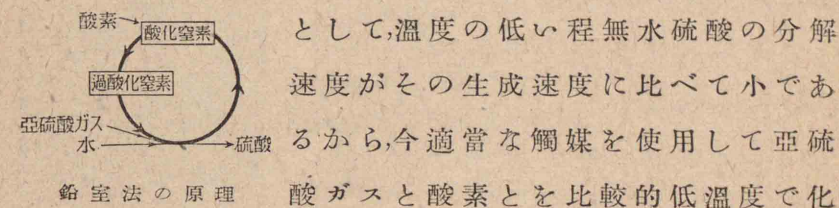
### I. 硫酸

硫酸は工業上に最も重要な酸で、硫酸鹽類・肥料・染料・火薬・セルロイド等の製造、石油の精製、金属面の清浄等に用途が極めて廣い。

硫酸製造法の要點は、次の如く、亜硫酸ガスに酸素と水とを化合させるにある。



亜硫酸ガスと酸素とは直接に化合して無水硫酸[SO<sub>3</sub>]を生じ得るが、この反應は可逆反應である。故に、亜硫酸ガスと酸素との化合する速度は高温度に熱する程大となるが、これと同時に無水硫酸が分解する速度も亦増大するから、單に強熱するのみで、亜硫酸ガスを全部無水硫酸に變へることは不可能である。但しこの反應の性質



として、温度の低い程無水硫酸の分解速度がその生成速度に比べて小であるから、今適當な觸媒を使用して亜硫酸ガスと酸素とを比較的低温で化合させれば、實際上殆ど全部の亜硫酸ガスを無水硫酸に變じ得る。鉛室法で

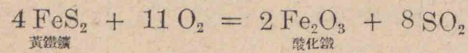
接觸法の原理は觸媒として窒素酸化物を使用し、接觸法では酸化ヱナヂウム・白金石綿などを使用する。

1. 鉛室法 鉛室法の装置の主要部は、硫酸生成の反應を起させる鉛室と、窒素酸化物の再生を主な目的とするグローバータと、窒素酸化物の回収を目的とするゲールサック塔より成る。そして窒素酸化物はグローバータ・鉛室・ゲールサック塔の間を循環し、硫酸は鉛室内で生成してその底部に溜る。

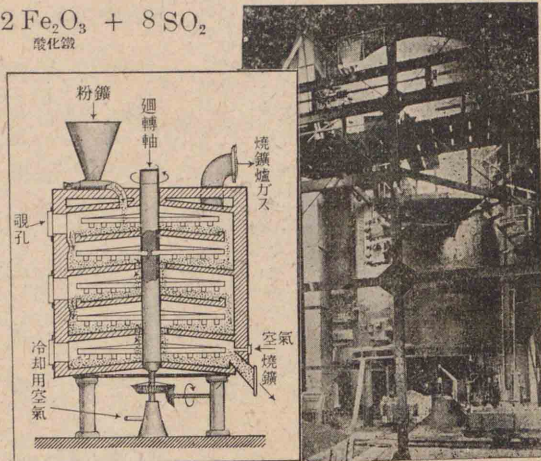
亜硫酸ガスは硫化鑛を爐に入れ、空氣を供給し

① 黄鐵鑛・黄銅鑛・硫化亞鉛鑛等を總稱して硫化鑛といふ。硫黄は高價なために一般には用ひられない。

て燃焼させて造る。

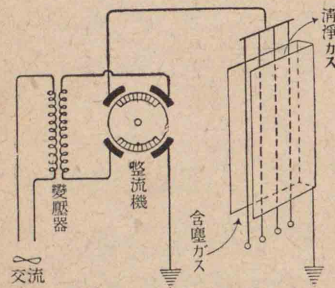


爐で發生した亞硫酸ガスと空氣との混合ガスを燒鑛爐ガスといふ。これは微細な鑛塵を含むから、除塵室やコットレル電氣收塵器などを用ひて除塵する。



第48圖：機械爐の外観(右)とその内部(左) (粉狀硫黄鐵を上部から投入して連続的に燃焼させる)

除塵室は煙道の一部を擴げて鐵板・鐵網等を並べたもので、鑛塵はこれ等の障碍物に衝突して室内に沈降するが、完全には除塵し難い。コットレル電氣收塵器は陽極の鐵網又は鐵板と陰極の鐵線とを交互に垂直に垂して、これに4~6萬ヴォルトの高壓電氣を通ずるもので、この中に鑛塵を含んだガスを通ずれば、鑛塵は陽極に吸付けられ、次いで器底に沈積する。

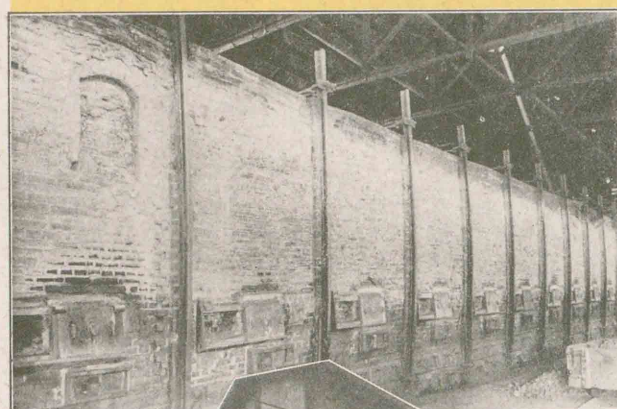
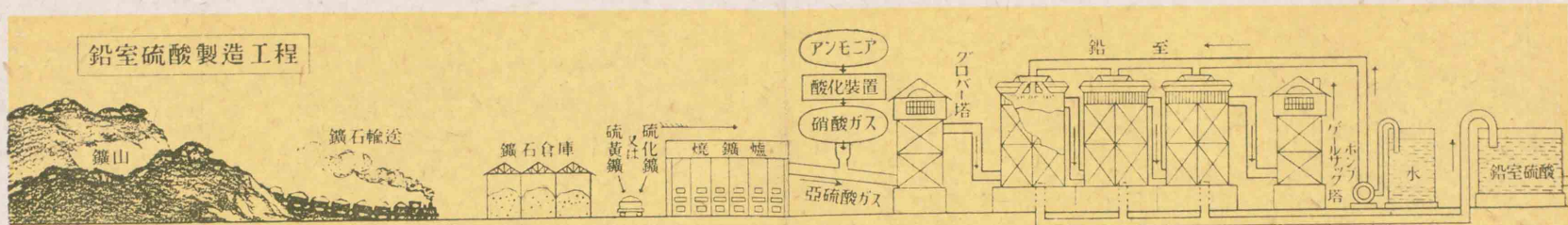


第49圖：コットレル電氣收塵器

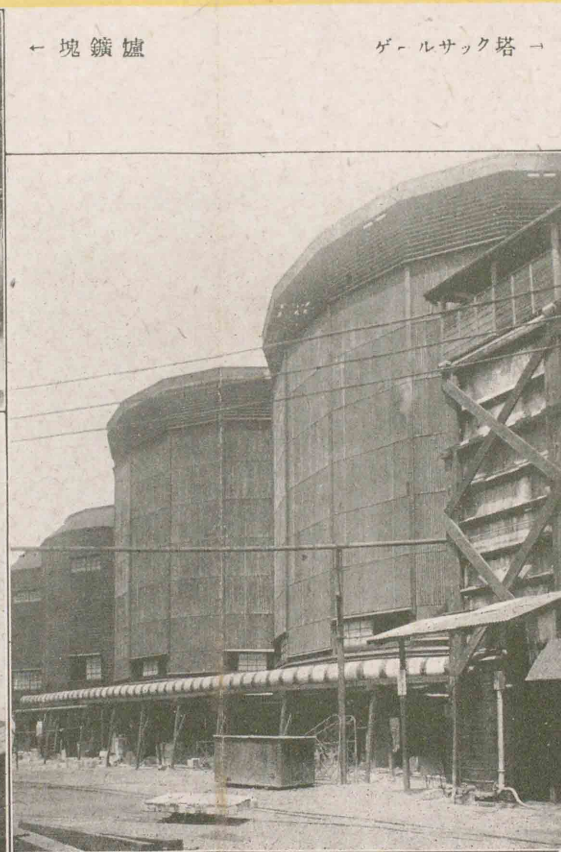
鉛室は鉛板で作つた膨大な室で、2~10室を連結して室内に燒鑛爐ガスと窒素酸化物との混合ガスを入れ、上部から水を霧状に噴出させる。鉛室



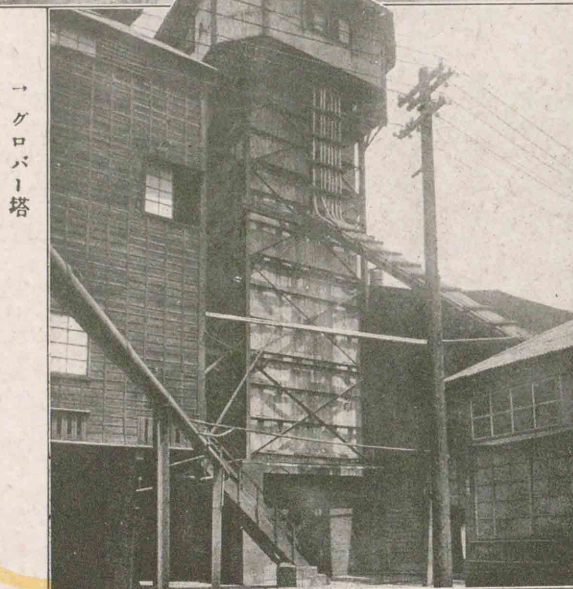
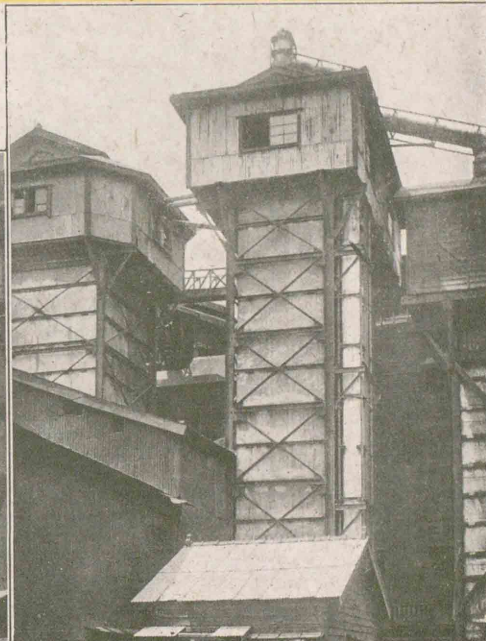
硫酸の製造（鉛室法）



← 塊鐵爐



ゲールサク塔 ←

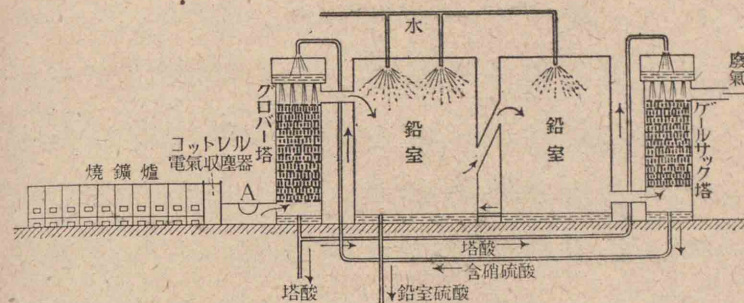


→ クロバトー

↑ 鉛室

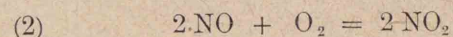
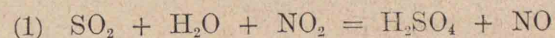


鉛室硫酸の瓶詰



第50圖：鉛室式硫酸製造法 (Aは窒素酸化物の補給装置)

内に於ける反應は複雑であるが、要點は次式で示し得る。



(1)によつて過酸化窒素は酸化窒素となるが、(2)によつて直ちに過剰空氣の酸素と化合し、再び過酸化窒素となつて、この作用を反復する。

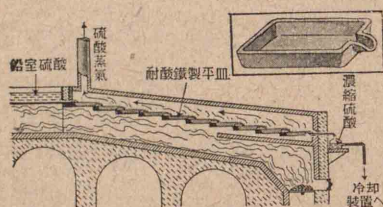
鉛室の底に溜る硫酸を鉛室硫酸といひ、その濃度は60~70%である。

**ゲールサククタ**は内部に耐酸石材又は耐酸煉瓦を詰めた鉛板張の高い塔で、鉛室の後部に設けられる。この塔では、上部から濃硫酸を流下し、下部から鉛室を出たガスを送る。濃硫酸はガス中の窒素酸化物を溶解して塔の下部に溜る。塔を出たガスは廢氣<sup>①</sup>として煙突に逃がす。

① 廢氣は大部分窒素である。

グローバー塔はゲールサック塔に類似した構造で、鉛室の前部に設けられる。この塔では、ゲールサック塔で生じた含硝硫酸を鉛室硫酸で薄めたものを上部から流し、焼鑛爐ガスを下部から送る。含硝硫酸は鉛室硫酸中の水分で薄められ、焼鑛爐ガスの熱のために窒素酸化物を放ち、同時に硫酸は濃縮されて塔の下部に溜る。よつて硫酸の一部はゲールサック塔に送つて再び窒素酸化物の回収に使用する。

窒素酸化物は理論的には失はれない筈であるが、実際には少量づつ補給するを要する。このために焼鑛爐とグローバー塔との間にアンモニアを酸化して酸化窒素を製造する装置(第60頁参照)を設け、こゝで生じた窒素酸化物を焼鑛爐ガスと共に鉛室に送る。



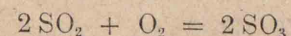
第51圖：階段式硫酸煮詰装置  
(右上は煮詰用の耐酸鐵製平皿)

濃硫酸(濃度約96%)は鉛室硫酸を煮詰めて造る。このために耐酸鐵で作つた蒸發皿を階段狀に配列し、高い方から硫酸を流し、低い方から火氣を送つて底を熱する。

**2. 塔式法** 近時は膨大な鉛室の代りに6~10基の塔のみを連結して硫酸を製造する方法も行はれる。これを塔式法といひ、この方法では、中

部の塔が鉛室の役目をする。

**3. 接觸法** 酸化ヴァナヂウム[V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>]を主體とする觸媒を約430°Cに熱し、これに亞硫酸ガスと空氣との混合ガスを送れば、酸化ヴァナヂウムの接觸作用によつて亞硫酸ガスと空氣中の酸素とは容易に化合して無水硫酸を生ずる。



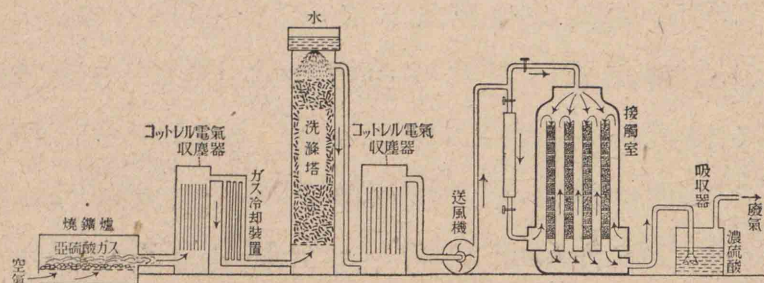
無水硫酸は濃硫酸によく溶けて發煙硫酸<sup>①</sup>を生ずる。これは染料・火藥・醫藥等の製造、石油の精製等に廣く用ひられる。

接觸法の装置の主要部は、焼鑛爐ガスの精製装置と接觸室と無水硫酸の吸收器とより成る。

亞硫酸ガスの製法は鉛室法と同様であるが、觸媒はガス中の微量の不純物のためにもその能力を失ふから、焼鑛爐ガスはコトレル電氣收塵器(第49圖)及び硫酸洗滌塔等を用ひて充分に精製するを要する。

接觸室はこの製法中最も重要な部分で、種々な様式がある。例へば室内に多數の接觸管を設け、管内に粒狀の酸化ヴァナヂウム觸媒を詰める。亞

① 發煙硫酸は空氣中で白煙を放ち、無水硫酸の濃度により常溫で液體又は固體を呈する。



第52圖：接觸式硫酸製造法

硫酸ガスと酸素とは、これに觸れて化合し、その際多量の熱を發生する。然るに、この反應は  $400 \sim 500^\circ\text{C}$  に於てのみ完全に行はれ、それ以上の溫度では逆反應が起つて、無水硫酸が分解するから、溫度の調節に工夫を要する。そのためには、接觸管に送入するガスを2分し、一部は直ちに上部から入れ、他部は各管の周圍を冷却させた後に上部から入れて、兩ガスの送入量を加減する。

最近では白金石綿觸媒は殆ど用ひられなくなつた。

**無水硫酸の吸収器**は耐酸材を填めた塔か又はガスの吹込管を備へた鐵製容器で、接觸室を出たガスを98%硫酸と觸れさせて無水硫酸をこれに吸収させる。

## II. 硝 酸

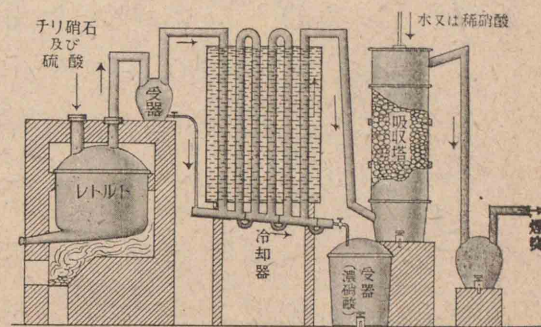
硝酸は染料・火薬・セルロイド・硝酸鹽類等の製造、

金屬の腐蝕及び清淨等に多量に用ひられる。

### 1. チリ硝石よりの製造法

近時はこの方法は殆ど行はれない。

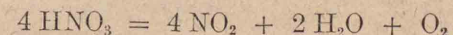
鐵製のレトルトにチリ硝石  $[\text{NaNO}_3]$  と濃硫酸を入れて熱すると、次式の反應によつて硝酸が蒸氣となつて生ずる。



第53圖：チリ硝石より硝酸の製造

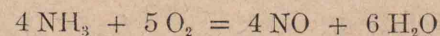


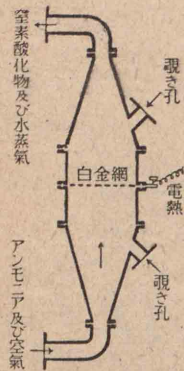
この際、チリ硝石に對して過剰の硫酸を使用し、 $150^\circ\text{C}$  以下で反應させる。これは、高温に熱すれば硫酸は少量で足りるが、硝酸の一部が次式のやうに分解するからである。



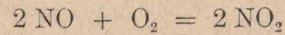
溜出する硝酸は冷却器を用ひて凝縮し、なほ凝縮しない硝酸蒸氣は耐酸材を積み重ねた吸収塔に導き、塔の上方から流下する水又は稀硝酸に吸収させる。

**2. アンモニアの酸化による製造法** アンモニアと酸素とを、約  $800^\circ\text{C}$  に熱せられた白金に觸れしめると、両者は白金の接觸作用により次の如く反應して、過酸化窒素を生ずる。

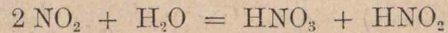




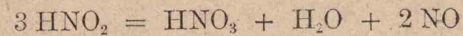
第54圖：アンモニアから硝酸を製造する接觸反應爐



この過酸化窒素は水に溶けて硝酸と亜硝酸とを生成する。

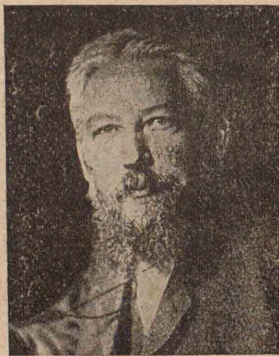


亜硝酸は次の反應で硝酸と酸化窒素とになるが、後者は酸素のために過酸化窒素になるから、結局過酸化窒素の全部が硝酸になる。



実際には、アンモニアに10~12倍容の空気を混じて赤熱した白金網上に通ずる。この際、白金網は最初だけ熱すれば以後は反應熱のために自ら熱せられて、反應は容易に進む。故に電熱を用ひて白金網の溫度を800~900°Cに調節すれば、アンモニアの90%以上を過酸化窒素に變じ得る。

この生成ガスは冷却して吸收塔に導き、稀硝酸に吸收させる。斯くして得られる硝酸の濃度は50~55%であるから、濃硝酸を得るには、適量の濃硫酸と混合し、蒸溜塔を用ひて濃縮



第55圖：ウイルヘルム・オストワルド (W. Ostwald, 1853—1932)

する。

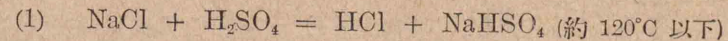
この原理による硝酸製造法は、オストワルド氏が初めて十分に研究したのでオストワルド法といふ。現今アンモニアが肥料製造原料として廉價に製造されるに至つたため、この方法が大規模に行はれるやうになつた。

3. 空氣よりの製造法 電極間に高壓電氣を通じて電弧を作り、これに空氣を送入すれば、窒素と酸素とが直接に化合して窒素酸化物を生ずる。しかしこの製法は多量の電力を要するので、現在では行はれない。

### III. 鹽 酸

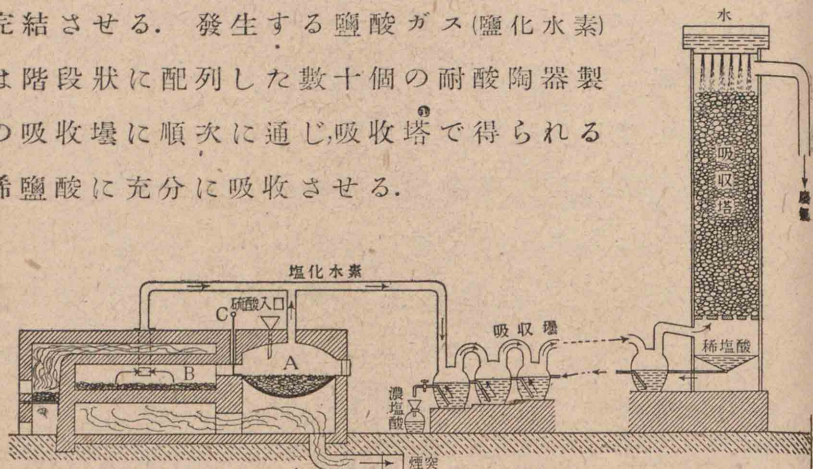
鹽酸は鹽化物の製造、金屬面の清淨、骨粉から膠の製造、その他食料品・清涼飲料水の製造、染色等の工業に廣く用ひられる。

1. 食鹽よりの製造法 この方法は現今では硫酸ソーダ(芒硝) [Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] の製造を兼ねてのみ行はれる。食鹽と硫酸とは溫度により、次の如く2段に反應する。



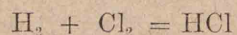
第56圖に於て、食鹽と濃硫酸とを鑄鐵製鍋Aに入れて熱すると、(1)の反應と(2)の反應の幾分とが起る。次にCを開いてこの生成物を爐Bに移し、強熱して(2)の反應を

完結させる。発生する鹽酸ガス(鹽化水素)は階段状に配列した數十個の耐酸陶器製の吸収塔に順次に通じ、吸収塔で得られる稀鹽酸に充分に吸収させる。



第56圖：食鹽と硫酸より鹽酸の製造

2. 合成鹽酸 鹽素と水素との同容積の混合ガスに点火すれば、爆發して化合する。



工業的には石英製のバーナーを用ひ、稍過剰の水素中で鹽素を燃す。斯くすれば、爆發することなくして鹽化水素を生じ、生成した鹽化水素は充分冷却した後に、吸収装置に送る。



第57圖：合成鹽酸製造装置

現今用ひられてゐる鹽酸の大部分は合成鹽酸である。これは鹽素が廉價に製造されるに至つたのと、合成鹽

① 吸収塔はコールタールを浸込ませた耐酸石材で作り、内部に耐酸煉瓦を詰めてある。

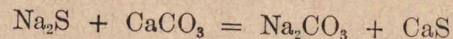
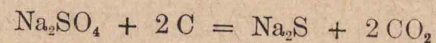
酸が食鹽よりの分解法による鹽酸に比して純粹なためとによる。

#### IV. 炭酸ソーダ及び炭酸カリ

炭酸ソーダはガラス・石鹼の製造を始め、洗濯・漂白等に、或は苛性ソーダその他のナトリウム鹽の製造に多量に用ひられる。

炭酸カリの需要量は炭酸ソーダに比べて遙かに少なく、その主な用途はガラス・石鹼・カリ鹽類の製造等である。

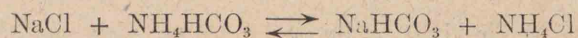
1. ルブラン法 この方法は現今全く衰微して僅に炭酸カリの製造に用ひられてゐるに過ぎない。硫酸ソーダにコークス[C]と石灰石[CaCO<sub>3</sub>]とを混じ、爐に入れて強熱すれば、次の2段の反應によつて、炭酸ソーダと硫化カルシウム [CaS] との混合物を生ずる。



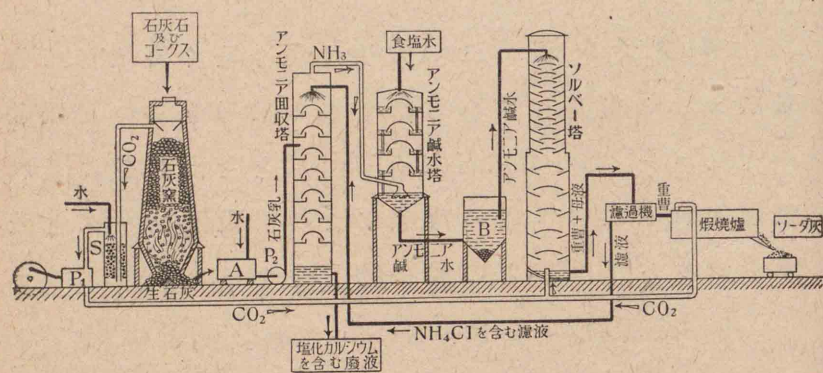
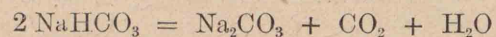
硫化カルシウムは水に溶けないから、このものを水で浸出して濾過し、濾液を蒸發すれば結晶ソーダを得る。

① 炭酸ソーダは單にソーダともいひ、結晶水を含む結晶狀又は塊狀のものを洗濯ソーダ又は結晶ソーダ、無水・粉末狀の工業品をソーダ灰といふ。炭酸ソーダは天然にアフリカ・アメリカ等に産するが、その量は世界の需要の1%餘に過ぎない。

2. アンモニアソーダ法 濃厚な食鹽水にアンモニアを溶かし、この中に炭酸ガスを壓入すると、先づアンモニアと炭酸ガスとが反應して重炭酸アンモニウムを生じ、このものは直ちに食鹽と次の如く反應する。



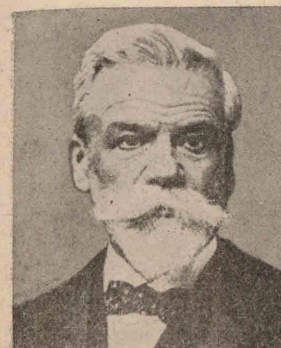
これ等の化合物の中では、重炭酸ソーダが最も水に溶解難いから白色沈澱となつて分離する。よつてこれを分取し、焼いて炭酸ソーダを得る。



第 58 圖： アンモニアソーダ法 (P<sub>1</sub>: 炭酸ガスを輸送するポンプ、S: 炭酸ガスの精製装置、A: 石灰より石灰乳を造る装置、P<sub>2</sub>: 石灰乳を輸送するポンプ、B: 食鹽水中の不純物を除去する沈澱タンク)

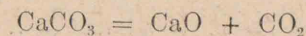
以上の反應を工業的に行ふには、炭酸ガスと石灰を得る目的で石灰石に良質のコークスを混じ

① この方法はソルベータ法ともいひ、副産物をよく利用し、且つ製品の純度が高いから、ルブラン法を完全に壓倒した。



第 59 圖： ソルベータ氏 (E. Solvay, 1838—1922)

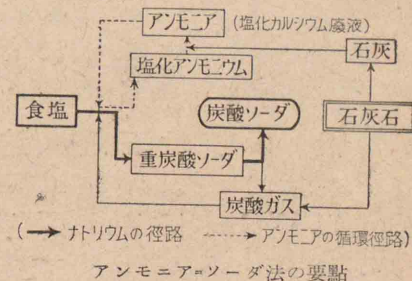
石灰窯に入れて焼く。



濃厚な食鹽水にアンモニアを溶解・飽和させるには、アンモニア鹹水塔を用ひて連続的に行ふ。斯くして得たアンモニア鹹水をソルベータの上から流し、下から炭酸ガスを送入し

て、塔の内部に設けた障碍板により、液とガスとを充分に接觸させると、生成した重炭酸ソーダは液と共に流下して塔の下部に溜る。よつてこれを

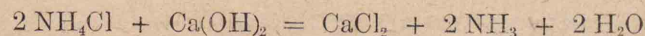
濾し分け、攪拌器を備へた鍋又は廻轉式の煅焼爐に入れて焼き、ソーダ灰を得る。この際發生する炭酸ガスは石灰窯



アンモニアソーダ法の要點

で得る炭酸ガスと共にアンモニア鹹水の炭酸化に使用する。

重炭酸ソーダを濾別した液をアンモニア回収塔の上から流し、中途から石灰乳を注入し、下から水蒸氣を通じて加熱する。



発生したアンモニアは塔の上から出て、鹽化カルシウムを含む廢液は塔の下から流出する。アンモニアは直ちにアンモニア鹹水塔に送る。

**3 重炭酸ソーダ** 重炭酸ソーダは俗に重曹といひ、醫藥・パン焼粉・消火器の藥品・清涼飲料水の製造等に用ひる。アンモニアソーダ法で得られる粗製品を熱湯に溶解し、冷却し再結晶して精製する。

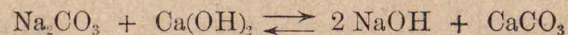
**4. 炭酸カリ** 炭酸カリはルブラン法によつて食鹽の代りに鹽化カリ [KCl] を用ひて製造し、或は苛性カリ [KOH] に炭酸ガスを通じて製造する。我國では原料の関係上殆ど全部輸入されてゐる。

## V. 苛性ソーダ及び苛性カリ

**苛性ソーダ**は石鹼・人造絹絲の製造、石油及び油脂の精製、その他化學工業に廣く用ひられる。

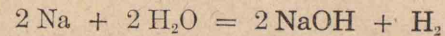
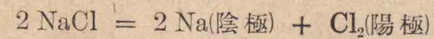
**苛性カリ**は苛性ソーダに比べて需要量は少いが、カリ石鹼及び各種化學藥品の製造、化學實驗用試薬等として有用である。

**1. 炭酸ソーダの苛性化法** 炭酸ソーダの水溶液に石灰乳を加へ、これに蒸氣を吹込んで熱するとき、苛性ソーダを生ずる。



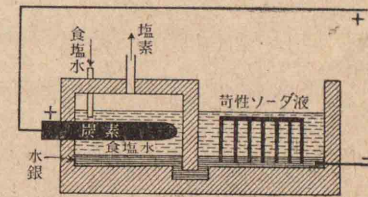
炭酸カルシウムは水に溶けないから、これを分離し、濾液を鐵鍋で煮詰める。

**2. 食鹽の電解法** 食鹽の水溶液を電解すれば、陽極に鹽素を発生し、陰極にナトリウムを生ずるが、このナトリウムは直ちに水と反應して水素と苛性ソーダとを生成する。



これを實際に行ふには、生成した鹽素と苛性ソーダとが混合しないやうに工夫を要する。

**水銀法**は陰極として水銀を用ひ、生成するナトリウムを直ちにアマルガムとして水銀中に溶解させて分離し、別の場所で水と化合させて苛性ソーダとする方法である。

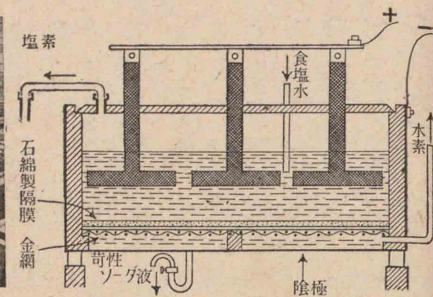
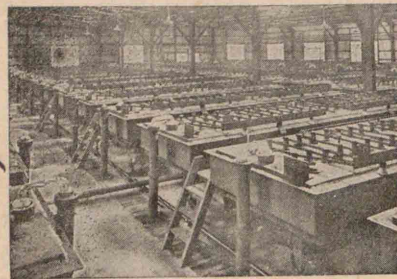


第60圖：水銀法（陽極は炭素、陰極には水銀の外に鐵製の補助極を使用する）

**隔膜法**は兩極の間に適當な隔膜を設けて、陽極に発生する鹽素と、陰極に生成する苛性ソーダとの混合を防止するもので、現今最も廣く行はれてゐる方法である。この方法では、苛性ソーダが多量の食鹽を含む稀薄溶液として得られる。これを真空蒸發器を用ひて濃縮すれば、

① この方法は食鹽から直接に苛性ソーダを製し得るが、副生する鹽素の需要に限りがあるから、その生産は鹽素の需要によつて制限される。



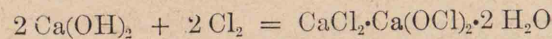


第61圖：隔膜法（石棉製隔膜をイオンは自由に通過するが、水素気泡は通過しない。左はその実景）

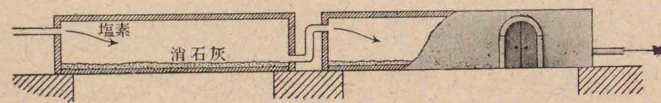
溶解度の小さい食塩が先づ結晶となつて析出するから除去し、母液を煮詰めて製品とする。

**3. 苛性カリ** 苛性カリは炭酸カリ又は鹽化カリを原料とし、夫々苛性化法又は電解法によつて苛性ソーダの製法と同様に製造される。

**4. 晒粉** 鹽素の最大用途は晒粉の製造である。鉛張りの室に消石灰を撒布して鹽素ガスを送入すれば、次の反應によつて晒粉を生ずる。



純粋な晒粉は、鹽化カルシウムと次亞鹽素酸カルシウム



第62圖：晒粉の製造

ム  $[\text{Ca}(\text{OCl})_2]$  との複鹽で、2分子の結

晶水を含む。晒粉に酸を加へると、次式の如く分解して鹽素を發生する。



晒粉が漂白作用を呈するのは、その分解によつて生ず

る鹽素が水に反應して發生機の酸素を生じ、このものが強力な酸化作用を有するによる。



石灰乳に鹽素を通じ、適當に處理して真空蒸發すれば、純粹に近い次亞鹽素酸カルシウムが得られる。これを高度晒粉といふ。

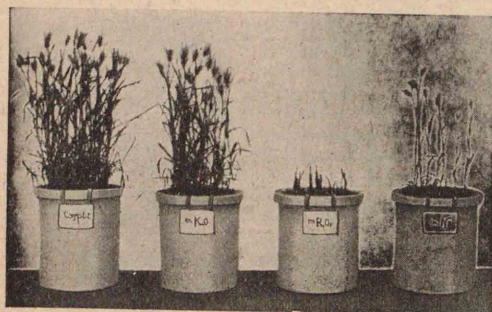
晒粉は木綿・パルプ等の漂白に用ひられる外、殺菌劑・消毒劑としても有用である。

**5. 鹽素** 鹽素は晒粉・合成鹽酸・鹽素を含む溶劑・工業藥品・染料・中間物等の製造に用ひる外、一朝有事の際に必要な毒ガスの製造原料とする。また鹽素は直接に漂白・殺菌等にも利用せられる。鹽素の利用はアルカリ工業に關聯して極めて重要である。

① 晒粉が特に酸を加へなくても漂白作用を呈するのは、空氣中の炭酸ガスのために分解するのによる。

## 第7章 肥料

植物體を構成する元素は、炭素・酸素・水素及び窒素の外に、燐・硫黄・鹽素・珪素・カリウム・ナトリウム・カルシウム・マグネシウム・鐵・マンガン・アルミニウム等である。



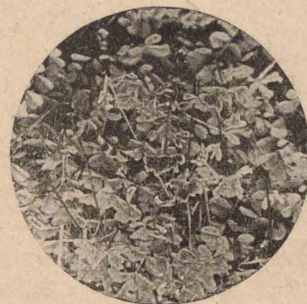
第63圖：肥料の三要素による植物(大麦)の生育  
(左より、完全・無カリウム・無燐酸・無窒素)

植物の生育に必要なこれ等の諸元素は、空气中又は土壤中に比較的豊富に存在するが、窒素・燐及びカリウムは缺乏し易い。それ故、これ等を含むものを肥料として供給する必要がある。この三元素を**肥料の三要素**といふ。

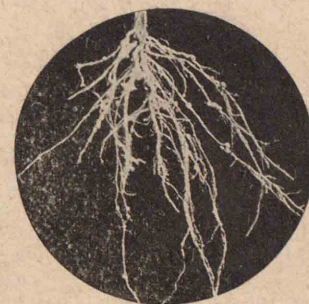
肥料はその供給資源により、有機質肥料と無機質肥料とに分類する。有機質肥料には魚粕・人糞尿・骨粉の如き動物性肥料と油粕・米糠・綠肥の如き植物性肥料とがある。動物性肥料は三要素を悉く含有するが、カリウムが不足

- ① 豆科植物は空气中の窒素を利用するが、多くの植物が空气中から攝取するのは炭酸ガスのみで、他は總て土壤中から供給される。
- ② 三要素に次で缺乏し易いのはカルシウムである。

し易い。植物性肥料は腐植質を生じて土壤の性質を改善するから、他と比較し得



第64圖：綠肥(紫雲英)



第65圖：大豆の根瘤

ない特徴を有する。無機質肥料は鑛物質肥料ともいひ、硫安・チリ硝石・過燐酸石灰・硫酸カリ等である。

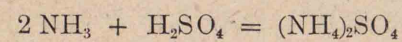
肥料はその効力の遲速により速効肥料と遲効肥料とに分ち得る。速効肥料は水に溶解易く、容易に植物に吸収せられて肥效の急速に現れるもので、尿の腐敗したもの、鑛物質肥料等がこれである。遲効肥料は肥效の現れるまでに比較的長時日を要し、効果が緩慢な代りに持続性があるもので、多くの有機質肥料はこれに屬する、これは土壤中で腐敗した後、その分解生成物が始めて植物に吸収せられる。遲効肥料の中でも動物性肥料は稍速効的である。

人造肥料とは、鑛物質肥料中、特に工業的に生産販賣せられるものをいひ、化學的操作を利用したものであるから**化學肥料**ともいふ。

## I. 窒素肥料

窒素は生物の細胞原形質の主要成分をなす蛋白質の構成要素であるから、植物體の生育には窒素が充分供給せられねばならない。農業の發達に伴つて多量の窒素肥料が消費されるに及び、有機質肥料や天然に産するチリ硝石の外に、無盡藏な空氣中の窒素を原料として窒素肥料及びその他の窒素化合物を製造する工業が勃興した。これを空中窒素固定工業といひ、合成アンモニア・石灰窒素等はその産物である。

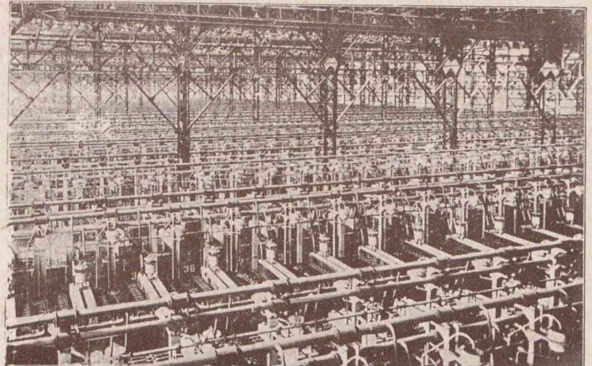
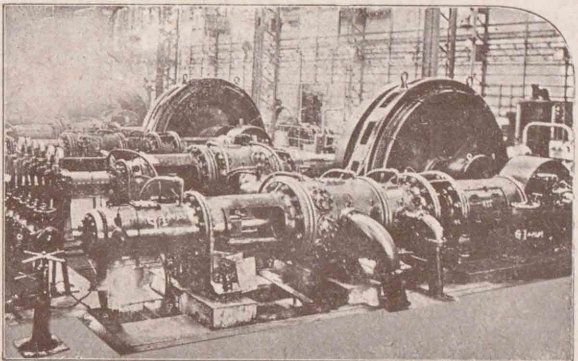
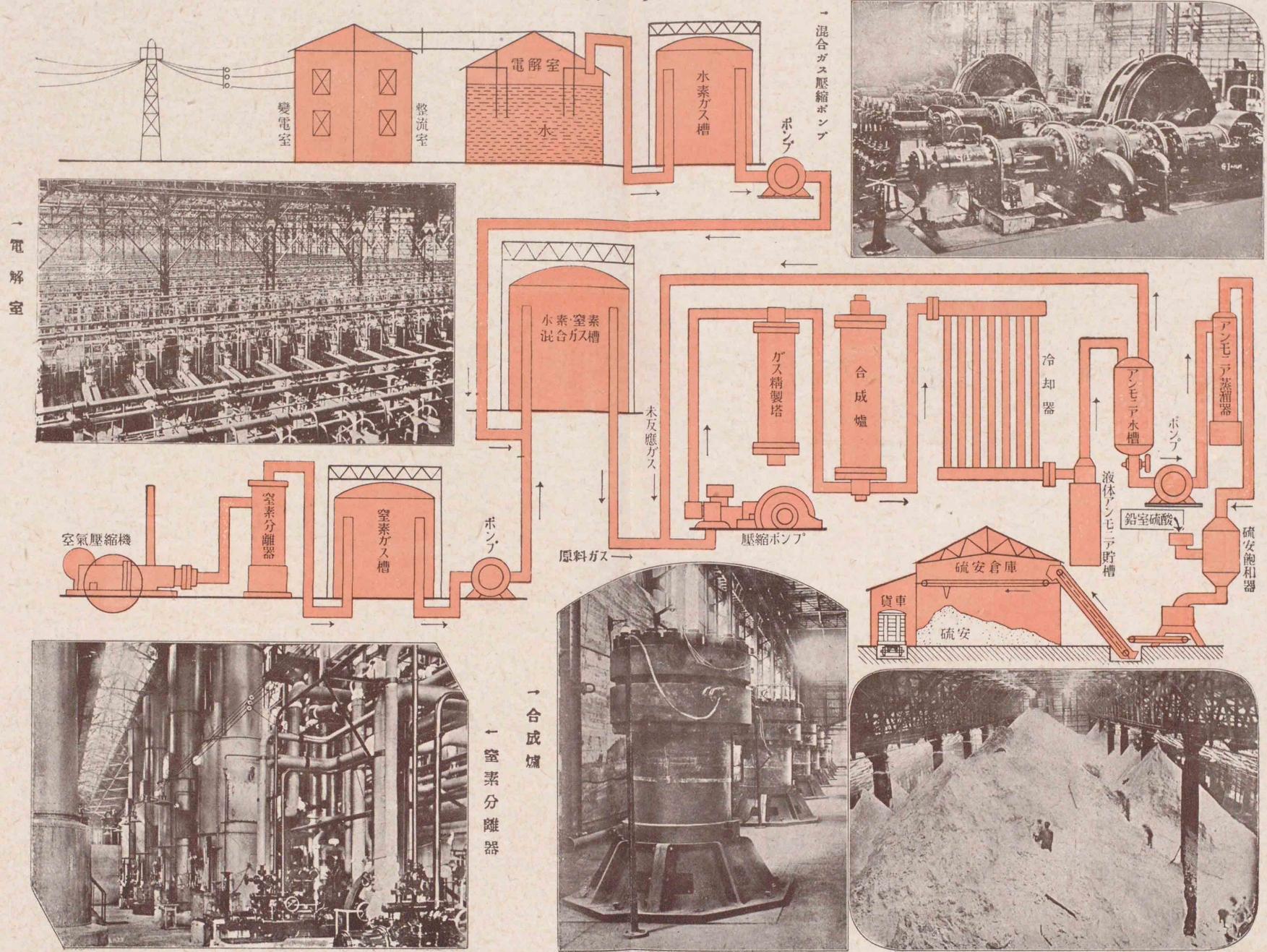
1. 硫安 これは硫酸アンモニウム  $[(NH_4)_2SO_4]$  の略稱で、アンモニアと硫酸とを作用させて得られる。



