

には二様の意義がある。其の一つは模造の意で、眞物でなくて偽物である。従つて中味の質などは全然違つてゐて、其の外観が眞物とそっくりで、一見眞偽の判別をしかねるといふやうなものである。彼の人造絹絲とか人造ゴムとか、又市中に多く見る所の人造罌草だの人造鼈甲だのは即ちそれである。而して人造品の他の一つは、全然天産品其まゝのものを人工的に造つたもので、人造藍や人造アリザリン、人造樟腦(偽物もあるが)の如きは即ちこれで、天産品と寸分異つた處はない。のみならず天産品には種々の不純物混在せるに、人造品は極めて純粹で使用上の便を得る場合が少なくない。故に此意味に於ける人造品は、造物主の妙機を人力によりて實現したもので、こゝにいたりては人智の崇高も驚く可きものである。而して吾人は單に天産品を研究して此と同質物質を製出し得るのみならず、更に進んで天産品の缺點を補正し、長所の粹を集めて天の及ばざる所をも爲してゐると云ふに至つては、愈々もつて人智の限りなき力を感せずには居れぬ。こゝ十五年前か二十年の間に天地は殆んど一變した様な氣がするではないか、無線電信、無線電話、飛行機だの潜航艇だの、或はX線とか電子とか、殆んど應接に遑ない程新發見、新

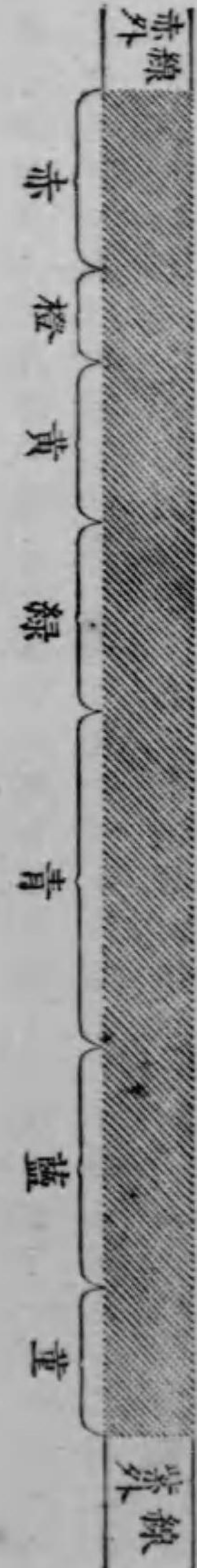
發明は相繼いで現出する、しかも其勢は年と共に盛んになつて毫も衰へる徴候はない、この勢で數十年數百年數千年と續いて行くとしたら、其の結局は恐らく如何なる詩人や思想家の想像力を以てしても豫想が出来まい。吾人には實に隱妙にして限りなき力が潜んで居る、そして云ひ知れぬ大なる力で推し進んで行く、其力の尊さ、其尊い力をもつてゐる御互ひの身體、何と云つてよいか恍惚として云ふ言葉が出ぬ。それはさて置きコールタールから藍や其他の綺麗絢爛たる色素が自由自在に得らるゝとは、實に色素化学進歩の賜物で、驚嘆に値する。色素化学進歩の全豹を窺ひ得る様にすることは不可能で、私の今御話する目的でもないが、次の二節に其一端をもらして此邊の消息を傳へたいと思ふ。

第八節 光線と色

彼の英國のニュートンが三稜硝子を以て太陽の光線を七色に分解したことは驚くべき大發見の一つで、爾來光線に對する研究は、非常なる興味を以て、多くの學者によりて益々其の程度を高めつゝある。當時ニュートン一派の學者は、光線を

以て、光素と名くる微粒子に歸すべきものとしてゐたが、此説はホイゲンスの光波説に破られ、光は宇宙間到處に彌滿して居るエーテルの波動に基くもので、空氣の波動が聴覺を刺戟して音感覺を起すが如く、エーテルの波動(電磁的)が視覺を刺戟して光と云ふ感覺を與ふるのであると云ふ事になつた。音波の長短は吾々に音階の差として感ずるが、光波の長短は色の差として感ずる、換言すれば我々には光線の波長を長さに全く關係のない色なるものに翻譯して感知する様に生れついて居るのである。そして太陽の光線は單純なる白光に見ゆるが、實は大小無數の異なる光波の集合であるから、之を分解すれば、七色どころではない、無數の色が現るべきで、其の連続せる色帯をスペクトラムと云ひ(第八圖)其の色帯をよい加減の處で區別して、赤、橙、黄、緑、青、藍、靑と七色名で呼ぶに過ぎぬ。

第八圖 スペクトラム



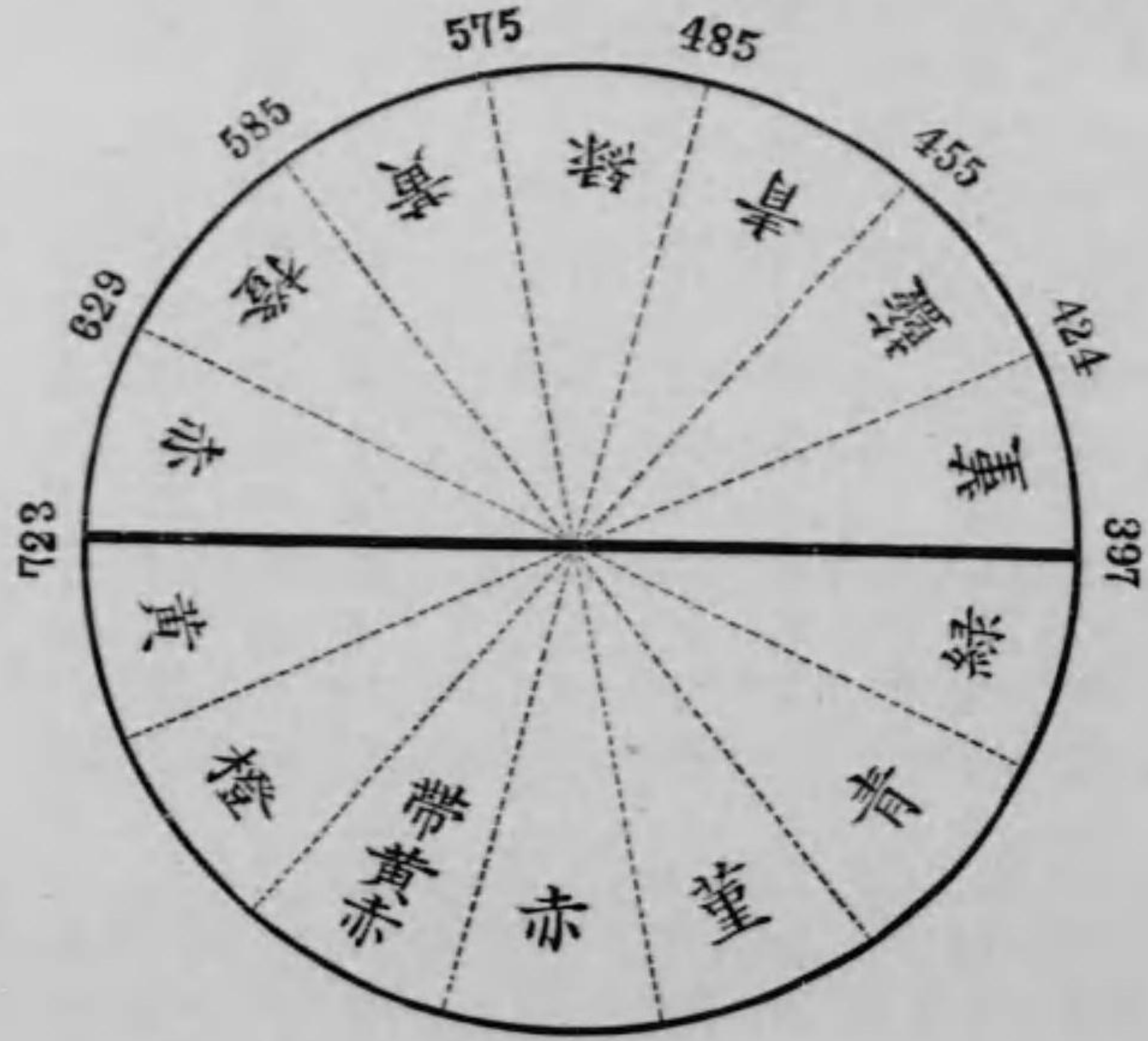
然らば光波はどれ位の長さを有してゐるか云ふに、短いも短い、それはそれは想像もつかぬ程短かいもので、尺は勿論寸や分や乃至は厘の單位で示す事は出来ぬ。多くは、ミューミュー(m μ)と云ふ長さを單位として測る。一ミュー(m μ)は一ミリメートル(二厘三毛)の千分の一、一ミューミューとは其の又千分の一で、つまり三厘三毛の一百萬分の一である。

吾人の視覺はすべての光波を感知する能力を持つてゐるものではない、或る程度以上に長い光波又或る程度以上に短い光波は、たとひ瞳孔を通じて網膜に觸れても何等の感じをも與へぬ。其限度は人々によりても違ふが、先づ長い方は七五〇ミューミュー位、短い方は四〇〇ミューミュー位で、其間の光波を色として感知する事が出来る。赤と靑とは其兩極端に相當するもので、此兩者間のスペクトラムを可視域と名づくる。處がなほ研究して見ると七五〇ミューミューよりも長い波長のエーテル波も連続的に存在して居るので、此部分を赤外線と云ひ、なほ四〇〇ミューミューよりも短い波長のものも目にこそ見えぬ廣く連続的に存在して居るから、これを紫外線と呼ぶのである。

倍て太陽の光線に就ては、これからさき述ぶる事項を了解するに必要な事を一通り述べ終つたが、次には吾人の眼に觸るゝ物質の色に就て述べねばならぬ。白いもの(白紙や雪)は誰もよく知れるが如くスペクトラムの各部分の光を反射するもの、黒いものは此等を全部吸収するのであるが、若しスペクトラムの一部分に相當する光波を吸収して其餘を反射したとすれば、其結果はどうなるかと云ふに、茲に始めて色が生ずる。故に色はすべて光波の**部分吸収**に因るので、此事は論じ盡されて誰も異論を挿む事の出来ない定説である。従つて色素の如き物質は吾人の視覚に翻譯さすれば色を持つた物質であるが、視覚を離れて物理学上から見れば特種波長の光波を吸収する物質、即ち光波の部分吸収をなす物と云ふ事になる。

此の光波の吸収と色との間には無論一定の關係があつて、光波中のごの部分に吸収が起れば、どういふ色になるといふことが分る。今其關係を示したのが第九圖であつて、圓の上半は吸収の起るスペクトラムの部分(數字は光波の波長をミューミュー單位にて示す)下半は其吸収によつてあらはるゝ色である。今赤の部分(七二三ミューミュー乃至六二九ミューミュー)に吸収が起れば、依つて生ずる色は緑となり、黄

圖 九 第



の部分に吸収が起れば、董色となるのである。故に色素の如き物の色を研究する

には、どうしても光の**吸収**、即ち**吸収スペクトラム**の研究が必要になり、これが研究によりて**色素化学**も組織的に進歩する。

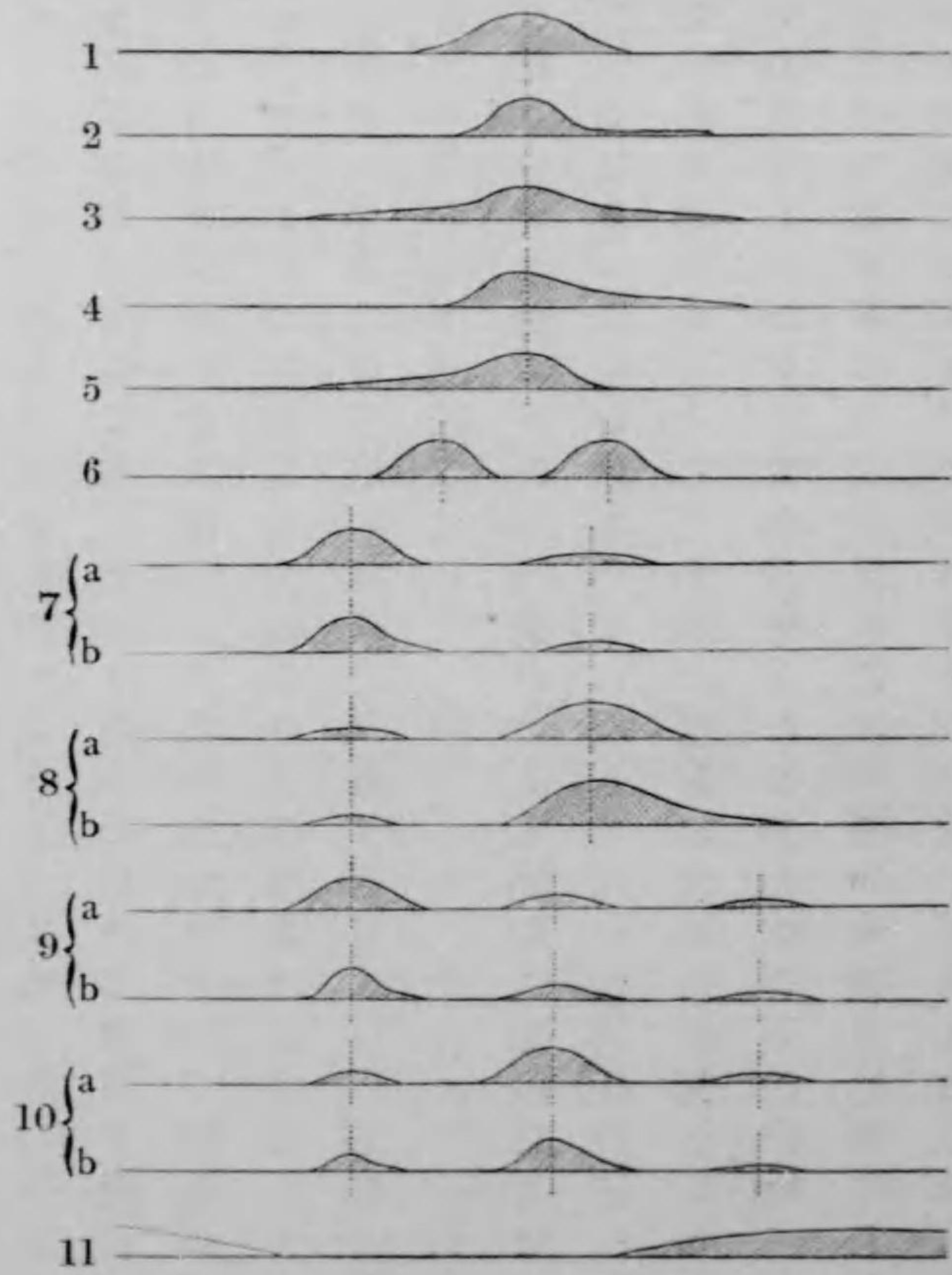
色素の如き有色物質は何故光波の一部分を吸収するかと云ふ事は興味ある問題であるが、未だ其の機作を明言する譯には行かぬ。されど此處に二挺の琴ありその一絃を弾じたとせんか、これと振動数の等しき他の絃は、それに共鳴して手を觸れないでも鳴り出して來る、その爲めにもこの