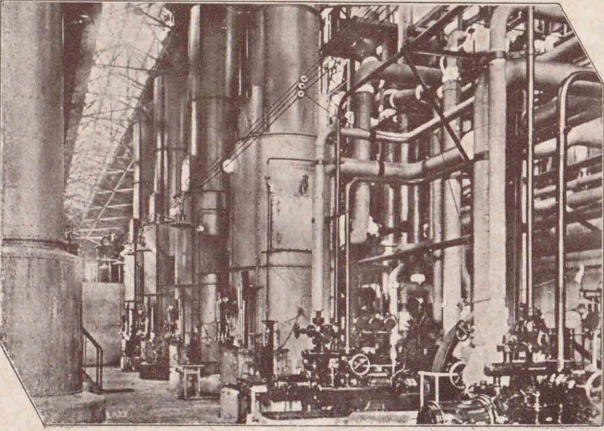
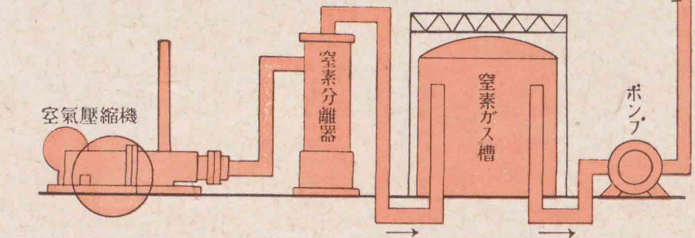
硫安の製造に用ひるアンモニアは、その給源により、副生アンモニア・合成アンモニア及び石灰窒素法アンモニアに分つ。

(1) 副生アンモニア 石炭を乾溜してコークス又は石炭ガスを製造するときに得られるガス液は、アンモニア及びその鹽類を含有する。これは石炭中の窒素化合物が高温のために分解して生

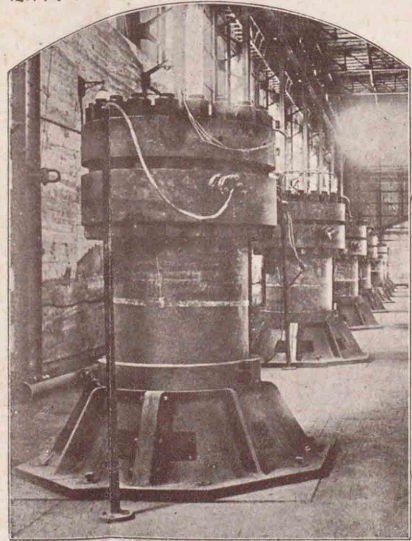
硫 安 の 製 造



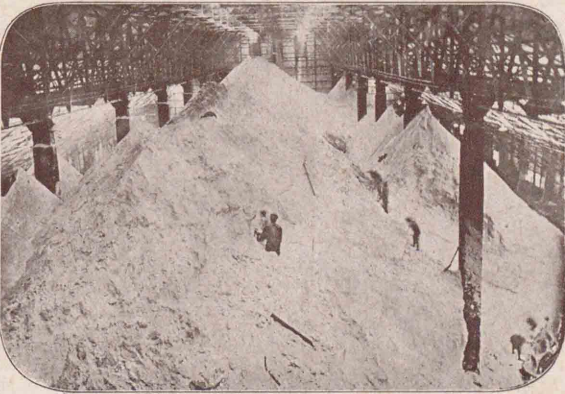
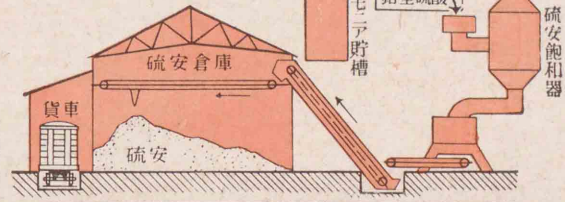
← 電 解 室



← 窒 素 分 離 器

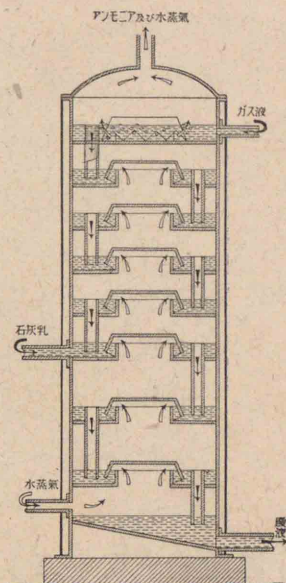


← 合 成 爐



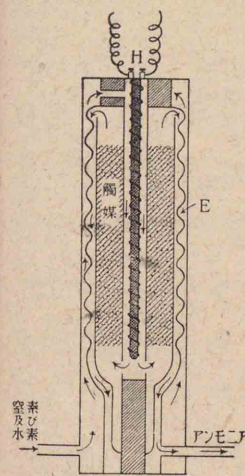
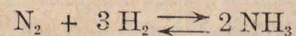
↑ 硫 安 倉 庫

じたのである。ガス液を圖の如き蒸溜塔の上から流下し、塔の中途から石灰乳を注入し、下部から水蒸氣を送入して加熱する。塔の上部で、先づ分離し易いアンモニアが分れ、次で石灰乳によつてアンモニウム鹽が分解し、發生したアンモニアは水蒸氣と共に塔の上部から去る。これを冷縮すれば、約12



%濃度のアンモニア水が得られるが、普通は直ちに硫酸に吸収させて硫安とする。

(2)合成アンモニア 現今各國に於て生産されるアンモニアの大部分はこの方法による。窒素と水素とを容積比で1:3の割合に混合し、強く壓縮して合成爐に送り、500~600°Cに熱した觸媒に觸れしめるときは、兩者は直接に化合してアンモニアを生ずる。



第67圖：合成爐(H.電熱器 E.熱交換器,原料ガスは熱せられ,反應ガスは冷却される)

ハーバー=ボッシュ法・クロード法・カザレ法・ファウザー法・モンスニ法・日本式東京工業試験所法・ウーデ法等は、皆この理を應用したものである。壓力はクロード法の1000氣壓が最高で、モンスニ法の100氣壓が最低である。觸媒は何れも鐵を主體とし、これに少量のアルカリ・酸化マグネシウム・酸化アルミニウム等を添加したものである。

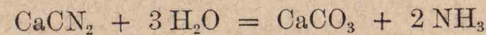


第68圖；合成アンモニアの創始者ハーバー (F. Haber, 1868—1934)

觸媒を一回通過すると、混合ガスの6~20%がアンモニアになる。未反應ガスには新に窒素と水素とを補給して合成爐に送る。以上の操作を反復し、生成したアンモニアは液化し、或は水に吸収させて分取する。

原料の窒素は液體空氣を分溜して採取する。水素は水を電解し、或は水性ガス(第122頁)・石炭ガス等を冷却・壓縮して、液化の最も困難な水素のみをガスとして分離し、更に精製して使用する。

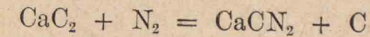
(3)石灰窒素法アンモニア 石灰窒素に過熱蒸氣を通じて分解するときは、アンモニアを生ずる。



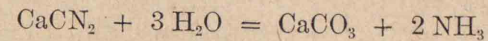
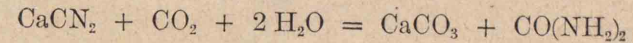
近時は、合成アンモニア法が發達したため、この方法は僅に行はれてゐるのみである。

① 我國ではこれらの諸法が何れも實施されてゐる。

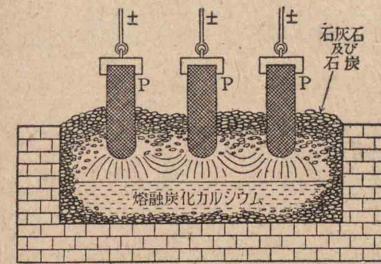
2. 石灰窒素 炭化カルシウムを約1000°Cに熱して窒素を通ずると、カルシウムシアンミド [CaCN<sub>2</sub>] と黒鉛 [C] との混合物、即ち石灰窒素を生ずる。これは灰黑色を呈し、毒性を有する。



石灰窒素は土壤中で分解して尿素或はアンモニアを生じ、肥效を現す。



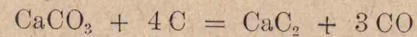
石灰窒素は、その毒性を利用して土壤の殺菌、害虫の驅除等を兼ね行ふ場合が多い。



第69圖：炭化カルシウム製造の電氣爐(Pは炭素電極)

炭化カルシウムは石灰石に無煙炭・コークス

又は木炭を混じて、電氣爐で2500°C位に熱して造る。



第70圖：本邦で行はれる窒化窯

- ① 炭化カルシウムは俗にカーバイドともいふ。
- ② 炭素棒に電流を通じて加熱する。石灰窒素は稍粘結してゐるから時々下部の支棒を取り外して掻き落す。

粉碎した炭化カルシウムを窒化燐(第70圖)に入れ、高温で窒素を吸収させると石灰窒素を生ずるが、その際に多量の熱を発生するから、最初加熱して反応させれば、後は反応熱だけでも高温を保つて反応が進行する。

3. チリ硝石 チリ硝石は南米チリに天然に産する硝酸ナトリウム[NaNO<sub>3</sub>]を或程度に精製したものである。

近時はチリ硝石の代りに合成硝酸ナトリウム或は合成硝酸カルシウムが相當廣く用ひられてゐる。

## II. 磷酸肥料

磷酸肥料としては骨粉及び骨灰も有効であるが、生産量が少い。これ等は通常加工せずしてそのまま用ひられる。

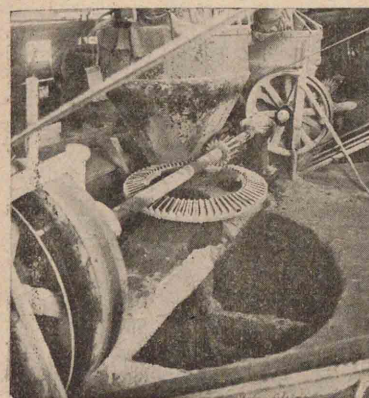
1. 過磷酸石灰 北アフリカ・北アメリカ・南洋諸島等に多量に産する燐鑛石の主成分は磷酸三カルシウム[Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]である。このものは水に溶

① チリ硝石の成因については諸説があるが、海邊に集積した海藻が分解して生じたものの如く思はれる。

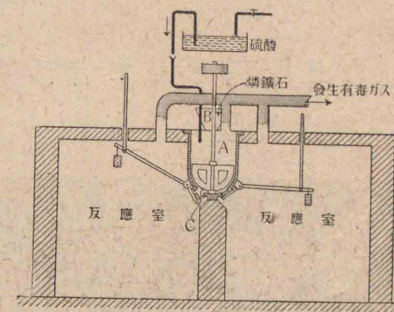
② 燐鑛石の一種グアノは熱帯の島に堆積した海鳥の糞及び屍である。アフリカ・アメリカ等に産する燐鑛石は動物の屍が地中で分解し、地層中の石灰石に作用して生じたものである。

けない。

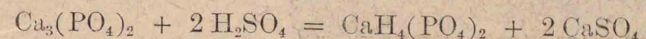
燐鑛石を粉碎して混合機に入れ、次の反応式の示す割合に濃硫酸を加へてよく混和し、コンクリート製の反応室に入れて數時間放置すれば、水に溶け易い磷酸一カルシウムと同時に硫酸カルシウムを生ずる。



第71圖：過磷酸石灰製造の混合機



第72圖：過磷酸石灰の製造装置  
(A. 混合機, B. 燐鑛石入口,  
C. 混合物を反応室に流し出す口)



工業上の過磷酸石灰とは斯くして得られた磷酸一カルシウムと硫酸カルシウムとの混合物である。

2. 重過磷酸石灰 前述の硫酸の代りに磷酸を用ひて燐鑛石を分解すると、殆ど磷酸一カルシウムのみより成る製品が得られる。



このものを重過磷酸石灰といひ、磷酸の含有量

が過磷酸石灰の2倍餘である。

**3. トーマス燐肥** トーマス法によつて、含燐銑鐵から鋼を作るときに生ずる鑛滓を粉碎したものをトーマス燐肥といふ。我國には含燐銑鐵が産出しないからトーマス燐肥は生産されない。

### III. カリ肥料

カリ肥料として昔は専ら植物灰を用ひた。植物灰は炭酸カリ・硫酸カリ・鹽化カリ等を含む。



第73圖：スタッスフルトの岩鹽坑

近時カリ肥料として工業的に生産されるものは、何れも天然カリウム鹽を原料とする。ドイツのスタッスフルトはその著名な産地で、世界産額の約3/4を占める。

**1. 鹽化カリ** 鹽化カリは主としてカーナリット  $[KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O]$  となつて、スタッスフルトの岩鹽層中に産出する。これを適當に處理し、鹽化カリを結晶させて分離する。

**2. 硫酸カリ** 硫酸カリは主に鹽化カリ又はカーナリットに硫酸を作用させて鹽酸を造る際の

殘留物から製造する。

### IV. 調合肥料及び新合成肥料

窒素・燐酸及びカリ肥料は、單獨では偏質肥料であつて、施肥の効果を十分に發揮し得ない。

調合肥料は偏質肥料の缺點を除くために、前記の各種人造肥料以外に、油粕・魚粕等の有機質肥料をも適當に配合して、植物の種類、土壤・氣候等に適するやうにした完全肥料である。

新合成肥料は尿素  $[CO(NH_2)_2]$ ・燐酸二アンモニウム  $[(NH_4)_2HPO_4]$ ・硝酸アンモニウム・硝酸カリ等を配合した化學肥料である。多くは、肥料の三要素又は三要素中の二要素を含有し、且つ有效成分の含有量が大で、運搬費を減じ得る特徴を有する。近年發達したもので、ロイナフ、ス・アンモフ、ス・ニトロフ、スカ・硫燐安等の商品名で販賣されてゐる肥料がこれに屬する。



## 第8章 窯業

ガラス・セメント・陶磁器等は何れも原料を窯<sup>かま</sup>に入れて焼いて作るから、これ等に関する工業を總稱して窯業<sup>えうげい</sup>といふ。またこれは何れも珪酸鹽類を利用するものであるから、珪酸鹽工業ともいふ。

### I. ガラス

酸性物質なる無水珪酸 $[\text{SiO}_2]$ に、鹽基性物質なる炭酸ソーダ・炭酸カルシウム・酸化鉛等を混合し、強熱して化合させれば、それ等の珪酸鹽を生ずる。ガラスは斯様な珪酸鹽が2種以上互に溶け合つて生じた固溶體<sup>①</sup>であるから、ガラスの成分及び組成は、その種類によつて異なる。

1. ガラスの種類 ガラスを化學成分上より分類して、主なものを示せば次の通りである。

(1)石灰ガラス(クラウンガラス) これは最も普通なガラスで、窓ガラス・壺・コップ等の製造に多く用いられる。その主成分は珪酸カルシウムと珪酸ア

① 固溶體とは固體溶液の意味である。一般性質として非結晶性で、熱すれば漸次軟化して熔融し、明瞭な融點を示さない。

ルカリ<sup>②</sup>で、そのアルカリがナトリウム<sup>③</sup>のものをソーダガラスといひ、カリウム<sup>④</sup>のものをカリガラス又はボヘミヤガラスといふ。カリガラスは我國では原料の関係上殆ど生産されない。

(2)鉛ガラス(フリントガラス) これはカリガラスの石灰の代りに酸化鉛 $[\text{PbO}]$ を含み、光を強く屈折して光澤に富む。レンズ・プリズム・カットガラス・装飾品等の製造に多く用ひられる。

(3)硼珪ガラス<sup>⑤</sup> これは珪酸の一部を酸化硼素 $[\text{B}_2\text{O}_3]$ で代へアルカリの量を減じたもので、膨脹率が小で温度の急變に耐へる。放電管・坩堝その他理化學用器具の製作に用ひられる。

(4)石英ガラス 石英ガラスは純粋な無水珪酸を電熱又は酸水素焰を用ひて熔融し、透明なガラス状にしたものである。このガラスは温度の急變に耐へ、紫外線をよく透過する特性があるので、特別の蒸發皿・坩堝・燃焼管・水銀燈管等の製造に用ひられる。

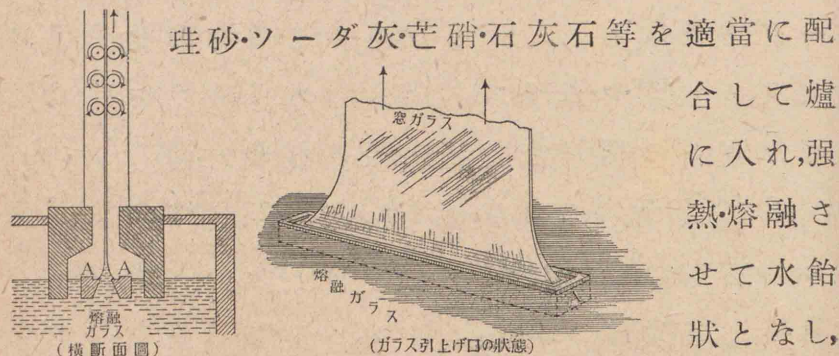
② 石灰ガラスの一般式は  $x\text{R}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot z\text{SiO}_2$  で、Rはナトリウム又はカリウム、 $x, z$ はガラスの種類によつて異なる係數である。

③ パイレックスガラスはこれに屬する。硬質ガラスは稍多量のマグネシア $[\text{MgO}]$ ・アルミナ $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ 等を含み、普通ガラスよりも硬い。

④ 無水珪酸の融點は約 $1700^\circ\text{C}$ である。

⑤ 普通ガラスの膨脹率は約0.000008であるが石英ガラスの膨脹率はその約 $1/12$ である。

### 2. 窓ガラス(薄板ガラス)の製造

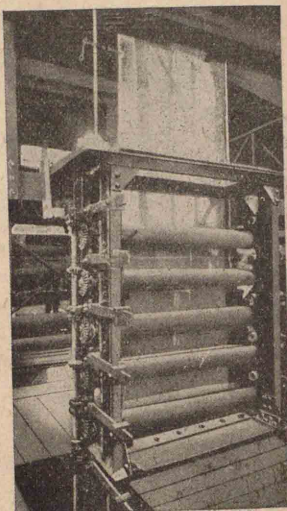


第74圖：フーコール式窓ガラス製造法 (Aは耐火煉瓦製の引上口で熔融ガラス上に浮ぶ。板の厚さは引上げる速さと引上口の幅とで調節する)

これから直接に板状に引上げて連続的に製造する。

### 3. 磨き板ガラスの製造

飾窓鏡等に用ひる磨き板ガラスは、熔融したガラスを鐵板上に流し、ロールで一定の厚さに延べ、研磨機によつて金剛砂、酸化鐵(べんがら)等を用ひて磨いて作る。

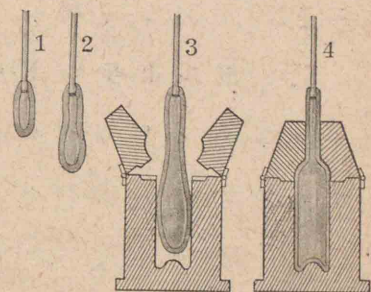


第75圖：フーコール式窓ガラス製造機の上部

4. 製壘 ガラス壘は大規模には製壘機を用ひて連続自動的に作る。製壘機の周圍には多數の壘型が取付けられ、これに熔融したガラスが注入されると、直ちに壓縮空氣で吹きひろげられて

壘となり、機械の廻轉と共に更に加工仕上げられる。

5. 光學用ガラスの製造 光學用ガラスは無色透明で、泡等を含まず且つガラスの内部に歪ひきみのないことを必要とする。普通



第76圖：人口吹法による壘の成形 (數字はその順序を示す)

ガラスが青色を帯びてゐるのは、鐵を含むためであるから、原料には鐵分を含まない優良なものを選択する。また歪をなくするには、一旦製造したガラスを砕いて優良な部分のみを取り、再び高温に熱し、十數日を要して徐々に冷却する。

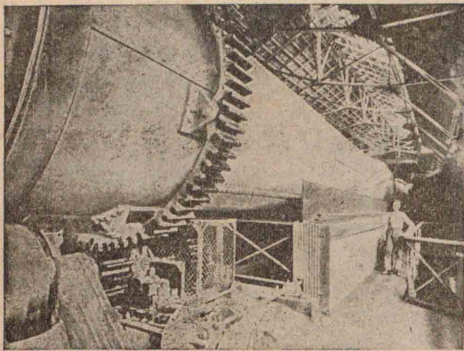
6. ガラスの着色 色ガラスを作るには、ガラス原料に金屬又は金屬酸化物を加へる。例へば、赤色ガラスは金又は酸化銅を、青色ガラスは酸化コバルトを、紫色ガラスは二酸化マンガン、茶色ガラスは炭素を加へて得られる。また、螢石のやうな弗化物或は骨灰のやうな磷酸鹽を加へると乳白色ガラスを得る。

## II. セメント

セメントは廣い意味では無機質の接合劑の稱で、狹い意味ではポルトランド=セメントの略稱で

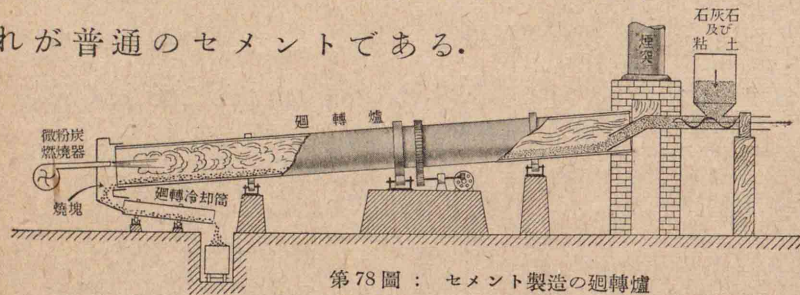
ある。

1. ポルトランド=セメント ポルトランド=セメントの主要な原料は、粘土と石灰石とで、その外に少量の酸化鉄・石膏等を使用する。先づ石灰石と粘土とを凡そ3:1の割合に混合し、少量の酸化



第77圖：セメント製造の廻轉爐の外観

鉄を加へて十分に粉碎する。これを廻轉爐に入れ、1400~1500°Cに強熱して半熔融の状態に至らしめ、なるべく急速に冷却して小塊状の焼塊(クリンカー)を得る。焼塊を粉碎したものに水を加へると、瞬間的に凝結するから、これを調節する目的で焼塊に對し2~4%の石膏を加へて粉碎する。これが普通のセメントである。



第78圖：セメント製造の廻轉爐

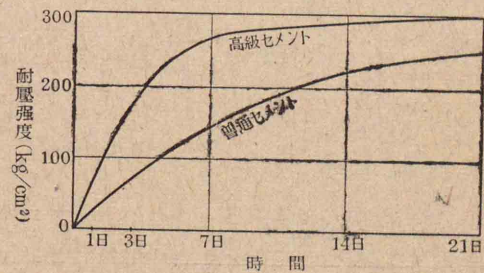
① 主に硫酸製造の際得られる黄鐵礦の燒滓を用ひる。これは媒焙劑となつて燒塊の融點を下げ粘土と石灰との反應を容易ならしめる。

セメントの主成分は石灰石から生じた酸化カルシウムが粘土の成分中の無水珪酸[SiO<sub>2</sub>]及びアルミナ[Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]と高温で化合して生じた珪酸二石灰[2CaO·SiO<sub>2</sub>]・珪酸三石灰[3CaO·SiO<sub>2</sub>]・アルミ酸三石灰[3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]等のカルシウム鹽類である。セメントが硬化する理由は、これ等のカルシウム鹽類が水のために分解し、同時に水と化合して、CaO·SiO<sub>2</sub>·2.5H<sub>2</sub>O, 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O等の強硬度の結晶を生じ、互に凝結・固化するによる。

セメントを水でぬつて放置すると、1時間以上経過した後凝結し始め、1~2時間を要して終る。凝結後は時間と共に硬さを増し、數十日後に充分な強さを現す。この性質を水硬性といふ。

高級セメントは普通セメントに比べて短時日で高強度を現す特質を有する。その成分及び組成は普通セメントと大差がないが、原料の混合及び製品の粉碎を充分にする等の改良を加へたものである。

2. 高爐セメント 製鐵工場に於て多量に副生する高爐鑛滓(熔鑛爐鑛滓)は、多量の珪酸及びアルミ酸の石灰鹽を含む。高爐鑛滓のみでは水硬性が乏しいか



第79圖：コンクリート強度試験の一例

ら、普通に約同量のセメント焼塊を混じて粉碎する。これが高爐セメントである。

**コンクリート**はセメントに細砂・砂利及び水を混和して固結せしめたものである。普通に建築の基礎工事にはセメント1、川砂3、豆砂利6の混合物を使用し、水中工事にはセメント1、砂3の混合物を使用する。

### III. 陶磁器及び珐瑯鐵器

**1. 陶磁器の種類** 陶磁器の種類は頗る多いが、大體土器・陶器・炆器及び磁器に分類される。土器は素地が弱く、且つ不透明で吸水性を有する。瓦・煉瓦・樂焼等がこれである。陶器は土器に類するが、素地が堅硬で、透明又は不透明な釉<sup>うはぐすり</sup>が施してある。栗田焼・出雲焼・薩摩焼・眞葛焼<sup>まぐさ</sup>等がこれに屬する。炆器<sup>せつき</sup>は素地が硬くて不透明で、吸水性がなく、多くは簡単な食鹽釉<sup>しょくえんゆう</sup>が施してある。萬古燒・備前燒・常滑燒<sup>とこなめ</sup>等がこれである。磁器は素地が透明性を帯びた極めて堅硬なガラス質で、吸水性がなく、總て釉が施してある。清水燒<sup>しみづ</sup>・有田燒・瀬戸燒等がこれに屬する。

**2. 陶磁器原料** 陶磁器の原料の主なものは磁

① 硬質陶器は珪酸質に富む原料に耐火粘土と少量の長石を加へて素地を作り、これに釉を施したものである。



ら、普通に約同量のセメント焼塊を混じて粉碎する。これが高爐セメントである。

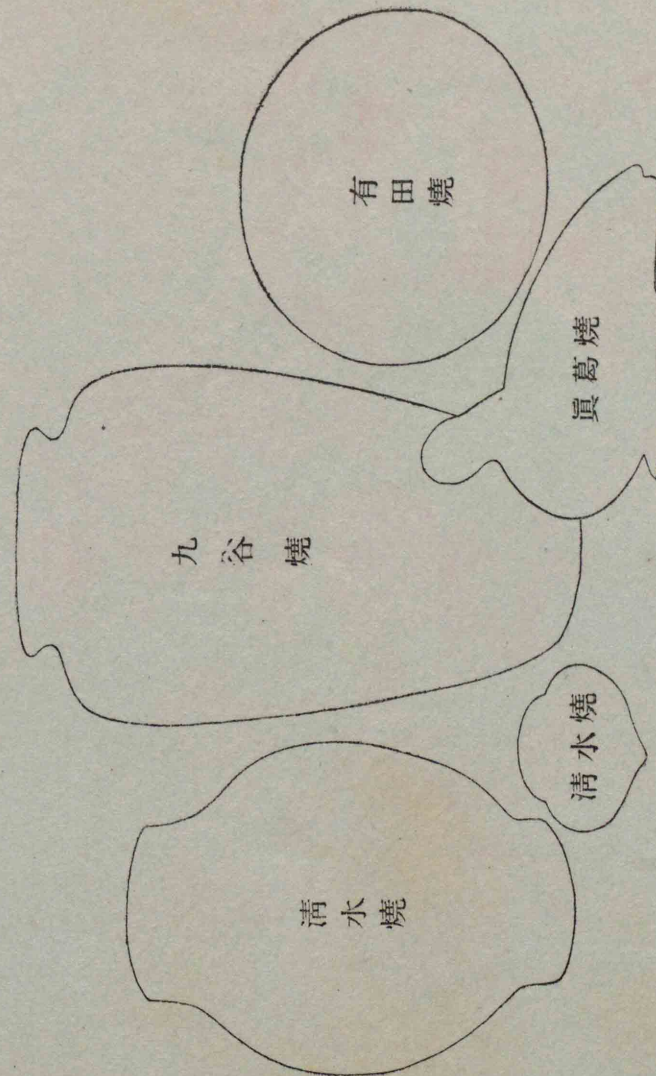
**コンクリート**はセメントに細砂・砂利及び水を混和して固結せしめたものである。普通に建築の基礎工事にはセメント1、川砂3、豆砂利6の混合物を使用し、水中工事にはセメント1、砂3の混合物を使用する。

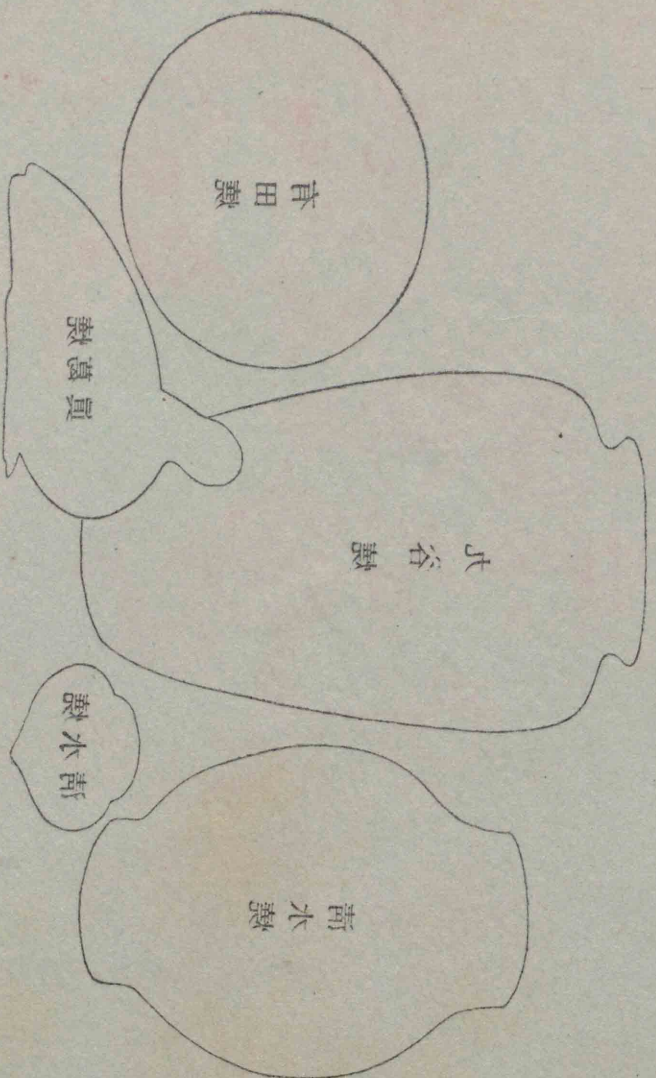
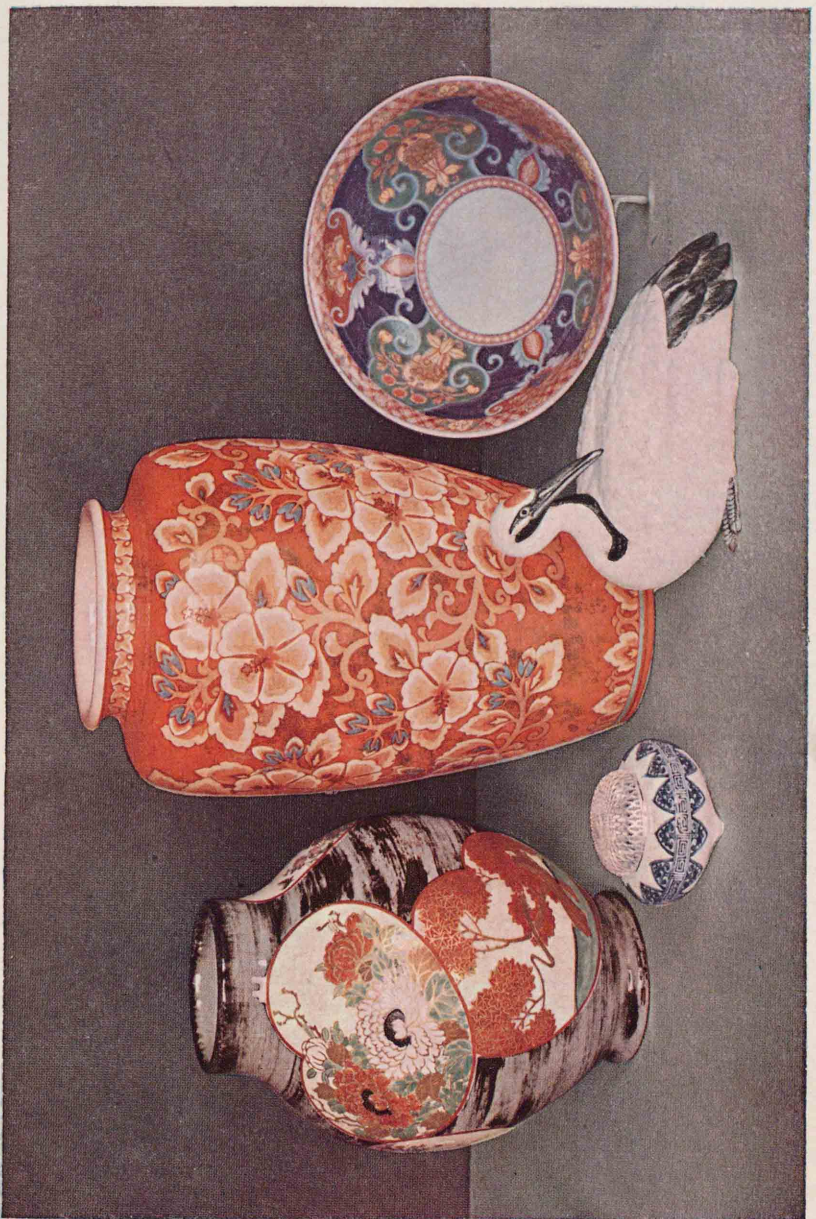
### III. 陶磁器及び琺瑯鐵器

**1. 陶磁器の種類** 陶磁器の種類は頗る多いが、大體土器・陶器・炆器及び磁器に分類される。土器は素地が弱く、且つ不透明で吸水性を有する。瓦・煉瓦・樂焼等がこれである。陶器は土器に類するが、素地が堅硬で、透明又は不透明な釉うはぐすりが施してある。栗田焼・出雲焼・薩摩焼・眞葛焼まぐさ等がこれに屬する。炆器せつきは素地が硬くて不透明で、吸水性がなく、多くは簡単な食鹽釉しょくえんゆうが施してある。萬古燒・備前燒・常滑燒等がこれである。磁器は素地が透明性を帯びた極めて堅硬なガラス質で、吸水性がなく、總て釉が施してある。清水燒きよみづ・有田燒・瀬戸燒等がこれに屬する。

**2. 陶磁器原料** 陶磁器の原料の主なものは磁

① 硬質陶器は珪酸質に富む原料に、耐火粘土と少量の長石を加へて素地を作り、これに釉を施したものである。

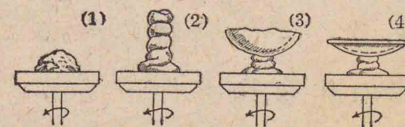




土・耐火粘土・長石・珪石及び彩色材料である。磁土はカオリンともいひ、長石類の風化して生じたもので、陶磁器製造に必要缺くべからざるものである。愛知縣附近に多量に産出する<sup>がいろめ</sup>蛙目粘土もこれに屬する。耐火粘土は粘土の成分中、熔融し易いアルカリ・石灰・酸化鐵等が殆ど除かれたもので、瀬戸地方(愛知縣)に産する<sup>きぶし</sup>木節粘土はその代表的なものである。長石はカリ長石  $[K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2]$  が主に用ひられ、熔融すれば硝子質となる。珪石及び珪砂は粘土の粘性を減じ、加熱によつて稍膨脹するから、粘土の收縮を幾分防止する目的に用ひられる。

彩色材料には色ガラスの製造と同様に、酸化鐵・酸化銅・酸化コバルト・酸化マンガン・酸化ウラン等の金属氧化物或は鹽化金等が使用される(第88頁参照)。

3. 陶磁器の製造 磁土・長石・珪石等の原料は適當に配合して粉碎した後、篩別又は水篩して粉末度をそろへ、水でねつて數日間放置する。これを<sup>はいど</sup>坏土又は<sup>きぢつち</sup>素地土といふ。坏土は<sup>ろくる</sup>轆轤・押型・

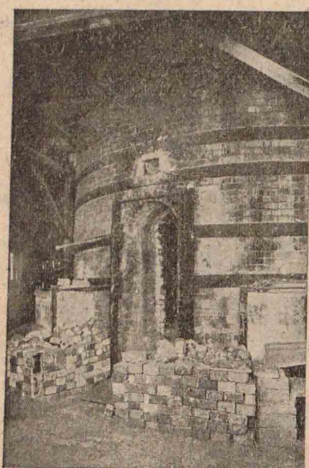


第80圖：轆轤による陶磁器の成形(右)とその順序(左)

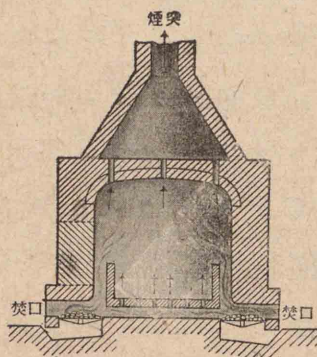
① 土の組成は  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  で示される。

鑄込等によつて所要の器物に作り、日光の直射を避けて充分に乾燥する。これを焼いたものが素焼である。

釉は炭酸アルカリ・石英・硼砂・石灰等を配合し、水を加へて泥状にしたものである。これを素焼に塗つて乾燥した後、窯に入れて本焼を行ふ。



磁器の本焼では 1400°C 附近に熱する。この際、釉は熔融してガラス



状の薄層となり、素地も同時に焼きしまつて緻密・堅硬となる。

陶器は素焼を高温で行ひ、本焼は熔融し易い釉を用ひて低温で行ふ。

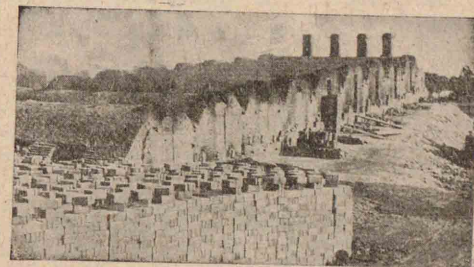
炻器は素焼を行はないで直ちに本焼し、焼き終りに焚口に食鹽を撒布する。この食鹽は揮發して素地の表面とガラス状の化合物を作り、本焼と施釉とが同時に終る。これを食鹽釉又は揮發釉といふ。

第81圖：陶磁器窯爐の外観(左)と昇焰式窯爐(右)

彩色は素焼後に行ふものを下繪、本焼後に行ふものを上繪といひ、上繪は彩色後更に上焼する。

4. 瓦と煉瓦 瓦は不純な粘土をねつて形を作り乾かして焼いたものである。黒色を呈するのは、燃料が不完全燃焼して生じた炭素のためである。

煉瓦は鐵分の多い粘土に砂と水とを加へてねり、成形乾燥した後に酸化焰で焼いたもので酸化鐵のため赤色を呈する。建築用の化粧煉



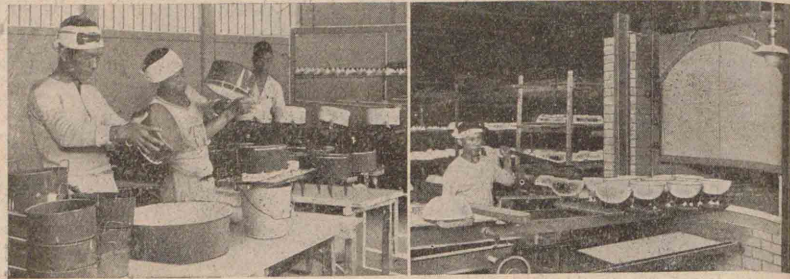
第82圖：煉瓦窯(登窯)

瓦はタイルともいひ、主に食鹽釉を施した陶器である。

5. 耐火煉瓦 耐火煉瓦とは高温に耐へ、且つ熔融物やガスの侵蝕に耐へるもので、陶磁器・ガラス・セメント等の製造窯のみならず、銅・鐵の精鍊爐、汽罐の爐、ガス及びコークスの製造爐等百般の製造工業に重要である。原料により粘土質煉瓦・珪石質煉瓦・マグネシア煉瓦等があつて夫々特性を有する。

6. 珪瑯鐵器 珪瑯はエナメルともいひ、成分は陶磁器の釉と殆ど同様である。これを製するには、先づ炭酸ソーダ・長石・珪砂・水晶石・硼砂・硝石等を粉碎して適當に調合し、これを熔融してガラス質のものとなし、水中に落して固まらせる。これ





第83圖：珐瑯鐵器の製造(左.珐瑯掛け, 右窯入)

をフリット又は白玉といふ。

珐瑯鐵器はフリットを粉碎して、酸化錫の如き白色劑<sup>①</sup>と共に水でねつて鐵器の表面に塗り、爐で焼いて融着させたものである。

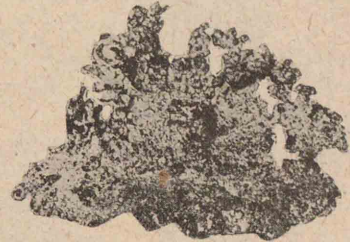
七寶燒に用ひるエナメルも珐瑯の一種である。多くは銅の表面に融點の低いフリットを用ひて圖案を描き、加熱融着させた後に磨いたものである。

① 着色エナメルに於ては酸化コバルト等の着色劑を用ひる。

## 第9章 冶金

近代文明は金屬に負ふ所が頗る多い。金屬には單體として産出するものもあるが、多くは硫化物・酸化物・水酸化物・炭酸鹽・硫酸鹽・珪酸鹽等の化合物の形で鑛物となつて産出する。

鑛石<sup>①</sup>その他の材料から目的とする金屬を分離する操作を精鍊又は冶金<sup>②</sup>といふ。



第84圖：自然銅

### I. 乾式冶金

乾式冶金は熱を利用する方法で、最も廣く行はれる。

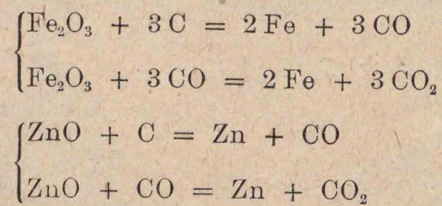
1. 還元による冶金法 これは鑛石を焼いて金屬酸化物とし、このものに適當な還元劑を作用させて金屬を分離する方法である。

(1)還元劑に炭素質又は一酸化炭素を用ひる方法 この方法は鐵・亞鉛・錫・鉛等の精鍊に用ひられ

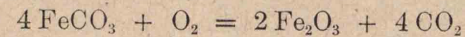
① 鑛石とは目的とする金屬を經濟的に採取し得る鑛物をいふ。

② 冶金は精鍊の外に金屬の加工例へば合金の製造等をも含んだ廣義に解する場合が多い。

る。炭素質及び一酸化炭素は燃焼して炭酸ガスとなる性質があるから、これ等は高温に於ては金属酸化物から酸素を奪ふ強力な還元剤として作用する。炭素質としてはコークス・石炭又は木炭が用ひられる。



鑛石が炭酸鹽又は硫化物の場合は、先づ空氣中で焼いて酸化物に變化せしめた後に還元を行ふ。



鐵は主として赤鐵鑛 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ ・褐鐵鑛 $[2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ ・磁鐵鑛 $[\text{Fe}_3\text{O}_4]$ 等の酸化鑛となつて産出し、稀に炭酸鐵鑛(菱鐵鑛) $[\text{FeCO}_3]$ として産出する。亞鉛・錫の最も重要な鑛石は夫夫閃亞鉛鑛 $[\text{ZnS}]$ ・錫石 $[\text{SnO}_2]$ である。

鐵の精鍊には巨大な熔鑛爐(高爐)を使用する。爐の上部から鑛石・コークス及び石灰石を交互に入れ、これを下方から熱風を吹込んで燃焼させると、熔融した鐵鑛は還元されて銑鐵となり、底部に溜る。この際、石灰石は媒熔劑として作用し、鑛石及びコークス中の不純物と結合して鑛滓となり、表面に浮んで銑鐵を被ふ。



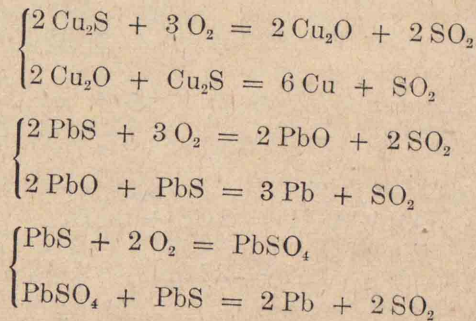
熔鑛爐

(アメリカ イリノイス州製鋼所)

銑鐵と鑛滓とは爐の下部から逐次に取り出し、晝夜連続して作業する。

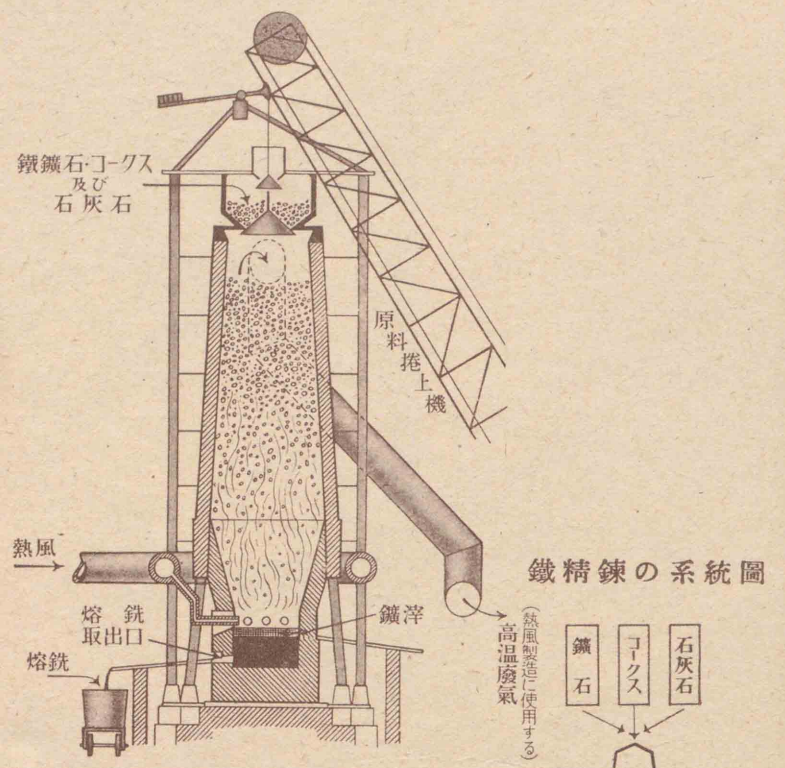
亞鉛の精鍊では酸化亞鉛と炭素とを耐火粘土製のレトルトに入れて熱する。亞鉛は 907°C で沸騰するから、生成した亞鉛は蒸氣とつて溜出する。

(2)還元剤に金屬硫化物を用ひる方法 銅・鉛等の精鍊には、硫化物を或程度に焼いて酸化物又は硫酸鹽に變じ、これと未反應の硫化物とを作用させて金屬を遊離させる方法が行はれる。

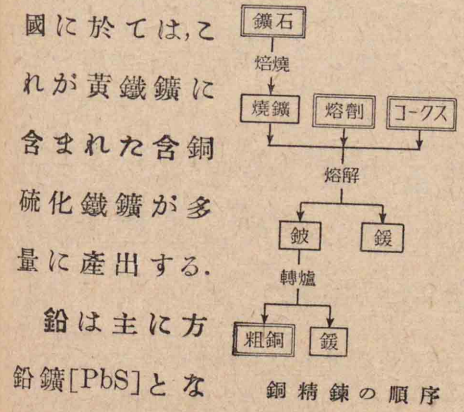
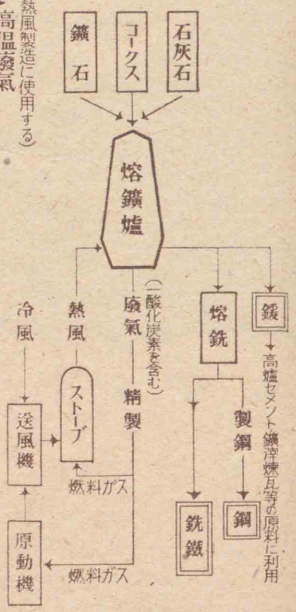


銅は主として黄銅鑛 [CuFeS<sub>2</sub>] となつて産出し、殊に我國に於ては、これが黄鐵鑛に含まれた含銅硫化鐵鑛が大量に産出する。

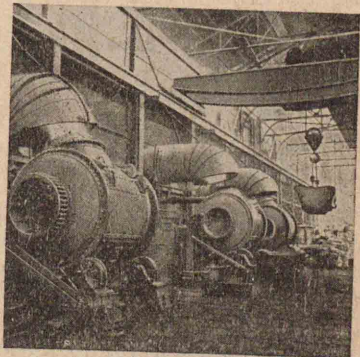
鉛は主に方鉛鑛 [PbS] とな



熔鑛爐の構造



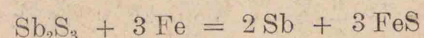
銅精鍊の順序



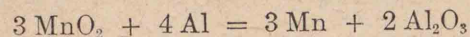
第85圖：銅精鍊の轉爐

つて産出する。

(3)還元剤に金属を用ひる方法 この方法はアンチモン・クロム・マンガンの精錬に用ひられてゐる。例へば硫化アンチモンに鉄を混じて熔融すれば、硫化鉄を生じてアンチモンが遊離する。これは硫黄がアンチモンに對するよりも、鉄に對して一層強い化合力を有するためである。<sup>①</sup>



鉄を用ひると同じ理由から、酸化クロム又は二酸化マンガんにアルミニウムを混じて熔融すれば、酸化アルミニウムを生じてクロム又はマンガが遊離する。<sup>②</sup>

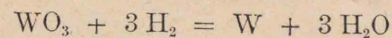


アンチモンは主に輝安鑛 [ $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ]、クロムはクロム鐵鑛 [ $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ] となつて産出する。マンガンの主要な鑛石は硬マンガン鑛 [ $\text{MnO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ]・軟マンガン鑛 [ $\text{MnO}_2$ ] 及び菱マンガン鑛 [ $\text{MnCO}_3$ ] である。

(4)還元剤に水素を用ひる方法 酸化タングステン [ $\text{WO}_3$ ] を  $900\sim 1000^\circ\text{C}$  に熱して水素を通ずれば、還元されてタングステンが遊離する。

① 硫化鉛に鐵を作用させて鉛を遊離させる方法も一部行はれる。

② この方法をテルミット法又はゴールドシュミット法といふ。



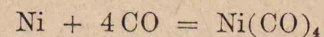
2. 特殊冶金法 特殊な冶金法の主なものを示せば次の通りである。

(1)灰吹法 多量の金・銀を含む鉛を熔融し、これに空気を吹きあてると、鉛は酸化して表面に浮ぶ。これを除去しつゝ、操作を續けると、最後に金・銀のみが酸化を受けずに塊状となつて残留する。

灰吹法は古代から行はれた金・銀の精錬法で、今日に於ても銅の電氣精錬の際得られる陽極泥 (第98頁参照) 等から金・銀を製するに用ひられてゐる。

(2)パークス分銀法 亞鉛が鉛よりも銀を溶解し易い性質を利用し、金・銀を含んだ熔融鉛に亞鉛を加へて攪拌すれば、亞鉛はこれ等の貴金属を吸収して上層に浮ぶ。この亞鉛層を分取し、蒸溜して亞鉛を分け、残留する鉛を灰吹法にかけて金・銀を分つ。

(3)モンド法によるニッケルの冶金 酸化ニッケル [ $\text{NiO}$ ] を  $350^\circ\text{C}$  位に熱して水性ガス [ $\text{H}_2 + \text{CO}$ ] (第122頁参照) を通ずると、還元してニッケルを生ずる。次に温度を  $50\sim 100^\circ\text{C}$  に下げれば、ニッケルと一酸化炭素 [ $\text{CO}$ ] とが化合してニッケルカーボニル [ $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ] となつて揮發する。



このものを  $180^\circ\text{C}$  に熱した分解室に導けば、逆反應を起して純ニッケルを遊離する。

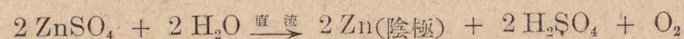
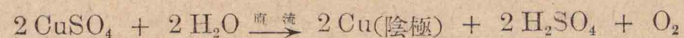
## II. 濕式冶金

濕式冶金とは水溶液又はアマルガムを用ひて精鍊する方法をいひ、銅・亜鉛・銀・金等の精鍊に用ひられる。

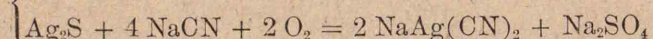
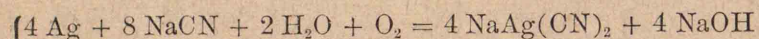
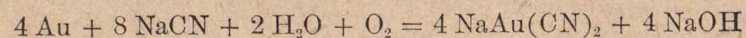
1. 銅及び亜鉛の濕式冶金 銅又は亜鉛の鑛石を焼いて酸化物とし、硫酸を加へて浸出すれば夫々硫酸銅・硫酸亜鉛の溶液が得られる。



これらの溶液は電解して陰極に金屬を沈澱させ、再生する硫酸は反復して金屬の浸出に用ひる。

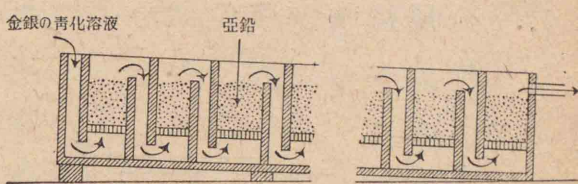


2. 青化法 青化法は金・銀の精鍊に用ひられる。金銀鑛を粉碎して青化ソーダ（又は青化カリ）の稀薄溶液に浸して置けば、夫々次の反應によつて溶解する。

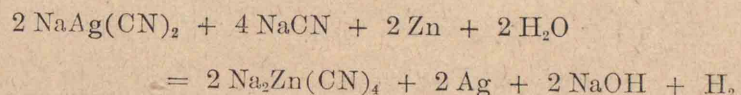
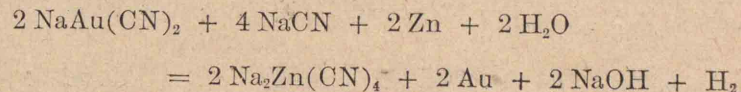


① この外に銅鑛に食鹽を混じり焼いて鹽化銅 $[\text{CuCl}_2]$ を作り、水で浸出する等の方法も行はれてゐる。

過剰の青化ソーダを含む青化金ソーダ $[\text{NaAu}(\text{CN})_2]$ 又は青化銀ソーダ $[\text{NaAg}(\text{CN})_2]$ の溶液に、亜鉛或はアルミニウムを入れれば、夫々金及び銀を沈澱する。



第86圖：金・銀の青化溶液より金・銀を沈澱させるに用ひる亜鉛箱



3. 混汞法 金屬状の金・銀は水銀と容易にアマルガムを作つて溶けるから、そのアマルガムを蒸溜し、水銀を溜出させて金・銀を採取する。混汞法は金をその富鑛より精鍊するに用ひられる。

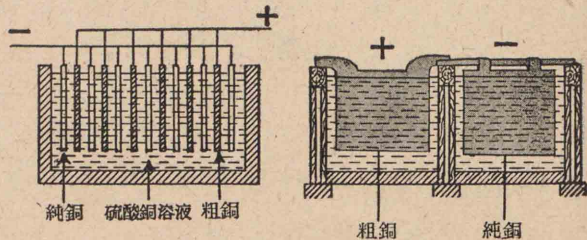
## III. 電氣冶金

電氣冶金には、電熱を應用したものと、電解を應用したものとの2法がある。前法は乾式冶金の一種であるが、燃料を使用する方法に比べて不純物が入らないのと、溫度を自由に調節し得る特徴がある。

1. 金属鹽水溶液の電解 これは主に不純な金属を精鍊するに用ひられる。現在大規模に行はれてゐるの

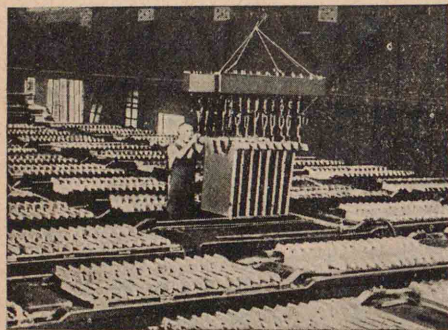
は銅であるが、また金・銀・鉛・錫・ニッケル・鐵・蒼鉛等の精鍊にも

用ひられる。



第87圖：銅精鍊の電解槽

例へば、硫酸銅の溶液を電解槽に入れ、粗銅を陽極とし、純銅を陰極として電解すれば、粗銅は溶けて純銅上に純粹な銅が析出する。この際、電解槽の底に溜る残滓は陽極泥といひ、金・銀を精鍊する原料となる。



第88圖：銅精鍊の電解室

また銅よりもイオン化傾向の大きい金属の中で、鉛・アンチモン・錫・砒素・蒼鉛は、一時溶けるが直ちに種々な不溶性

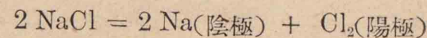
① 実際には液の電氣傳導度(電氣抵抗の逆數)を増すために硫酸を加へ、析出する銅を均質・平滑にするために膠・ゼラチン等を加へる。

電解液の組成・電壓・電流密度等を適當に調節すれば、陽極の粗銅中に含まれた金・銀はイオン化傾向が小さいから不溶性の陽極泥となる。

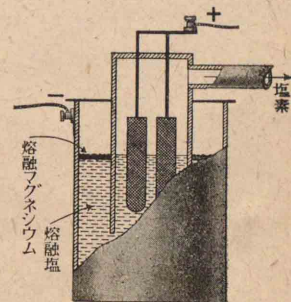
化合物を作つて陽極泥に加はり、ニッケル・鐵・亞鉛等は溶けて溶液となつて液中に残る。

2. 熔融鹽の電解 輕金属の如くイオン化傾向の甚だしく大きい金属は、その熔融鹽を電解して製造する。

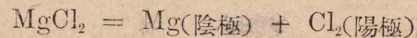
(1) ナトリウム 熔融狀の食鹽<sup>①</sup>を、鐵を陰極、炭素を陽極として電解すれば、陰極にナトリウムを生じ、陽極に鹽素を生ずる。



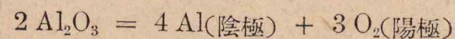
(2) マグネシウム 無水鹽化マグネシウムと鹽化カリ又は食鹽との混合物を熔融し、鐵を陰極、黒鉛を陽極として電解すれば、生成したマグネシウムは熔融して液面に浮ぶ。



第89圖：マグネシウム製造の電解槽



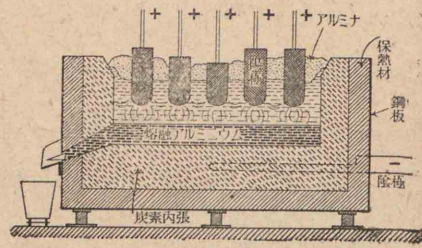
(3) アルミニウム アルミニウムは熔融した氷晶石  $[\text{Na}_3\text{AlF}_6]$  に酸化アルミニウムを溶解し、炭素を陽極とした電氣爐中で電解して製する。



この際、生成したアルミニウムは熔融して爐底

① 食鹽の代りに苛性ソーダを電解する方法も行はれる。

に溜り自ら陰極となる。  
また陽極に発生した酸素は陽極の炭素と化合し、燃えて一酸化炭素及び炭酸ガスとなるから、陽極は次第に消耗する。



第90圖：アルミニウム製造の電解槽

アルミニウムの精錬に使用する酸化アルミニウムは、普通にはボーキサイト  $[Al_2O_3 \cdot 2H_2O]$  を原料として製造するが、我國にはボーキサイトが産出しないから、明礬石  $[KAl_3(SO_4)_2(OH)_6]$ ・粘土  $[Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O]$ ・礬土頁岩等から製造する方法が研究せられ、或ものは既に工業的に行はれてゐる

## 第10章 合金

金属はその種類が多いが、純粋な物のみでは到底百般の用途を充たし得ない。合金は異なる金属と金属又は金属と非金属とを融合させたもので、同じ組成ものも加熱並に冷却の方法、鍛錬・壓延等によつてその性質を變化する特性を有する。

**合金の組織** 合金は一見均質なものであるが、表面を鏡の如く磨き、適当な腐蝕剤で腐蝕させて、これを金属顕微鏡で観察すれば、種々な微細組織を認め得る。これは、合金を構成する成分の種類及び結晶の配列状態の相違によつて腐蝕剤による腐蝕度が異なるためである。

合金の特性は、その組織状態に由来する所が多い。金属顕微鏡による方法に限らず、總て金属及び合金をその組織上から研究する學術を金相學といふ。

### I. 鐵の合金

汽車・汽船・橋梁・建築用材・兵器類等から、小刀・釘・針・金等に至るまで、鐵の需要は頗る多い。

#### 1. 炭素系の鐵 炭素は鐵に對して著しい影

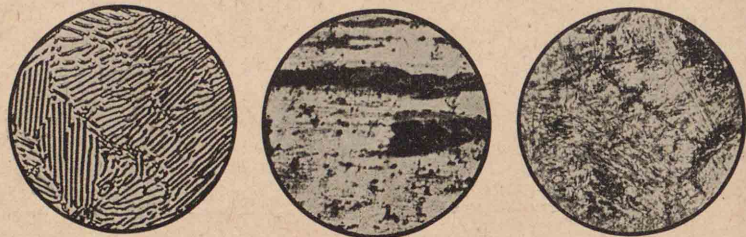
① 合金の種類により、酸・アルカリ・ピクリン酸ソーダ等を用ひる。

響を有するもので、その含有量によつて銑鐵・鍊鐵・鋼等を生ずる。

**銑鐵**の炭素含有量は1.7%以上(通常2.5~4.3%)で質が脆く、鍛鍊・壓延等は出来ないが、融點が低く、鑄造に適するから鑄鐵ともいふ。銑鐵には白銑鐵・鼠銑鐵・鋼性銑鐵の3種がある。

**鍊鐵**の炭素含有量は0.05~0.4%で、鐵の内部に鐵滓が介在する。鍊鐵は鍛鍊・壓延等が頗る容易である。

**鋼**の炭素含有量は0.5~1.7%で、鐵滓を混有することなく、質は強靱で、鍛鍊・壓延等も容易である。鋼は最も用途廣く、今日の工業用鐵材の大部分はこれに屬する。炭素含有量0.2%以下の軟鋼は板・棒・線・管等の製造に適するから、鍊鐵は現在殆ど用途がない。



第91圖：炭素系の鐵の顯微鏡寫眞(左より、銑鐵・鍊鐵・鋼)

**2. 合金系の鐵** 合金系の鐵は炭素系の鐵に特にニッケル・クロム等を加へたもので、これを大別して合金鐵と特殊鋼とにする。

(1)**合金鐵** 珪素鐵・マンガン鐵等が合金鐵に屬し、これ等は熔鋼中の酸素を除去する(脱酸)目的の

脱酸劑とし、或は特殊鋼に特殊の元素を附加する原料として用ひられる。

(2)**特殊鋼** 特殊鋼は炭素鋼に見られない特性を有するもので、その主なものについて述べる。

**マンガン鋼**は力強く、弾性限界が大であるから、橋梁材・造船材等に適する。マンガンの含有量の多いものは、特に磨耗に對する抵抗が大なるため、碎岩機・コンクリート混和機・軌條等の製造に適する。



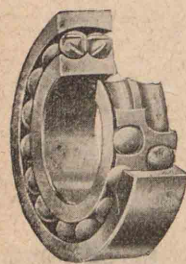
第92圖：碎岩機の使用

**ニッケル鋼**は質が強靱であるから、車軸及び自動車・飛行機等の部分品の製造に用ひ、また電氣抵抗器材・電機材等としても有用である。

**クロム鋼**は硬度が高くて力も強いが、その割合に靱性が少い。これは腐蝕に對する抵抗が大で、不銹鋼(ステンレススチール)として蒸氣タービンの翼、内燃機關の排氣瓣、ボールベアリング、化學工

① ニッケル鋼中、ニッケルを36%含むものをアンバー鋼と稱し、これは膨脹率が小なるため、標準尺・振子・精密機械等の製作に適する。又ニッケルを46%含有するものをプラチナイトと稱し、ガラス及び白金と同じ膨脹率を有する。





第93圖：ボールベアリング

業用機械及び錆びない刃物等の製造に用途が廣い。

ニッケル-クロム鋼はニッケル鋼とクロム鋼との性質を兼有し、最も強靱であるから、車軸・齒車・兵器・装甲板・化學工業用機械等の製造に頗る重要である。

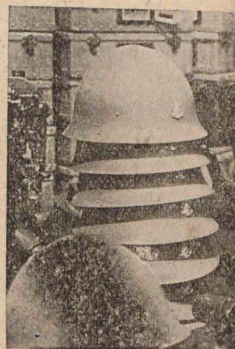
タングステン鋼は頗る靱性に富み、工具の製造に適する。① 高速度鋼はタングステン鋼の一種で、タングステンの外にクロム・コバルト・バナヂウム等を含有し、高温度に於ても硬度を失はないから、工具等の製造に有用である。

特殊鋼には以上の外、發條(ゼンマイ)の製造に適する珪素マンガン鋼、磁石の製造に適するMK鋼・KS鋼等がある。

## II. 銅の合金

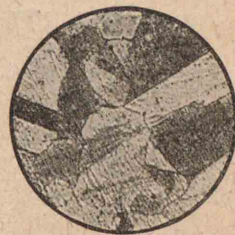
1. 黄銅 黄銅は普通に眞鍮ともいひ、銅と亜鉛との合金である。一般に黄色を呈し、質は硬く

① ウチアは炭化タングステンを主體とする工具製造用合金で、その硬さは金剛石に次ぎ、性能はそれに優る。



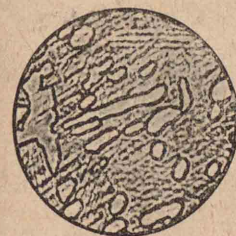
第94圖：防彈用鐵兜

て融け易く、錆び難い。銅70%、亜鉛30%より成るものを七三黄銅といひ、銅60%、亜鉛40%より成るものを四六黄銅といふ。後者は前者に比して硬度は大であるが、伸張度は小である。特殊黄銅は黄銅に鉛・錫・鐵等を添加したもので、夫々特殊の用途に供せられる。



第95圖：黄銅の顯微鏡寫眞(銅65%, 35%)

2. 青銅 青銅は銅と錫との合金でブロンズともいひ、青銅色を呈して硬く、錫の量を増すに従つて蒼白色となる。銅像用には



第96圖：青銅の顯微鏡寫眞(銅79%, 錫21%)

銅94%、錫6%、美術工藝品用には銅80~90%、錫3~8%、亜鉛1~10%より成るものを使用する。我國の銅貨は銅95%、錫4%、亜鉛1%より成る。

燐青銅は青銅に燐を添加し、或は燐を用ひて脱酸したものである。燐を0.3~1.5%含むものは軸受に適し、燐を含まないものは耐蝕性が大で鍛錬に適する。

3. アルミ銅 アルミ銅は銅とアルミニウム

① 四六黄銅はムンツ=メタルともいふ。市販の黄銅は大部分これに屬する。

との合金で、アルミニウム又はアルミニウム青銅ともいふ。これは美しい黄色を呈し、展性・延性に富み耐蝕性が大である。その普通なものはアルミニウムの含有量2~11%で、装身具・食器・ポンプ・發條等を製し、その他工業用材として使用する。

4. 洋銀 洋銀は銅・ニッケル・亜鉛の合金で銀白色を呈し、装身具・家庭用具・精密機械等の製作に用ひられる。

### III. 軽合金

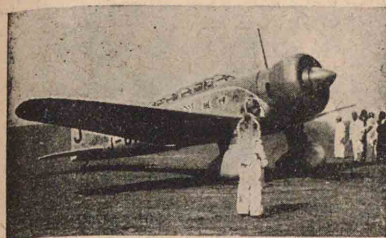
軽合金はアルミニウム又はマグネシウムを主成分とする合金で、その比重は3.5以下である。近時、航空機・自動車等の發達に伴ひ、強さが大で、比重の小さいこの種の合金が著しく重要になつた。

1. デュラルミン デュラルミンはアルミニウムを主成分とし、銅3.5~4.5%、マグネシウム0.5~1.0%、マンガン0.5~1.0%、珪素0.5~1.0%を含有する。

これは高温及び常温に於て加工自由であるが、一旦500°C附近に熱して水中に入れ、4~5日を経過すれば、硬度及び抗張力が著しく大となる。デュラルミンは軽合金の中最も重要なものである。

① 純アルミニウムの比重は2.703、純マグネシウムの比重は1.743である。

② 高温に熱した金属を水又は油中に投入して急冷する操作を焼入れといふ。



第97圖：超デュラルミン製飛行機（東京ロンドン間の記録飛行に用ひられた神風號）

超デュラルミンは珪素・マグネシウム及びマンガンの含有量が比較的多いデュラルミンで、その抗張力は普通のデュラルミンに比して約20%大である。主に飛行機の機體

の製作に用ひられる。

2. 鑄物用アルミニウム合金 これは主に航空機及び自動車機關の部分品製造に用ひられる。

シルミンは最も廣く用ひられ、アルミニウム89~86%、珪素11~14%より成る。Y合金は最も強力で、凡そアルミニウム92.5%、マグネシウム1.5%、銅4%、ニッケル2%の組成を有する。



第98圖：アルミニウム合金の顯微鏡寫眞（珪素1.7%、マグネシウム4.5%）

3. エレクトロン エレクトロンはマグネシウムを主成分とする合金で、比重は僅か1.8~1.85である。これはマグネシウム約90%、亜鉛4~8%の外に、少量のアルミニウム・銅・マンガン及び珪素を含み、質は強靱で、加工及び鑄造に適し、近時航空機・自動車の部分品製造に用ひられる。現在その著しい缺點は腐蝕性の大きなることで、海水・薬品等

に容易に侵される。

#### IV. 鉛その他の金属の合金

**1. 軸受合金** 軸受に使用する合金は摩擦が小で、車軸を摩損せず、而も耐久力の大きなることを要する。また相當の靱性を有すること、鑄造及び加工の容易なることも必要である。**バビット=メタル**は錫80~90%、アンチモン5~15%、銅3~10%より成り、内燃機關・蒸氣タービン・機關車等の軸受到に用ひられる。

**マグノリア=メタル**は凡そ鉛80%、アンチモン15%、錫5%の組成を有し、各種の機關・電車・自動車等の軸受到に使用される。この外、亜鉛を主成分とし、これに錫・銅・鉛・アンチモン等を配合した合金も多量に用ひられてゐる。

**2. 可融合金** 可融合金とは融點の低い合金の總稱で、自動消火器・自動火災報知器・フューズ等の製作に用ひられる。**ウッド合金**は鉛27%、錫13%、蒼鉛50%、カドミウム10%より成り、65°Cで熔融する。ブリキ等の接合に使用する**ハンダ**は鉛と錫とを主成分とする合金で、その融點は190°C附近である。

**3. 活字金** 活字金は熔融し易くて文字が鮮

明に鑄造し得られ、印刷の壓力に耐へる硬さを必要とする。普通に用ひられてゐるものは、鉛50~60%、アンチモン25~30%、錫5~25%より成る。

**4. ニッケルの合金** ニッケルの合金には電氣材料用合金として有用なものが多い。**コンスタンタン**はニッケル40~45%、銅60~55%より成り、高温計や抵抗線の製作に用ひられる。**ニクロム**はニッケル・クロムの合金で、電氣抵抗線等として用ひられる。

**5. 貴金属の合金** 我國の銀貨は銀72%を含む銀・銅の合金で、金貨は金90%を含む金・銅の合金である。**赤銅**は銅95%、金4%、銀1%より成り、**ホワイト=ゴールド**は、金75~85%、ニッケル10~12%、亜鉛0~10%より成り、共に裝飾用貴金属として尊重せられる。**白金=イリヂウム合金**は5~20%のイリヂウムを含有して硬く、電氣材料・高温計・化學用器具・萬年筆のペン先等の製作に用ひられる。**發火合金**は鐵・セリウムの合金で、發火器に使用する。

## 第 11 章 燃 料

燃料とは、空気の存在に於て燃焼して熱と光とを発生し、これを経済的に加熱・照明等に利用し、又は動力源となし得るものをいふ。燃料は工業の原動力であるから、燃料なくしては國家は存立し得ない。

燃料の大部分は天産物で、そのまま又はこれを加工して使用する。燃料はその状態により、固體燃料・液體燃料及び氣體燃料の 3 種に分類する。

燃料を通じて重要な性質は、發熱量と發熱度とである。發熱量とは一定量の燃料が完全に燃焼する際に発生する總熱量をいひ、通常、燃料 1kg から発生する熱量をキログラム・カロリー (Cal) で示す。炭素 1kg が完全に燃焼して炭酸ガスになる際には 8080 Cal の熱量を発生し、水素 1kg が完全に燃焼して水になる際には 34500 Cal の熱量を発生する。炭素と水素との化合物より成る燃料の發熱量は、次の如くして算出し得る。

$$\text{燃料 1kg の發熱量} = \frac{(\text{炭素の}\%) \times 8080 + (\text{水素の}\%) \times 34500}{100} \text{ Cal}$$

發熱度とは燃料を燃焼して得られる理論上の最高温度で、發熱量・燃焼生成物の容積及び比熱から算出し得ら

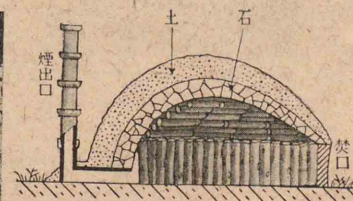
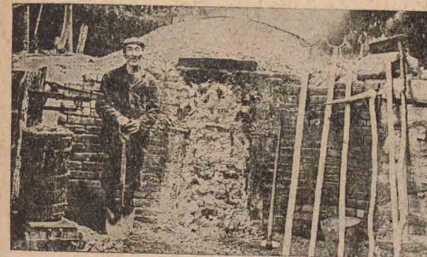
れる。發熱度は燃料の火力の強弱を示す基準となる。

### I. 固體燃料

固體燃料は液體及び氣體の燃料に比べて、炭素に對する水素の含有量が少く、加工しないものは概して煤煙を生じ易い。

**1. 薪** 水分を除去した木材の組成は、凡そ炭素 50%、水素 6%、酸素 42%、灰分 2% である。薪は空氣乾燥したもので約 20% の水分を含むから、その發熱量は比較的小さく約 2800 Cal である。

**2. 木炭** 木材を空氣の流通を斷つて焼けば、揮發性の成分を失つて木炭となる。木炭はその



第 99 圖：炭燒爐の外観(左)とその構造(右)

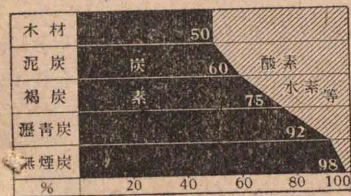
90% 以上が炭素より成るから、發熱量は薪の約 2.3 倍である。

木炭には次の種類がある。白炭はカシ等を原料としたもので、外観は灰色で質が硬く、打てば金屬音を發する。堅炭と稱するものはこれである。黒炭はナラ・クヌギ・カシ等々を原料とし、白炭よりも低温で焼いて製する。そ

の色は黒く、質が軟くて火つきがよい。松炭は松材を原料としたもので、鍛冶用に用ひられる。

3. 石炭 石炭は古代の植物が地中に埋没して、長年月の間にバクテリアの作用を受け、次で地歴と地熱とのために炭化して生じたものである。亜炭及び泥炭は植物から石炭に至る炭化の途中にあるもので、不燃性の不純物を多量に含むから、石炭よりも発熱量が小さい。

石炭は炭化の程度によつて、褐炭・瀝青炭及び無煙炭の3種に大別される。褐炭は石炭中最も炭素の含有量が



木材より無煙炭に至る炭素及び酸素・水素の含有量の比較

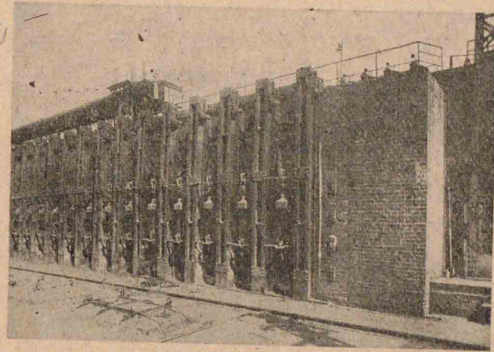
少く、褐色を呈し、水分を含み、風化し易い。これは燃焼の際有煙の焰を生じ、発熱量は約4800 Calである。瀝青炭は褐炭よりも炭化が進んだもので、純黒色・脂肪様の光澤を有し、燃焼の際有煙の焰を生じ、発熱量は約6500 Calである。無煙炭は石炭中最も炭化の進んだもので、黒色・金属様の光澤を有する。これは揮発成分が少いから燃焼の際焰を生ぜず、発熱量は約7000 Calである。

石炭の成分は炭素75~98%、水素3~6%、酸素3~20%、灰分5~30%、窒素0.5~2%及び硫黄0.3~3%等である。この中、灰分及び硫黄は無用成分であるから、それ等の含

有量はなるべく少いことが望ましい。

石炭は直接に燃料として使用する外、コークス・石炭ガス・コール=タール等の製造原料として重要である。

4. コークス(骸炭) コークスは石炭を乾溜して得られる。これは発熱量・発熱度が共に大で、圧力に耐へ且つ燃焼に際して變形することが少いから、熔鑛爐燃料として最も適し、



第100圖：コークス爐

また鐵以外の金属の精鍊にも用ひられる。

半成コークスは石炭の低温乾溜によつて得られ、多孔性で多少の揮発分を含む。これは普通のコークスに比べて火附がよいから、主として家庭用燃料とする。

5. 煉炭 煉炭は粉炭(無煙炭・半成コークス等の粉末)にピッチ・糖蜜・粘土等の粘結劑を混じ、壓搾して適當な形にしたものである。これは運搬・貯藏・燃焼に便利のため、汽罐用・家庭用の燃料に適する。

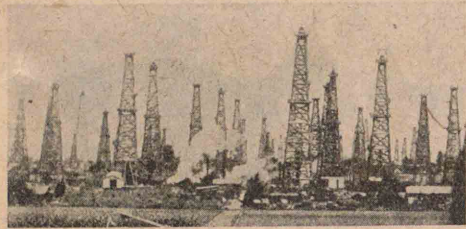
0 低温乾溜の温度は500~600°Cで、普通の高温乾溜の温度は1000°C以上である。

### II. 液體燃料

液體燃料は固體燃料に比べて種々な利點を有するから、その重要性は將來益、増大する傾向にある。

液體燃料が固體燃料に優る主な點は、管を用ひて自由に取扱ひ得られ、貯藏に大なる場所を要せず、發熱量が大で、灰分なく、また直接に内燃機關の燃料として用ひられることなどである。

1. 石油 石油は古代の有機物質、殊に動植物油脂類が長年月の間にバクテリア・地熱・地壓等のために變化して生じたものといはれてゐる。

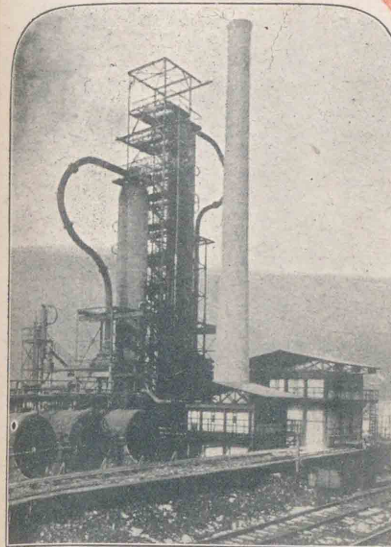


第101圖：石油井（カリフォルニア）

石油井から出たままの油を原油といふ。多くの原油は濃褐色を呈し、その主成分は炭化水素であるが、通常微量の硫黄・酸素・窒素等の化合物を含む。

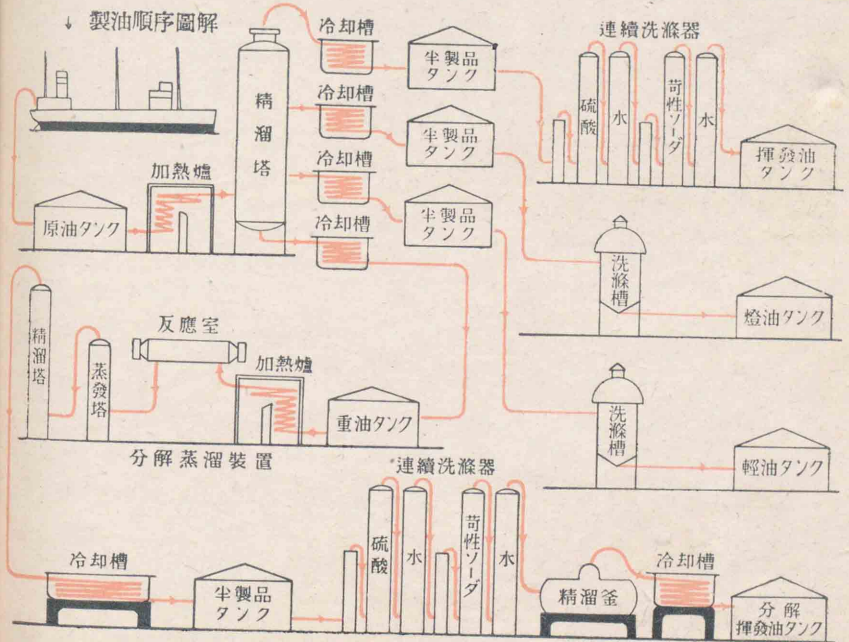
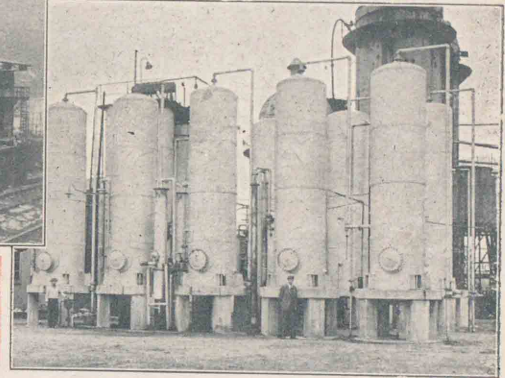
原油は普通に蒸溜を行ひ、或は更に濃硫酸・苛性ソーダ・酸性白土等を用ひて精製して、ガソリン・燈油・輕油・重油・潤滑油・石蠟・アスファルト等とする。こ