手を觸れた絃の振動は力の一部分を奪はれて弱めらるゝ。光も亦これと同様で、物質中の電子、原子、又は原子團が規則正しく振動して居て、其振動数が偶々光線の光波中の或る部分の振動数と等しくして共鳴することがありとせば、それ丈けもこの光線の其部分の振動は弱められ、こゝに吸収が起る事となる。これは正しいか正しくないかは別問題だがかく想像も出来ると思ふ。

第九節 分子の構造と色

色は光波の部分吸収によりて起るのであるから、色素製造の第一要件は光の部分吸収を起す様な物質を製造すればよい事になる。多くの色素の吸収スペクトラムを寫眞に撮つて見ると、吸収が一個所にあるもの(第十圖、1、2、3、4、5、11)二個所にあるもの(6、7、8)、及び三個所にあるもの(9、10)との三種がある。又吸収は一部分に劇しく起つて其兩側にいたるに従ひて漸次吸収度を減ずるのが普通であつて、其度合を斜線にて埋めたる山形で示して置いた(第十圖)。例へば圖1は中央に吸収度大にして其兩側は對照的に漸次吸収度を減じ、2は吸収が中央より兩側に擴

第十圖



がつてはゐるが左右對照的でなくて、左側よりも右側の方に軽度の吸収が長く伸びてゐること

を示す。此等の例によりて圖の表示法は明かになつたかと思ふが、色素の吸収の形から見ると、吸収の一個所にあるものにも對照的のもの(1、3)否らざ

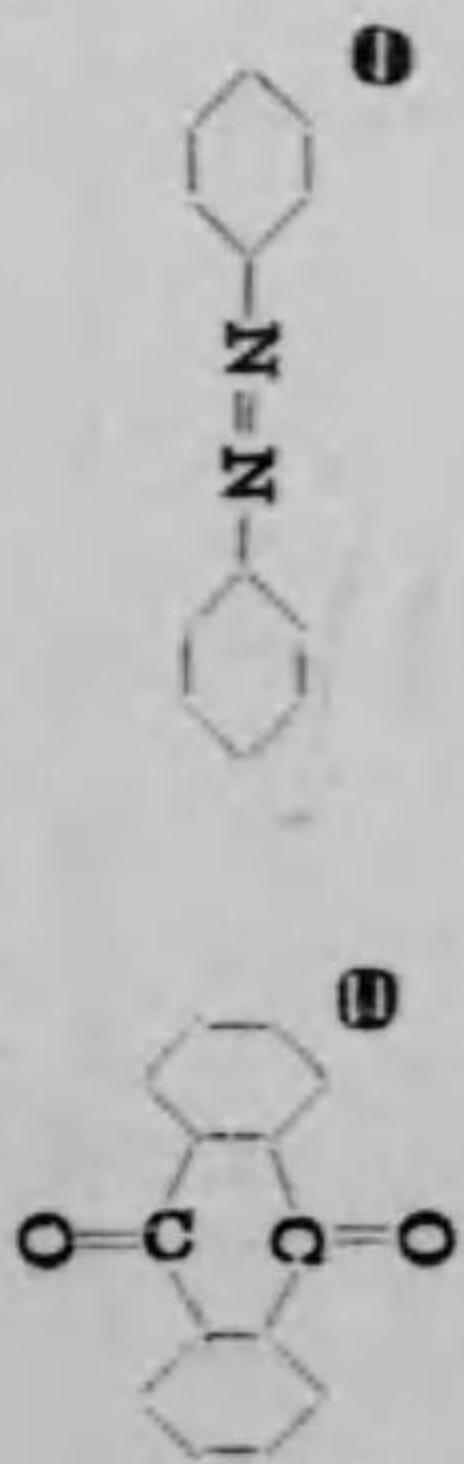
るもの(2、4、5)とあり、同じく對照的のものでも吸収度の急に減ずる場合(1)と否ら

ざる場合(3)とがある。二箇所に吸収があるものに就きて見ると兩者の吸収度等しきもの(6)もあれば、主吸収と副吸収(7, 8)とのあるものもある。三箇所にある場合にも此等の例に倣つて圖によりて種々の別ある事は了解出来るであらう。而して(11)に示せるものは右又は左に吸収が起つてそれが無限に延長してゐるものである。之によりて是を見れば色素の色は吸収の起る位置によりて異なる(第一八四頁)のみならず、吸収度、吸収の數及び吸収の形によりて影響を受け、茲に極めて複雑なる色を生ずる事が観取せらるゝのである。今日までに研究せられた有色有機化合物に就きて見ると、其の天産品たるを將た人造品たるとの別なく、スペクトラムにあらはるゝ吸収の數と形とに就きて見れば第十圖(第一八七頁)に示せる十一形式の外に出でぬ。そこで色素の分析は極めて簡單になつて来る。今茲に布があるとし、それが如何なる色素を用ひて染めてあるかを調べたいならば、適當の溶媒を用ひて其色素を浸出し、此溶液中に強い光線を通せしめて、透過光線を鋭敏なる分光機にかけてスペクトラムを寫真にとり、まづ吸収の數と形から、曩の十一種の形式中何れに屬すべき色素なるかを決定し、次にスペクトラム上の吸収の

位置を光の波長で讀みとり、幾何ミューミューの處に吸収があるかを知れば、既に測定せられた表に照らして何れの色素を用ひて染めたものであるかを一目明瞭にすることが出来る。又染料の多くは種々の色素の混合物であるが(第一六五頁)何れの色素を混じたものであるか、亦直ちに前記の方法で知り得る。併しこれを舊式の分析法に訴へて知らんとしたら、全く不可能であるか、又は極めて困難の事業である。

所が吸収の起る位置は可視域内に在るに限らないで、紫外線又は赤外線の部分にある事もあり(第一八三頁)殊に紫外線の部分に在る場合は極めて多い。斯る場合には物質其物は立派に吸収を起して居ても、それは寫真に判然と撮るから明かである、吾人の視力に制限ある淺間しさには、それを有色物だと認むる能力がない、そこで斯る物質は通常無色物質中に葬り去られてゐる譯である。されば吾人が無色物質と呼んでゐるものゝ中にも、光の部分吸収を全く起さぬ眞に無色なるものと、吸収は起して居てもそれが可視域になくて、紫外線等の領域に在る爲め無色と見做されてゐるものとの別がある、私は後者を姑く偽無色體と名付けて置きた

光の吸収を起す物質は有色體たると將た偽無色體たるを問はず、分子内部に特殊の結合をなせる原子の一團(例へばケトン團 $\text{C}=\text{O}$ 、アゾ團 —N=N— 等)を有してゐる。斯る原子團は發色の原因となる團であるから、發色團(クロモフォール)と云ふ。然るに發色團は原子團であるから、其れのみが單獨に存在する事は出来な^い、化合物中の一部分を構成せるに過ぎぬ、そこで便宜上發色團を含める最も簡單な化合物を發色體(クロモゲン)と云ひ、アゾベンゼン、アンスラキノン^①の如きはこれである。

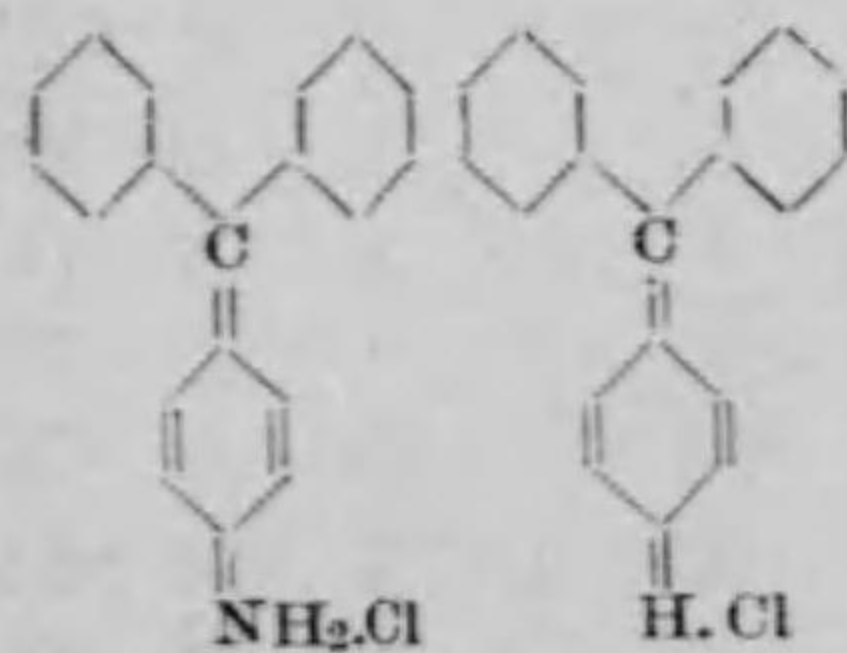


然るに發色體の多くは無色であるか、又は假令有色體であつたにしても色が淡くて、とても色素としては用ひ難い、即ち其光の吸収が紫外線の領域内にある偽無色體であるか、さなくとも紫外線と可視域に跨れる位置に吸収を起すものが多いの

である。故に此等吸収の位置をスペクトラムの右側より左側に(第一八二頁、即ち波長小なる方より大なる方に、更に換言すれば紫外線又は紫外線に近い方から波長の大なる方へ移す事が出来れば、茲に立派な色を出す事になる。斯く吸収がスペクトラムの右より左に、即ち莖、藍、青、綠、黄、橙、赤等の部分に順次移さるれば、色は黄、橙、帶黄赤、赤、莖、青、綠等と益々深みを増して來る(第一八五頁)。此目的を達するには或る種の原子團を發色體に入ればよいので、かゝる原子團を重色團(バトクローム)と云ふ。其反對に或る色素の吸収の位置を波長の大なる方より小なる方に移動せしめ、その結果色を綠、青、莖等より黄赤の方へ近づかしむる作用をなす原子團を輕色團(ヒブソクローム)と云ふのである。而して如何なる原子團を分子内の如何なる位置に入れば、吸収の位置がどれ程影響を受くるかと云ふことが略々知れてゐるから、自由自在の色を理論的に製し得るといふことになる。又分子内部の原子の配置から色素の強弱等をも系統的に推論する事が出来るから、すべてを理論的に考へて、求むる性質、求むる色彩のものを造り得る譯で、決して盲目探りに探し當てむとして居るのではない。

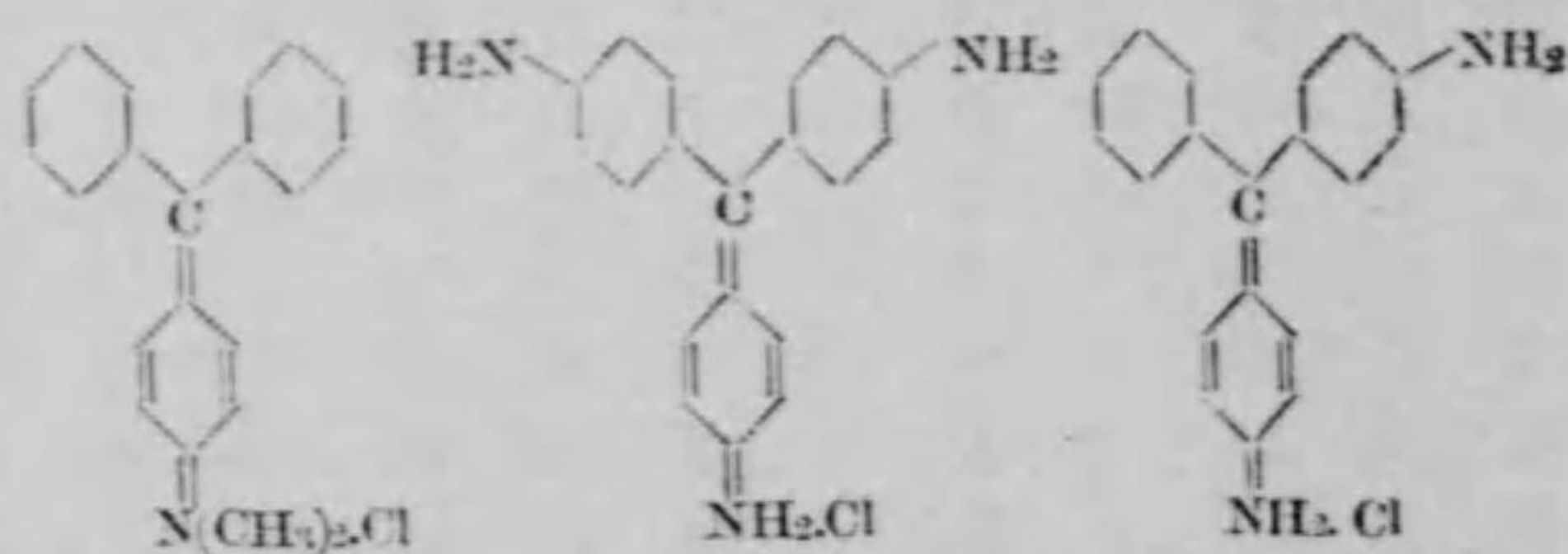
茲に有色物質を得る事は、理論的にも實際的にも解決出来るが、有色物質必ずしも色素ではない、何となれば吾人の茲に云ふ色素は植物性繊維なり、動物性繊維なりによく密著し、洗濯しても除れない様なものでなくては使用上價值がないからである。此等の問題に對しても、如何なる原子團を有すれば如何なる種類の繊維と固著性を帯びて來ると云ふ様な事も明かになつてゐるから、其目的を遂行するのにも亦難くない、かゝる原子團を重色團及び輕色團と併せて助色團(オクソクローム)と呼ぶのである。

次上述べた關係の一端は次の數種の化合物を精密に相對比して觀る時は自ら了解せらるるであらう。



鹽化トリフェニルカービノール(發色體)と稱し、紫外線の領域に吸収を有する偽無色體なり、發色團は二重結合の點にあり。

鹽化モノフェニルカービノールと稱し、青及び莖の兩部分に二個の吸収を有し、橙赤色なり。アミド基 NH_2 は助色團にして、重色の作用をなすと同時に鹽基性を與へ、動物性纖維又はマニン酸と吐酒石にて媒染せる綿纖維に固著性を帯びしむ。



鹽化ジアミドトリフェニルカービノールと稱し、黄綠色の部分に吸収を有し、赤紫色なり、前者よりも助色團アミド基 NH_2 に更に一箇を増せり。

鹽化トリアミドトリフェニルカービノールと稱し、綠色部に吸収を有し、帯赤莖色なり。助色團アミド基更に一箇を増して三箇なる。

マラカイトグリーンと稱する蚊帳などを染むるに用ふる綠色染料にして、波長 $510.1\text{m}\mu$ 及び $603.5\text{m}\mu$ の兩部分に吸収あり。鹽化トリフェニルカービノールに助色團アミド基 NH_2 を入れ、アミド基 NH_2 よりも一層重色力を高めたるものなり。

斯く種々の位置に種々の原子團を導き入るゝ時は、殆んど無数の色素を製し得ると云ふも不可なく、本年物故した色素化學者の碩學ウヰットON.WILL氏は、アゾ染料(其發色體はアゾキソン $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$)にして、發色團は $\text{N}=\text{N}$ なり(第一五六頁)のみにて、理

以上を總括して考へると、色素化學も近年隨分長足の進歩をなして、此方面の研究にも驚く可きものがあること云ふ事は大體想像がつく事と思ふ。

第十節 色素工業發達の歴史

色素工業が今日の如く隆盛を極むるに至りたるは、色素化學の進歩に因る事は云ふまでもないが、色素化學の發達した前既に幼稚ながら色素工業は起つてゐたので、實際と理論は密接に關係を保ち、互ひに因となり果となりつゝ進んで來たのである。