### 製油



原油の連続蒸溜装置 (精溜塔)

揮發油連続洗滌器 ↓



れ等の製品を得る操作を製油法といふ。

(1)ガソリン ガソリンは原油を蒸溜して最初に溜出する約200°C以下の溜分を精製したもので、なほこの外に、分解ガソリン・天然ガソリン等がある。これは自動車・航空機等の燃料とし、また沸點の特に低いものは溶剤・洗淨劑として用ひられる。

(2)燈油 燈油はガソリンの次に溜出する溜分を精製したもので、發動機燃料・石油ストーブ燃料・燈用・殺蟲用乳劑の製造、機械類の洗淨用等に用ひられる。

(3)輕油 輕油は燈油の次に溜出する溜分で、燈油と重油との中間油である。これはディーゼル機關及び發動機の燃料等として用ひられる。

(4)重油 重油は輕油分までを溜出せしめた後に残つた油で、そのままディーゼル機關及び船艦の燃料として多量に用ひられる。又重油の種類により更に蒸溜して潤滑油・石蠟或は石油アスファルト等を製造する。

(5)潤滑油 潤滑油は重油を常壓又は真空中で蒸溜し、更に濃硫酸及び苛性ソーダ液等を用ひて精製したもので、諸機械の減摩に用ひられる。

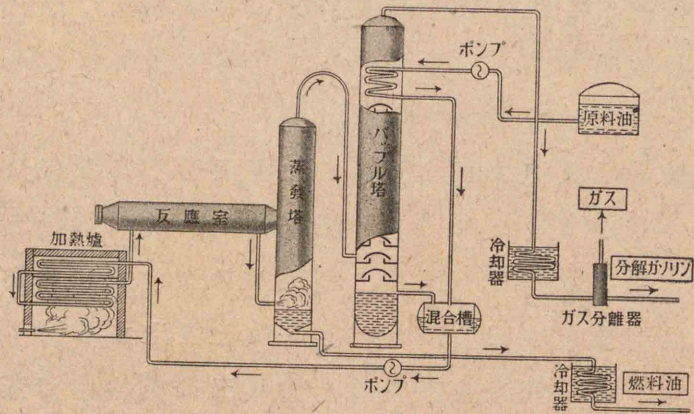
(6)石蠟(パラフィン) 石蠟はこれを含む原油の重油を蒸溜し、その溜出油を冷却して生ずる結晶を分取し、更に精製して得られる。石蠟の用途は蠟燭・艶出劑・防水劑等の

① ガソリンにはその沸點範圍によつて、石油エーテル・石油ペンチン等の名稱で呼ばれるものがある。

製造である。ワセリンは軟質非結晶性のパラフィンで、減摩劑・醫藥・火藥等の製造に用ひられる。

(7)石油アスファルト 石油アスファルトはこれの製造に適する原油の重油に、空氣又は蒸氣を吹込んで製する。これは路面の鋪裝、塗料の製造等に用ひられる。

2. 分解ガソリン 石油の諸製品中、需要の最も多いものはガソリンである。分子量の大きい炭化水素を 400°C 以上に熱すれば、分子量の比較的小さい炭化水素に分解する。分解ガソリンは、



第102圖：クロス式分解ガソリン製造装置

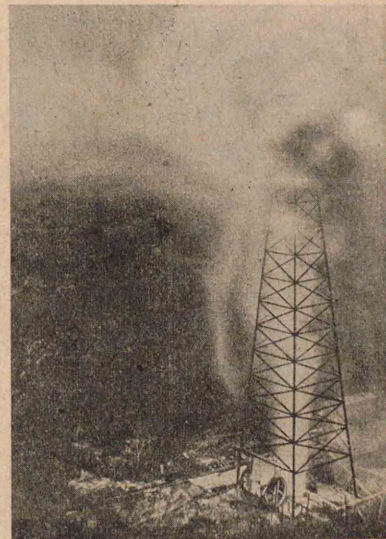
- ① 天然に産出するアスファルトを天然アスファルトと稱する。現今市販のもの大半は石油アスファルトである。
- ② 分解ガソリン及び天然ガソリンに對して、原油を蒸溜して得たものを直溜ガソリンといふ。
- ③ 加熱爐に於て熱せられた油は、鋼鐵製の反應室で分解する。原料油はバブル塔の上部を冷却してガソリンよりも沸點の高い成分を凝縮せしめ、自らは加熱せられて混合槽に入り、バブル塔の下部に溜つた原料油と合して反復して加熱爐に入る。

この理を應用して重油・輕油・燈油等を分解蒸溜(クラッキング)して得られるガソリンである。現在全世界のガソリン産額の約1/3はこの方法によつて製造されてゐる。

分解蒸溜法には種々あるが、何れも高温・高壓に於て原料油又はその蒸氣を加熱・分解させる。アメリカ及び我國に於ては、多くクロス法が行はれてゐる。これは原料油を約45氣壓に於て 460~490°C に加熱・分解する方法である。

3. 天然ガソリン 天然ガソリンはガソリン蒸氣を含有する天然ガスから採取したものである。

天然ガソリンの採取法には次の3種の方法が行はれる。即ち天然ガスを高壓に壓縮し、水で冷却してガソリン分のみを液化させる壓縮法と、輕油・重油等に通じてガソリン分を吸收させる吸收法及び活性炭素に吸着させてガソリン分を分離する吸着法とがある。



第103圖：天然ガスの噴出

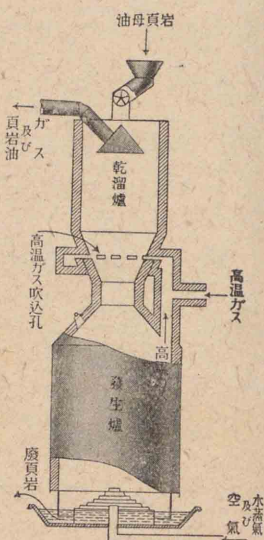


### 4. 石油以外の液體燃料 石油に代用し得る液體燃料には種々なものがある。

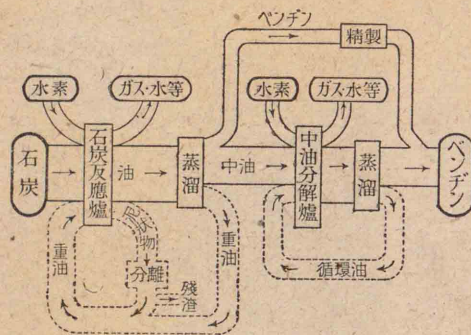
(1)ベンゾール ベンゾールは石炭を乾溜して得られるコールタールを分溜して製する。これは染料・醫藥・火藥類の製造原料として重要であるが、航空機及び自動車の燃料としても使用される。

(2)頁岩油 頁岩油は油母頁岩を乾溜して得られるもので、現在撫順で製造される。その高沸點溜分から石蠟を採取し、残りの重油は燃料として使用する外、分解ガソリンを製造する。

(3)石炭の液化 揮發成分を多量に含んだ石炭を粉碎して、適量のコールタール又は重油と混合し、なほ微量の



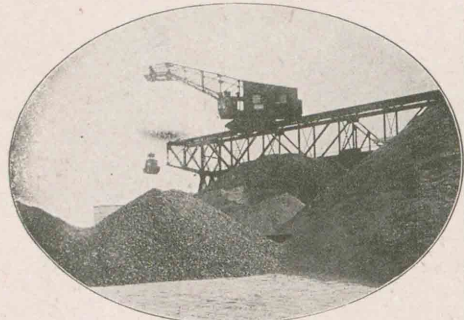
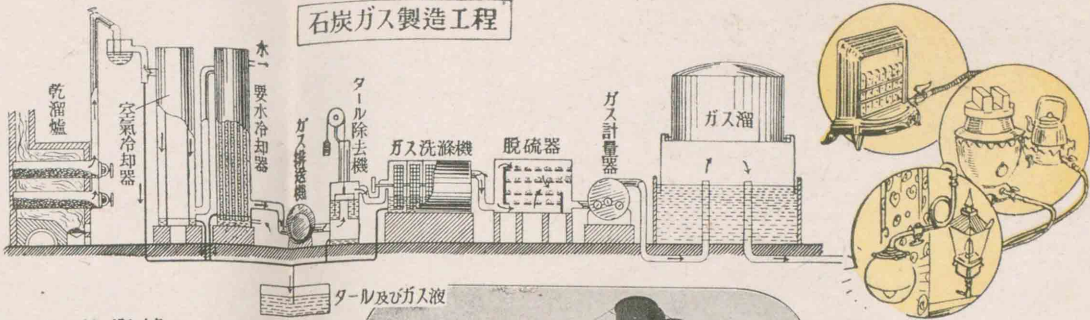
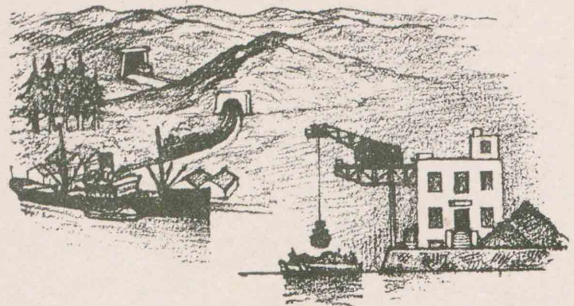
第104圖：撫順式油母頁岩乾溜爐の構造



バーギウス法工程圖

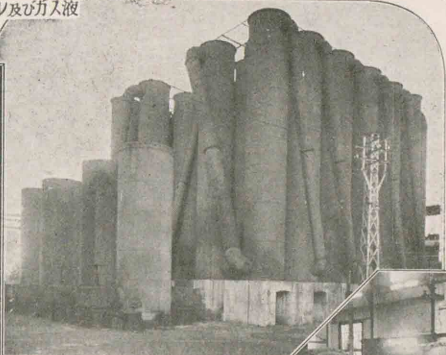
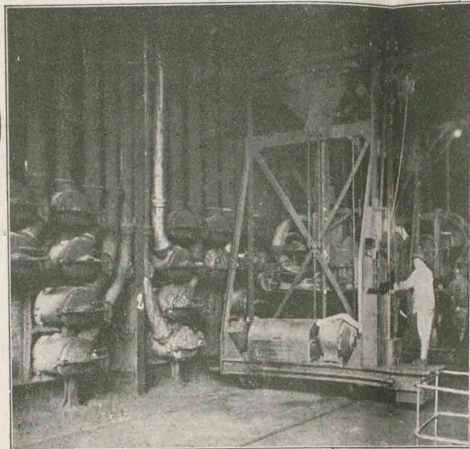
觸媒を加へて耐壓罐に入れ、200~300氣壓の水素を壓入して450°C以上に加熱すると、石炭が熱のために分解すると

① 撫順の油母頁岩の埋藏量は54億噸と稱せられ、平均5%の採油率を有する



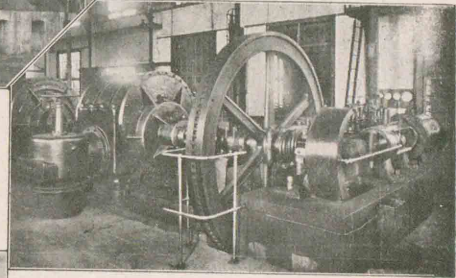
↑ 石炭の陸揚

↓ 乾溜爐

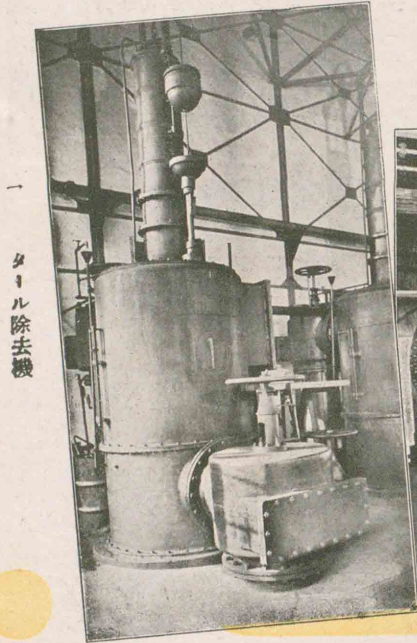


← 右方の塔は空氣冷却器  
左方の小さい塔は要水冷却器

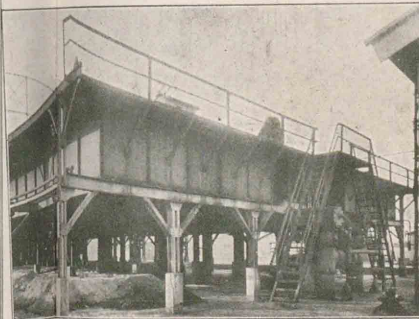
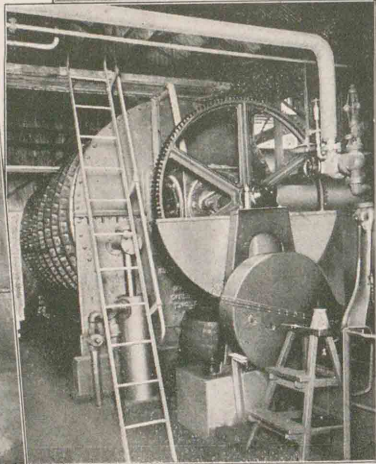
← ガス排送機 →



↓ 脱硫器



↑ タール除去機



← ガス洗滌機  
→ ガス溜(左・有水式 右・無水式)



共に、分解物に水素が添加して、原油に類する油を生ずる。よつてこれを蒸溜してガソリンを分取する。この方法を**パーキウス法**といふ。

(4) **石炭の低温乾溜** 石炭を比較的低温 (500~600°C) で乾溜して得られる**低温タール**は、石油に類する成分を多量に含み、これを精製してディーゼル機関等の燃料として用ひる。低温タールにパーキウス法を施せば、更に良質なガソリンやディーゼル燃料等が得られる。

(5) **合成石油** 一酸化炭素と水素との混合ガスを常圧に於て 200°C 附近に加熱した適当な觸媒<sup>①</sup>に觸れしめると、石油に類似した炭化水素が得られる。この方法は普通に**フィッシャー法**と稱へられる。

(6) **燃料用アルコール** アルコールは廢糖蜜・甘藷・馬鈴薯等を原料とし、醱酵法によつて製造される。アルコールの發熱量は約 6500 Cal でガソリンの約 60% であるが、ガソリン・エーテル・ベンゼン等と混合して自動車・航空機等の燃料に用ひられる。殊にガソリンに 10~20% の無水酒精<sup>②</sup>を混合した燃料はその性質が優秀である。

### III. 氣體燃料

氣體燃料は他の燃料に比べて、少量の過剰空氣で完全に燃焼して高温を生じ、煤煙を生じない。

① 觸媒としてはコバルト・ニッケル等を主體としたものが用ひられる。

② 工業用 94% 酒精はガソリンと任意の割合には混合しない。

また一定の範囲内で自由に燃焼状態を調節し得る特徴がある。

**1. 天然ガス** 天然ガスの主成分はメタンで、これは燃料として用ひる外、不完全燃焼させて**ガス黒**を製造する。またガソリン蒸気を含むものからは、天然ガソリンを採取する(第117頁参照)。

**2. 石炭ガス** 石炭ガスは石炭を耐火粘土製のレトルトに入れ、1100~1200°Cの高温に熱して乾溜して製する。発生するガスは、順次、空気冷却器、水冷却器等に通じて、タール及びガス液を分離する。次にタール除去機に導いてタール分を充分に除去した後、ガス洗滌機に通じて水・コールタール・重油・硫酸第一鉄溶液等を用ひて洗滌し、ナフタリン・青酸[HCN]・アンモニア等を除去する。最

成分	容量(%)
H <sub>2</sub>	45~51
CH <sub>4</sub>	25~32
CO	8~15
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2~4
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	
CO <sub>2</sub>	1~4
N <sub>2</sub>	4~10

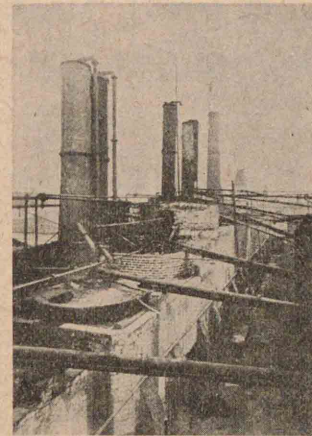
後に脱硫器<sup>①</sup>でガス中の硫化水素その他の硫黄化合物を除く。斯くして精製した石炭ガスは計量器で計量し、ガス溜に貯藏する。

**石炭ガス**は凡そ左表に示す如き組成を有し、その1立方メートルの發熱量は大

① ガス黒は印刷インキ・墨、ゴムの充填剤等に廣い用途を有する。

② 脱硫器には水酸化鐵と鋸屑との混合物を水で濕したものが入れられている。

約5500 Calである。



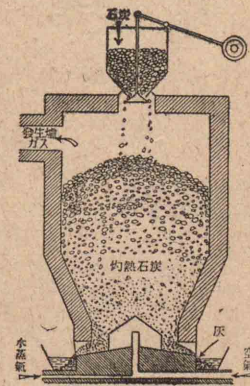
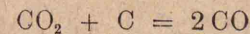
第105圖：コールタール分溜工場

**コールタール**は比重1.1~1.2の黒色物質で、これを蒸溜して沸點の差により、軽油・中油・重油(クレオソート油)・アンスラセン油及びピッチに分つ。軽油は更に分溜して、ベンゾール・トルオール・キシロール溶劑ナフサ等を製し、中油からは石炭酸・クレゾール・ナフタリン・木材防腐油等を製する。また重

油からはナフタリン・木材防腐油を製し、アンスラセン油からはアンスラセン・木材防腐油を製する。ピッチは煉炭の製造等に使用する。

コールタールと共に得られる水溶液を**ガス液**といひ、これから硫酸を製造する(第72頁参照)。

**3. 發生爐ガス(プロヂューサーガス)** 灼熱した石炭の下方から空気を送入すれば、石炭は燃焼して炭酸ガスとなり、次で上層の灼熱した石炭のために還元せられて一酸化炭素となる。

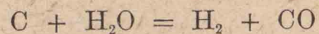


第106圖：ガス發生爐

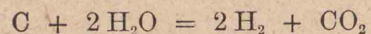
① 水蒸氣を多量に送入すれば、半水性ガスが得られる。

發生爐ガスはこの理を應用して製造したもので、主として一酸化炭素と窒素との混合物より成る。これは發熱量は小さいが、製造が簡單であるから、ガラス・陶磁器製造の爐、石炭ガス製造のレトルト等を加熱するに用ひられる。

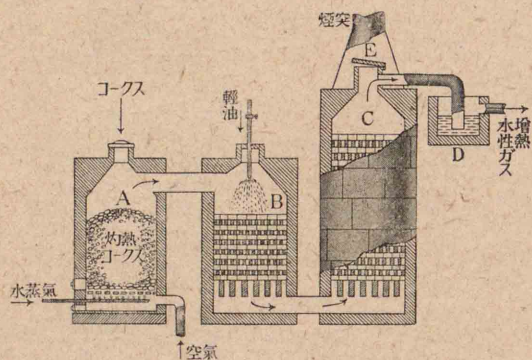
**4. 水性ガス** 灼熱した石炭又はコークスに水蒸氣を送入すれば、一酸化炭素と水素との混合ガスを生ずる。これを水性ガスといふ。



この反應は 1200°C 附近に於て起るが、1000°C 以下の溫度では主として次の反應が起り、生成ガスの發熱量は著しく低下する。



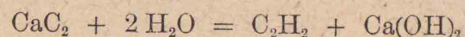
然るに、水性ガスの生成反應は吸熱反應で、反應の進行と共に溫度が降るから、その製造に際しては空氣と水蒸氣とを交互に爐に送り、燃焼と分解とを交互に行つて溫度を高く保つ必要がある。水性ガスの發熱量は 2600Cal



第107圖：水性ガスの製造(A. 發生爐, B. 増熱装置, C. 過熱室 油を充分に分解させて油ガスを造る, D. 水槽, E. 空氣吹込中はこれを開いて、ガスを煙突に逃がす)

程度であるから、通常、油ガスを混じて増熱し、或は石炭ガスと混合して使用する。水性ガスはまた水素の製造原料として有用である。

**5. アセチレン** アセチレンは炭化カルシウムに水を注ぐと發生する。



アセチレンはアセトンに溶解し易いから、鋼製のボンブに珪藻土・木炭等の多孔性物質とアセトンとを入れ、これに12~15氣壓でアセチレンを壓入し、溶解せしめて販賣する。

アセチレンは燈用、鐵の熔接・熔斷等に用ひられ、又合成醋酸・合成ゴム等の製造原料とする。

## 第12章 油脂工業

油脂類は食用・燈用・機械の減摩用等とし、又これを原料として石鹼・塗料・リノリウム・印刷インキ・蠟燭・グリセリン等を製造するなど、人生と極めて密接な関係を有する。

### I. 油脂採製工業

油脂採製工業とは油脂類の採取・精製等を行ふ工業である。

油脂類は化學的には總て脂肪酸のエステルである。そして脂肪酸とグリセリンとのエステルを油脂といひ、脂肪酸と一價アルコールとのエステルを蠟<sup>①</sup>といふ。

油脂の中で、常温に於て液體のものを脂肪油といひ、固體のものを脂肪<sup>②</sup>といふ。

1. 油脂の種類 油脂はこれを採取する原料の上から植物性油脂と動物性油脂とに分つ。大豆油・木蠟等

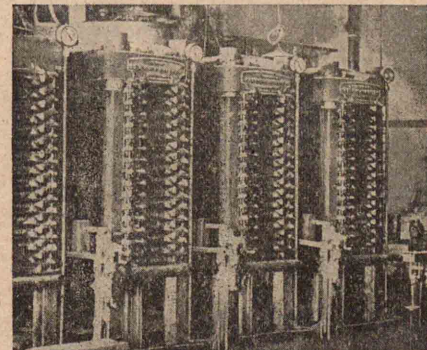
- ① 蠟は一般に硬い固體であるところから、木蠟の如く化學的には脂肪に屬すべきもので蠟の字が誤用されてある場合がある。
- ② 脂肪と脂肪油との區別は單に環境による。例へば椰子油は産地の熱帯地方では脂肪油であるが寒帯地方では脂肪である。

は前者に屬し、魚油・牛脂等は後者に屬する。

脂肪油は化學的性質の上から、乾性油と半乾性油と不乾性油とに分つ。乾性油は空氣中に放置するとき、容易に酸素と化合して複雑な化學變化を起し、終に粘着性を失ひ、固化して乾燥状態となるもので、<sup>あまにのぎりあぶら</sup>亞麻仁油・桐油・魚油等がこれである。半乾性油は乾燥性を有するが、その程度が乾性油に比べて著しくないもので、大豆油・菜種油等がこれに屬する。不乾性油は全く乾燥性のないもので、椿油・オリーブ油・ヒマシ油等がこれである。

2. 油脂類の採取法 牛の脂肉から牛脂を採取し或は魚類から魚油を採取する場合等には、原料に水を加へて加熱し、油脂類を分離・浮遊せしめて、これを汲取る。斯様な方法を<sup>いりとり</sup>煎取法といふ。

この外、動物油脂の採取法には、原料に水を加へずにそのまま加熱し、油脂を分離して採取する<sup>いりとり</sup>煎取法もある。植物原料、例へば種子などは、これを粉碎して蒸熱<sup>①</sup>した



第108圖：油房の一部(大豆の壓搾)

- ① 採油原料を蒸熱するのは、植物の細胞膜を破壊して蛋白質を凝固させ且つ油脂の流動性を増さしめて採油率を大にするためである。

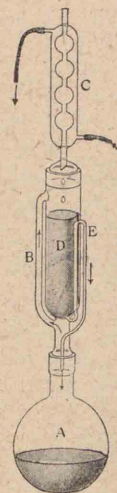
後、壓搾機を用ひて採油する。これを**壓搾法**といふ。

また原料に揮發性溶劑を加へて油脂をこれに溶解させた後、この液を蒸溜して溶劑を回収し、不揮發性の油脂を残留させる**浸出法**も行はれる。

溶劑には石油ベンゼンが最も多く用ひられ、アルコール或はアルコールとベンゼンとの混合物等も一部に用ひられてゐる。

**3. 油脂類の精製** 前述の諸法で採取した油脂は、若干の不純物を含むから静置して不純物を沈澱させ、或は濾過してこれを除去する。又は、油脂に少量の硫酸或は苛性アルカリ溶液を加へて攪拌し、更に水洗して精製する。

**脱色を兼ねた精製法**として廣く行はれるのは、油脂に酸性白土・活性炭等の吸着性に富む物質を入れて攪拌し、油脂中の色素や不純物をこれ等に吸着させて除去する方法である。蜜蠟・木蠟等は酸化して變質することが比較的少いから、多く



第109圖：ソックスレー抽出器

① Aに溶劑を入れて熱すると、その蒸氣はBを経てCで凝縮し、Dに溜つて、圓筒濾紙内に入れた試料から油脂を浸出する。浸出液がDに充滿すればEを経てAに歸り、溶劑は反復して浸出に用ひられる。これは實驗室で試料の油脂を定量するに用ひられる装置である。

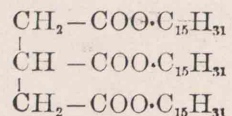
日光に曝して漂白してゐる。

**脱臭**は前記の精製法で或程度に行はれるが、フライ油・サラダ油の如く特に無臭に近いことを必要とするものには、真空又は常壓で油脂中に水蒸氣を吹込んで、有臭物を揮發・蒸散させる方法が廣く行はれてゐる。

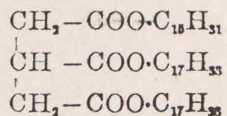
**4. 油脂及び蠟の成分と組成** 脂肪酸には飽和酸と不飽和酸の2種類がある。飽和脂肪酸は $C_nH_{2n+1}COOH$ の一般式を有し、油脂中に最も多く存在するものは**パルミチン酸** [ $C_{15}H_{31}COOH$ ] と**ステアリン酸** [ $C_{17}H_{35}COOH$ ] とである。不飽和脂肪酸は二重結合[-CH-CH-]を有し、飽和脂肪酸に比べると炭素に對する水素の量が少い。**オレイン酸** [ $C_{17}H_{33}COOH$ ]・**リノール酸** [ $C_{17}H_{31}COOH$ ]・**リノレン酸** [ $C_{17}H_{29}COOH$ ] 等がその普通なもので、脂肪油中に廣く含まれる。

油脂の主成分はこれ等の脂肪酸のグリセリンエステル(グリセリド)であるが、普通の油脂は單一なものでなく、種々な脂肪酸のグリセリドの混合物である。

① 脂肪油では日光漂白すると變質するから、この方法は用ひられない。  
② オレイン酸では1個、リノール酸では2個、リノレン酸では3個の二重結合を有する。



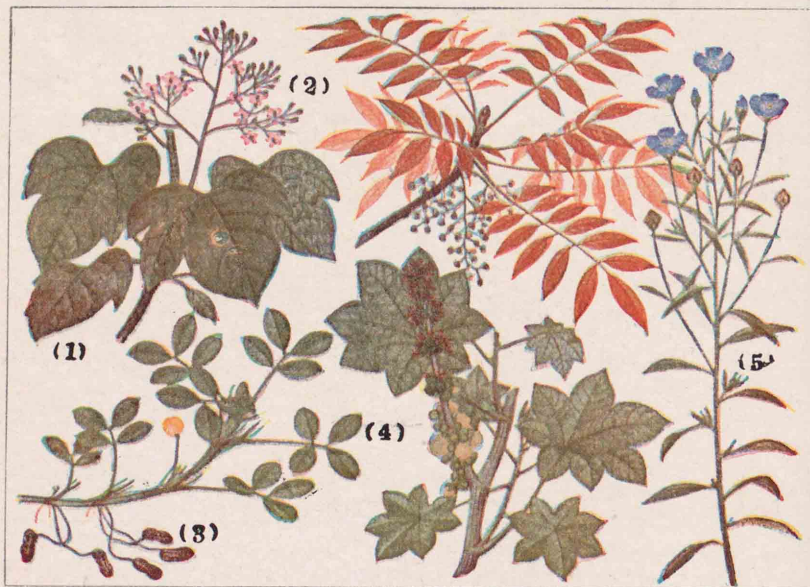
パルミチン酸グリセリド  
(トリパルミチン)  
(単酸基グリセリド)



1パルミチン2オレイン酸グリセリド  
(混酸基グリセリド)

蠟はセチル=アルコール [C<sub>16</sub>H<sub>33</sub>CH]・メリシル=アルコール [C<sub>30</sub>H<sub>61</sub>OH]等の高級アルコールと脂肪酸とのエステルである。

5. 主な油脂及び蠟 植物性乾性油の亞麻仁油あまふら荏油あさひゆ及び麻實油は、夫々亞麻・荏・大麻の種子を壓搾して採取するもので、多量のリノール酸・リノレン酸等のグリセリドを含む。又桐油はアブラギリの實を壓搾して得ら



第110圖：1. 桐、2. 亞麻、3. 落花生、4. タウゴマ、5. 亞麻

れるもので、主としてエレオステアリン酸 [C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH] のグリセリドより成る。何れも乾燥性に富み、ペイント・ワニス・リノリウム等の製造に用ひられる。

植物性半乾性油の綿實油・大豆油・胡麻油・菜種油・玉蜀黍油は、夫々棉・大豆・胡麻・アブラナの種子、玉蜀黍の實の胚芽より壓搾法或は浸出法によつて採取するもので、これ等



第111圖：油椰子の林と椰子の實

はパルミチン酸・オレイン酸・リノール酸等のグリセリドを含み、食用・燈用及び塗料・石鹼等の製造に用ひられる。

植物性不乾性油のオリーブ油・椿油・落花生油・椰子油・パーム油は、夫々オリーブ・椿・山茶・落花生・油椰子・棕櫚

の種子を壓搾して採取するもので、椰子油が飽和酸グリセリドを主成分とする外は、何れも多量のオレイン酸グリセリドを含む。蓖麻子油ひましゆはタウゴマの種子を壓搾して採取するもので、不乾性油であるが、主成分はリシノレイン酸 [C<sub>17</sub>H<sub>32</sub>(OH)COOH] のグリセリドである。これ等の不乾性油は食用・潤滑油・化粧品及石鹼製造等に用ひられる。

木蠟もくらふはハゼの實から壓搾して得られる脂肪で、主成分

① 蓖麻子油は下劑として醫藥に用ひられ、食用にはならない。



はバルミチン酸グリセリドである。これは艶出劑化粧品等の製造に用ひられる。

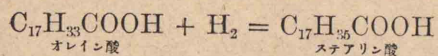
動物性油脂の主なものぎよゆげいゆさなぎよぎろしとんしは魚油・鯨油・鰹油・牛脂・豚脂等である。魚油いわしゆは鱈油にしんゆと鰹油とが普通であるが、高度の不飽和酸のグリセリドを含むために、變質し易く、不快臭を有する。肝油かんゆは鰵魚たらまめ等の肝臓から採取したもので、ビタミンAを多量に含有する。牛脂・豚脂は石鹼原料とし、また食用に供せられ、魚油等は硬化油製造原料となる。バターバターは牛乳から採取したもので、オレイン酸及び飽和脂肪酸のグリセリドから成る。

蜜蠟みつろうと鯨蠟げいらうとは主な動物性蠟で、前者は蜜蜂の巢から、後者は抹香鯨まつかうの頭から採取する。主成分は何れも高級アルコールのバルミチン酸エステルである。これ等は艶出劑・化粧品及び特殊の蠟燭の製造に用ひられる。

## II. 油脂應用工業

**1. 硬化油** 魚油・鯨油等は惡臭を有し、變質し易いので、そのまゝでは利用價值が頗る少ない。これに反して、牛脂は固體の脂肪で惡臭なく、變質し難いので、石鹼・蠟燭・人造バター等の製造に極めて重要である。魚油が牛脂と異なる著しい點は、その成分に多量の高度不飽和脂肪酸グリセリドを含有することであるから、魚油に水素を化合させて

成分の不飽和脂肪酸を飽和脂肪酸に變へれば、魚油から牛脂類似のものを製造し得る。



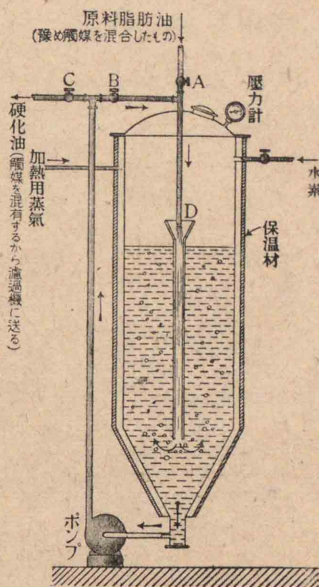
硬化油工業はこの理を應用した工業である。

魚油に限らず、一般に脂肪油に水素を化合させれば、脂肪となる。斯くして得た脂肪を硬化油といひ、斯様な反應を總稱して水素添加といふ。

硬化油は牛脂の代用品として需要多く、この工業は現今盛大に行はれてゐる。

脂肪油と水素とは直接化合しないから、觸媒として少量の還元ニッケルを使用する。即ち硫酸ニッケルの水溶液に珪藻土を加へ、これに炭酸ソーダの水溶液を加へて、炭酸ニッケルを沈澱させ、これを水素ガス中で 300°C 附近に熱して還元し、金属ニッケルの微粉末を得る。これを脂肪

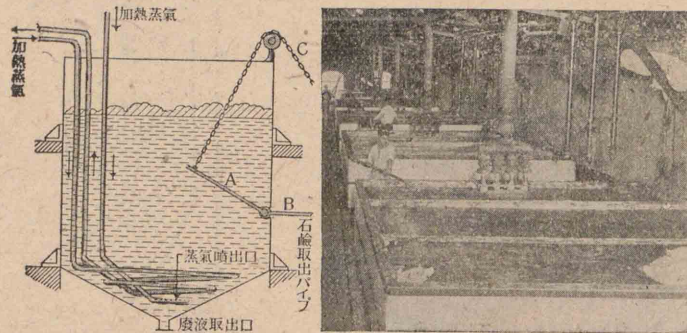
- ① 原料はBを閉じてAから入れ、硬化中はA・Cを閉じ、Bを開いてポンプによつて連続的に油脂をDから噴出させ、油脂と水素との接觸を助ける。硬化後はA・Bを閉じ、Cを開いて製品を取出す。
- ② 珪藻土は觸媒の接觸面を増し、また後に觸媒を硬化油から濾し易からしめるために用ひる。



第112圖：硬化油製造裝置①

油中に微量入れて約 180°C に熱しながら水素を送入すれば、水素添加が容易に行はれる。

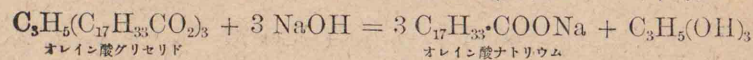
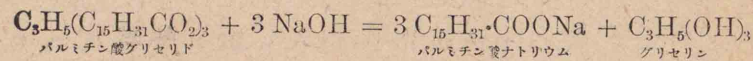
2. 石鹼 油脂を苛性アルカリを用ひて鹼化すれば、容易に分解して脂肪酸のアルカリ鹽即ち



第113圖： 鹼化釜の外観と構造（鹽析した石鹼を鎖CによつてAを動かしてBへ取出す）

石鹼とグリセリンとを生ずる。パルミチン酸グリ

セリド及びオレイン酸グリセリドについてこの反応を示せば次の通りである。



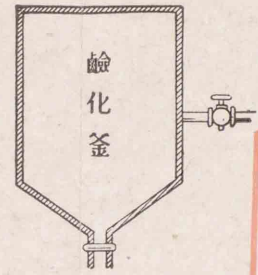
石鹼の主な原料油脂は、牛脂・硬化油・椰子油・パーム油等で、その外には綿實油・落花生油・オリーブ油等も使用される。これ等の原料油脂を鹼化釜に入れて、苛性ソーダ溶液を加へ、加熱・攪拌して鹼化せしめる。次にこの中に食鹽を加へると、石鹼は濃厚な食鹽水に溶けないから、分離して上層に析出し、グリセリンや過剰のアルカリ等は食

① エステルが鹽基のために分解して、鹽とアルコールとを生ずる反応を總稱して鹼化といふ。

石鹼の製造

機械練工程

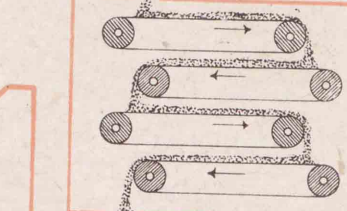
粹練工程



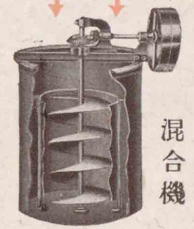
香料  
着色料

香料  
着色料

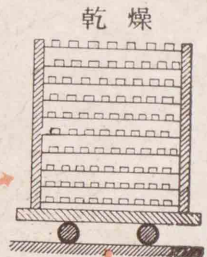
冷却・薄削



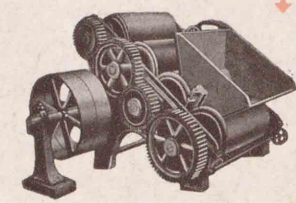
乾燥機 熱風



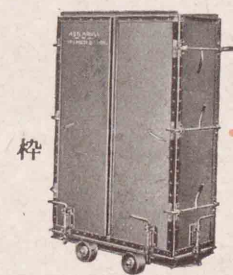
混合機



乾燥

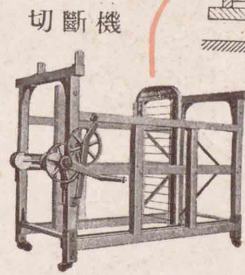


混合機

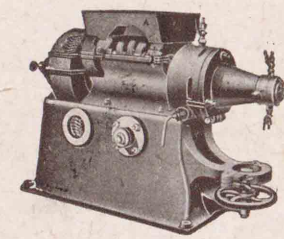


粹

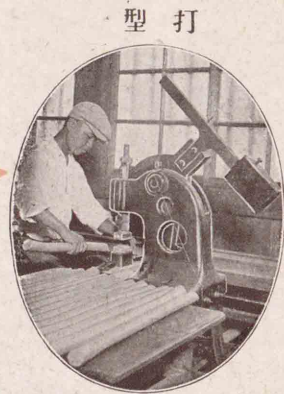
冷却



切断機

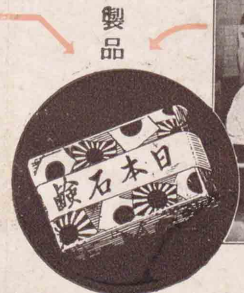


押出機



型打

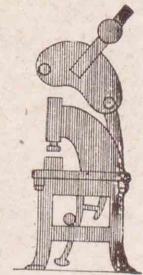
包装



製品



包装



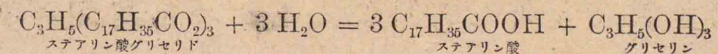
型打機

鹽水に溶けて下層に溜る。この操作を鹽析といふ<sup>①</sup>

鹽析した石鹼は、その固化しない間に香料・色素等を加へ、枠に入れて固化させ、これを適當に切つて表面を多少乾燥させた後、型打機で形を與へると同時にマークを附ける(粹練法)。或は鹽析した石鹼を先づ固化させ、薄片に削つて適度に乾燥させた後、香料・色素等を加へてロールで練り、壓出機を用ひて棒狀に押出し、これを型打機にかける(機械練法)。

化粧石鹼は牛脂・椰子油・パーム油等を主體とし、洗濯石鹼は牛脂・硬化油・椰子油等の外に、通常廉價なロジン<sup>②</sup>(コロフォニウム)を配合し、若干量の水ガラス等を加へる。粉石鹼は石鹼の薄片を乾燥して粉碎したものに、20~60%のソーダ灰を混合する。カリ石鹼は亞麻仁油等を苛性カリで鹼化したもので、鬚剃用・醫療用等に用ひられる。

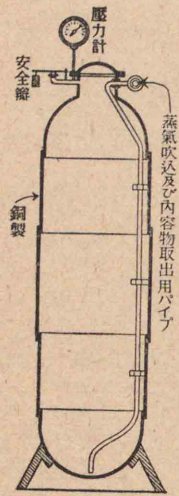
**3. 脂肪酸** 油脂を苛性アルカリを用ひずに、高温蒸氣で加水分解すれば、脂肪酸とグリセリンとを生ずる。



實際には、油脂を銅製の耐壓罐に入れ、分解促進劑として少量の酸化亜鉛を加へ、高温蒸氣を送入して170°C附近に數時間加熱する。次に生成物を取り出して静置すれ

① 鹽析によつて得られる石鹼廢液はグリセリンを採取する原料として重要である。

② ロジンは松脂に水蒸氣を通じて蒸溜して得られる殘留固形分である。



第114圖：油  
脂分解用耐圧罐

ば、粗脂肪酸は上層に、グリセリン水は下層に分離するから兩者を分ち、粗脂肪酸は脱色・脱臭等を行つて精製する。また固體酸と液體酸とが混合してゐる場合には、これを壓搾して兩者を分離する。

工業用ステアリン酸は蠟燭・化粧品・艶出劑等の製造に用ひ、工業用オレイン酸は工業用石鹼の製造、紡織・製革等に用途がある。グリセリン水はグリセリンの採取原料として重要である。

**4. グリセリン** グリセリンはダイナマイト・化粧品・醫藥等の製造原料或は煙草等の乾燥防止劑等として廣く用ひられる。

グリセリンの原料は、油脂分解法で得たグリセリン水又は石鹼廢液で、これ等を精製した後、真空中で蒸發・濃縮して粗製グリセリンを得る。これを更に真空蒸溜して精製したものを蒸溜グリセリンといふ。各般の用途には主にこの蒸溜グリセリンが用ひられる。