染料は既に歴史以前より廣く用ゐられて居たのであるが、これが供給は擧げて天產品に仰いでゐた。處が西曆千八百五十六年(安政三年)即ち今より約六十年前英國の青年化學者パーキン氏は、齡僅かに十八歳にして新らしき一染料の人工的製法を發見した。氏は大工受負師の子で、嘗つて倫敦の一鑛山學校に入り、十七歳の時選ばれて有名なる化學者ホフマン教授の助手となつた。彼の長く東京帝國

大學に教鞭を採り、我國多くの化學者の師と仰がれつゝあるダイパー博士の如きも、當時パーキン氏の同僚であつた。ホフマン教授は熱心なる實驗有機化學者で、後、母國に歸り、獨逸色素工業の基礎を据ゑし程の人であるから、パーキン氏も之れが助手として、晝間は少しも自己の自由研究に従事する隙なく、止むを得ず自宅の一室に簡単な實驗設備を施し、夜間及び休暇を利用して解熱藥キニンの合成を試みんと頻りに其の研究に従事してゐた。所が偶々帶赤褐色の沈澱が出來たので、根氣よく其の本質を明め、目的のキニンを得ずして却つて一染料を發見した。よつて西曆一千八百五十六年八月二十六日之れが特許を得、翌年六月工場建築に著手して同年十二月製造を始め、之をアニリン紫と命じて發賣するに至つた。これ實に人造色素の最初のものである。後この染料はパーキン堇又は、アニリン堇の名を以て市場に販賣せられたが、需要の激増と、特許法の不備との爲めに、大規模の製造は却つて佛國人の手に奪はれ、モーブ(錦葵の花弁の色に似たる故此名あり)なる名によつて絹及び木綿の染料として逆に盛んに英國に輸入せらるゝに至つた。其の後一八五九年佛國に於てはフルグイン氏が有名なマゼンタを發見し、英國

に於ても、多くの色素製造法發見すられ、數個の製造工場相踵いで設立せられた。茲に奇とすべきは、千八百六十九年(明治二年)獨逸にてリーパーマン氏が茜根の著色成分アリザリンの工業的製法を發見したが、パーキン氏も亦同一の方法を發見して、而かも兩人の特許出願が同年同月同日であつた。此のアリザリンの製造工場も亦先づ英國に建設せられ、其後幾多の變遷は經て居るが、今日も尙殘存して居る。一八六八年(明治元年)茜根の産額は七萬噸であつたものが、翌年は人造アリザリン一噸を試製し、其翌年には四十噸に増し、其又翌年(一八七一年)には二百二十噸となる云ふ風に、ドシノノ人造品が市場に出て天産品を驅逐し、其後久しからずして茜根の栽培は跡を絶つにいたり、今日では茜根の標本さへ得難い有様である。斯の如くして人造色素の開祖はパーキン氏が獨り其の名譽を擅にするに至り、色素工業は千八百七十五年(明治八年)頃まで英國に殷盛を極めて居た。されば、千九百六年(明治三十九年)七月、世界の化學者倫敦市に集まり、コーラルタール色素發明五十年記念祝典を舉行し、パーキン氏は研究資金約二萬圓と、大理石立像、油繪肖像、名譽ある賞牌學位等を受けた。翌千九百七年七月六十九歳を以て此偉業を爲せる

大恩人は他界の人となつたが、氏の子息も亦有名なる色素化學者で、現に斯界に樞要の地位を占めてゐる。

色素工業に於けるパーキン氏の名譽は去ることながら、英國も亦國として其名譽を分ち且つこれを永く保つべきであつたのに、當時英國には化學者乏しく、技術方面の主腦者中には、パーキン氏の師事したるホフマン教授を始め獨逸人が多かつたのであるが、流石に此種工業の有望なるを見て取れる獨逸は、禮を厚くしてホフマン教授以下の化學者を祖國に呼び返し、大に化學研究を盛んにして色素工業の基礎を打立て且つ其獎勵に努めた。故に獨逸の色素工場の技術者中には、嘗つて英國の工場で經驗を積んだ者の多かりしは云ふまでもなく、それより千八百八十三年(明治十六年)には彼の青藍合或法がバイアー教授によりて發見せられ、後千八百九十年(明治二十三年)にはホイマン教授の合成法現はれ、此方法によりて製したる人造藍は一八九七年(明治三十年)以來盛んに市場に出で、天産品は爲めに大なる恐慌を來し、一八九六年(明治二十九年)に於ける英領印度の天産藍の輸出は三千五百七十萬圓の巨額を占めしに、爾來其販路は人造藍に奪はれて、一九一四年(大正

三年)には僅かに七十萬圓、即ち昔日の七十一分の一となつた。我國の徳島縣産藍の如きも明治二十八年には七百二十三萬圓の産額ありしも、大正二年には僅かに二百四十萬圓に減少した。之に反して獨逸國は一八九六年(明治二十九年)には千萬圓の天然藍を輸入せしに、一九一一年(明治四四年)には既に人造藍二千萬圓を輸出し、年と共に増加しつゝある。其他凡百の人造色素續出して、遂に今日獨逸は、色素工業に於ては世界の何れの國も及ばざる隆盛を極むるに至り、斯く歴史をたゞれば色素工業の本家は英國であるのに、今や獨逸が世界の總本家の如く目せらるるやうになつて、今回の大亂に際しても、英國の方が世界の各國よりも先きに染料問題で騒ぎ出したやうな始末であつた。此の一事に於ても、獨逸といふ國は、他くまで積極的に、進取的に、奮闘的に、帝國主義を發揮してゐる様である。然るに英國には多少自大、保守、退嬰の氣風が彌滿してゐる様に思へる。今日に及びて漸く染料醫藥其他理化學研究の必要を自覺して騒いで居るのは大英國にもふさはしからぬ様な氣がする。英國で起つた色素工業が、いつしか英國の地を去りて大陸に榮えたこと云ふ事につきては、種々の原因が數へられてゐるが、詮する處學理的研究

が足らなかつたのが、此工業の廢頽せる最大原因である。

第十一節 色素工業の現況

色素工業は、獨逸國の獨占事業で、やもあるかの如き感があるが、必ずしも然うではなくて、他の文明諸國にも多少は行はれてゐる。千九百十二年(大正元年)末の人造染料生産額を國別にして擧げて見ると左表の如くで、矢張獨逸は世界の最たるものである。表中英國の産額は過大に見積られて居る様に見ゆるが、アニリンの産額等も含まれて居るからである。其等の單純なものを除けば三百萬圓足らずのものらしい。

獨逸國	一億三千六百四十五萬圓
瑞西國	一千二百九十一萬圓
英吉利	一千百九十七萬圓
佛蘭西	一 千 萬 圓
北米合衆國	七百五十萬圓

合計 二 千 萬 圓
一億九千八百八十三萬圓

之によつて見ると毎年約二億圓の人造染料を製造しつゝあるが、之は染料だけで、醫藥、寫真藥品、合成香料等は此の外である。而して我國は未だ此表の仲間入が出来ぬと云ふのは残念なことである。故に染料工業のあるのは獨逸ばかりで、其他の國は我國と同様であると安心して居る譯には行かない。

染料製造の工場數も随分澤山ある、獨逸國二十二、佛蘭西十一、英國十一、米國九、奥地利四、瑞西四、和蘭二、露西亞二、白耳義一、希臘一、伊太利一で合計六十八あるが、何れも立派な成績を擧げて居ると云ふのではない、殊に近頃獨逸十一、奥地利、白耳義、佛蘭西、瑞西、英吉利の各一會社は既に製造を中止し、他に合併せられた會社も少なくないと云ふ事であから、残りは約四十内外であらうと想像せらるるのである。なほ参考の爲め今までに生れた染料會社名を擧げて置かう。

世界に於ける染料會社

* Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation in Berlin.

(獨逸國千八百七十三年創立)

American Aniline Co.

(米國)

A. Wiesner & Co.

(白耳義國千八百三十六年創立)

* Badische Anilin- und Soda-Fabrik.

(獨逸國千八百六十五年創立)

The British Alizarin Company.

(英國千八百八十二年創立)

Bills Ferry Chemical Company in Slurdy Side.

(米國)

G. Von Braun in Elberfeld.

(獨逸國千八百六十九年創立)

Leipziger Anilin-Fabrik Bayer & Keigel.

(獨逸國千八百八十二年創立)

Giesl, Broemme.

(露國千八百九十三年創立)

* Farbendruckerei vorm. Friedr. Bayer & Co.

(獨逸國千八百七十八年創立)

* Leopold Casella & Co.

(獨逸國千八百七十年創立)

The Clayton Aniline Company.

(英國千八百七十六年創立)

* Carl Jäger G. m. b. H. Anilin-Fabrik.

(獨逸國千八百二十三年創立)

Clauss & Hée, Aniline Colour Manufacturers.

(英國千八百九十年創立)

Colne Valley Chemical Co.

(獨逸國)

John Cashelaz, Brno & Co.

(佛蘭西國千八百八十五年創立)

John Dawson & Co.

(英國)

* Farbwerke vorm. L. Durand, Hugenotin & Co. in Basel.

(瑞西國千八百七十一年創立)

E. de Haen, List vor Hannover.

(獨逸國)

第四章 コーラル染料問題 第十一節 色素工業の現況

三〇一

- Farlwerk Annuer-foot. (和蘭國千八百八十八年創立)
- Fabriques de Produits Chimiques de Thann & de Mulhouse in Muehlsch. (獨逸國千八百八十八年創立)
- * Anilinfarben-und Extract-Fabrikon Vorm. Joh. Rud. Geigy. in Basel. (瑞西國千七百六十四年創立)
- A. George in Campleville bei Baurva's. (佛蘭西國)
- B. Bert Grässer. Chinielal Works bei Raubon. (英國千八百七十年創立)
- * Chemische Fabrik Griesheim-Elektron. Frankfurt a. M. (獨逸國千九百〇五年創立)
- * Real Holliday & Sons. Limited. (英國千八百三十年創立)
- J. Hauff & Co. G. m. b. H. (獨逸國)
- The Heller & Meier Co. (米國)
- Hudson River Aniline and Col-ar Works. (米國)
- * G. selschaft für Chemische Industrie in Basel. (瑞西國千八百八十五年創立)
- * Kalle & Co. (獨逸國千八百六十三年創立)
- Kinzbirger & Co. in Prag. (獨逸國千八百十九年創立)
- * Farlwerk Mühlheim vorm. A. Leonhardt & Co. (獨逸國千八百七十九年創立)
- Lepetit. Bollfus & Gansser. in Siss. (伊太利國千八百七十一年創立)
- Levinstein Limited Blackley. (英國千八百六十四年創立)
- Lurche & Juillard Successeurs. in Lyon. (佛蘭西國千八百十四年創立)
- Leeds Manufacturing Company in Backlyn. (英國)

- Charles Lowe & Co. in Manchester. (英國千八百六十年創立)
- Lacien Picard & Co. in St. Fons. (佛蘭西國千八百九十二年創立)
- * Farlwerk vorm. Meister Lacius & Brünning. in Höchst a. Main. (獨逸國千八百六十二年創立)
- Manufacture Lyonnaise de Matieres Colorantes Societé Anonyme in Lyon. (佛蘭西國千八百八十五年創立)
- Niederländische Farben-und Chemikalienfabrik Dela. (獨逸國千八百九十七年創立)
- * Chemikalienwerk Griesheim G. m. b. H. (獨逸國千八百八十一年創立)
- * Societé Anonyme des matieres Colorantes et Produits Chimiques. de St. Denis. (佛蘭西國千八百三十年創立)
- Roberts. Dale & Co. in Manchester. (英國千八百五十二年創立)
- Dr. Kemy & Co. in Neuzertum a. Rhein. (獨逸國千八百九十八年創立)
- J. Ruch & Fils. (佛蘭西國)
- R. Wedekind & Co. m. b. H. in Verdlingen, a. Rhein. (獨逸國)
- * Chemische Fabrik vorm. Sanloz & Co. in Basel. (瑞西國千八百八十七年創立)
- A. Sévoz & Pousson in Lyon-Vaise. (佛蘭西國千八百八十五年創立)
- Schoellkopf. Hartfort & Hanna Co. (米國千八百七十九年創立)
- * Chemische Fabrikon vorm. Wellerters-Meer. in Verdlingen a. Rhein. (獨逸國千八百九十六年創立)
- Chemische Fabrik von Heylen Aktenges. Maschaf. (獨逸國)
- Victor Steiner. (佛蘭西國)

第四章 ヨールタールミ染料問題 第十一節 色素工業の現況

Williams Brothers & Co. (英國、千八百七十七年創立)
 Welling Dahl & Co. A. G. in Brunen. (獨逸國、千八百四十二年創立)
 W. Beckers Aniline and Chemical Works. (米國)
 Wilhelm Brauns. (獨逸國)
 F. Brett & Co. (米國)
 Central Dye stuff and Chemical Co. (米國)
 Dr. Carl Feuerstein. (獨逸國)
 Hasenclever. ()
 Manufacture Francaise de Couleurs d. Aniline. (佛蘭西國)
 S. A. Oeconomides & Co. (獨逸國)
 Gebrüder Ostromov. (露國)
 Fablanier Aktiengesellschaft vorm. Schweikert & Fröhlich. (獨逸國)
 F. Richter. ()
 Snielhowelt, Horditzke & Co. ()

* 印を付せるは我國と取引せる染料會社にしてその代理店又は取扱店を示せば左の如し。

獨逸國 馬獅子亞仁林及曹達製造會社 ハー・ブーレンス總機社、柴田染料商店、

同	レオホルド、カセラ染料製造會社	カセラ染料株式會社、鱈與商店、山田染料店、
同	伯林亞仁林染料製造會社	オット、ライメルス商會、繪安合資會社、松村染料店、
同	バイエル染料製造會社	フリードリッヒ、バイエル合名會社、岡本染料店
同	ヘッキスト染料製造會社	謙信洋行、繪安合資會社、加納安染料店、植田染料店、
同	ウアイラー、テル、メーア化學品製造會社	イリス商會、京都洋藍合資會社、
同	グリースハイム染料藥品製造會社	米國貿易會社、大文洋行、二田商會、
同	グリースハイム、エレクトロン化學工業會社	テラカンブ、ビーバー商會
同	エーラー染料製造部	シー、ハグマン商會
同	ダール染料製造會社	カールローデ商會
同	カレー染料製造會社	シモン、エバルス商會
同	カアル、シマガー染料製造會社	同
同	ミュールハイム、レオナルド染料製造會社	同
佛蘭西國	サンドニー色素藥品製造會社	稻畑染料店
瑞西國	シュランユケネン染料製造會社	同
同	ガイギー染料製造會社	二田商會
同	パーセル化學工業會社	長瀬商店、岡部染料店
同	サンド、化學品製造會社	シーバー、ヘグナー商會
英 國	リード、ホリデー染料製造會社	

斯く工場が多くが製造を廢したり、合併せられたりする點より見るも、其等が總

て好成績を擧げてゐるといふ譯ではないが、事業其物は頗る有利なるもので、製業工業等を併せて行つてゐるものに就ては殊にさうである。試みに千九百十二年（明治四十五年）六月三十日現在の獨逸國內の工業會社を調べると、五千三百六十九で、其内化學關係の工業會社は一千四（14.06%）であるが、これを十九類別となして、利益配當率の平均を出して見ると左表の如くで、染料會社は其首位に居る。