グリセリンは糖類の醱酵によつても製造し得るが、廣くは行はれない。

**5. 人造バタ** 人造バタはマルガリンともい

ひ、牛脂・豚脂・硬化油・椰子油・綿實油・胡麻油・大豆油・落花生油等を適當に混じ、これに牛乳・カゼイン等を配合して乳化させたもので、若干量の水を含む。

**6. リノリウム** リノリウムは室内用敷物として用ひられる。これを製するには、亞麻仁油・桐油等の乾性油を酸化・重合させて、固形物のリノキシンを作り、これに樹脂・コルク粉・木粉・顔料等を配合したリノリウムセメントを織布上に加熱・壓着した後、數十日を要して充分に乾燥させる。

## 第13章 塗料

塗料は物體の表面に塗布して薄い塗膜を作らせ、物體面を保護し且つ美装を行ふ目的に使用するもので、これには不透明な塗膜を生ずるペイントと透明な塗膜を生ずるワニスとがある。

### I. ペイント

ペイントは顔料<sup>①</sup>を適当な液體と練合せたもので、液體の種類によつて油性ペイント・水性ペイント・エナメルペイントの3種類がある。何れも物體の表面を塗り隠して、塗面に固有な美觀を現す。

1. 油性ペイント 亞麻仁油・荏油・桐油・麻實油等の乾性油も、そのままでは乾燥に數十時間を要する。ボイル油はこれ等の脂肪油に乾燥劑<sup>②</sup>を微量加へて、130~250°Cで數時間加熱したもので、頗る乾燥性に富み、12時間以内で完全な乾燥皮膜を

① 顔料とは鉛白・亞鉛華・鉛丹・紺青・クロム黄・ベンガラ(酸化鐵)・レーキの如き鐵物性並びに有機性の不溶性着色料をいふ。

② 乾燥劑はドライヤーともいひ、油脂の乾燥を促進するもので、主なものはマンガル鉛及びコバルトの酸化物・水酸化物・硼酸鹽・亞麻仁油酸鹽・樹脂酸鹽等であつて、その種類により加熱溫度が異なる。

作る。油性ペイントはこのボイル油と顔料とをロール等で練つて泥狀にしたものである。

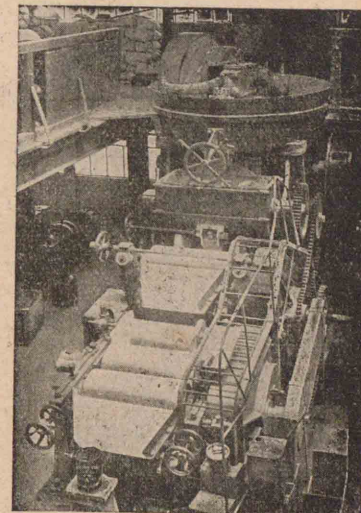
魚油は乾燥性を有するが、惡臭のため下級品に用ひられる。

2. 水性ペイント これは油性ペイントのボイル油の代りに膠・カゼイン

等の水溶液を使用したもので、専ら室内の塗装に用ひられる。

カゼインは水には溶けないが、石灰・炭酸ソーダ・アンモニア等を含むアルカリ性の水にはよく溶ける。

3. エナメルペイント これは油性ペイントのボイル油の代りに、スタンド油又は後述の油ワニスを用ひたもので、塗面が鏡のやうな光澤を有する。



第115圖：ボイル油と顔料とを練る装置

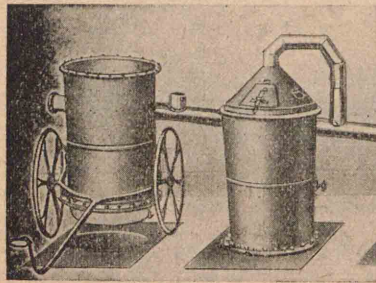
### II. ワニス

ワニスは固體成分を液體成分中に透明に溶解

① スタンド油は亞麻仁油を300°C附近に熱して製したものである

させたものであるから、これを塗布しても素地を隠すことなく、木材に塗れば木理を見ることが出来る。その固體成分として最も普通に用ひられるものは、天然及び人造の樹脂類である。

**1. 油ワニス** 油ワニスは樹脂とボイル油とを加熱して融合し、適度に冷却した後、テレピン



第116圖：ワニス製造の移動式加熱釜

油・ガソリン等の稀釋劑を加へて適當に薄めたものである。

製造したまゝの油ワニスは不溶性夾雜物を含むから濾過し、又は遠心分離機で清澄ならしめた後、若干期間タンク中に貯藏して、充分に澄明にしたものを製品とする。

油ワニスには原料・性質・用途の上からコーパルワニス・スパークワニス・速乾ワニス等種々な名稱で呼ばれる製品がある。

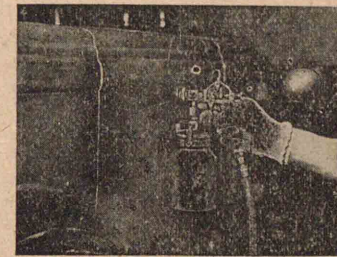
**2. スピリットワニス** スピリットワニスは主

- ① 塗料に用ひられる主な天然樹脂はコーパル・ダンマー・セラック・ロジン等で、人造樹脂はエステルガム(ロジンのグリセリン・エステル)・フェノール・フォルムアルデヒド樹脂等である。
- ② コーパル・アンバー等の化石した樹脂は、そのまゝではボイル油にも溶劑にも溶けないから、豫め 300°C 以上に加熱・熔融して一部分の分解を行ひ、可溶性に變ずる。

に樹脂類を揮發性の溶劑に溶解したもので、その製法は極めて簡單である。樹脂類はセラック・ダンマー・ロジン等が多く用ひられ、溶劑には主にアルコール・メタノールの類が用ひられる。

セラックワニスはセラックをアルコールに溶かしたもので、代表的なスピリットワニスである。廉價品にはセラックの一部にロジンが代用されてゐる。

**3. 硝化綿塗料(ラッカー)** 硝化綿塗料は自動車の車體及び家具類の塗料として多量に用ひられる。これは塗料用硝酸纖維素を樹脂類と共に醋酸アミル・醋酸ブチル・アセトン・トルオール等の混合溶劑に溶解したものである。着色ラッカーには顔料・アルミニウム粉末等を混合する。



第117圖：噴霧器で自動車にラッカーを吹付ける状況

**4. 漆** 漆は漆樹の液汁から製造したワニスの一種である。漆樹の幹に傷をつけて流出する液汁を採集する操作を漆掻きといひ、得られる乳狀液を生漆といふ。生漆は15~25%の水を含み、

- ① 塗料用硝酸纖維素は硝酸纖維素を加壓・蒸熱したもので、溶劑に溶かしたとき比較的低粘度の溶液となる。



第118圖：漆樹  
とその切創



且つ不均質であるから、先づよく混和して均一にし、同時に粘度を増さしめる。この操作をなやしといふ。次に攪拌しながら40~50°Cに熱して水分を除去する。この操作をくろめといひ、得られるものを製漆せいしつといふ。有色の

製漆を得るには、これに夫々適当な顔料を配合する。漆の主成分はウルシオール $[C_{21}H_{32}O_2]$ と稱へる酸性物質である。

漆はこれを器物に塗つて漆風呂又はむろと稱へる湿氣の多い室内に放置すれば、數時間を要して固化し、極めて堅牢・美麗な皮膜を生ずる。又これを金屬等に塗つて高温に熱しても密着して固化し、堅牢な皮膜を作る。漆は漆器の製造の外、汽車・自動車等の車體塗料として廣い用途がある。

### III. 特殊塗料及び印刷インキ

1. 防銹塗料 油性ペイントは防銹塗料として有効であるが、特に鉛丹・ピッチ・アスファルト等を含むものは鐵材の防銹に下塗として多く用ひられる。

2. 船底塗料 船底に介藻等の附着することを防ぐ目的に使用するものを船底塗料といふ。これは2種から成り、鐵の防銹を目的とした一號船底塗料を施した上に介藻の附着を防ぐ二號船底塗料を塗布する。二號船底塗料は水銀・銅・砒素等の有毒化合物を配合した油性ペイントである。

3. 發光塗料 發光塗料は暗所に於て特殊の燐光を放つもので、信號・夜光時計の文字・針等に用ひられる。これはコーバルと亞麻仁油とから製した油ワニスに燐光體を混和したものである。

4. 印刷インキ 印刷インキは乾性油を300°C以上に熱して得られる濃稠な重合油に顔料を混和し、石油等を加へて適当な粘稠度にしたものである。

① 燐光體は硫化カルシウム・硫化バリウム・硫化ストロンチウム等に極微量の蒼鉛・トリウム・ルビヂウム等の化合物を加へたもので、明所で光を吸收し、暗所で原料の配合によつて青・綠・黃等の燐光を放つ。ラヂウム等の放射性元素を加へたものは光をあてなくとも暗所で光る。



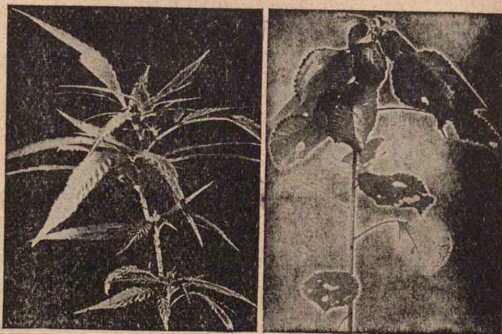
## 第14章 繊維及び纖維素工業

多くの繊維は動植物體を組織する繊細な糸狀物で、その種類が多く、我々の日常生活上に重要な關係を有する。繊維の中で重要なものは、綿・羊毛・絹・人造絹絲等の紡織纖維である。また植物纖維の主要成分をなす纖維素は、紙・人造絹絲・硝化綿・セルロイド等の製造原料として重要であつて、これ等を作る工業を纖維素工業といふ。

### I. 紡織纖維及び纖維素

紡織纖維は、紡織する必要上、相當に長く且つ柔軟なるを要する。天然紡織纖維の中には、綿の如く直ちに紡織し得るものもあるが、多くは加工して後始めて紡織用に供し得る。

**1. 植物性紡織纖維** 綿は殆ど純粹な纖維素から成る。亞麻は植物を刈取り、長時日水中に浸して纖維以外の不純物を

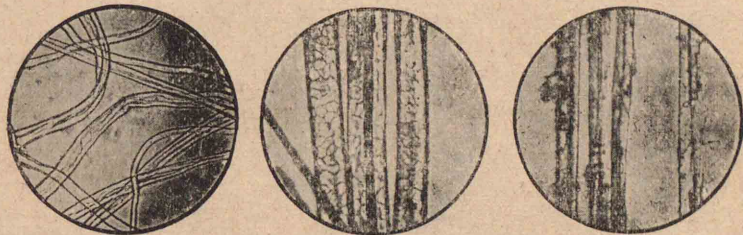


第119圖：大麻 第120圖：苧麻

① 人造絹絲の如き人造物質或はその他礦物性に屬するものもある。

酸酵し去り、次に叩いて靱皮を疏解したものである。麻類には亞麻の外に大麻<sup>からむし</sup>・苧麻・黃麻・マニラ麻等がある。

**2. 動物性紡織纖維** 動物纖維の成分は蛋白質であるから、焼けば特有の臭氣を發する。羊毛の主成分はケラチンで、纖維の表面に角質の鱗があつて容易に絡み合ふ特性を有する。羊毛には羊毛脂<sup>①</sup>が附着してゐるから、石鹼水で洗毛してこれを除く。絹の主成分はフィブロインで、外部にはセリシンと稱へる膠質物を有してゐるから、石鹼液を用ひてこれを除去する。この操作を絹練りといふ。



第121圖：纖維の顯微鏡寫眞(左より、綿・羊毛・絹)

**3. 纖維素(セルローズ)** 纖維素は植物體の細胞膜を構成してゐる成分である。酸を用ひて纖維素を加水分解すれば、葡萄糖を生ずるから、纖維素の實驗式は  $(C_6H_{10}O_5)_x$ <sup>②</sup> と考へられる。



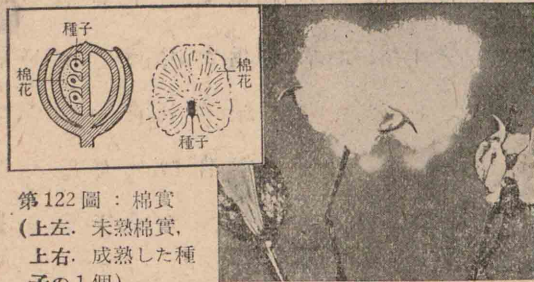
纖維素は砂糖・澱粉等と同じく多糖類に屬し、一

① ラノリンは精製した羊毛脂で、軟膏・化粧品等の製造に用ひる。

② xは現在100内外と考へられてゐる。

種の多價アルコールであるから、硝酸纖維素・醋酸纖維素等の纖維素エステルを生じ得る。

植物體で殆ど純粹な纖維素から成るものは棉である。木材は纖維素にリグニンの結合したリグノ纖維素から



第122圖：棉實  
(上左. 未熟棉實, 上右. 成熟した種子の1個)

成り、亞麻等は纖維素にペクチンの結合したペクト纖維素から成る。斯様な結合纖維素を苛性アルカリ液・酸性

亞硫酸カルシウム液等と共に蒸煮すれば不純物の大部分は溶解し去るから、纖維素のみを純粹に製取することが出来る。

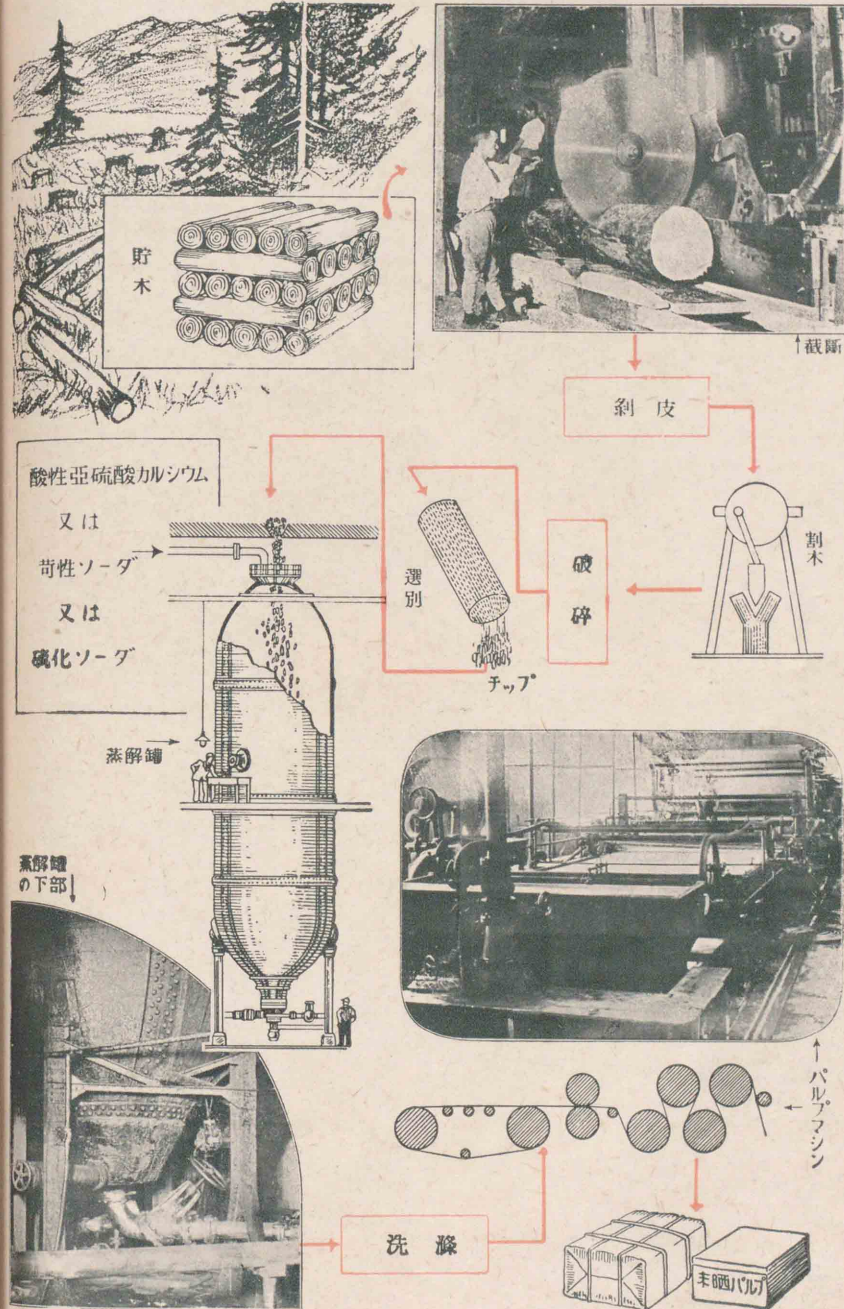
### II. 纖維素工業

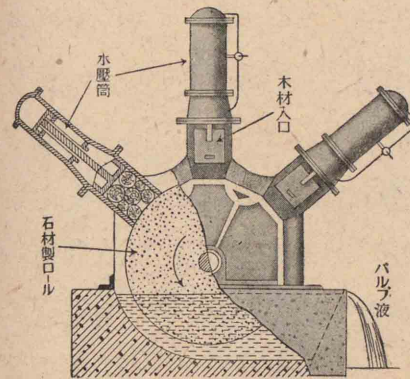
纖維素を含有する主要原料は棉及び木材である。棉は純粹な點で、また木材は資源豊富且つ廉價な點で、夫々特徴を有する。

1. 紙 紙は纖維素又は結合纖維素を水中に懸垂して絡み合はせながら平に延べ、水を去り、乾燥させて製する。

(1) パルプ 製紙用纖維原料の主なものには木材・<sup>ほろ</sup>藍・<sup>あまた</sup>楮皮・<sup>かうぞ</sup>楮皮・<sup>かんばん</sup>雁皮・エスバルト・竹・<sup>ほご</sup>反故紙等で、就中重要な

### パルプの製造





第123圖：碎木機

は木材である。

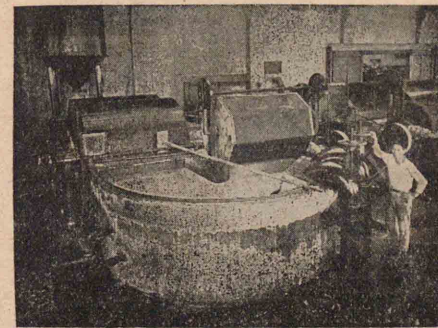
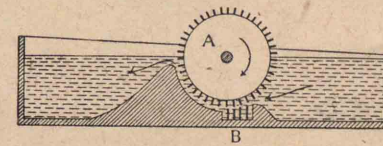
碎木パルプは木材を急廻轉する石製のロールに磨りつけて粉碎して製したもので、新聞紙等の製造に多く用ひられる。

化學木パルプは木材を小片狀に截斷し、酸性亞硫酸カルシウム  $[CaHSO_3]$ 、苛性ソーダ、硫化ソーダ  $[Na_2S]$  等の溶液と共に蒸煮して、リグニンの大部分を除去したものである。

木綿・蘘三極皮等のパルプは、これらの原料を苛性ソーダ・炭酸ソーダ・石灰等のアルカリ性液を用ひて蒸解して製する。

パルプは通常厚紙狀に抄き上げて運搬に便ならしめてある。

(2) 製紙法 パルプは淡黄色乃至褐色であるから、晒粉又は鹽



第124圖：叩解機の外觀(下)と構造(上)  
(ロールAの齒とBの齒によつて纖維は叩解せられる)

① エスパルトは主としてスペイン・北アフリカに産するもので、その纖維は蘘の纖維によく類似してゐる。

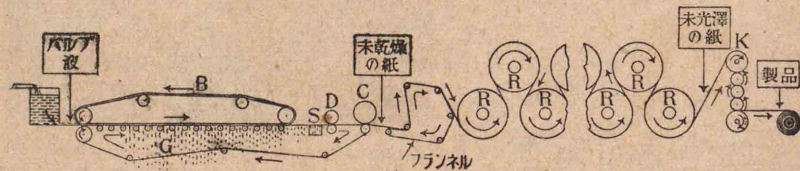
素の稀薄溶液を用ひて漂白する。パルプは叩解機に入れて、繊維を適當に疏解・截斷し、更にサイズ・填料・着色料等を混合する。

サイズは纖維間の空隙を閉塞して紙の表面を平にし、且つインキの滲み出るのを防ぐ目的に用ひる。最も多く行はれるのは樹脂サイズ(ロチンサイズ)で、パルプ液に樹脂石鹼液を加へてよく混和した後、硫酸アルミニウム液を加へ、纖維上に樹脂の微細な沈澱を生ぜしめる。

填料は紙の重量を増し、透明性を除き、且つ表面を平にする目的に使用するもので、普通は白色粘土を用ひる。

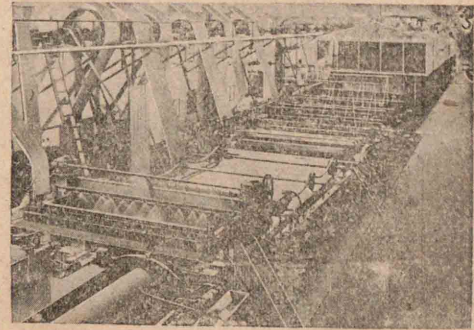
着色料としては各種の染料及び顔料を使用する。

次に抄紙の工程に移る。普通に用ひられる抄紙機の要部は、一定方向に運動する無端の金網と加熱ロールとから成る。粥状にしたパルプ液を金網上に流し出せば、水は直ちに金網を通過して濾され、纖維は絡み合つて金網上に残る。これを更に脱水し、布の上に移して多數の加熱ロールの



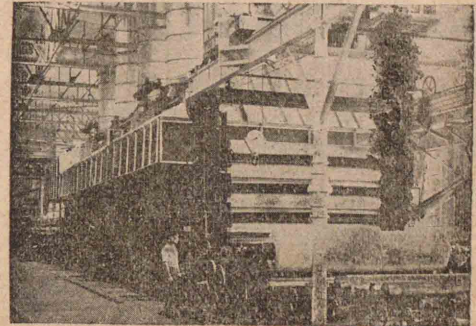
第125圖：抄紙機 (G. 無端金網, B. 紙の幅を定めるゴムベルト, S. 吸引筒(減壓して水を吸取る), D. 紙の表面を平にするロール, C. 紙から水分を搾り取るロール, R. 加熱ロール, K. 光澤機)

間を通過させて乾燥する。乾燥した紙は鋼鐵製(又は石材製)ロールと紙製(又は木棉製)ロールとの間を通過させて艶をつける。



第126圖：抄紙機(紙料を無端金網に流し移す所)

和紙(日本紙)は三極皮・楮皮・雁皮等を炭酸ソーダ・苛性ソーダ・灰汁等を用ひて蒸解し、漂白した後、練り液・澱粉糊等を加へて手漉法により抄いたものである。



第127圖：抄紙機(光澤機を経た紙が巻取られる所)

### 2. 人造絹絲 人

造絹絲には數種類あるが、現今主として製造されるものはヴスコース人造絹絲である。

その製造原理は、纖維素キサントゲン酸のナトリウム鹽を水に溶解し、このものを酸で分解すれば、再び纖維素を遊離する事實を應用したものである。

亞硫酸法木パルプを苛性ソーダ液に浸せば、ア

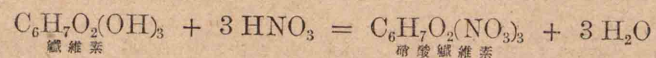
- ① 艶つけする機械を光澤機(カレンダー)といふ。
- ② 亞硫酸法木パルプは木材を酸性亞硫酸カルシウムを用ひて蒸煮して製造した化學木パルプである。



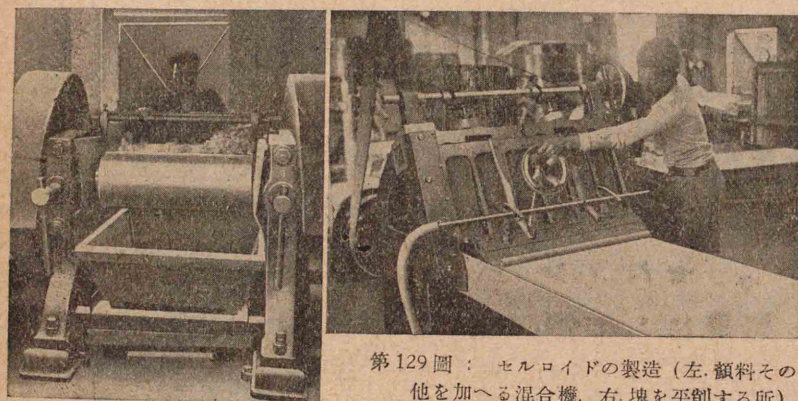
が得られる。普通のセロファンは、これに若干量のグリセリンを浸ませて柔軟性を保たせたもので、包装・装飾等に広く用ひられる。

**5. セルロイド** セルロイドは硝酸纖維素と樟腦との固溶體で、頗る可塑性に富み、90°C附近に熱すれば柔軟となり、冷却すればその形を保つて固化する。常温では弾性を有し、強度・伸度が大で、アセトン・アルコール等によく溶解する。

硝酸纖維素は纖維素の硝酸エステルで、その生成に於ける變化は、纖維素の分子式を便宜上  $C_6H_7O_2(OH)_3$  と假定して示せば次の通りである。



セルロイド用硝酸纖維素の製造には、屑綿・襪褌等を精



第129圖：セルロイドの製造（左、顔料その他を加へる混合機、右、塊を平削する所）

① 纖維素と結合する硝酸の量、即ち硝酸纖維素の硝化度を表すには、硝酸纖維素中の窒素の%を以てする。セルロイド製造用には硝化度11%程度のもが用ひられる。

製したものを凡そ濃硝酸16%、濃硫酸65%、水19%の組成の混酸中に、25~30°Cに於て40~60分間浸漬し、後充分に水洗する。

セルロイドを製造するには、乾燥した硝酸纖維素に適量の樟腦とアルコールとを加へれば膠状となるから、これに着色劑等を加へて練り、板或は棒に作つて後、アルコールを蒸發させる。

セルロイドは玩具・日用品・寫眞用フィルム・擬革等の製造に有用であるが、引火し易いのが缺點である。

**6. 醋酸纖維素** 纖維素に微量の觸媒<sup>②</sup>と共に無水醋酸と氷醋酸との混酸を作用させると、纖維素の醋酸エステル即ち醋酸纖維素を生ずる。

醋酸纖維素は難燃性であるから、不燃性フィルム・飛行機翼布塗料等の製造に用ひられる。

① 硝酸纖維素100量に對し樟腦を約35量、アルコールを約55量加へる。よつてセルロイド中の樟腦の量は約25%である。

② 觸媒としては硫酸を用ひる。

### 第15章 染色

染色とは染料を用ひて物を染めることをいふ。染色を行ふには、先づ染料の性質を理解する必要がある。

#### I. 染料

他の物體に色を賦與する性質のある物質を總稱して色素といひ、色素の中で物を染める目的に實用し得られるものを染料といふ。染料は實用上から、染色物に固着して洗滌・摩擦等により容易に除去されず、また日光によつて褪色し難いものであることを要する。

1. 染料の種類 染料はこれを大別して天然染料と人造染料とに分つ。

天然染料は動植物體から直接採取したコチニール・藍・茜・紅等の染料である。



第130圖：藍草

1856年英國の化學者パーキンがア

① 染料は普通水に可溶性であるが、特殊な染料にはアルコールに溶ける酒精溶染料、油脂類に溶ける油溶染料などがある。



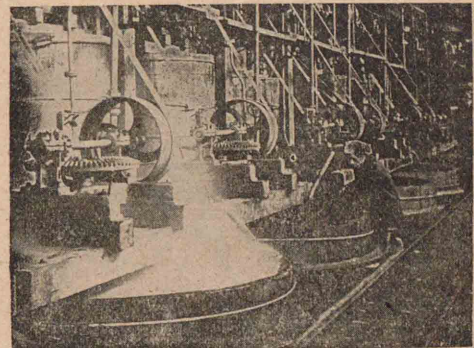
第131圖：パーキン (W. H. Perkin, 1838—1907)

ニリン染料等がこれに屬し、その種類は現在千數百種の多數に及んでゐる。これ等は皆コールタールを原料として製造されるものであるから、コールタール染料とも稱へられる。

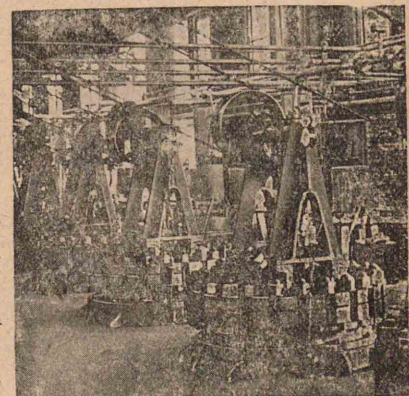
人造染料は一般に複雑な分子式の化合物である。これを染色に實用する上から分類して述べれば、次の通りであ

ニリンを原料として、最初の人造染料モーズを製造するまでは、これ等の天然染料が専ら用ひられたが、今日では特殊な用途に極く少量用ひられるに過ぎない。

人造染料は合成染料ともいひ、インヂゴ(青藍)・アリザリン・ア



第132圖：染料製造工場の一部(合成槽)



第133圖：染料製造工場の一部(耐壓罐)

る。

**2. 鹽基性染料** 鹽基性染料の主體は一種の有機鹽基で、通常その鹽酸鹽として販賣される。

この染料は絹及び羊毛には中性又はアルカリ性の染浴で直接に染着するが、木綿の染色には媒染劑を要する。媒染劑としては普通タンニン酸を用ひ、又この媒染劑を固着するために吐酒石或は鹽化錫を用ひる。

媒染劑は、染料が或纖維に對して直接には染着困難な場合に使用する特殊の藥劑で、纖維及び染料の何れともよく結合して染着の媒介をなすものである。

鹽基性染料の色調は鮮麗であるが、日光等に對して堅牢でないのが缺點である。フクシン<sup>①</sup>(紅色)・メチレン=ブリュー(青色)・メチル=ヴァイオレット(紫色)・オーラミン(黄色)・マラカイト=グリーン(青竹色)等はこれに屬する。

**3. 酸性染料** 酸性染料の主體は一種の有機酸で、通常そのナトリウム鹽として販賣される。

この染料は、醋酸又は硫酸を用ひて酸性にした

① 染料はまた原料の上から分類して、アニリン染料・アリザリン染料等と稱へ、化學式の上から分類してニトロ染料・アゾ染料等と稱へることがある。

② フクシンはマゼンタ或はローズ=アニリンともいふ。

染浴で、絹及び羊毛に直接に染着し、鹽基性染料よりも堅牢である。木綿には染着し難い。ブリリアント・スカーレット(緋色)・アシッド=ヴァイオレット(紫色)・キノリン=エロー(黄色)・ニグロシン(黒色)等はこれに屬する。

**4. 直接染料** 直接染料はまた直接木綿染料ともいひ、中性或はアルカリ性の染浴で、木綿のみならず、絹及び羊毛にも直接染着する。染色法は簡單であるが、一般に餘り堅牢でない。コンゴ=レッド(赤色)・コットン=エロー(黄色)・オキザミン=ブリュー(青色)・コットン=ブラック(黒色)等はこれに屬する。

**5. 媒染染料** 媒染染料は纖維に直接に染着しないから、適當な媒染劑を用ひるもので、アリザリン染料がこれに屬する。即ち、豫め纖維にクロム鐵・アルミニウム・錫等の金屬の水酸化物を沈着させて染浴中に浸せば、染料はこれ等の媒染劑と結合し、レーキ<sup>②</sup>を生じて染着する。この染料は同一のものでも、媒染劑の相違によつて色の異なるものが得られる。媒染染料は染色に手數を要する

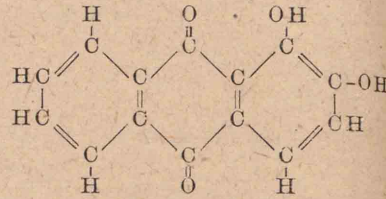
① 染浴には染着の速度を調節するために、普通に食鹽・硫酸ソーダ等を加へる。

② 染料と無機物質とが化合して生じた、水に不溶性の顏料をレーキといふ。



が、堅牢であるから、一般に絹及び羊毛の染色に用ひられる。

**アリザリン**  $[C_{14}H_8O_4]$  は茜の根の中に含まれ、古來著名な天然染料であるが、現今では悉くアンスラセン  $[C_{14}H_{10}]$  又はナフタリン  $[C_{10}H_8]$  を原料として合成される。

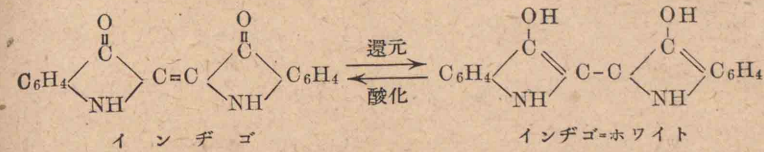


### 6. 建染染料 建染

染料それ自體は水に溶けないが、染料を還元したものは、アルカリ液に溶けてよく繊維に染着し、空氣に觸れれば酸化して、容易に元の染料に復るものである。建染染料は木綿の染色に適し、絹や羊毛に用ひても良好で且つ頗る堅牢であるから、優秀な高級染料である。インデゴ・インダンスレン染料等はこれに屬する。

**インデゴ**  $[C_{16}H_{10}N_2O_2]$  は藍の葉を醗酵して得られるもので、茜と共に著名な天然染料であるが、現今ではナフタリン又はアニリンを原料として合成される。インデゴを石灰又は苛性ソーダの溶液中で、硫酸第一鐵(綠礬)・亞鉛末・亞硫酸鹽等を用ひて還元すれば、インデゴ・ホワイト(白藍)  $[C_{16}H_{12}N_2O_2]$  を生じて溶ける。このものが空氣に觸れて酸化すると元のインデゴに復つて發色する。

① 還元して得られる染料液を建浴(たてよく)又はヴァットといふ。



**7. 硫化染料** 硫化染料は多量の硫黄を含んだ染料で、水には溶けないが、硫化ソーダ  $[Na_2S]$  を用ひて還元すれば水溶液となり、繊維によく染着し、空氣に觸れて容易に元の染料に復る。この染浴は硫化ソーダを多量に含んだ強いアルカリ性であるから、木綿にのみ使用される。多くの硫化染料は廉價な下級染料として需要が多いが、色調の美麗なものを得難い。サルファー=ブラック(黒色)・チオゲン=オレンジ(茶色)等はこれに屬する。

**8. 酸化染料** 酸化染料は染色に際して、酸化剤を使用する。例へば、**アニリン=ブラック**は先づアニリン=ソルト(鹽酸アニリン)  $[C_6H_5NH_2 \cdot HCl]$  を繊維に吸収させ、これを重クロム酸カリで酸化して、染料を繊維上に生成せしめて染色する。

**9. 水染染料** 水染染料は染色に際し水を用ひる。例へば、**ナフトール AS 染料**はナフトール AS を繊維に吸収させた後、これにジアゾ化合物

① 最近は色調の美しい高級硫化染料も製造されるに至つた。

② デアゾ化合物は多く  $N_2Cl$  の原子團を有するものが用ひられる。

を氷で冷して反應させ、纖維上に染料を生成せしめて染色する。この染料は染色に稍手数を要するが、木綿に極めて堅牢に染着するため、盛んに用ひられてゐる。この染料で染色したものを俗にナフトール染といふ。

## II. 染 色

染色は纖維を損傷することなくそれに染着させる操作である。従つてこれを行ふには、染料の性質、纖維の藥品に對する性質などを充分に知る必要がある。

1. 纖維の藥品に對する性質 動物纖維と植物纖維とは、その性質が本質的に異なる。

動物纖維の絹・羊毛等の主成分は蛋白質であるから、酸及び鹽基の何れとも化合し易く、従つて染料の染着性も大である。また酸に對しては比較的安定であるが、アルカリに對しては比較的弱いから、その染色に際してはアルカリ性の染浴を用ひ得ない。

植物纖維の木綿・麻・人造絹絲等の主成分は纖維

① 酸化染料と水染染料とは染料製造工程の一部を纖維上で行ふのである

素なる炭水化物で、動物纖維に比べて他の物質と化合し難く、従つて染料の染着性も小である。また動物纖維に反して、アルカリには頗る強いが、酸には比較的弱い。

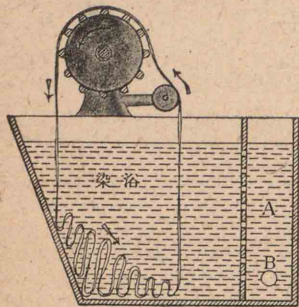
2. 染着の理論 染料が纖維に染着する説明に物理的と化學的とがある。即ち前者によれば、染料が纖維の内部にまで滲透し、或は纖維の表面に強く吸着するためであるといひ、後者によれば、恰も酸と鹽基とが化合して鹽を生ずる如く、纖維と染料とが化學的に結合して一種の化合物を作るためであるといふ。

3. 染色法 絲及び織物を染色するには、準備工程として、先づ石鹼でよく洗ひ、次に適當な漂白劑を用ひて漂白する。

植物纖維はアルカリに對して比較的安定であるから、その漂白には一般に廉價な晒粉を使用する。

動物纖維は晒粉によつて損傷を受けるから、これを用ひ得ない。よつてその漂白には、過酸化水素の如き緩和な酸化劑か、又は亞硫酸鹽類の如き還元劑を使用する。

(1) 無地染(單色染) 無地染を行ふには、種々の方法があるが普通には布染機(第134圖)を用ひて絲布



第134圖：布染機(Aに染料を入れ、Bの管に蒸氣を通じ、加熱して溶解する)

を染液に浸して染める。これを**浸染**といふ。

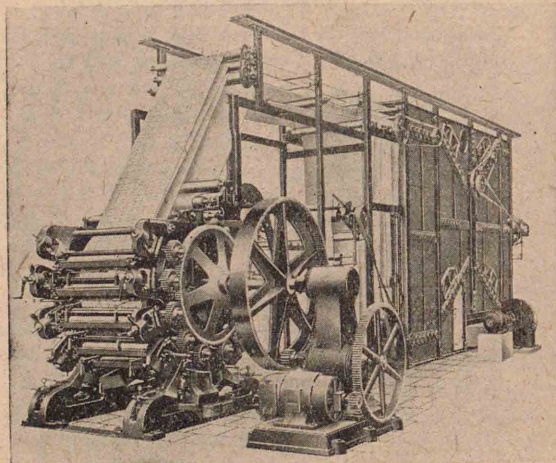
噴霧器で吹付けて染めるのを**霧吹染**といひ、染液に糊を混じて織物に塗布し、乾燥した後蒸熱して染めるものを**扱染**といふ。この外、冷染液を刷毛で塗布し、前記の如く處理

して染める**引染**もある。

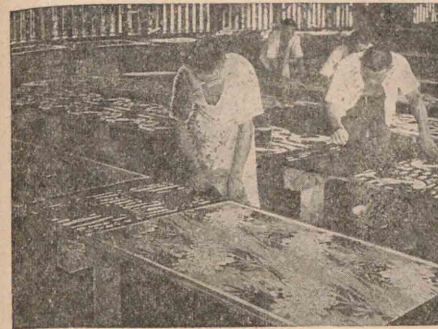
(2) **模様染** 模様染を行ふに、染液に糊を混じた色糊を用ひて布地に模様を印捺する方法を**捺染**といふ。

捺染には機械によるものと型紙によるものがある。

**機械捺染**は凹形模様を彫刻した銅製のロールを用ひて、布上に色糊で印刷した後、乾燥・蒸熱・水洗の諸操作を順次に行つて染色する方法である。



第135圖：十色捺染機



第136圖：型染の光景

**型染**は模様を彫り抜いた型紙又は金屬板を布上に置いて、その上から色糊を塗布し、前者と同様の操作を行つて染色する方法である。

無地染を行つた布に型紙を置き漂白劑を含んだ**扱染**糊を塗布した後、乾燥・蒸熱して模様を抜く方法を**抜染**といふ。防染法は、染料の浸潤を防止する材料を用ひて模様を描いて無地染する方法で**絞染**もその一種である。

## 第16章 火 薬

火薬<sup>①</sup>は僅かの刺激によつて化学變化を起し、多量のガスと熱とを急激に發生する物質である。この短時間内に發生するガスが熱のために膨脹して一層壓力を増し、所謂爆發の現象を呈する。

火薬類はその性質から大別して火薬・爆薬及び火工品の3種とする。火薬とは火薬類中最も緩慢に爆發するものをいひ、黑色火薬・無煙火薬等はこれに屬する。爆薬とは猛烈に爆發して破壊作用を伴ふもので、ダイナマイト・ピクリン酸等がこれである。火工品とは火薬及び爆薬を装填した製品で、彈丸・地雷・水雷等である。

また火薬類は用途から區別して發射薬・炸薬・爆破薬・起爆薬の4種とする。但し黑色火薬のみはこの分類に従はない。

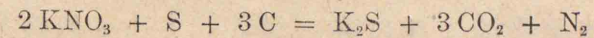
### I. 黑色火薬

黑色火薬は古代既に發明・使用せられたもので、點火すれば極めて活潑に燃焼する。昔は黑色火薬が唯一の火

① 火薬は廣義に解するときには火薬類を指す。

薬であつたから、何れの用途にもこれを使用した<sup>はなび</sup>が、今日では、主に獵銃及び煙火の發射、土壤の爆破等に用ひ、軍用には特殊な目的に限られてゐる。

黑色火薬を製造するには、硝石75%、硫黄10%、木炭15%を粉碎してよく混合し、少量の水を加へて練り、粒狀・六稜形・扁平板狀等に成形して乾燥する。これが燃焼する際の化学變化は凡そ次式の通りである。



### II. 無煙火薬

無煙火薬は煙を生じない發射薬である。發射薬は彈丸發射用の火薬であつて、黑色火薬もこの目的に用ひられるが、發射力が弱く且つ多量の煙を生ずるから、軍用には適しない。

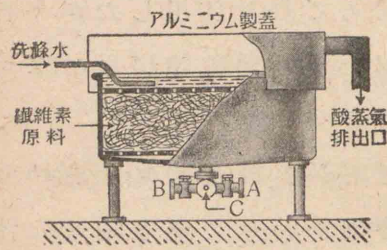
1. 硝酸纖維素火薬 これは綿火薬にワセリン・安定劑等を少量加へ、エーテルとアルコールとの混合液を用ひてねり、帶狀又は片狀に成形した後、熱空氣によつて溶劑を揮發せしめて製する。



第137圖：銃丸

① 実際には粉塵・窒素酸化物等より成る少量の煙を生ずる。

② ワセリンは約1%、安定劑としてはヂフェニルアミン $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}]$ を約2%加へる。このものは綿火薬中に殘存する微量の酸を中和する。



第138圖：トムソン式綿火薬製造装置

綿火薬とは硝酸纖維素を火薬として利用するときいふ。硝化度の低いもの(窒素含有量10.2~12%)を弱綿薬といひ、硝化度の高いもの(窒素含有量12.7~13.5%)を強綿薬といふ。

弱綿薬はエーテルとアルコールとの混合液に溶けるが、強綿薬はこれに溶けない。よつて硝酸纖維素火薬の製造には、強綿薬と弱綿薬とを適當に配合して使用する。

綿火薬製造の纖維素原料には、普通に、白の木綿襪を使用し、稀薄な苛性ソーダ液と共に煮沸して精製する。弱綿薬の製造條件はセルロイド用硝酸纖維素の製造條件と略同様である。強綿薬を製するには、纖維素を濃硝酸約20%、濃硫酸約70%、水約10%の組成の混酸中に温度25°Cで約8時間浸漬して硝化する。

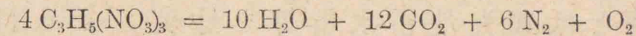
**2. ニトログリセリン火薬** これは強綿薬とニトログリセリンとの混合物に、火薬の力を調節する目的で少量のワセリンを混じ、これにアセトンを加へて練り、紐状又は管状に成形した後、熱空気をを用ひてアセトンを揮發乾燥せしめて製する。イギリスのコルダイト、帝國海軍の紐状火薬等は

① 混酸をAの口から入れ、硝化が終ればBの口から取出す。次に水を加へて洗滌し、その際生ずる稀酸はCの中から排出する。

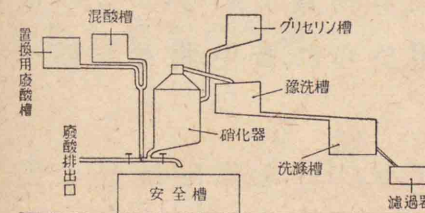
これに屬する。

**ニトログリセリン**  $[C_3H_5(NO_3)_3]$  はグリセリンの硝酸エステルである。これは水に溶けないが、アルコール・アセトン等に溶ける無色の液體で、水よりも重く(比重1.6)、有毒である。

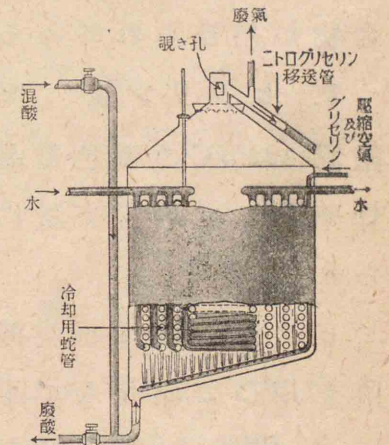
ニトログリセリンは極めて猛烈な爆發性化合物で、これを打つか或は急に熱すれば烈しく爆發する。その化學變化は次式で示される。



ニトログリセリンを製するには、鉛製の容器に凡そ濃硝酸40%、硫酸58%、水2%の組成の混酸を入れ、温度を約20°Cに保ちつゝ、純度の高いグリセリンを壓縮空気をを用ひて噴霧状にして注加する。

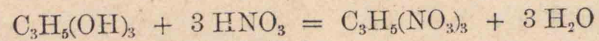


第139圖：ナサン式硝化法(安全槽には水を入れ萬一の際は反應物をこの中に投入する)



第140圖：硝化器の構造

- ① 工業用ニトログリセリンは淡黄色の油狀物である。
- ② ニトログリセリンの製造に適するグリセリンを工業上にダイナマイトグリセリンといふ。
- ③ ニトログリセリンは上層に浮ぶから、廢酸を注加して上方に押し上げ、移送管を経て豫洗槽、次いで洗滌槽に送る。



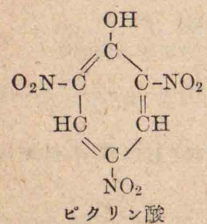
こゝに生じたニトログリセリンは分離してよく水洗した後、フランネルを用ひて濾過する。このものは頗る危険な化合物であるから、その製造及び取扱には専門の技術を要する。

### III. 炸 薬

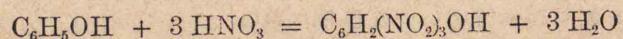
炸薬とは弾丸・地雷・水雷等を炸裂させる目的に使用する爆薬をいふ。この目的に以前は黒色火薬・綿火薬等を使用した、現今では専らニトロ化合物が用ひられてゐる。

**1. ピクリン酸** ピクリン酸  $[C_6H_2(NO_2)_3OH]$  は融點  $122.5^\circ C$  の黄色・結晶性の物質である。これは炸薬として最も多量に用ひられ、黄色薬とも稱へられる。

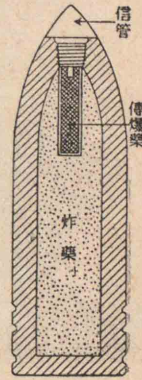
ピクリン酸は石炭酸  $[C_6H_5OH]$  を硝酸・硫酸の混酸を用ひて硝化しても得られるが、実際には石炭



酸に發煙硫酸を作用させて得られるものに、濃硝酸を反應させて製造する。その反應の要點は硫酸に係なく、次式で示される。



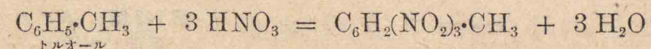
砲弾等にはピクリン酸を熔融して詰めるが、これは酸性物質で金属を侵すから、砲弾の内部に絹製又は紙製の被包を置いて、直接金属に觸れるのを防ぐ。



第141圖  
砲 弾

**2. トリニトロ・トルオール** トリニトロ・トルオール  $[C_6H_2(NO_2)_3CH_3]$  は融點  $81.5^\circ C$  の淡黄褐色・結晶性の物質で、ピクリン酸に優るとも劣らない炸薬である。

これは **トロチル**・茶褐薬或は T.N.T.とも呼ばれ、トルオールを濃硝酸と濃硫酸との混酸を用ひて硝化して製する。



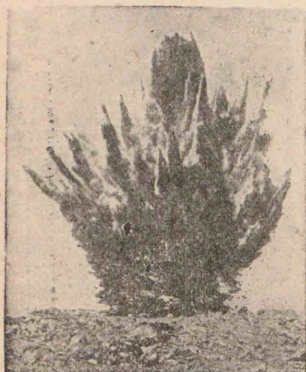
このものはピクリン酸の如く酸性でないから金属を侵さず、取扱上にも危険が少ない。

### IV. 爆 破 薬

爆破薬とは軍事・採鑛・土木工事等に於て城壁・橋梁・岩石・土壤等を爆破するために使用する爆薬をいふ。

**1. ダイナマイト** ダイナマイトはニトログリセリンを珪藻土・弱綿薬・木粉・硝石等に浸みこませたものである。

膠質ダイナマイトはニトログリセリンと弱綿薬とを



第142圖：爆薬によつて  
鐵床を爆破する光景

せて製する。

**2. 硝安爆薬** 硝安爆薬は硝酸アンモニウムを主體とし、これにジニトロ・ナフタリン

[ $C_{10}H_6(NO_2)_2$ ]等を配合して製する。これは爆發溫度が比較的低く、その爆發のために炭坑ガス等に引火する危険が少いから**安全爆薬**とも稱へられ、炭坑等で用ひられる。

**3. カーリット** 過鹽素酸カリ [ $KClO_4$ ]又は過鹽素酸アンモニウム [ $NH_4ClO_4$ ]を主體とした爆薬を過鹽素酸鹽爆薬といふ。カーリットはその代表的なもので、過鹽素酸アンモニウムに珪素鐵・木粉・ワセリン等を配合して製し、土木作業に廣く用ひられる。

木槽に入れ、銅製攪拌器で溫度約40°Cで1時間加熱・攪拌して膠狀物とし、これに硝石・木粉等を混合して製する。**硝安ダイナマイト**はニトロ・グリセリン・硝酸アンモニウム及び弱綿藥の三者を練り合



第143圖：ダイナマイトを  
發明したノーベル  
(A. Nobel, 1833-1896)

## V. 起爆藥

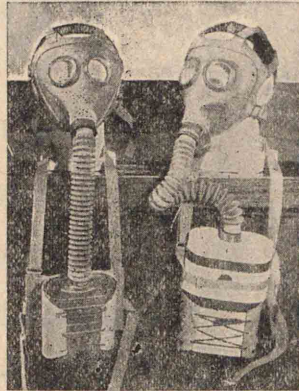
起爆藥とは爆發を起させるに使用する爆薬をいふ。これは爆發性に富み、容易に他の爆薬の爆發を誘發する。

**1. 雷汞** 雷汞 [ $Hg(CNO)_2$ ]は雷酸 [ $HCNO$ ]の水銀鹽、即ち雷酸水銀である。これは硝酸水銀の溶液にアルコールを作用させて得られる灰色乃至黄白色の物質で、點火・衝撃・摩擦等によつて確實に爆發し、ピクリン酸・ダイナマイト等をよく爆發せしめる。このものを銅管に充填して**雷管**を製する。

**2. 窒化鉛** 窒化鉛 [ $PbN_2$ ]は起爆の感度が一定なものを得難いから廣く用ひられない。

## 第17章 毒ガス [附] 煙幕

毒ガス<sup>①</sup>は戦時に於て戦闘用に使用し、或は平時に於て殺蟲用・護身用等に使用する特殊の有毒性ガス状の物質である。毒ガスには、液體のまま、雲霧状にして用ひるものと、固體のまま、細塵状にして用ひるものがある。



第144圖：防毒面

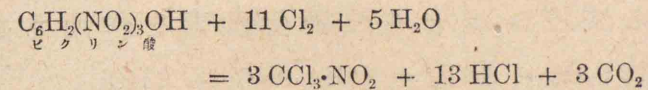
## I. 催涙性毒ガス及びクシャミ性毒ガス

催涙性毒ガスとクシャミ性毒ガスとは共に粘膜を刺戟する毒ガスで、前者は主に涙腺を刺戟して催涙せしめ、後者は主に鼻・喉等の呼吸器官を刺戟して、<sup>くしゃみせき</sup>嚏・咳等を催させる。これ等の毒ガスは一般に揮發し易く且つそのガスが空氣よりも重く、容易に地面を掩ふことを必要とする。

1. クロル=ピクリン クロル=ピクリン  $[\text{CCl}_3\text{NO}_2]$  は沸點  $112\sim 113^\circ\text{C}$  の無色の液體で、頗る揮發し易

① 毒ガス及び類似物を化學兵器といふ。

い。これを製するには、ピクリン酸に晒粉を作用させる。その反應は明かでないが、凡そ次のやうに考へられてゐる。

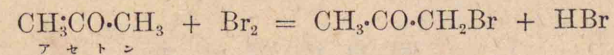


このものは著名な催涙劑で、平時に於ては殺蟲劑・護身用催涙彈に用ひられる。空氣1立方米中にこれが0.06瓦存在すれば、1分間以上その中にゐることが出来ない。

クロル=ピクリンの防禦には、活性炭を入れた防毒面を用ひるか、又は多硫化アルカリと石鹼の溶液を用ひて淨化する。

## 2. ブロム=アセトン ブロム=アセトン

$[\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Br}]$  は沸點  $136^\circ\text{C}$  の無色の液體で、アセトンに臭素を作用させて製する。



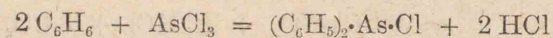
このものはクロル=ピクリンよりも猛烈な催涙劑で、その防禦法はクロル=ピクリンと同様である。

クロルアセトン  $[\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Cl}]$  及びブロム=メチル=エチル=ケトン  $[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Br}]$  はブロム=アセトンに類似した催涙劑である。

## 3. 鹽化デフェニル砒素 鹽化デフェニル砒素



$[(C_6H_5)_2 \cdot As \cdot Cl]$  は融點  $38^\circ C$  の無色結晶性の物質で、揮発しないから砲弾・爆弾等に入れ、細末として使用する。これを製するには、鹽化アルミニウムを觸媒として、ベンゾールに鹽化砒素を作用させる。



このものは猛烈なクシ<sup>キ</sup>ミ性毒ガスで、主として呼吸器官を侵して嘔を發せしめ、嘔吐を催さしめる。空氣 1 立方メートル中にこれが僅に 0.001~0.002 瓦存在すれば、既に耐へ難い。

鹽化ヂフェニル砒素を防禦するには纖維素・絹又は毛の厚い層を通じて濾過する。



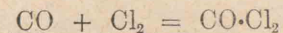
第145圖：毒ガス發射の狀況

## II. 窒息性毒ガス

窒息性毒ガスは吸入せられて後、内臓器官を侵して窒息性の毒作用を現すが、刺戟性は少い。この毒ガスは一般に揮発し易く、比重が空氣よりも大なるを要する。

### 1. フォスゲン フォスゲン $[CO \cdot Cl_2]$ は沸點 $8.2^\circ C$ の

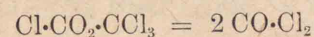
極めて揮発し易い無色の液體で、特有の青草堆肥様の臭氣を有する。これを製するには、一酸化炭素と鹽素との混合ガスを活性炭上に通ずる。



このものは極めて猛烈な毒性を有し、肺臓の粘膜炎を侵して窒息せしめる。空氣 1 立方メートル中にこれが僅に 0.045 瓦存在すれば、10 分間以内に生命は危険となる。

フォスゲンの防禦には活性炭及びソーダ<sup>①</sup>-ライムを入れた防毒面を使用し、或はアンモニア-ガスを發散させて、これを分解する。

2. **ヂフォスゲン** ヂフォスゲン  $[Cl \cdot CO_2 \cdot CCl_3]$  は沸點  $126^\circ C$  の液體で、容易に分解してフォスゲンを生ずるから、その毒作用もフォスゲンと同様である。



このものはフォスゲンに比べて揮發性が少いから、毒ガス弾に用ひられる。

3. **鹽素** 世界大戦の初期には鹽素が毒ガスとして用ひられたが、他のものに比べて毒性が少いから、實用價值は乏しい。然し鹽素は毒ガス製造の原料として重要である。

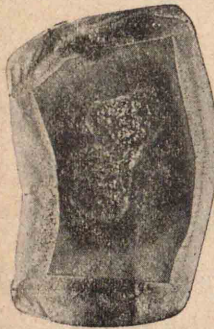
① 石灰と苛性ソーダとの混合物。

## III. 糜爛性毒ガス

糜爛性毒ガスは粘膜・皮膚等に附着して細胞を破壊し、遂には深部に達して血液中に入り、赤血球をも破壊する。その毒性の悪質なること、並びに微量を感知する良法のないことは、毒ガス中最も恐るべきものとされてゐる。身體に附着して毒性を發揮する必要から、一般性質として揮發度なるべく小なるを要する。

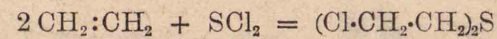
## 1. イペリット イペリット

[(Cl·CH<sub>2</sub>·CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>S] は沸點 217°C の無色・油



第147圖：イペリットによる水泡

状の物質で、揮發性が少い。これを製するには、鹽化硫黄にエチレンを通ずる。



このものは代表的な糜爛性毒ガスで、刺戟性なく、その少量が皮膚に附着しても徐々に侵して發泡・糜爛

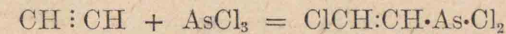
① イペリットの不純なものはカラシに似た臭氣を有するからマスタードガスともいはれる



第146圖：毒ガス防禦の被服

の傷害を與へる。イペリットの防禦には晒粉の溶液を使用するが、安全とはいひ難い。

2. ルイサイト ルイサイト [ClCH:CH·As·Cl<sub>2</sub>] は沸點 190°C の液體で、<sup>てんぢくあふひ</sup>天竺葵に似た臭氣と強烈な刺戟作用とを有する。これを製するには、鹽化アルミニウムを觸媒として三鹽化砒素とアセチレンとを化合させる。



このものは眼・鼻等の粘膜を刺戟して頭痛及び胸部疼痛を起させ、又これが皮膚に附着すれば水泡を生じて糜爛せしめる。

ルイサイトの防禦には過マンガン酸カリ等の酸化劑を使用する。

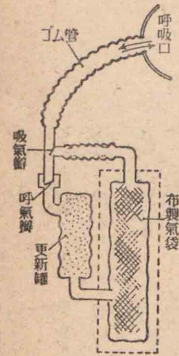
## IV. 防 毒 法

毒ガスを防禦するには、集團的には空氣淨化設備を備へた密閉室(防毒室)を設け、個人的には防毒面・防毒衣等を用ひる。なほ毒ガスが撒布されたときには、直ちに適當な防毒劑を使用して、これを無害物に變ずる必要がある。

1. 防毒劑 防毒劑には、既に述べた如く、毒ガスの性質に應じてアルカリ・アンモニア・酸化劑等

が用ひられるが、一般毒ガスの吸収剤として最も重要なものは**活性炭**である。これはかしかしはくみぎ檜・樺・櫟等から得た木炭に水蒸氣を通じつゝ、850~900°Cに赤熱して製造する。

**2. 防毒面** 防毒面には、淨化劑を通過させて毒物を除去しつゝ、外氣を呼吸する**直結式防毒面**及び**隔離式防毒面**



第149圖：酸素呼吸器（更新罐には酸素發生劑と炭酸ガス吸收劑を入れる）

(第144圖参照)と酸素又は壓縮空氣を裝備して外氣と絶縁して呼吸する**酸素呼吸器**とがある。前二者は後者に比べて防毒能は稍不完全であるが、その構造が簡單で且つ輕量であるから市民用に適する。

糜爛性毒ガスの如く、皮膚から侵入するものに対してはゴム製の防毒衣・防毒手袋を用ひる。

### [附] 煙 幕

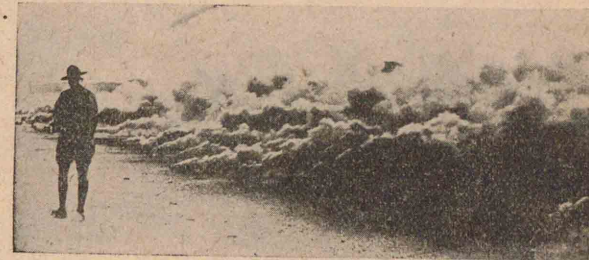
煙幕は自己の設備行動等を隠蔽する目的を以て空氣

① 活性炭は氣體・液體を吸着する能力が大であるから、防毒用以外に砂糖・藥品・油脂等の脱色・精製、天然ガソリンの製取等に用ひられる。

中に不透明性の雲霧を生ぜしめるものである。

**1. 固體煙幕** 固體煙幕は固體の微粒子によつて生ずるもので、その主なものは、ベルゲル劑及び燐である。ベルゲル劑は四鹽化炭素 [CCl<sub>4</sub>] (又は六鹽化エタン [C<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>]) 50%、亞鉛末 25%、酸化亞鉛 20%、珪藻土 5% の混合物で、これに點火すれば鹽化亞鉛及び酸化亞鉛より成る白煙幕を生ずる。

また燐に點火すれば五酸化燐 [P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>] を生じ、これが空氣中の水分と化合してメ



第150圖：煙幕の展張

タ燐酸 [HPO<sub>3</sub>] となり、白煙幕を作る。

**2. 液體煙幕** クロルスルホン酸 [HSO<sub>3</sub>Cl]・四鹽化珪素 [SiCl<sub>4</sub>] 等を空氣中に噴射すれば、これ等は空氣中の水分と化合して夫々硫酸と鹽酸及び水酸化珪素 [Si(OH)<sub>4</sub>] と鹽酸とを生じ、白煙幕を作る。

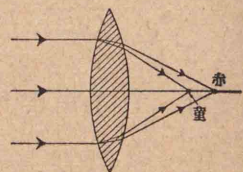
① ベルゲル劑による煙幕は無害である。

寫眞機・顯微鏡・望遠鏡等の光學器械は、何れもレンズ又はプリズムを應用したものである。

I. レンズ

1個のレンズが作る像は必ずしも明瞭でない。その主な原因は、レンズの色収差と球面収差とである。高級な光學器械では、この兩収差を除くやうにレンズを組合せてある。

1. レンズの色収差 白色光



は波長の異なる多くの光から成る。光の分散で學んだ如く、堇色光は赤色光よりも屈折率が大であるから、これよりもレンズに近く像を結ぶ。斯様に、色によつて像の



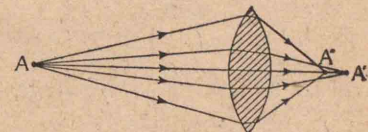
第152圖：色消しレンズ(C.クラウン=ガラス F.フリント=ガラス)

生ずる位置の異なることを色収差といふ。レンズの色収差を避けるには、通常、クラウン=ガラスの凸レンズにフリント=ガラスの適當な凹レンズを組合せる。これを色消レンズといふ。

クラウン=ガラスとフリント=ガラス(第81頁

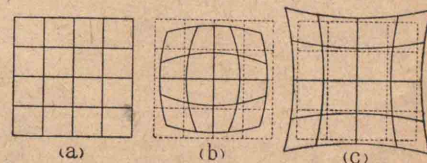
参照とは色光に對する屈折率並びに分散度を夫々異にする。2個のレンズを組合せて、赤と堇とが同じ位置に像を結ぶやうにすれば、赤及び堇に對する色消レンズが得られる。

2. レンズの球面収差



第153圖：レンズの球面収差

1個の凸レンズで、一點から發した光の像を作らせるとき、嚴密には一點にならない。また第154圖(a)を凸レンズを通して見るとき、實像のときは(b)の如く、虚像のときは(c)の如く歪曲する。斯

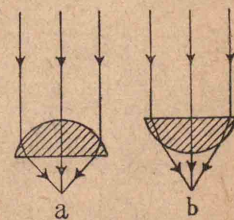


第154圖：球面収差による歪曲

様な現象は、レンズの面が球面をなすために生ずるのであるから、これを

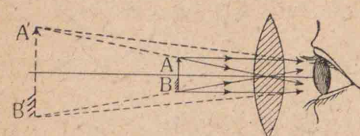
球面収差といふ。レンズの球面収差を避けるには、なるべくレンズの中央部のみを使用し、且つ適當な形のレンズを適當な位置に配列する。

例へば、同じ平凸レンズでも第155圖の(a)の場合の球面収差は、(b)の場合の球面収差の凡そ1/5である。



第155圖：平凸レンズの球面収差

3. 蟲眼鏡 蟲眼鏡は焦點距離の短い凸レンズ1個か或は數個を組合せたものである。物體をレンズと



第156圖： 蟲眼鏡の理

その焦點との間に置いてレンズを通して見るときは、明視距離に正立した虚像を生ずる。

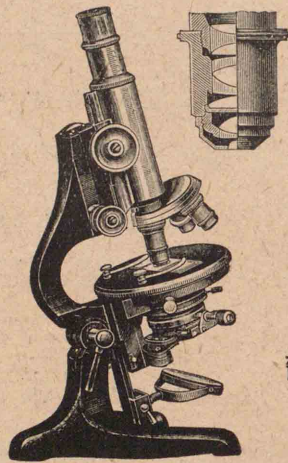
明視距離に於ける虚像と實物との大きさの比を蟲眼鏡の倍率といふ。レンズの焦點距離を  $f$ 、倍率を  $M$  とすれば次の関係がある。

$$M = \frac{25}{f} + 1$$

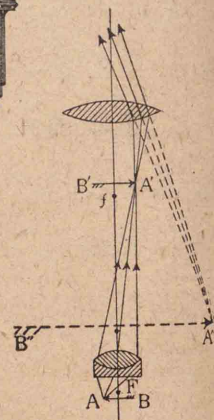
## II. 顯微鏡・望遠鏡及び雙眼鏡

顯微鏡・望遠鏡・雙眼鏡等は何れも廓大された虚像を生ずる。

**1. 顯微鏡** 顯微鏡の對物レンズには焦點距離の極めて短い凸レンズを使用する。顯微鏡の倍率は、對物レンズ及び接眼レンズの焦點距離が短い程、大となる。



第157圖： 顯微鏡と對物レンズの構造(上)



第158圖： 顯微鏡の理

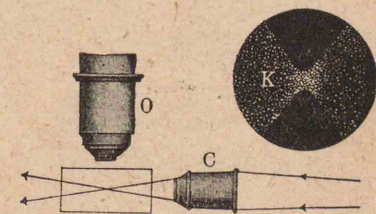
① 明視距離とは、眼を勞せずして物體を明瞭に見得る距離をいひ、健眼では25cmである。

第158圖のやうに、對物凸レンズの焦點  $F$  に近い外側に物體  $AB$  を置けば、廓大した實像  $A'B'$  を生ずるから、これを接眼凸レンズの焦點距離内に置いて見るときは、明視距離に更に廓大された虚像  $A''B''$  を生ずる。

倍率の大なる顯微鏡の對物レンズは、色収差及び球面収差を除くために、レンズの組合せが極めて複雑となつてゐる。また像の廓大に伴つて視野の暗くなるのを防ぐために、下方に反射鏡・集光レンズ等を備へる。

**金屬顯微鏡** 金屬の組織、その他不透明體の表面の状態を研究するのに用ひられる顯微鏡では、透過光線の代りに反射光線を用ひる。それには、對物レンズの側方から光を入れ、對物レンズに集光レンズの作用を兼ねしめる構造のものが多い。

**限外顯微鏡** 限外顯微鏡は、暗黒にした視野の一方から光を送り、光の通路にある物體をこれと直角な方向から、普通の顯微鏡を用ひて觀察するやうに装置したものである。こ



第159圖： 限外顯微鏡の理とその視野(右上)(C. 集光レンズ, O. 顯微鏡の對物レンズ, K. コロイド粒子が光つて見える状態を示す)。

の顯微鏡では1萬分の1耗以下の粒子の存在をも認め得るが、その觀察されるものは、實際の粒子ではなく、粒子

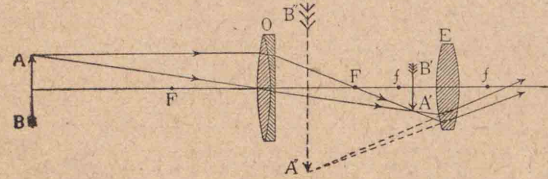
② 顯微鏡で認め得る最小限度は1萬分の2耗位である。

のために反射された光で、恰も暗夜に星の輝く如くに見える。

2. 望遠鏡 望遠鏡の對物レンズには、焦點距離の長い大型の凸レンズを使用する。對物レンズの焦點距離が長いもの程、大なる倍率を得るに適し、また口径の大なるもの程、觀測體の精細な部分を觀察するに適する。

望遠鏡には、倒立した虚像を生ずる天體望遠鏡と、正立した虚像を生ずる地上望遠鏡とがある。

天體望遠鏡に於ては、對物レンズOによつて遠方にある物體ABの倒立した實像A'B'を生じ、接眼レンズEを通して

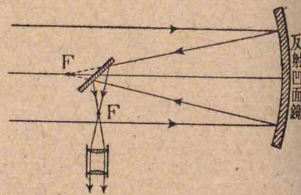


第160圖：天體望遠鏡の理

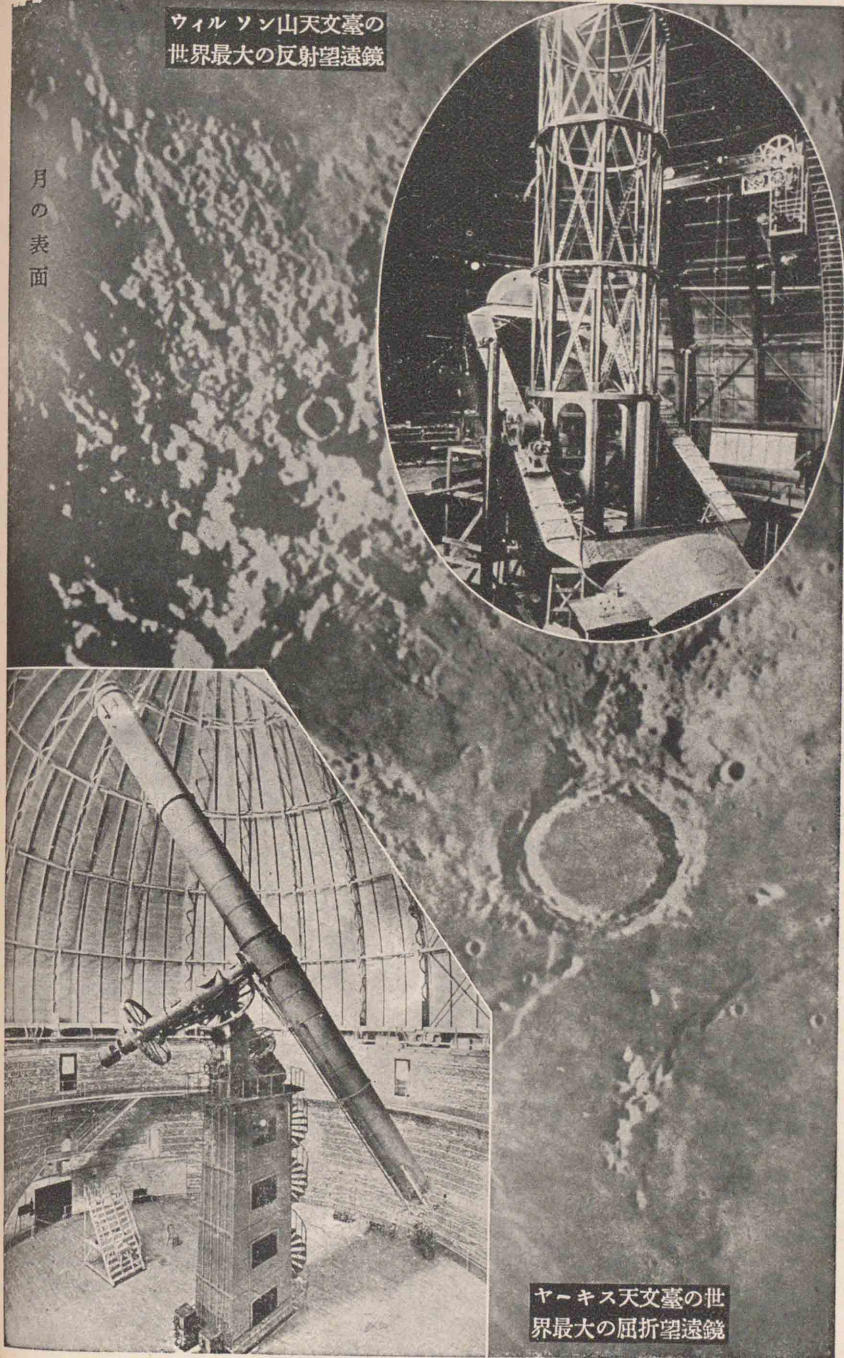
てこれを見れば、廓大された虚像A''B''を見得る。

反射望遠鏡は、對物レンズの代りに大型の凹面鏡を使用したもので、主に星の發する光等を觀測するに用ひられる。これは光の量は少いが、色収差を防ぎ得る特徴がある。

地上望遠鏡は、對物レンズと接眼レンズとの間に更に1個の凸レンズを備へたもので、對



第161圖：反射望遠鏡の理

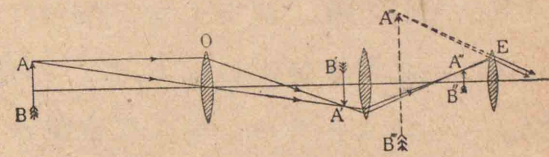


ウィルソン山天文臺の  
世界最大の反射望遠鏡

月の表面

ヤーキス天文臺の世  
界最大の屈折望遠鏡

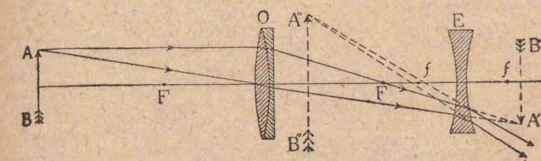
物レンズで生ずる倒立した實像を、このレンズによつて正立させ、



第162圖：地上望遠鏡の理

これを接眼レンズを通して見る。

3. 雙眼鏡 雙眼鏡は望遠鏡に比べて倍率は小であるが、筒が短くて携帯に便である。これには正立像を得るためにプリズムを用ひるものと、

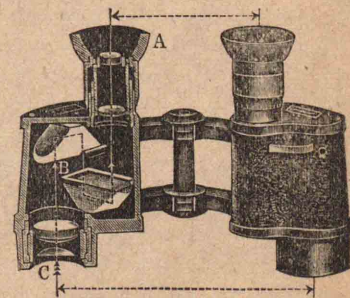


第163圖：凹レンズ雙眼鏡の理

接眼レンズに凹レンズを用ひるものがある。

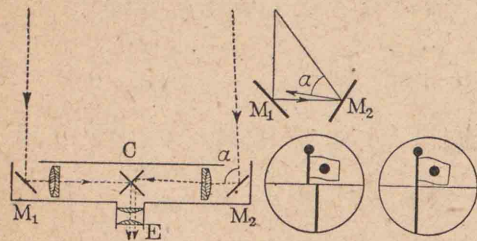
凹レンズ雙眼鏡に於ては、實像 A'B' と對物レンズ O との間に接眼凹レンズ E を置き、正立した虚像 A''B'' を作りしめる。

プリズム雙眼鏡では、對物レンズ C と接眼凸レンズ A との間に 2 個の直角プリズム B を置き、光を 4 回全反射させて像を正立させる。これと同時に、對物・接眼兩レンズ間の光の通路を長くして、比較的大なる倍率を得易からしめてある。



第164圖：プリズム入雙眼鏡の構造

4. 測距儀 測距儀は距離の測定に用ひられる望遠鏡の一種で、軍艦には頗る大形のものが装備されてゐる。その理は圓筒の両端に反射鏡(又はプリズム) $M_1, M_2$ を

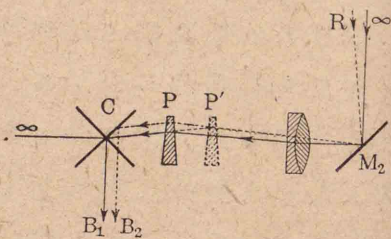


第165圖：測距儀の理(1)

設け、中央に交叉した鏡(又はプリズム)  $C$  を置き、接眼レンズ  $E$  を通して物體を觀測する。  $M_1$  を固定し、  $M_2$  を廻轉すれば、  $E$  の視野に入る像は、  $M_2$  の廻轉角に應じて二重に見え或は一致する。そして像が一致する際の  $M_2$  の廻轉角は、觀測體から  $M_2$  に入る光の角度  $\alpha$  によつて異なる。角度  $\alpha$  は觀測體までの距離によつて異なるから、  $M_2$  の廻轉角によつて觀測體までの距離を測定することが出来る。

實際には、  $M_1, M_2$  を何れも固定し、  $M_2$  を廻轉する代りに移動プリズムを用ひる。今、無

限大の距離にある物體の像が、プリズムを  $P$  の位置に置いたとき  $B_1$  に一致するとすれば、  $R$  の距離にある物體の像は  $B_1, B_2$  と二重になる。よ



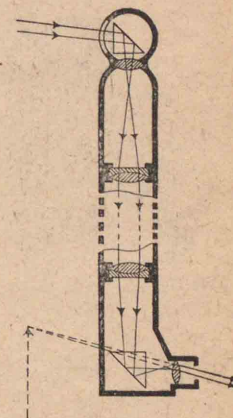
第166圖：測距儀の理(2)

つて  $P$  を  $P'$  に移動すれば、  $R$  からの像は  $B_1$  に一致し、距離  $R$  はプリズムの移動距離  $PP'$  によつて測定される。な

ほ多くの測距儀では、像の一致するのを見易くするために  $C$  を適當に作り、  $M_1$  及び  $M_2$  からの像を別々に2分した視野に入れるやうにしてある。

### 5. 潜望鏡(ペリスコープ)

潜望鏡はプリズムと望遠鏡とを圖の如く組合せたもので、潜水艦が潜航中に海上を望むに使用する。なほ測距儀を準備して距離を測定し得るやうになつてゐるものもある。



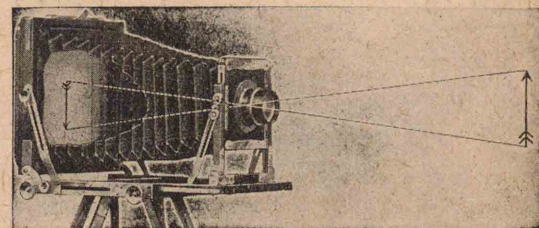
第167圖：潜望鏡の理

### III. 寫眞機・幻燈機及び活動寫眞機

寫眞機・幻燈機及び活動寫眞機は、何れもレンズの作る實像を應用したものである。

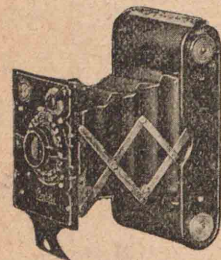
#### 1. 寫眞機

寫眞機の主要部は前端に凸レンズを嵌め、後端に艶消ガラス(ピント=ガラス)をつけた暗箱(カメラ)で、これに絞り・シャッター等を備へる。撮影をするには、先づ暗箱の蛇腹を伸縮して、レンズによる實像を艶消ガラス上に鮮明に作らせる。次にシャッターを閉ぢて艶消ガラ



第168圖 寫眞機の構造

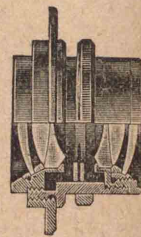




第169圖：巻フィルム寫眞機

スを乾板(又はフィルム)に置き換へ、一定時間シャッターを開いて乾板に光を感じさせる。この操作を露出又は露光といふ。露出した乾板は現像・定着して陰畫を得、更にこれを印畫紙にあて、焼付け、現像・定着して陽畫を得る。

**寫眞レンズ** 1個のレンズでは、レンズの中央部のみを使用しない限り、球面収差と色収差とのために像は著しく歪曲し、且つ全體に鮮明を缺く。**アナスタグマート**と總稱される高級寫眞レンズは、収差を除くために通常3乃至6個のレンズが組合されてある。



第170圖：寫眞レンズの構造

**絞り** 絞りの目的の一つは、レンズを透過する光の量を加減するにある。絞りの大きさを表すには、レンズの焦點距離を絞りの直徑で除した數を以てし、これを鏡徑比といふ。

$$\text{鏡徑比} = \frac{\text{レンズの焦點距離}}{\text{絞りの直徑}}$$

レンズの明るさ即ち像の光明度は鏡徑比の2乗に逆比例するから、露出

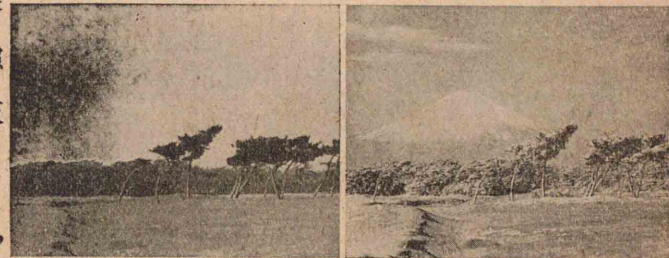
鏡徑比	3.16	4.5	6.3	7.7	9	12.5	18
露出時間比	1	2	4	6	8	16	32

① 巻フィルムを使用する寫眞機に於ては、脱消ガラスを備へず直ちに露出を行ひ得るやうにしてある。

時間は鏡徑比の2乗に正比例する。

**濾光障(フィルター)** 普通に、實物を肉眼で見た感覺と、その寫眞の明暗とは必ずしも一致しない。これは肉眼に強く感ずる光と乾板に強く感ずる光とが同一でないからである。多くの濾光障は特殊な色素を塗つたガラス板で、色素の種類によつて、夫々特有な光線を吸収する。適當な濾光障をレンズの前に取付け整色した乾板を用ひて撮影すれば、肉眼で見たのと同じ感覺の寫眞を撮ることが出来る。

また濾光障と乾板とを適當に選擇すれば、肉眼で見ら



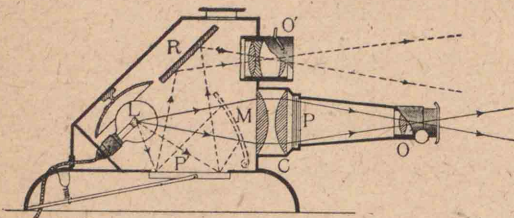
第171圖：普通寫眞(左)と赤外線寫眞(右)

れない赤外線の寫眞も撮影し得る。

**2. 幻燈機** 幻燈機では、第172圖のやうに、光源Lから發する強い光を集光レンズCで集めて、透明な畫板Pを照らし、その透過光線を映寫用凸レンズOによつて白幕上に映寫させる。

透明畫板の代りに不透明畫板P'又は實物を用

① 普通の乾板又はフィルムは紫外線に最もよく感じ、綠・黃・赤等の色光には感光し難い。赤色光には感じないが綠・黃等の色光に感ずるものを**整色性**(オルソクロマチック)といひ、赤色光にも感ずるものを**全整色性**又は**汎整色性**(パンクロマチック)といふ。



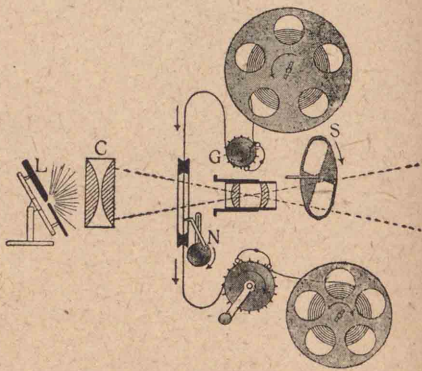
第172圖：幻燈機の構造

ひるものを實物  
幻燈機といふ。  
これでは、映寫す  
べき物體を反射  
鏡Mを用ひて強  
く照らし、その反射光線を平面鏡Rで反射させ、映  
寫用レンズOを通して白幕上に映寫させる。