會社の種類	會社數	利益配當率
コールタール染料	二一	二一・七四%
冶 金	六一	一一・七八
石 鹼 及 蠟 燭	二一	一一・六五
硝 子	三八	一一・六一
無 機 藥 品	一〇四	一一・五一
爆 發 物	二八	一一・二二

其他は概ね一割乃至五割の間に在るものが大部分である。そして千九百十三年（大正二年）六月三十日現在のものにつきて平均して見ると、コールタール染料會社

のものは二四・九六%となつてゐる。斯く二割乃至三割の平均配當が出来るといふのは、我國では夢にも見難いところで、平時に於て確實に一割以上の配當を續け得る會社さへ稀である。なほこれは二十一會社の利益配當率を平均したのであるが、個々の會社に就て見ると、頗る不況のものもあるけれども三割だの五割だのと云ふ様な數字が見出せるのは、實に羨望に堪へない。而して其利益中には勿論日本人などが汗油を流して得た貴い金が入つてゐる事をも記憶せねばならぬ。

何と云つて獨逸國は色素の工業にかけては今日のところでは世界の本家本元で、他の國で染料工場が幾つあると威張つて見ても、英國にあるものも僅かにレビンスタイン會社、リードホリデー會社等が其の存在を認められて居る位で、他は悉く微振はぬ。米國や露國等にあるものは實質に於ては獨逸國染料會社の分工場と見るべきもので、稍々盛大にやつてゐる瑞西、奧地利、佛蘭西にあるものとても完全に獨立して居るのではなくて、少し面倒な中間體等は獨逸國から輸入して之に加工してゐるものが多い。そこで今回の時局に際しても獨逸は瑞西が英國に向つて染料を供給して居ると云ふ事を知るや、敵國に染料の輸出をなせば獨逸より

これが材料の供給を絶つと脅迫して居る様な有様である。獨逸が斯くも強固なる基礎の上に此工業をうち立て、他國の企て及び難き事をなして居るのは、全く根本的研究を怠らなかつた結果で、獨逸人は人造藍製造の見本、併も其最初の一本ドを製するまでに二十年以上の歳月と、一千万圓の研究費を投じて客まなかつたといふ一例に見ても明かではないか。學者の研究心、實業家の努力も此に至つては驚嘆の外はない。併し其の苦心と努力も、今日は十分に酬いられ、世界を工業的に征服した。徳島縣の藍業者なども救済策を講じたが其效なく、英領印度は其影響を蒙る事最も大であつた(第一九七頁)。

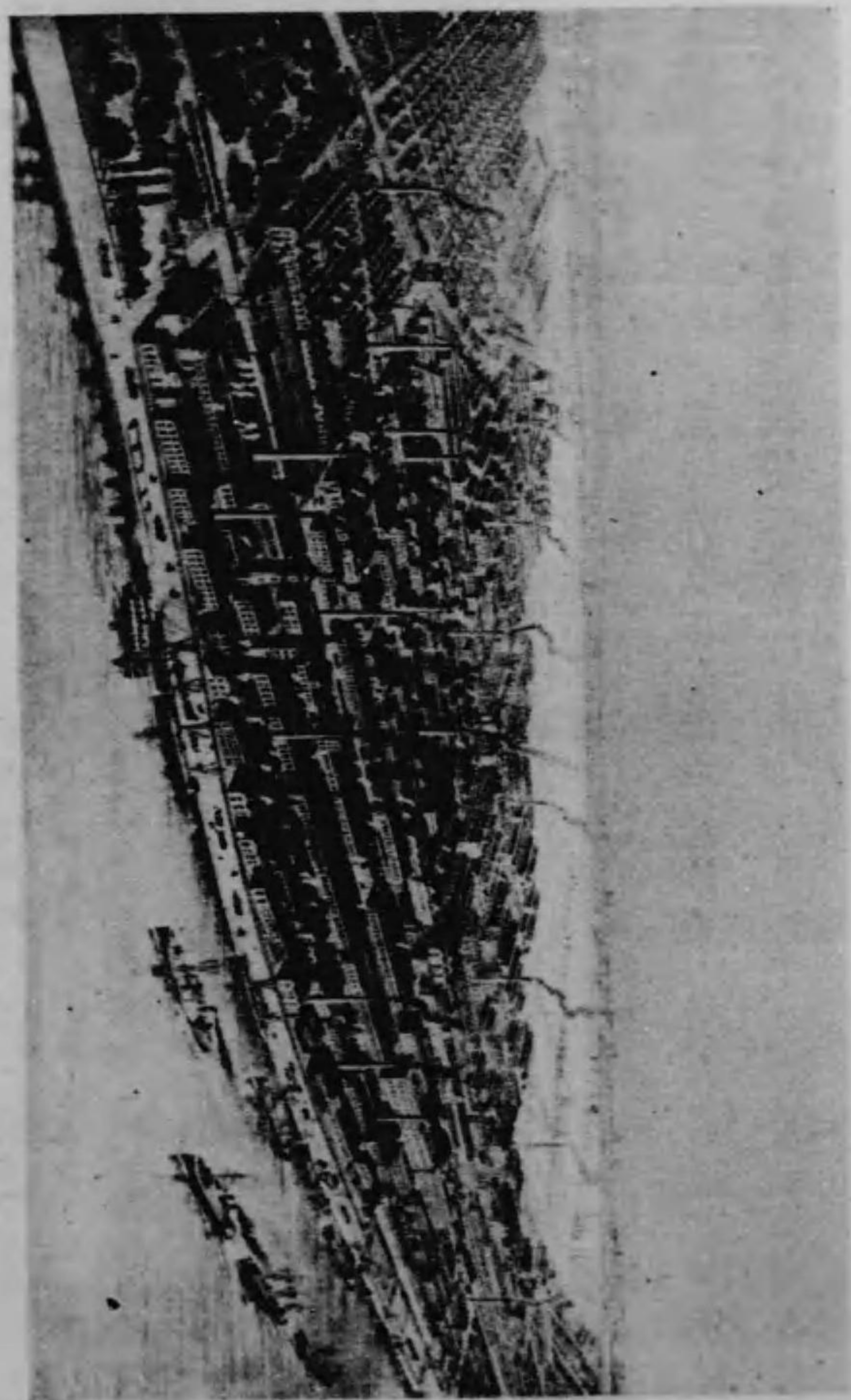
今獨逸國染料會社現況の一例として、我國へも年々多量の染料を賣り込んで居る馬獅子染料會社(第十圖)の消息を傳へんに、最近の状況を調査する材料は持たぬが、千九百九年(明治四十二年)同會社より發表した報告によると、

敷地	六十六萬五千坪	建坪	十三萬坪
工場内軌道	四十二哩	汽 罐	百五十八個
蒸氣機關	三百八十六個(二四、三六九馬力)	發 電 機	十 三 個(七、〇八三キロワト)
電 動 機	四百七十二個	ア ー ク 燈	千三百三十六個

白熱電燈	二萬四千四百個	熱及點燈用瓦斯	二千二百萬立米
製氷量	一萬二千噸	研究化學者	二百十七人
技 術 者	百四十二人	取引事務役員	九百十八人
職 工	八 千 人	工場内浴場建設費	四十五萬圓

それに寄宿舎、學校、病院等の設備もよく整頓して居る。而して獨逸國に於て染料工業に投じた資本金は合計八億圓位と推定せられて居るから、獨逸國民(約七千萬人)一人平均十三圓に相當する。世界の染料生産高は前に述べた如く(第一九九頁)約二億圓のものであつて、これが従業者は約四萬人である。

今回の戦争が突發して逸速く染料問題が持ち上つたのは英國である。同國の染料使用高は價格にして約二千萬圓で、其の内約一割位が國內で出来るに過ぎない。尤も英國では染料の産額は可なりあるけれども、其内アニリン等は他の染料製造材料として専ら獨逸國等に輸出せらるゝもので、いざと云ふ場合に自國內で用ひ盡す性質の物ではない。所が此二千萬圓の染料が織物、革、紙、其他約二十億圓の製品に用ひらるゝので、流石の英國でも、二十億圓の産物が意の如くならず、従つて多數の失業者を生ずる事は到底忍ぶ能はざる處で、染料自給問題がやかましく