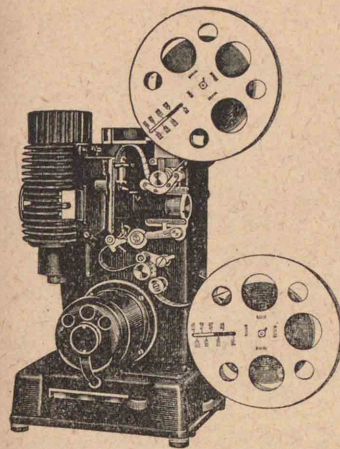
**3. 活動寫眞機** 活動寫眞機は運動する物體  
の寫眞を1秒間に16齣  
以上の速さで撮影し、こ  
れを撮影と同じ條件で  
白幕上に映寫する装置  
である。

暗所で火の附いた線香  
を急速に廻轉すれば光の  
輪に見える。活動寫眞は  
この理を幻燈機に應用し  
たものである。

撮影機は感光フィルムを暗箱内で移動させ、フ  
ィルムの間歇移動装置とシャッターとの作用で、毎秒  
約16齣の寫眞を順次に撮影し得るやうにしたも  
のである。



第173圖：活動寫眞映寫機の構造  
(L.光源, C.集光レンズ, G.フ  
ィルム誘導齒車, N.間歇移動装置,  
S.シャッター)

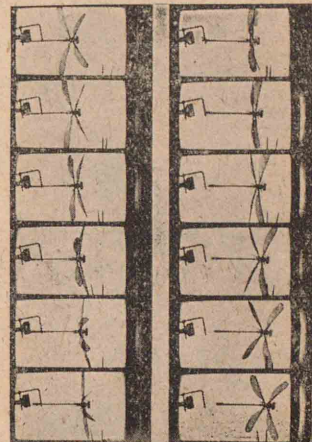


第174圖：小型活動寫眞映寫機

映寫機は幻燈機に活動寫  
眞撮影機と同じフィルム移動  
装置を設けたものである。  
これで1秒間約16齣の寫眞  
を順次に映寫し、寫眞が交代  
する瞬間の光をシャッターで  
遮るときは、映寫像は恰も活  
動する  
かの如

く見える。

高速度活動寫眞は撮影に際し  
てフィルムを特に急速に移動させ、  
映寫に際してこれを普通の速度  
で移動させる。これによつて、彈  
丸の運動の如く、肉眼では觀察し  
得ない程急速に運動するものも  
觀察し得る



第175圖：高速度活動  
寫眞のフィルム

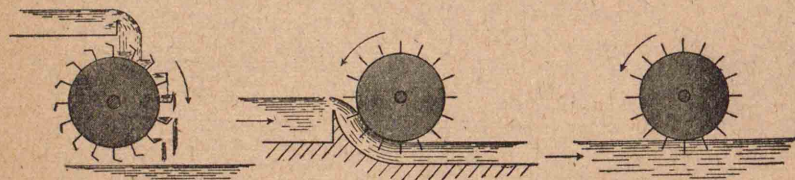
### 第19章 原 動 機

原動機とは水力・風力・熱等の有するエネルギーを利用して、特定の力と運動とを継続させる機械の總稱である。水力を利用するものを水力原動機といひ、風力を利用するものに風車がある。熱を利用するものを熱機関といふ。

#### I. 水力原動機及び風車

水力原動機は水の低きに流れる性質、即ち水の有する位置のエネルギーと運動のエネルギーとを利用するもので、風車は風の運動のエネルギーを利用するものである。

1. 水車 普通の水車には上掛式・下掛式・胸掛式の3種がある。上掛式は水の位置のエネルギーを利用し、下掛式は流水の運動のエネルギーを利用し、胸掛式は水の運動のエネルギーの一部と位置のエネルギーとを利

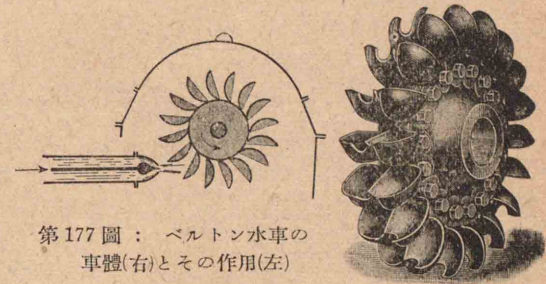


第176圖：水車の3種(左より、上掛式・胸掛式・下掛式)

用したものである。

2. ペルトン水車 ペルトン水車は、ノズル(嘴)

管から噴出する水をバケット(水承)に衝突させ、その衝突によつて高速廻轉をさせる

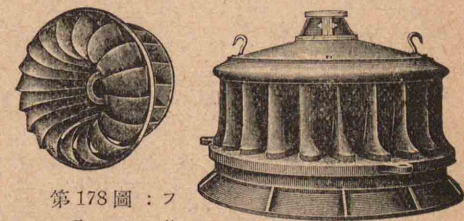


第177圖：ペルトン水車の車體(右)とその作用(左)

ものである。この水車は一般に落差の著しく大なる場合に用ひられる。

3. 水タービン 水タービンのランナー(翼を備へた廻轉車)には、フランシス型とプロペラ型とがある。

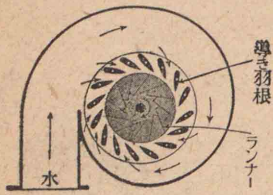
(1) フランシスタービン このタービンはランナーの外周に導き羽根を備へ、これによつて水流の方向を一定にし且つ水量を加減する。ランナーは、水がその翼内を通過する際に方向と速度とを變へる反動で廻轉する。



第178圖：フランシスタービンのランナー(左)と導き羽根(右)

#### 渦巻型フランシスター

① 落差とは水の流下する垂直距離をいふ。流水の水車に與へるエネルギーは、落差と水量との積に等しい。

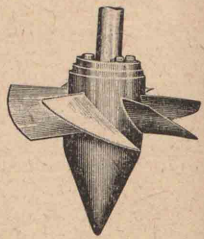


第179圖：渦巻型フランシスタービン

ピンは、落差の比較的大なる場合に使用する型で、タービンの外周に渦巻型の外框を設け、これに導水管を連結してある。

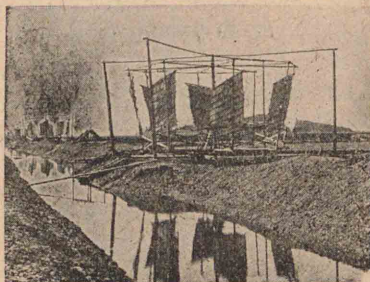
(2) プロペラ型

タービン この型のタービンは、前者のランナーの代りにプロペラ型の翼車を置いて、水の反動で廻轉させるものである。



第180圖：プロペラ型翼車

4. 風車 風が常に一定の方向に吹く地方では、風車も有利な原動機である。我國では家庭用ポンプや、朝鮮・關東州等の鹽田で利用されてゐる程度である。



第181圖：風車(關東州)

II. 蒸氣機關

蒸氣機關は燃料の有するエネルギー、即ち熱を水に傳へて蒸氣を作り、その壓力を利用して機關

① 我國に風車が少いのは、水力に恵まれてゐるのと、一方暴風雨等のため風車の破壊される危険が多いのによる。

を運轉するものである。従つて蒸氣機關の主要部は汽罐と機關部とである。

飽和蒸氣と過熱蒸氣 水を入れた汽罐を閉ぢて熱して得られる高壓の蒸氣は、これを他に導いて少しでも溫度を下げると、蒸氣の一部が直ちに凝縮して水滴となる。斯様な蒸氣を飽和蒸氣といふ。飽和蒸氣を他に導いて、更に熱して得られる高溫度の蒸氣を過熱蒸氣といふ。これは飽和蒸氣に比べて多量のエネルギーを有するから、より一層多くの仕事をなし得る。

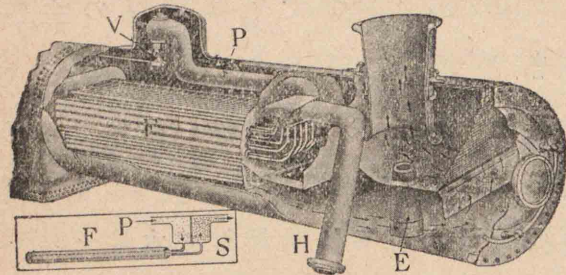
1. 汽罐(ボイラー) 汽罐には燃料の熱エネルギーをなるべく有効に水に傳へる目的で、種々の形状のものがある。

(1) 丸罐 丸罐は長大な圓筒内に小圓筒(焰管)を備へたもので、小圓筒の一端で燃料を燃して、兩圓筒の間に入れた水を加熱する。これは最も古い汽罐であるが、小工場で用ひられてゐる。

(2) 焰管式汽罐 焰管式汽罐では、罐内に多數の細い管を設け、この中に火焰を通じて罐水を加熱する。これは丸罐よりも傳熱面積が大きいので、熱は一層有効に罐水に傳へられる。

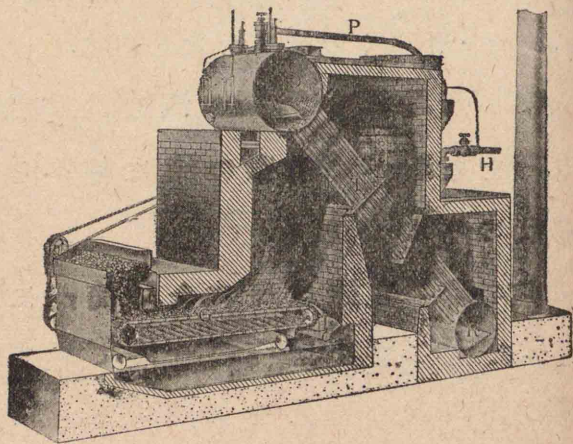
機關車用汽罐は焰管式汽罐の代表的なもので、過熱蒸

② 過熱蒸氣は高壓蒸氣を用ひる大型機關やタービン等に用ひる。



第182圖：蒸氣機關車の汽罐部の構造

氣を作るために  
 焰管内に更に細  
 い管を往復せし  
 めてある 罐胴  
 内に発生した蒸  
 氣は、この細い管  
 を通過する間に  
 過熱蒸氣となり、蒸氣管に集つて機關部に導かれる。 焰  
 管を出た煙は塵  
 埃除去網を通つ  
 て煙突から排出  
 されるが、機關車  
 には高い煙突を  
 用ひられないか  
 ら、機關の廢氣を  
 利用して通風を  
 助ける。



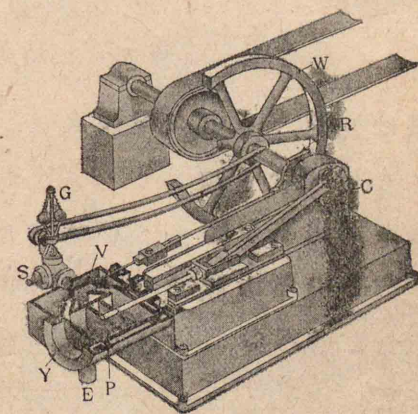
第183圖：タクマ式汽罐の構造

- ① 焰管Fで熱せられて発生した蒸氣は、蒸氣止瓣VよりPを経て過熱器Sに入り、Hを経て機關部に導かれる。Eは機關の廢氣管で、矢は火焰の流れ方を示す。
- ② 燃料は自動給炭機G上で燃焼し、生じた火焰は水管Tの上部を熱し、次で過熱管Sを熱し、更に水管の下部を熱した後、煙道に去る。水管内で加熱された水は上昇して氣室Dに至り、集水器Wを経て並列した水管の中央列にある降水管を通つて水室Rに至り、これが再び水管内を上昇循環して加熱せられる。発生した蒸氣はP・Sを経てHから機關部に導かれる。

(3)水管式汽罐 水管式汽罐は多數の細い管中にある罐水を加熱するもので、発生した蒸氣を汽罐の上部に備へた蒸氣溜に集め、更にこれを過熱器に導き、過熱蒸氣にして機關部に送る(第183圖)。

陸用大型汽罐の多くは水管式である。汽罐の燃料としては一般に石炭又は重油が使用される。石炭の燃焼法には、人力による外、火格子が自動的に動いて石炭を運ぶ自動給炭法が多く用ひられる。重油燃焼には特別の燃焼装置が使用され、短時間内に機關に對してその全能力を出させるに適する。

2. 機關(エンジン) 蒸氣機關の作用は、第184圖に於て、氣筒Y内のピストンPは、蒸氣の壓力によつて右方に押され、その力は連接桿を経てクランクCを廻らす。この際、氣筒に送られる蒸氣は途中で止められるが、ピストンは蒸氣の膨脹力によつて右端まで達する。このとき、滑瓣Vは偏心輪Rの働きによつて右端の蒸氣通路を開くから、ピストンは左方に戻され、クランクは残



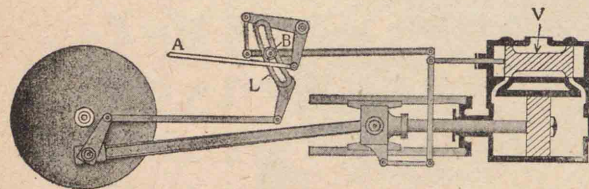
第184圖：蒸氣機關の作用

りの半廻轉をなして、再び同じ動作を反復する。膨脹して仕事を終へた廢氣は、滑瓣の中央の通路を経て廢氣管Eから外部に排出される。

ハズミ車Wは直徑・質量共に大であるから、廻轉運動の慣性も大で、ピストンが右端又は左端に於て靜止するのを防ぎ、且つ廻轉のむらを少なくする。

調速機Gは遠心力を利用したもので、機關の負擔する荷(負荷)が増減して廻轉に遲速が生ずれば、自動的に蒸氣の供給量を調節する。

機關車用機關 機關車では、前進・後進を行ふために起動輪の廻轉方向を變へる装置を備へる。第185圖に於



第185圖：機關車の機關

て、槓杆Aを引けば、ピンBはリンクLの溝に沿うて動き、滑瓣Vの位置が變じて蒸

氣はピストンの右側に入る。Aを押せば、その逆になるから、廻轉は逆になる。Aを中央に置けば、Vの動きは止り、蒸氣通路を開かない機構になつてゐる。

大型の蒸氣機關 汽船その他大馬力の蒸氣機關は、蒸氣を二段又は三段に分けて膨脹させる。即ち高壓氣筒で仕事した蒸氣を低壓氣筒に導いて更に膨脹させるもので、二段に分けるものを二段膨脹機關(複式機關)、三段に

分けるものを三段膨脹機關といふ。また最後の氣筒を出た蒸氣を、水で冷した凝縮器に導いて凝縮させるものを復水(凝縮)機關といふ。このものでは、ピストンの排氣側に働く壓力(脊壓)を大氣の壓よりも降下させるから、不凝縮機關よりも多くの仕事をなし得る。

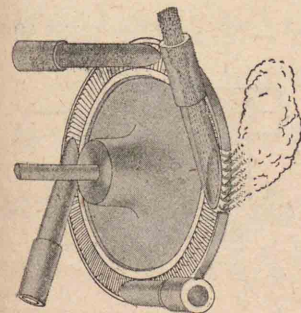
### III. 蒸氣タービン

蒸氣タービンは羽根車(多數の羽根を備へた廻轉車)に高速度の蒸氣をあて、これを廻轉させるものである。

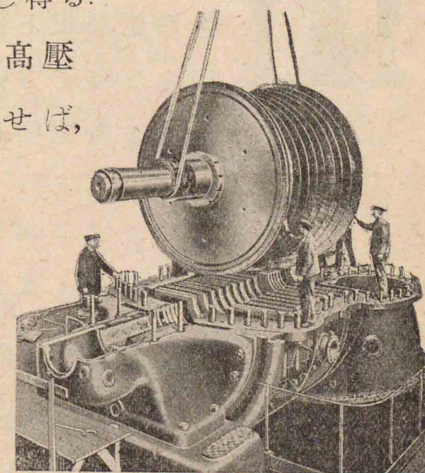
蒸氣タービンは蒸氣機關の如く、ピストンの直線運動をクランクで廻轉運動に變へるのではなく、羽根車を直接一方向にのみ廻轉させるのであるから、高速廻轉に適し、小型で大なる馬力を出し得る。

#### 1. 衝動タービン 高壓

の蒸氣をノズルから出せば、



第186圖：ドラバルタービン

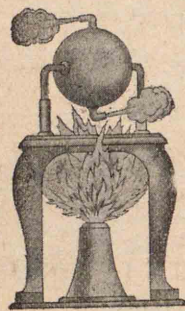


第187圖：大型衝動タービンの組立

非常な速さで噴出する。この高速度の蒸氣を羽根にあて、その衝動によつて羽根車を廻轉させるのが衝動タービンである。

小型の衝動タービンには、ドラパルタービンの如く一段式のものもあるが、これは車軸の廻轉が速過ぎるから適当な減速装置を必要とする。大型のものは何れも多段式で、蒸氣の初速を小にして車軸の廻轉を遅くし得る。

**2. 反動タービン** 反動タービンは蒸氣の噴出による反動を利用して羽根車を廻轉させるもので、その

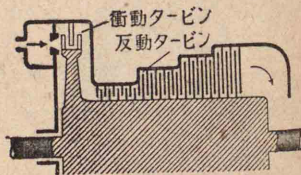


第188圖：ヒーロータービン

原理はヒーロータービンで示される。即ち高速度の蒸氣がノズルを蹴つて飛出す結果、ノズルはその反動を受けて廻轉する。実際の反動タービンでは、多數の廻轉羽根と固定羽根とが交互に並べてあつて、その固定羽根で方向を轉じた蒸氣が、廻轉羽根に入る際膨脹して速度を増すため、これに

反動を與へて廻轉させる。このタービンは主に壓力の低い蒸氣に用ひられる。

**3. 混成タービン** 反動タービンの高壓部に衝動タービンを組合せた混成ター



第189圖：混成タービンの構造

- ① 固定羽根は廻轉羽根を出た蒸氣の方向を變へる役目をする。
- ② 羽根車の羽根をヒーロータービンのノズルと看做せばよい。

ピンは、或壓力まで衝動タービンで仕事した蒸氣を更に反動タービンで働かせる。これでは、反動タービンの缺點である多くの羽根車を減じ得て、構造が簡単になる。

#### IV. 内 燃 機 關

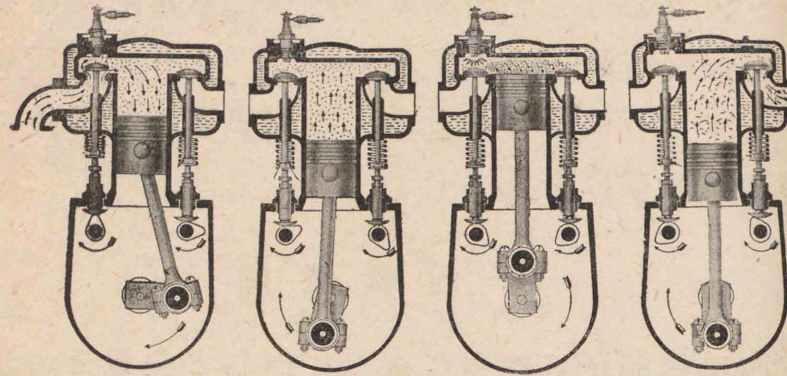
内燃機關は氣筒内に直接に燃料と空氣との混合氣體を導いて燃焼・爆發せしめ、その際の膨脹力を利用して仕事をさせるものである。従つて、そのエネルギー利用率は蒸氣機關に比べて遙かに良好である。

**内燃機關のサイクル** ピストンが次の4行程を経て動作を一循する機關を4行程機關又は4サイクル機關といふ。この機關では、2廻轉毎に一度の爆發が起り、他の行程はハズミ車の慣性を利用して行ふ。

(1) 吸入 ハズミ車の慣性でピストンが下るとき、吸入瓣が開いて燃料氣體と空氣との混合氣體を吸入する。

(2) 壓縮 次に吸入・排氣の兩瓣を閉ぢ、ピストンが上つて吸入した氣體を壓縮する。

- ① 吸入した混合ガスの容積を壓縮の際の容積で除した値を壓縮比といふ。



吸入 壓縮 爆發 排氣

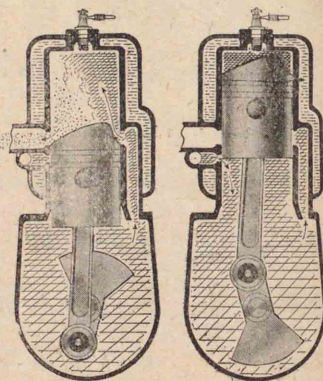
第190圖：4行程内燃機關の作用

(3)爆發 ピストンが上端に達する直前に點火栓に電氣火花が飛び、それによつて壓縮氣體は爆發する。その壓力でピストンは押し下げられる。

(4)排氣 次に排氣瓣が開き、ピストンが上つて廢氣を排出する。

排氣と吸入とを瞬間的に  
行ひ、ピストンが壓縮・爆發の  
2行程を経て動作を一循す  
る機關を2行程機關又は2  
サイクル機關といふ。この  
機關では、1廻轉毎に一度爆  
發が起る。

2行程機關で、爆發によつて  
ピストンが押し下げられると、



排氣・吸入の瞬間 壓縮・爆發の直前  
第191圖：2行程内燃機關の作用

これが下端に達する前に、氣筒壁に穿たれた排氣口が開いて廢氣が逸散し、同時に他の側面に吸氣口が現れて、豫め壓縮された混合氣體が氣筒内に進入する。

1. ガス機關 ガス機關は燃料として石炭ガス・天然ガス・發生爐ガス等を用ひ、これに適量の空氣を混合して氣筒内に送入する。この機關には4行程式と2行程式とがある。

2. ガソリン機關 ガソリン機關は、空氣の吸入によつてガソリンを氣化させて適當の混合氣體とし、これを氣筒内に送つて爆發させる。

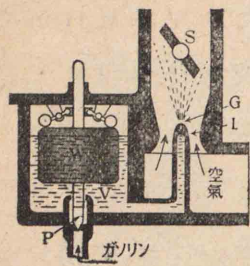
ガソリン機關の多くは4行程式であるから、氣筒が1個だけのものでは、大なるハズミ車を用ひなければ廻轉が圓滑でない。多氣筒機關は多數の氣筒を並べたもので、機關の馬力は増大し、運轉は平滑になる。例へば、4氣筒機關に於ては、吸入・壓縮・爆發・排氣が各氣筒で交互に行はれ、1/2廻轉毎に爆發が起るから、大なるハズミ車を要しない。

ガソリン機關の要部の構造は次のやうである。

(1)氣筒 氣筒は外周に水を循環させて過熱を防ぎ、ピストンにはピストン・リングをはめて氣體の漏れるのを

- ① 氣體の燃焼には適當量の空氣を必要とする。そしてその混合氣體はクランク室で、ピストンの下部によつて壓縮される。  
② 以前はガス機關が原動機として廣く用ひられたが、現在では經濟的にガスが得られる場合にのみ用ひられてゐる。





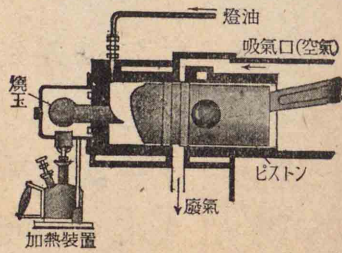
第192圖：氣化器

防ぐ。  
 (2) 氣化器 第192圖に於て、空氣がLを高速度で通るから、噴霧器の理によつて、ガソリンはGから細霧狀に噴出・氣化する。ガソリン溜V内には浮きWと針瓣Pとがあつて、自動的にガソリン面を一定に保つ。また機關の廻轉數は絞り瓣Sを動かして、氣筒に吸入されるガソリンの量を變じて調節する。

(3) 點火裝置 點火には小型發電機(マグネトー)に機關の廻轉を傳へ、これに生じた高電壓の電流を用ひる。

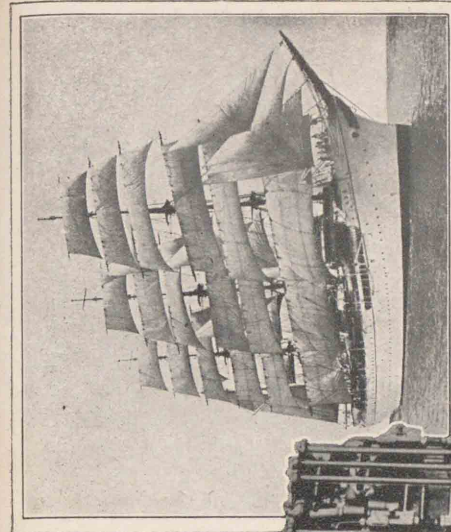
ガソリン機關で最も發達したものは、自動車用及び航空機用のものである。

3. 石油機關 石油機關は燃料に主として燈油<sup>①</sup>を使用するものである。燈油はガソリンの如く氣化し易くないから、氣化器の代りに氣筒の先端に燒玉<sup>②</sup>と稱へる加熱部を備へる。燒玉の舌端に燈油を油ポンプで噴霧狀にして落すと、燈

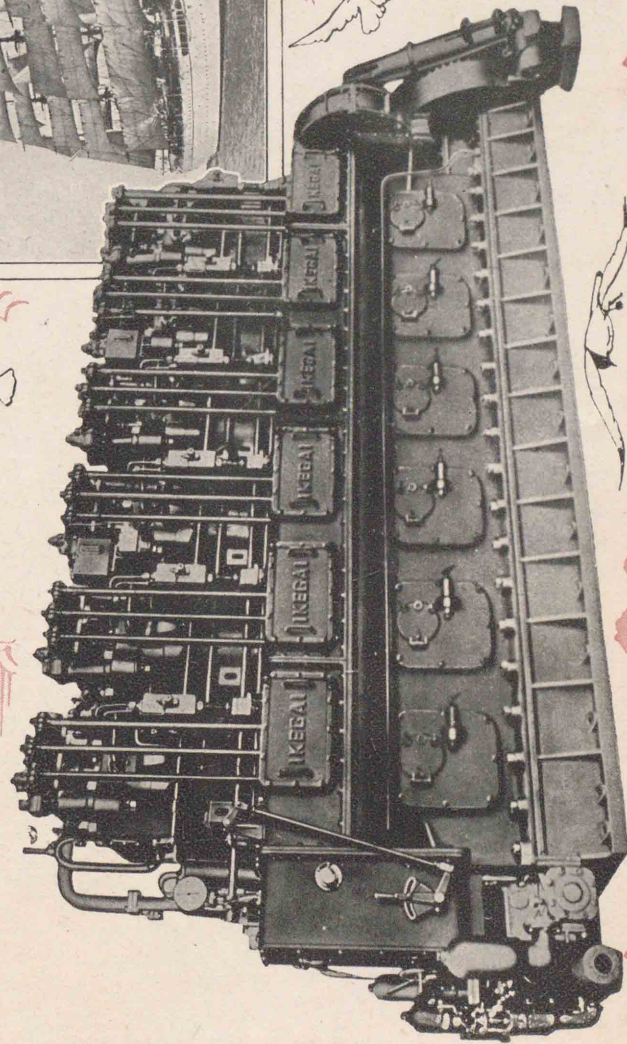


第193圖：石油機關の氣筒部

- ① Lを通る空氣の速度が大なる程多量のガソリンを噴出せしめる。
- ② 燈油は通俗に石油と呼ばれる。
- ③ 始動に際しては燒玉を外部より熱する必要があるが、後は爆發の熱によつて自然に熱せられる。



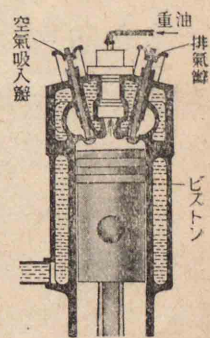
海王丸(文部省練習船)



海王丸とその機關  
海王丸のディーゼル機關  
(6氣筒 600馬力)

油は直ちに氣化して壓縮された空氣と混合し、次の瞬間に燒玉の高溫のために發火する。石油機關は多く2行程式で、主に漁船・小型發動機船、農業用、その他僻地の動力用として用ひられる。

4. **ディーゼル機關** 空氣を急速に強壓すれば、空氣の溫度は著しく上昇する。この中に油を噴霧狀に吹込めば、油は自然に發火・燃燒して高壓力を生ずる。ディーゼル機關はこの理を應用したもので、燃料としては重油などが用ひられる。



第194圖：4行程ディーゼル機關の氣筒部

4行程ディーゼル機關では、第一行程で空氣のみを吸入し、第二行程でこれを30氣壓以上に壓縮する。その際、燃料ポンプによつて重油を噴出させて發火・燃燒を起させ、最後の行程で排氣を行ふ。廻轉速度を調節するには、調速機によつて噴油量を加減する。又ディーゼル機關には2行程の大型機關もある。ディーゼル機關は燃料の有するエネルギーの約33%を有効に利用し得るから、熱機關中最大の**効率**<sup>①</sup>を有する。

① 熱効率とは機械を動かすために外部から加へた全エネルギー(全熱量)に對して、機械がその熱を有効な仕事に變へた百分率をいふ。蒸氣機關の熱効率は15%程度である。

## 第 20 章 發電機及び電動機

發電機は機械的エネルギーを電氣的エネルギーに變換する装置で、電動機(モーター)はこれと逆に、電氣的エネルギーによつて機械を運轉する等の機械的仕事をする装置である。

原動機によつて發生した動力を遠方に輸送して仕事をさせるには、電氣を利用するのが最も便利で且つ經濟的である。山間僻地の水力を用ひて發生させた動力は電氣に變じ、遠距離の都會や工業地帯に於て利用してゐる。電氣は單に動力のみならず、電燈・電熱・電解その他に極めて廣く用ひられる。

### I. 發 電 機

發電機には直流發電機と交流發電機とがある。何れも次の法則によつて機械的エネルギーを電氣的エネルギーに變へる。

(1) 磁場内に於て、磁力線を直角の方向に切るやうに導線を動かせば、その導線に電流を生ずる。

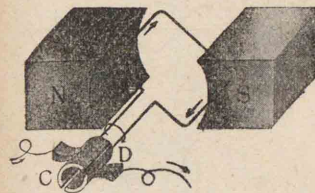
(2) 斯くして發生する起電力の大きさは、磁場の強さ、導線の長さ及び導線が磁力線を切る速度に正比例する。

(3) 起電力の方向(電流の流れる方向)は、磁力線の方向と

導線の運動方向とによつて定まる(フレミングの右手の法則)。

### 1. 直流發電機

直流發電機は強磁場を作る兩極、廻轉するコイル(發電子)・整流子及び刷子より成る。第 196 圖に於て、コイルを矢の方向に廻



第 196 圖： 直流發電機の理

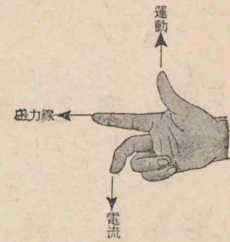
轉すれば起電力を生じ、電流は右手の法則に従つて矢の方向に流れる。これを整流子 C 及び D を經て、刷子により外部に導く。コイルが半廻轉すれば、流れる電流の方向が逆になるが、これと同時に、C・D の位置も逆になるから、外部へ導かれる電流の方向は常に一定である。斯様に常に一定方向にのみ流れる電流を直流といふ。

實際に用ひられる直流發電機は、多數の極内で、多數のコイルと整流子とを廻轉させるが、その原理は前記のものと同様である。

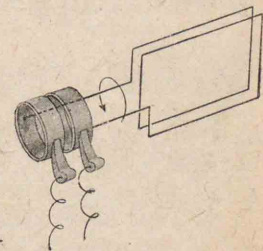
### 2. 交流發電機

交流發電機は直流發電機の整流子を 2 個の聚電環(スリップリング)に換へたものである。

これでは、コイルを流れる電流の方向が半廻轉毎に逆になる。斯様に交互



第 195 圖： フレミングの右手の法則

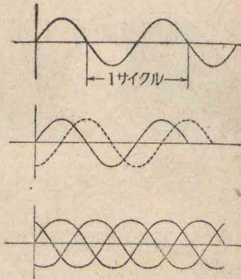


第 197 圖： 交流發電機の理

① 右手の拇指・食指及び中指を互に直角に開き、食指を磁力線、拇指を運動の方向に向けると、中指は導線に起る電流の方向を示す。

に相反する方向に流れる電流を交流といふ。

兩極が1組のときは、コイルが1廻轉する毎に、電流は一度方向を變じて元の状態に復り、同じ變化を反復する。この際の電流の強さの變化を、假りに圖を用ひて示せば第198圖の如くなる。電壓も電流の強さと同様に波狀に變化する。電流の方向の一循を1サイクルといひ、普通の交流發電機には多數組の兩極を設けて、1秒間に50サイクルをなすやうにコイルを廻轉する。



三相交流 發電子のコイルを2組にすれば、一方のコイルを流れる電流は、圖の點線で示す如く位相のづれた交流となる。更にコイルを三組にすれば、三つの交流を生ずる。これを三相交流といふ。三相交流は電力が一定で輸送上經濟的であるから、動力用に用ひられ、電線3本を使用する。

第198圖：交流に於ける電流の強さの變化

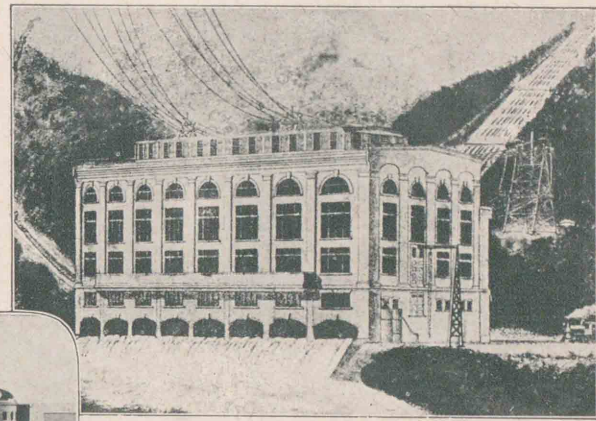
### II. 電 動 機

電動機と發電機とは同様な構造である。發電機に於ては、磁場内でコイルを廻轉させて電流を生ぜしめるが、電動機に於ては磁場内のコイルに電流を通じて、これを廻轉せしめる。電動機には

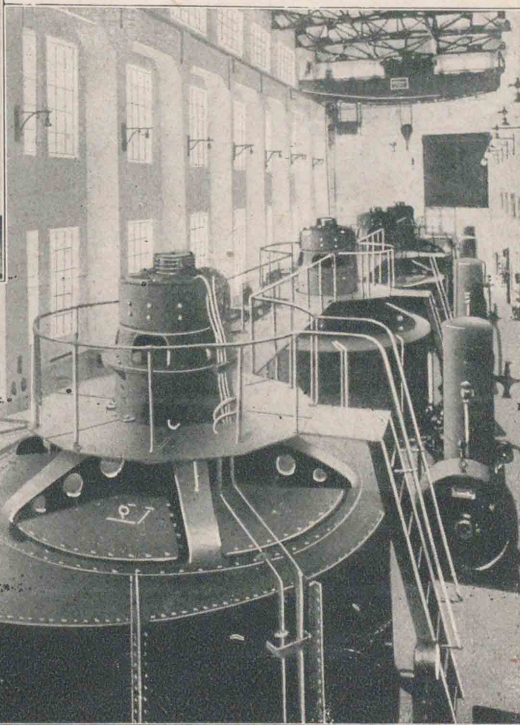
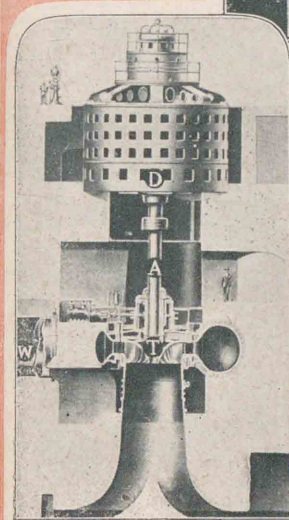
① 50サイクルの代りに60サイクルを採用してゐる地方もある。25サイクル位になると、これを電燈に通じたときにちらつく。

### 水 力 發 電 所

水力發電所の全景 →



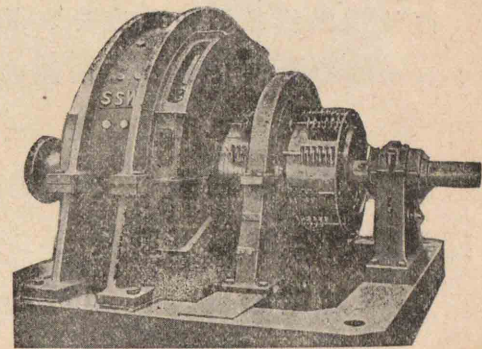
發電所内發電室に於ける豎軸水力發電機



豎軸水力發電機の構造  
D.發電機  
A.迴轉軸  
T.タービン  
W.送水管

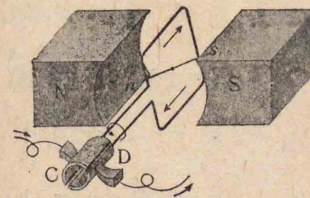
直流電動機と交流電動機とがある。

1. 直流電動機 軟鐵心の上にコイルを巻いた廻轉子に直流を通ずれば、軟鐵心は電磁石となり、その極と場磁石との關係位置によつて、この電磁石は吸引・反撥を交互に受けて廻轉する。



第199圖：直流電動機

第 200 圖に示す状態では、軟鐵心に生じた磁極  $n$  と場磁石の磁極  $N$  とは相反撥して、コイルは矢の方向に廻轉する。次に、コイル面が場磁石の磁力線に對して並行の位置を過ぎれば、今度は  $n$  と  $S$  とが相吸引して、コイルは更に同じ方向に廻轉を續ける。これより  $1/4$  廻轉すれば、整流子  $C \cdot D$



第 200 圖：直流電動機の理

によつて電流の方向が逆に變換されるから、軟鐵心に生ずる磁極  $n \cdot s$  も逆となり、再び場磁石の磁極と對應して反撥する。斯くして廻轉子

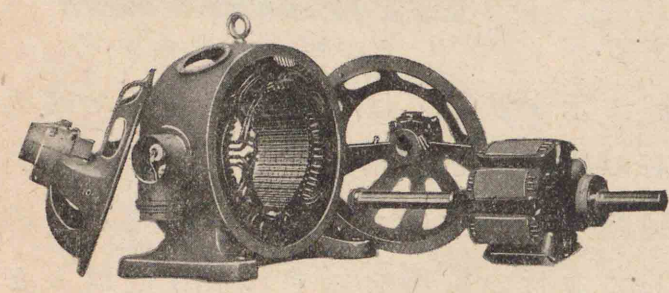
① 左手の拇指・食指及び中指を互に直角に開き、食指を磁力線、中指を電流の方向に向けると、拇指は導線の受ける力の方向(即ちコイルの廻轉の方向)を示す(フレミングの左手の法則)。

は反撥吸引を交互に受けて廻轉を續けるのである。

直流電動機は廻轉速度を容易に變化し得る特性があり且つ勵磁方法によつては起動の際に、大なる廻轉力を出し得るため電車用電動機等としても用ひられる。

2. 交流電動機 交流電動機の主なものとは同期電動機と誘導電動機とである。

(1) 同期電動機 同期電動機の構造は、交流發電機と同一である。



第201圖：同期電動機

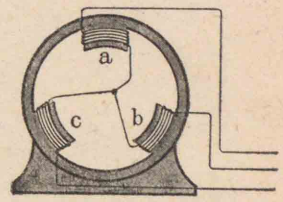
その廻轉速度は交流のサイクルの數

と、電動機の極の組數とによつて定まり、常に一定速度で廻轉するが、起動を他力による不便がある。

(2) 誘導電動機 誘導電動機の原理は電磁誘導(電磁感應)の現象を應用したものである。第202圖の如く、a, b, c 3個の固定コイルを設けて、これに三相交流を通ずれば、a, b, cの順にN・S極が逐

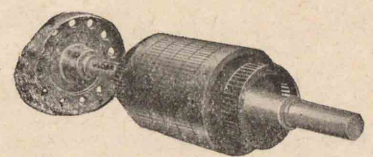
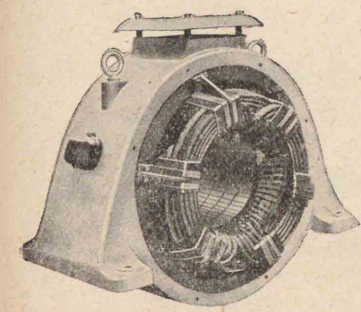
① 電磁コイルに電流を送つて磁場の強さを變へること。  
② 電磁誘導によつて流れる電流を誘導電流又は感應電流といふ。

次に變化して、磁極を廻轉したと同様の結果になる。磁場が廻轉すれば、廻轉子の導線には誘導電流が流れ、その作用によつて廻轉子は廻轉を續ける。



第202圖：三相誘導電動機の理

誘導電動機は負荷の大小に拘らず、殆ど一定速度で廻轉し、その起動取扱も容易である。現在では、大工場の動力から扇風機・井戸ポンプ等の動力に至るまで、この種の電動機が最も



第203圖 三相誘導電動機の場磁石(左)と廻轉子(右)

廣く用ひられてゐる。

—— 終 ——

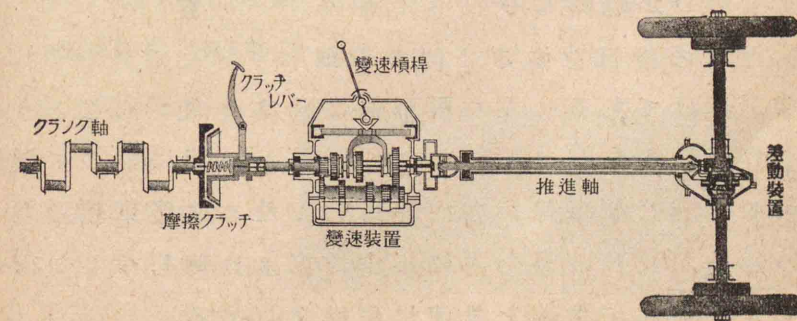
## 附録 1. 自動車及び航空機

### I. 自動車

自動車は、前方に備へた發動機のクランク軸の廻轉を摩擦クラッチ・變速装置・推進軸・差動装置を経て後部車輪に傳へ、これを廻轉して走行する。

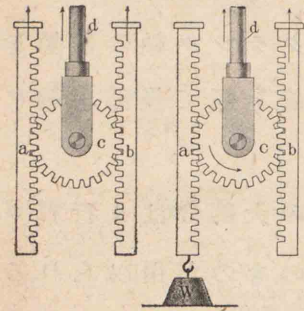
**1. 發動機** 自動車用發動機の大部分は4行程ガソリン機關で、通常4、6又は8氣筒のものが用ひられる。機關の前方には放熱器(ラヂエーター)を備へ、これに氣筒の冷却用水を循環せしめて冷却する。

**2. 動力傳導装置** 摩擦クラッチは、ハズミ車の内面を圓錐形に削つて圓錐車をその内面に押付け、その摩擦によつて動力を傳へるもので、クラッチレバーを踏めば、内外の圓錐車は離れて廻轉が傳はらない。變速装置は變速槓杆を動かして大小數個の齒車の嚙合せ方を變へ、機



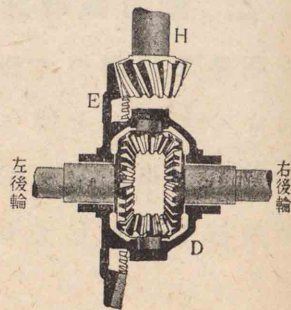
第1圖：自動車の動力傳導裝置

關の廻轉を緩速(スロー)・第二速度(セカンド)・高速度(トップ)・後進(バック)の4様に變じて推進軸に傳へる。自動車の方向轉換は、運轉臺の把手によつて前車輪の方向を變じて



第2圖：差動装置の理

行ふ。今、假りに前車輪が急に左方に向つたとすれば、後車軸の右輪は大廻りをする必要上、左輪よりも多く廻轉しなければならない。これを行はしめるのが差動装置で、その原理は、第2圖に於て棒dを引上げる際、a及びbが同じ重量ならば、齒車cは廻轉せず、a、bはそのまゝ引上げられるが、aがbよりも重いときはcが廻轉して、bはdよりも速く引上げられることを應用したものである。實際には、第3圖の如く、推進軸によつて大傘齒車Eに固定された齒車函Dが廻轉し、その中に前圖の齒車cの役目をする2個の小傘齒車が設けてある。左右兩車輪に加はる力が同じときには、D函内の齒車は嚙合つたまゝEと一體になつて廻轉するが、若し前車輪が方向轉換したために後車軸の左輪の廻轉が止れば、D函内の小傘齒車は自轉しつゝD函と共に廻轉して、右輪を急速に廻轉せしめる。



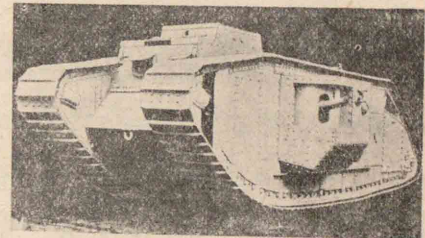
第3圖：差動装置

制動装置(ブレーキ)はペダルを踏むか又は把手を引け

ば、車輪に取付けられた制動輪の内周に制動片が押付けられ、その摩擦で車輪の廻轉が止る。

3. 自動自轉車(オートバイ) 自動自轉車の大型のものは4行程式、小型のものは2行程式のガソリン機關を備へる。氣筒は空氣冷却式で水を用ひない。

4. 戦車(タンク) 戦車はトラクター(牽引車)を装甲し、機關銃・速射砲等を裝備したものである。これは後部の動輪と前部の誘導輪との間に鎖狀の鋼製帶を掛け、ガソリン機關で運轉する。これを無限軌道

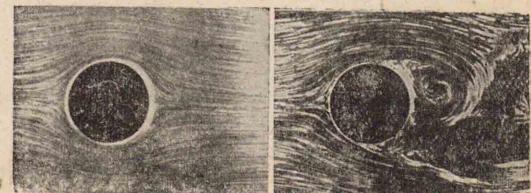


第4圖：戦車(イギリス)

といふ。無限軌道の上には多數の轉子(コロ)が裝置され、これが轉がつて戦車の重體を運ぶ。

## II. 航空機

1. 空氣の抵抗 氣流中に物體を支持するとき又は靜止せる空氣中で物體を動かすときには、氣流や物體の運動に反對する力が働く。この力が空氣の抵抗である。流れの中に圓柱を置くと、流れの速度を増せば、後



第5圖：圓柱によつて生ずる渦  
流れの速度の遅い場合(左)と速い場合(右)



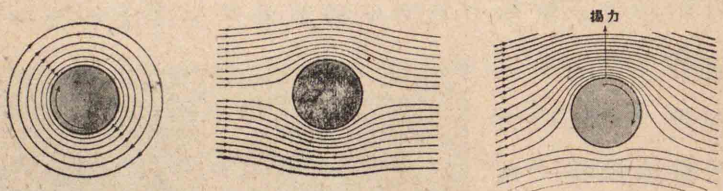
風速(10%)	物体の形	断面積 (0.016平方米)	空氣の抵抗 (グラム)
→	球	●	4.7
	半球	◐	3.4
	半球	◑	13.3
	円板		11.1
	ツルバネ飛行船	◡	1.19
	軟式飛行船	◡	0.67
	最小抵抗の形	◡	0.57

第6圖：断面積の同じ物体の形による抵抗の差異  
(最小抵抗の形は流線形である)

方に渦を生じて  
混亂が起る。こ  
の混亂の範圍が  
大なる程抵抗は  
大きい。従つて  
同一の断面積に  
ついても、物体の  
形によつて抵抗  
は著しく異なる。同一の形状の物体については、抵抗は流れの速度の2乗に正比例し、且つ断面積流れに直角の及び流體の密度に正比例する。

### 2. 翼に働く空氣の力

廻轉してゐる圓柱を流れの中に置けば、流線は圓柱の上側に於て密に、下側に於て粗になる。流れの速い處は壓力が減じ、流れの遅い處は壓力が増すのが、流れの一般法則であるから、圓柱の上側と下側とは壓力に差を生じ、圓柱は持ち上げらるゝ如き力を受ける。この力を揚力といふ。飛行機の翼は特



圓柱のみ廻轉する場合    氣流のみ流れる場合    氣流が流れ圓柱が廻轉する場合

第7圖：圓柱に流れをあてゝ揚力を生ずる理

① この現象を発見者の名によりマクナス効果といふ。

殊な形をなし、これを流れの中に置けば、自然に廻轉圓柱と同じ現象が起つて、揚力を生ずる。揚力も空氣の抵抗と同じく、流れの2乗に正比例し、且つ翼面積及び空氣の密度に正比例する。

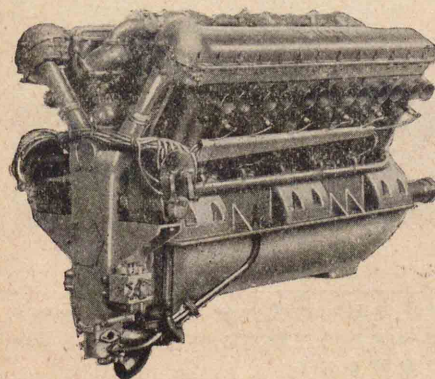


第8圖：翼の揚力

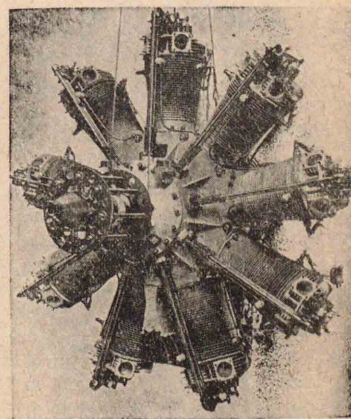
### 3. 航空用發動機

航空用發動機の多くは9, 12氣筒の4行程ガソリン機關で、大馬力では18, 24氣筒のものもある。この氣筒を冷却するに水冷式(水冷却式)と空冷式(空氣冷却式)とがある。何れも軽くて馬力が大きく、空氣抵抗が僅少で、燃料消費が經濟的なるを理想とする。

水冷式發動機では、冷却水用の放熱器を要するのが缺點であるが、氣筒と氣筒とを接近して置き得るから小型になり、機體内に裝備し得る。空冷式發動機では、一般に多數の氣筒を星型に配列し、氣筒頭を大なる蓋輪で頰冠をなして發動機の空氣抵抗を減じ、且つ冷却効果をよくする。



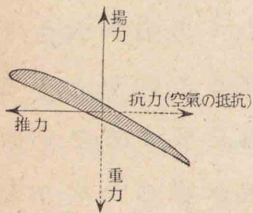
第9圖：水冷式V型發動機



第10圖：空冷式星型發動機

航空用發動機では、1馬力當りの重量を減ずるために、高速廻轉(1分間1500~3000廻轉)をなす。なほ高空に於ける馬力の減少を防止するためには、スーパーチャージャー<sup>①</sup>を裝備する。

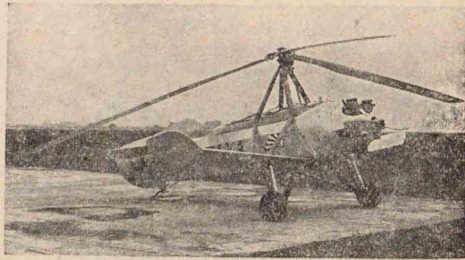
4. 飛行機 飛行機は發動機によつてプロペラを廻轉して進行し、その際生ずる氣流を翼に作用させて自重を支へるものである。翼には單葉と複葉とがあり、氣流の抵抗を減じ、大なる揚力を生ずる翼型が用ひられて



ゐる。プロペラには木製・輕金屬製・鋼板製等のものがあり、その断面は何れも翼と同じ形に作られてゐる。

プロペラによる力は飛行機を前進せしめる方向に働く。これを**推力**といふ。飛行機が水平飛行する際には、プロペラの推力は、飛行機の受ける空氣抵抗(抵抗力)と等しく、翼全體の揚力は、飛行機の重量と釣合つてゐる。

オートジャイロ<sup>②</sup>では、揚力を與へるために、大型のプロペラ翼を水平に廻轉させる。離陸後は



第12圖：オートジャイロ

① スーパーチャージャー(空氣過給器)は機關の吸入空氣の壓力を増すための送風機で、扇風機の翼の形を變へ遠心力で空氣を外方に壓する式のものが多い(これを常時用ひる發動機もある)。

② オートジャイロの特徴は離着陸の滑走距離が短くてよいことである。

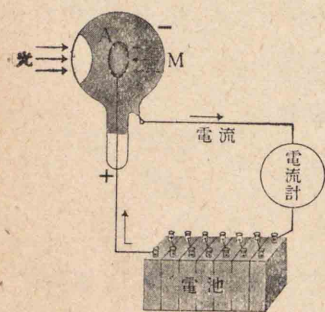
プロペラによつて進行し、翼は風車の如く自轉して揚力を保つのである。

5. 飛行船 飛行船では水素又はヘリウムを詰めた氣嚢によつて揚力を與へ、プロペラを用ひて推力を與へる。飛行船の機關にはガソリン機關・ディーゼル機關等が用ひられる。

## 附録 2. 電送寫眞・發聲映畫 及びテレビジョン

### 1. 光電池 金屬特にカリウム・ナトリウム・セシウ

ム等のアルカリ金屬に、紫外線その他波長の短い輻射線を照射すれば、金屬から多數の電子が逸出して、金屬は陽電氣を帯びる。この現象を**光電効果**といふ。光電池は光電効果を利用して、光の強さの變化を電流の強さの變化に變へる装置である。



第13圖：光電池の構造

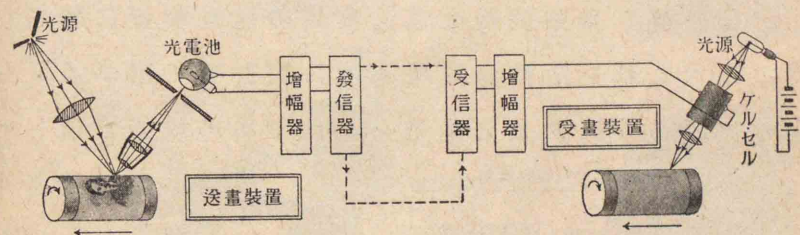
光電池の構造は、真空にしたガラス球の内面を、小窓を残してアルカリ金屬の薄層Mで蓋つて、これを陰極とし、ガラス球の中央にニッケル銀等の金屬環Aを封入してこれを陽極としてある。今、MとAとを夫々電池の陰極と陽極とに連結し、小窓を通してMに光をあてれば、その強さに比例する數の電子がMからAに向つて逸出し、兩極間に電子數に比例する強さの電流が流れ、光を斷てば兩極は絶縁される。現今使用されてゐる光電池には、アルカリ金屬の代りにカリウム水素化合物等を用ひ、又ガラス球内に少量のアルゴンを入れたもの等がある。

① 電子は陰電氣を荷ふから、電子が陰極から陽極に向つて移行したことは、電氣が陽極から陰極に流れたことを意味する。

### 電送寫眞 電送寫眞は寫眞・文字等を電流の強

弱に變へて遠隔の地に送る方法で、その一例を示せば次のやうである。

**送畫装置** 送畫装置の要部は、電送すべき原畫を巻きつけた圓筒を一定速度で廻轉しつゝ、右より左に移行させ、この廻轉圓筒上の一小點を強い光で照らすやうにしてある。斯くすれば、原畫は細い螺旋形をなして順次に照射され、その反射光は畫像の濃淡に従つて強弱に變化するから、これを光電池で電流の強弱に變へ、真空管を用ひて増幅した後、有線又は無線で送る。



第14圖：電送寫眞の理

**受畫装置** 受けた電流を適當に増幅した後、ネオン・グローランプ又はケルセルと稱へる装置で光の明暗に變へる。この光を集光レンズで一小點に集め、送畫装置と全く同じ状態で廻轉移行する圓筒上の感光紙に照射して、これを感光せしめる。

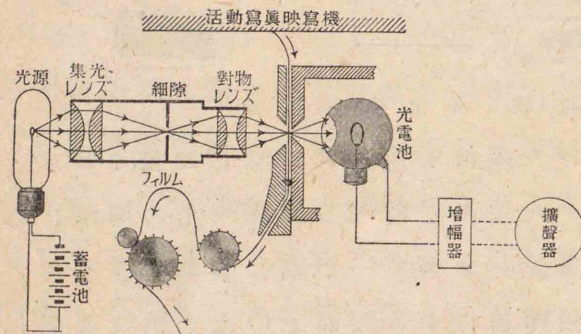
### 3. 發聲映畫(トーキー) 發聲映畫の發聲は、音波

① 送畫装置と受畫装置との圓筒は嚴密に同速度・同位置になることが必要で、これを**同期シンクロナイズ**にするといい、同期電動機を用ひて行ふ。

を光の強弱に變へてフィルム上の畫面の横に記録して置き、映寫の際に光電池を利用して音を再生させるもので、その一例を示せば次のやうである。

**録音装置** 音波を記録するには、先づ活動寫眞撮影機にマイクロフォンを組合せて、撮影と同時に、音波をマイクロフォンで電氣振動に變へる。この電氣振動を適當に増幅した後、ネオングローランプ等を用ひて光の強弱に變へ、細隙を通してフィルムに感光させる。細隙の幅は僅に0.005程度であるから、フィルムを現像すれば濃淡の異なる縞模様を生ずる。

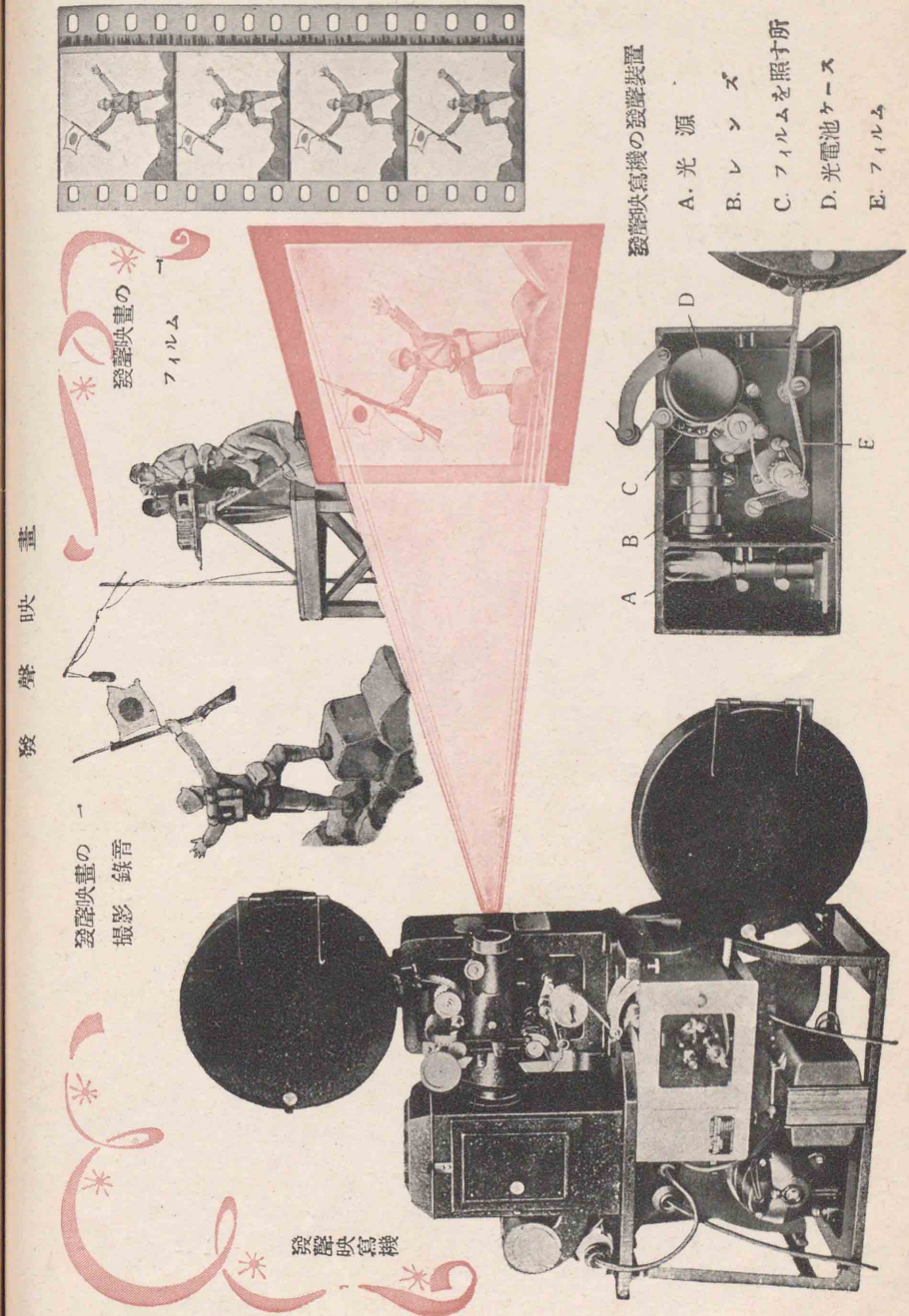
**發聲装置** 發聲装置は電送寫眞の送畫装置に類似したもので、これを活動寫眞映寫機に組合せて用ひる。一定の光源より出た光を集光レンズで集め、細隙を通して



第15圖：發聲装置の理

フィルムの録音部を照らし、その透過光線を光電池に受ける。縞模様の濃淡に應ずる光の強弱は、光電池で電流の強

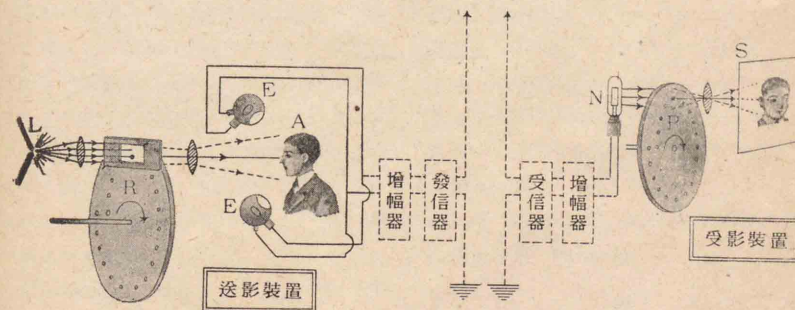
- ① コンデンサー型マイクロフォンはデュラルミン製の振動板に接近して對極板を設け或音波のために板が振動して對極板との距離が種々に變ると兩者間の電氣容量がそれに應じて變り、電氣振動を生ずる。
- ② 縞模様の代りに面積の變化で録音したものもあり、また撮影と録音とを別々に行ひ、後からフィルム上に焼付ける方法もある。



弱に變へられるから、これを増幅した後、擴聲器に導いて發聲させるのである。

**4. テレビジョン** テレビジョンは運動する物體を無線で送影する装置で、 $1/10$  秒以内に1個の像を電送出来れば連続して活動する物體（又は活動寫眞）が送影・受信される理によつたものである。未だ廣く實用されるに至らないが、種々な考案がある中の一例を示せば次の通りである。

**送影装置** 光源Lより發する強い光が廻轉圓板Rに渦狀に配列された孔を順次に通過して物體Aを照射する。Rの孔は少しづつ位置が異り、その孔1個を通過す



第16圖：テレビジョンの理

る光は一本の線を描いて物體を順次に照らすから、Rが一廻轉する間には、物體は多數の孔によつて多數の線に區分されて、その全面が一回光に照らされる。その反射光は物體の部分によつて強弱があるから、この光の強弱を多數の光電池Eに受けて電流の強弱に變へ、無線電話

と同じ方法で電波として送出す。

**受影装置** 受信した電波を増幅し、電流の強弱をネオン・グローランプ N(又はケルセル)を用ひて光の強弱に變へる。ランプ N と映寫幕 S との間に、R と全く同じ圓板 P を置き、P と R との廻轉を同期にすれば、P は變化する N の光を S 上の對應位置に投射するから、S 上には明瞭な像が現れる。強力な光電池を用ひて R 及び P の孔を多くし、廻轉を速くすればする程、像の鮮明度を増すことができる。

— 終 —

## 索引

この索引は一般に五十音順によつて配列した。そして頭字が假名のものを先にし漢字のものを後にし、なほ漢字はむづかしい假名遣によらないで、その發音によつて分類した。また頭字が同じ漢字よりなるものを纏め、且つ同音異字の頭字は大文字の少いものを前にして専ら見出し易いことを主眼とした。

### [ア]

アスファルト Asphalt	116
アセチレン Acetylene	123
アセトン Acetone	51
アニリン-ブラック Aniline black	157
アミロ法 Amylo process	48
アミル=アルコール Amyl alcohol	48
アリザリン Alizarine	156
アルカリ纖維素 Alkali cellulose	148
アルコール Alcohol	41, 47
アルミ金 Aluminium bronze	105
アルミ銅	105
アルミニウム Aluminium	99
アルミニウム青銅 Aluminium bronze	105
アンスラセン油 Anthracene oil	121
アンバー鋼 Invar steel	103
アンモニア Ammonia	72
アンモニア=ソーダ法 Ammonia soda process	64
亜鉛 Zinc	93, 96
亞炭 Lignite	112
亞麻仁油 Linseed oil	128
麻類	142
油ワニス Oil varnish	138

暗箱 Camera	185
安全爆藥 Safety explosives	168

### [イ]

イペリット Yperite	174
インダンスレン Indanthrene	156
インヂゴ Indigo	156
遺傳 Heredity	17
遺傳子 Gene	17
育種 Breeding	17
色ガラス Coloured glass	83
色消レンズ Achromatic lens, Achromat	178
色収差 Chromatic aberration	178
印刷インキ Printing ink	141

### [ウ]

ヴィスコース Viscose	148
ヴィスコース人造絹絲 Viscose silk	147
ウッド合金 Wood's metal	108
ウルシオール Urushiol	140
薄板ガラス Sheet glass	82
渦巻型フランシス=タービン Spiral Francis turbine	191
釉 Glaze	88, 89



高級セメント  
Quick hardning cement ... 85  
高度晒粉 ... 69  
高速度活動寫眞  
High-speed cinematograph... 189  
高速度鋼 High-speed steel ... 104  
高爐セメント  
Blast furnace cement... 85  
合成酒 ... 45  
合成染料 Synthetic dye-stuff... 153  
合金 Alloy... 101  
合金鐵 Ferro-alloys... 102  
抗體 Antibody... 36  
抗原 Antigen ... 36  
硬化油 Hardened oil ... 130  
硬質ガラス Hard glass ... 81  
硬質陶器 Hard earthen ware ... 86  
光學器械 Optical instrument ... 178  
光學用ガラス Optical glass ... 88  
光電池 Photoelectric cell ... 附 8  
光電効果 Photoelectric effect ... 附 8  
酵母 Yeast... 43, 44, 45, 46  
酵素 Enzyme ... 42  
麴 ... 43, 49  
航空機 Aircraft ... 附 3  
黒色火薬 Gun powder ... 162  
粉石鹼 Soap powder ... 133  
混成タービン Compound turbine 198  
混汞法 Amalgamation process ... 97

[サ]

再生法 Regeneration ... 8  
碎木パルプ Mechanical pulp ... 145  
催涙性毒ガス ... 170  
醋酸菌 Acetic acid bacteria... 49  
醋酸纖維素 Acetyl cellulose ... 151  
炸薬 Bursting explosives ... 166

酒類 ... 42  
挿木法 Cutting ... 11  
殺菌 Sterilisation ... 40  
雜種 Hybrid ... 18  
晒粉 Bleaching powder... 68  
三相交流 Three phase current ... 206  
酸・アルカリ工業  
Acid and alkali industry ... 52  
酸化染料 Oxidation dyestuff ... 157  
酸性染料 Acid dyestuff... 154  
酸素呼吸器 ... 176

[シ]

シルミン Silumin ... 107  
自家受精 Autogamy ... 9  
自然科学 Natural science ... 5  
自動車 Automobile... 附 1  
自動自転車 Autobicycle... 附 3  
磁器 Porcelain... 86  
脂肪 Fat ... 124  
脂肪酸 Fatty acid ... 133  
脂肪油 Fatty oil ... 124  
色素 Colouring matter ... 152  
七夜焼 ... 90  
濕式冶金 Wet metallurgy ... 96  
實物幻灯機 Epidiascope... 188  
赤銅 ... 109  
弱縮薬 Collodion cotton ... 164  
寫眞機 Camera... 185  
出芽法 Sprosse ... 8  
潤滑油 Lubricating oil... 115  
純系淘汰 Selection of pure line... 26  
受精 Fertilization ... 9, 14  
樹脂 Resin... 138  
樹脂サイズ Rosin size ... 146  
種牡畜 ... 14  
酒母 ... 44

重過磷酸石灰  
Double superphosphate ... 77  
重碳酸ソーダ(重曹)  
Sodium bicarbonate .. 16  
重油 Heavy oil... 115, 121  
處女生殖 Parthenogenesis ... 10  
消毒 Disinfection ... 40  
消毒薬 Disinfectant ... 41  
硝安ダイナマイト  
Ammonia dynamite ... 168  
硝安爆薬  
Ammonium nitrate explosives... 168  
硝化綿塗料 Pyroxylin laquer ... 139  
硝酸 Nitric acid ... 58  
硝酸纖維素 Nitrocellulose ... 150  
硝酸纖維素火薬  
Nitrocellulose explosives ... 163  
昇汞水  
Solution of corrosive sublimate... 41  
猩紅熱 Scarlatina ... 33  
衝動タービン Impulse turbine ... 197  
蒸氣機關 Steam engine... 192  
蒸氣タービン Steam turbine ... 197  
醬油 Soy ... 49  
醸造 ... 42  
食鹽釉 Salt glaze ... 88  
食鹽の電解  
Electrolysis of sodium chloride 67  
食酢 Vinegar ... 48  
人種改良  
Improvement of the race ... 28  
人造絹絲 Artificial silk, Rayon ... 147  
人造染料 Artificial dyestuff ... 153  
人造バター Margarine ... 134  
人造肥料 Artificial fertilizers ... 71  
浸染 ... 160  
眞鍮 Brass... 104

[ス]

ステアリン酸 Stearic acid ... 127  
ステーブル=ファイバー Staple fiber 149  
ステンレス=スチール  
Stainless steel ... 103  
スピリット=ワニス Spirit varnish... 138  
酢 ... 48  
素焼 Unglazed pottery ... 88  
水管式汽鍋 Water tube boiler ... 195  
水車 Water wheel ... 190  
水性ガス Water gas ... 122  
水性ペイント Water paint ... 137  
水素添加 Hydrogenation ... 131  
水力原動機  
Hydraulic prime mover ... 190  
錫の精錬 Refining of tin ... 92

[セ]

セメント Cement ... 83  
セルロイド Celluloid ... 150  
セルローズ Cellulose ... 143  
セロファン Cellophane ... 149  
生殖 Reproduction... 7  
青化法 Cyanide process ... 96  
青銅 Bronze ... 105  
清酒 Sake ... 43  
精錬 Refining ... 91  
製紙 Paper making ... 145  
製塩 ... 82  
製油法 ... 114  
石英ガラス Quartz glass ... 81  
石灰窒素 Lime nitrogen ... 75  
石鹼 Soap ... 132  
石炭 Coal ... 112  
石炭ガス Coal gas ... 120  
石炭の液化 Liquefaction of coal 118



石炭の低温乾溜 Low temperature carbonisation of coal ... 119  
石油 Petroleum ... 114  
石油機関 Oil engine ... 202  
石蠟 Paraffin wax ... 115  
石器 Stone ware ... 86  
赤外線写真 Infra red photograph 187  
赤痢 Dysentery ... 32  
接觸法 Contact process... 57  
戦車 Tank... 附 3  
船底塗料 Ships' bottom paint ... 141  
銑鐵 Pig iron ... 92, 102  
洗濯石鹼 Household soap ... 133  
選出交配 ... 13  
染色 Dyeing ... 158  
染色體 Chromosome ... 17  
染料 Dye, Dyestuff, Colour... 152  
潜伏期 Period of incubation ... 29  
潛望鏡 Periscope ... 185  
纖維 Fiber... 142  
纖維素 Cellulose ... 143

[ソ]

測距儀 Range finder ... 184  
ソルベール法 Solvay process ... 64  
雙眼鏡 Binocular ... 183  
速效肥料 ... 71

[タ]

ダイナマイト Dynamite ... 167  
ダイナマイト=グリセリン ... 165  
タンク Tank ... 附 3  
タンゲステン鋼 Tungsten steel ... 104  
他家受精 Xenogamy ... 9  
耐火粘土 Fire clay ... 87  
耐火煉瓦 Fire brick ... 89  
薪 ... 111

建築染料 Vat colour ... 156  
單爲生殖 Parthenogenesis ... 10  
單性雜種 Monohybrid ... 18  
炭化カルシウム Calcium carbide... 75  
炭酸カリ Potassium carbonate ... 63  
炭酸ソーダ Sodium carbonate ... 63

[チ]

デアスターゼ Diastase ... 44  
デフテリヤ Diphtheria ... 33  
デフォスゲン Diposgen ... 173  
チリ硝石 Chili nitre ... 59, 76  
デュラルミン Duralumin ... 106  
速効肥料 ... 71  
窒化鉛 Lead azide ... 169  
窒素固定 Fixation of nitrogen ... 72  
窒素肥料 Nitrogenous manure ... 72  
窒息性毒ガス ... 172  
中油 Middle oil ... 121  
鑄鐵 Cast iron... 102  
腸チフス Abdominal typhus ... 31  
超デュラルミン Super-duralumin 107  
調合肥料 ... 79  
直接染料 Direct dyestuff ... 155  
直染木綿染料  
Direct cotton dyestuff ... 155  
直流 Direct current, D. C. ... 205  
直流發電機 Dynamo ... 205  
直流電動機 D. C. Motor ... 207

[ツ]

接木法 Grafting ... 12  
2 サイクル機関 2 Cycle engine ... 200

[テ]

ディーゼル機関 Diesel engine ... 203  
テルミット法 Thermit process ... 94

テレビジョン Television ... 附11  
低温乾溜  
Low temperature carbonisation 119  
泥炭 Peat, Turf ... 112  
鐵の合金 Alloy of iron... 101  
鐵の精鍊 Refining of iron ... 92  
天然ガス Natural gas ... 120  
天然ガソリン Natural gasoline ... 117  
天然痘 Small-pox ... 34  
傳染病 Infectious disease ... 29  
傳染病の豫防  
Prevention of epidemic ... 38  
電氣冶金 Electrometallurgy ... 97  
電送写真 Telephotography ... 附 9  
電動機 Electric motor ... 206

[ト]

トーカー Talkie ... 附 9  
トラホーム Trachoma ... 34  
トリニトロトルオール  
Trinitrotoluol ... 167  
トーマス燐肥 Thomas meal... 78  
土器 Earthen ware ... 86  
塗料 ... 136  
塔式法 Tower system ... 56  
燈油 Kerosene ... 115  
同期電動機 Synchronous motor ... 208  
痘瘡 Small-pox ... 34  
銅アンモニア人造絹絲  
Cupro-ammonium artificial silk 149  
銅の合金 Alloy of copper ... 104  
銅の精鍊 Refining of copper 93, 96, 98  
陶器 Earthen ware ... 86  
陶磁器 Pottery... 86  
特殊鋼 Special steel ... 103  
毒ガス Poison gas ... 170  
突然變異 Mutation... 24

取木法 Layering ... 11

[ナ]

ナトリウム Sodium ... 99  
内燃機関  
Internal combustion engine ... 199  
捺染 Printing ... 160  
鉛の精鍊 Refining of lead ... 93

[ニ]

ニクロム Nichrome... 109  
ニッケル=クロム鋼  
Nickel chrome steel ... 104  
ニッケル鋼 Nickel steel... 103  
ニッケルの合金 Alloy of nickel ... 109  
ニトログリセリン  
Nitroglycerine ... 164  
ニトログリセリン火薬  
Nitroglycerin explosives ... 164  
2 行程機関 2 Cycle engine ... 200  
日本紙 ... 147

[ネ]

熱効率 Heat efficiency ... 203  
燃料 Fuel ... 110

[ハ]

バイレックス=ガラス Pyrex glass... 81  
バーギウス法 Bergius process ... 119  
パークス分銀法 Parkes process ... 95  
バター脂 Butter fat ... 130  
バビット=メタル Babbitt metal ... 108  
バラチフス Paratyphus... 31  
パラフィン Paraffin wax ... 115  
バルブ Pulp ... 144  
破傷風 Lockjaw ... 33  
灰吹法 Cupellation... 95

肺結核 Tuberculosis... 32  
 媒染劑 Mordant ... 154  
 媒染染料 Mordant dyestuff... 155  
 鋼 Steel ... 102  
 麥芽汁 Malt extract ... 45  
 爆破藥 Blasting explosives ... 167  
 爆藥 Explosives ... 162  
 發煙硫酸  
 Fuming sulphuric acid. Oleum... 57  
 發火合金 Pyrophoric alloy ... 109  
 發光塗料 Luminous paint ... 141  
 發聲映畫 Talkie ... 附 9  
 發生爐ガス Producer gas ... 121  
 發射藥 Propellant ... 163  
 發電機 Generator ... 204  
 發熱度 Calorific intensity ... 110  
 發熱量 Calorific value ... 110  
 醱酵 Fermentation... 42  
 半乾性油 Semi-drying oil ... 125  
 半成コークス Semi-coke ... 113  
 反射望遠鏡 Reflector ... 182  
 反動タービン Reaction turbine... 198  
 播種法 Seeding... 11

[ヒ]

フィッシャー法 Fischer process ... 119  
 ピクリン酸 Picric acid... 166  
 ピッチ Pitch ... 121  
 麥酒 Beer ... 45  
 肥料 Fertilizer, Manure ... 70  
 飛行機 Airplane ... 附 6  
 飛行船 Air-ship ... 附 7  
 癩癘性毒ガス ... 174  
 紐状火藥 ... 164  
 氷染染料 Ice colour ... 157  
 品種改良 Breeding ... 17

[フ]

4 サイクル機關 4 cycle engine ... 199  
 フォスゲン Phosgen ... 172  
 フランシス=タービン  
 Francis turbine ... 191  
 プラチナイト Platinite ... 103  
 プリズム雙眼鏡 Prism binocular 183  
 フレーミングの右手の法則 ... 205  
 フレーミングの左手の法則 ... 207  
 プロヂューサー=ガス Producer gas 121  
 プロペラ型タービン  
 Propeller turbine... 192  
 ブロム=アセトン Bromoacetone ... 171  
 不乾性油 Non-drying oil ... 125  
 不銹鋼 Stainless steel ... 103  
 葡萄酒 Wine ... 46  
 腐敗 Putrefaction ... 42  
 風車 Wind mill ... 192  
 複式機關 Compound engine ... 196  
 複水機關 Condensing engine ... 197  
 分裂法 Split ... 7  
 分解蒸溜 Cracking ... 117  
 分解ガソリン Cracked gasoline ... 116  
 分型育種 ... 26  
 分離の法則 Law of segregation ... 20

[ヘ]

ペイント Paint ... 136  
 ベスト Pest ... 32  
 ペリスコープ Periscope... 185  
 ベルゲル劑 Berger's mixture ... 177  
 ペルトン水車 Pelton wheel... 191  
 ベンベルグ人造絹絲 Benberg silk 149  
 變異 Variation... 23

[ホ]

ボイル油 Boiled oil... 136  
 ボーキサイト Bauxite ... 100  
 ボルトラン F=セメント  
 Portland cement ... 84  
 飽和蒸氣 Saturated steam ... 193  
 望遠鏡 Telescope ... 182  
 紡織纖維 Textile fibre ... 142  
 防銹塗料 Anti-corrosive paint ... 140  
 防毒劑 ... 175  
 防毒面 Gas mask ... 176  
 珐瑯 Enamel ... 89  
 珐瑯鐵器 Enameled iron vessel... 89  
 法定傳染病 ... 35  
 胞子 Spore... 8  
 胞子生殖 Spore reproduction ... 9  
 衍復變異 Fluctuation ... 23

[マ]

マグノリア=メタル  
 Magnolia metal ... 108  
 マグネシウムの精鍊  
 Refining of magnesium ... 99  
 マラリヤ Malaria ... 34  
 マルガリン Margarine ... 134  
 マンガン Manganese ... 94  
 マンガン鋼 Manganese steel ... 103  
 麻疹 Measles ... 34  
 窓ガラス Window glass ... 82

[ミ]

味噌 ... 50  
 磨き板ガラス  
 Polished plate glass ... 82  
 蜜蠟 Bees wax... 130  
 水タービン Water turbine ... 191

[ム]

無煙火藥 Smokeless powder... 163  
 無煙炭 Anthracite ... 112  
 無機質肥料 Inorganic manure ... 71  
 無性生殖 Asexual reproduction... 7  
 無地染 ... 159  
 蟲眼鏡 Magnifying glass ... 170

[メ]

メンデルの法則  
 Mendelian law, Mendelism ... 17  
 滅菌 Sterilisation ... 40  
 綿火藥 Gun cotton... 164  
 免疫 Immunity ... 35  
 免疫血清 Immune serum ... 37  
 免疫元 ... 36  
 免疫體 Antibody ... 36

[モ]

木炭 Charcoal ... 111  
 木蠟 Japan wax ... 129  
 酏 ... 44, 47  
 模倣染 ... 160  
 醪 ... 44, 50  
 モンド法 Mond process... 95

[ヤ]

冶金 Metallurgy ... 91  
 燒玉 Hot bulb... 202

[ユ]

油脂工業 Fat and oil industry ... 124  
 油脂分解法 Oil splittling ... 134  
 油性ペイント Oil paint... 136  
 油布 Oil cloth ... 135  
 有性生殖 Sexual reproduction ... 9

有機質肥料 Organic manure ... 71  
 優性 Predominant ... 19  
 優性の法則 Law of dominance ... 19  
 優生學 Eugenics ... 28  
 優境學 Euthenics ... 28  
 誘導電動機 Induction motor ... 208

[エ]

4行程機関 4 cycle engine ... 199  
 豫防接種 Preventive inoculation 36  
 羊毛 Wool ... 143  
 洋銀 German silver ... 106  
 揚力 Lift ... 附4  
 窯業 Ceramic industry ... 80  
 養殖 Culture ... 15  
 熔鐵爐 Blast furnace ... 92

[ウ]

ラッカー Lacquer ... 139  
 癩 Lepra ... 35  
 雷汞 Fulminate of mercury ... 169

[リ]

リノリウム Linoleum ... 135  
 硫安 Ammonium sulphate ... 72  
 硫酸 Sulphuric acid ... 52  
 硫酸カリ Potassium sulphate ... 78  
 硫酸ソーダ Sodium sulphate ... 61  
 硫化染料 Sulphide dyestuff ... 157  
 流行病 Epidemic ... 29

流行性脳脊髄膜炎  
 Epidemical encephalitis ...  
 兩性雜種 Dihybrid ...  
 磷酸肥料 Phosphatic manure  
 磷青銅 Phosphor bronze ...

[ル]

ルイサイト Lewisite ...  
 ルブラン法 Leblanc process ...

[レ]

レーキ Lake ...  
 レンズ Lens ...  
 瀝青炭 Bituminous coal ...  
 劣性 Succesive ...  
 煉瓦 Brick ...  
 煉炭 Briquette ...

[ロ]

ロジン Rosin ...  
 蠟 Wax ...  
 濾過性の病原體 ...

[ワ]

ワクチン Vaccin ...  
 ワクチン接種 ...  
 ワセリン Vaseline ...  
 ワニス Varnish ...  
 和紙 ...  
 Y合金 Y alloy ...

昭和9年10月1日 印刷  
 昭和9年10月4日 發行  
 昭和10年1月14日 訂正再版發行  
 昭和12年11月23日 訂正三版發行  
 昭和13年1月14日 訂正四版印刷  
 昭和13年1月17日 訂正四版發行  
 昭和16年8月25日 訂正五版印刷  
 昭和16年8月29日 訂正五版發行

検印

改訂標準應用理科

著作権所有

定價金壹圓貳拾參錢

著者 田中芳雄  
 桑田勉  
 發行者 富山房  
 東京市神田區神保町一丁目三番地  
 代表者 坂本守正  
 印刷者 吉田了太  
 東京市王子區神谷町一丁目四八二番地

發行所 合資會社 富山房

東京市神田區神保町一丁目三番地  
 電話神田(25)2171-2178番  
 振替口座東京五〇一番

東京印刷株式會社印刷