なつたのも無理ならぬ事である。まづ官民合同の調査會が設けられ、遂に政府より一千万圓、民間より一千万圓を出資して色素工業を復興させるに略々決定したのである。けれどもいざとなると民間の實業家は戦後獨逸品との競争に成算なく、それに種々の事情も纏綿して未だ進捗を見ないのである。なほ多年自由貿易主義を實行してゐる英國が、獨り色素工業品に對してのみは關稅保護の政策に出でんとせる事及び我國などと異り、現今既に色素工業を有し、且つ古い歴史をも持つてゐる英國でさへ此有様であるのは大に注意すべき事である。米國に於ても亦同様毎年染料輸入額は約二千万圓にて、英國について紐育を中心として色素工業新興の計をなす爲めに、政治家、實業家、化學者等より成れる調査會の成立を見既に第一案、第二案も出で、最初の程は米國民の實行主義を發揮し、ドシ／＼積極的に進む様な氣勢も見えたが、其後調査の進捗に伴ひ幾多の困難を生じ、目下は行き悩みの體に見ゆる。我國にも亦染料工業保護案は帝國議會の容るゝ處となり、政府實業家間に交渉に交渉を重ね、七月下旬發表と噂された法令は漸く十月十四日(大正四年)になり發表を見るにいたつたが、果して此工業が我國に移植せられて美果を

結ぶや否やは疑問の裡にある。殊に此工業は今日まで我國に實施された多くの工業と性質を異にし、資金さへ調べば出来ること云ふ性質のものではない、従つて資金が出来、會社が成立し、政府の保護があつても、眞の困難はなほその奥底に深く横はつてゐるのである。

第五章 空氣工業と窒素肥料問題

空氣が總べて生物の生存に瞬時も缺く可からざる必需物質である事は云ふまでもないが、なほ氣界の美觀は吾人に云ひ知れぬ慰安をも與へて居る。斯く空氣の恩澤は廣大無邊であるが、従來は只與へらるゝが儘に其恩惠を受けて居たと云ふに過ぎなかつた。けれども、今や進んで大に之れが利用の途を拓かんことに努め、積年の研鑽空しからずして著々偉功を奏し、日々頭上に飛翔せる航空機は正に其一端を示すものであるが、なほ化學工業から見た成功も決して他に劣らぬもので、而も目下進歩發達の最中にありて、年々面目一新の觀がある。そこで暫く此問題に就て述べて見たいと思ふ。

第一節 液態空氣

水(液體)を熱すれば氣體(水蒸氣)となり、冷やせば固體(氷)となるが、これは水にのみ限つた性質ではなくて、總べての物質に共通の性質である、換言すれば物質は三態

の變化をなす可きものである。空氣の如きものが、まさか液體や固體に變せんとは話には聞いて居ても門外漢には想像も出來まいが、實際に變化さす事が出来るのみならず、現今では大規模で工業的に行つて居る。我國にも東京、京都兩帝國大學のものを別とするも、東京府下目黒と、大阪、廣島とに三工場があつて盛んに製造せられてゐる。名古屋市でも一會社が起されて居るが、時局の爲めに樞要装置の一部が著荷しないから運轉を開始して居ないまでの事である。其他東洋では上海にも香港にもあり、歐洲では獨逸國の三十九工場を最とし、英吉利八、佛蘭西九、奧地利、匈牙利九、伊太利四、白耳義和蘭五、露西亞八、西班牙、葡萄牙三、スカンデナヴィア六、瑞西四、バルカン三で、北米合衆國九、南亞米利加が六、合計百十八工場もある。

空氣が既に酸素と窒素との混合物であるから、液態空氣も亦液態酸素と液態窒素との混合物である。けれども液態窒素は揮發して逃げ易いから、自然液態空氣と云つても其大部分は液態酸素から成つてゐて、蒼碧色のサラ／＼した液で、水よりも重い(比重一・一二四)として之を更に冷却すれば無色の固態となる。之れを實地應用してなし得る多くの實驗は極めて珍らしくもあり、面白いものも多いので

未だ見ぬ人の爲めに御目に懸け度い様な氣がする。

從來酸素や窒素、従つて其混合物である所の空氣や水素等は如何なる方法を以てしても液化又は固化することが出來なかつたので、此等を永久瓦斯と名づけて居た、然るに千八百七十七年(明治十年)ピクテ及びカユテの兩人殆んど同時に空氣液化の端緒を得、茲に永久瓦斯の名を破らんとしたけれども、まだ其方法も完全の域には達しなかつたが、千八百九十年(明治廿三年)一月トリプラー氏は美事に成功し、其後六年(西曆一八九六年、明治二十九年)にしてリンデ及びハムプソン兩氏は此を大仕掛に實行し得るまでの域に進め、何れも實驗用に適し、前者は運轉後約一時間、後者は約十分にして液態空氣の滴下を見る。そしてクロード(佛國)は益々工業的に製造法を完成し、今でも佛國クロードの會社は世界で有名なもので、近頃我國に輸入せられて居るネオンランプ(一種の電燈)は此會社の空氣液化の際生ずる副産物ネオン(氣體)を利用せるものである。

偕て空氣の液化といふことを少し學理的に話すには、先づ空氣中の酸素や窒素の分子に就て述べねばならぬ。元來分子は想像も及ばぬ程小さいもので、酸素や

窒素の分子の直径は一分の千萬分の一位のものである。氣體に於ては此微細なる分子が散在して居るので、各分子間の平均距離は分子直径の約三百倍位のものである。そこで茲に酸素分子の直径を一分の圓で描けば其隣の分子は三尺を隔てて描かねばならぬ。而して分子は單に靜止して居るのではなくて、これ又想像も及ばぬ程大なる速度(毎秒約五百米)で飛動して居るので、其速度は彈丸が小銃の銃口を飛び出す瞬間に有する速度(三十八年式小銃の初速度毎秒七百十五米)と伯仲の間に在るのである。(詳しくは拙著 理論應用 最新化學集成、上卷、分子の大きと數及び分子飛動説の條を見よ)。

偕て斯く觀て來ると、空氣を液化するに就ても、其根本の方法が何であるか、分つて來る。即ち一は分子間の距離を縮めて相互の引力作用(分子間の距離の自乗に反比例す)を起させ、且つそれを大ならしむること、他の一はエネルギーを奪つて其の飛動速度を減ずること、エネルギーを奪ふには、之を必要の程度まで冷却し、距離を縮めるには、大なる壓迫を加へねばならぬ。之は恰度敵壘を陥るに、兵糧攻めにしてエネルギーを奪ふと共に、四方を包圍してデリ〜と壓迫を加ふる

のご似てゐる。

然るに、今日まで此の空氣液化が成功しなかつたのは、唯だ之を壓縮するか、又は唯だ之を冷却するのみかで、其兩者を併せ行はなかつたからで、中には之を併せ行つても液化するに必要な程度まで冷却し得なかつたからである。

然らば、必要な程度まで冷却することは如何なる事を云ふのかと云ふに、酸素や窒素のみに限らず、一般に氣體には、これ以下の温度に冷却して後壓縮せなくては決して液體にならぬと云ふ一定の温度がある、その温度を臨界温度(第二十九表)と云ひ、臨界温度に於て液化に要する壓力を臨界壓と云ふ、故に臨界温度以上では如何に強壓を加へても液體にはならぬ。

第二十九表

物質名	臨界温度	臨界壓
水 蒸 氣	三六五 <small>(度、攝氏)</small>	二〇〇 <small>(気壓)</small>
アムモニア	一三〇	一一五
炭 酸 瓦 斯	三一	七七
酸 素	零下二一九	五一

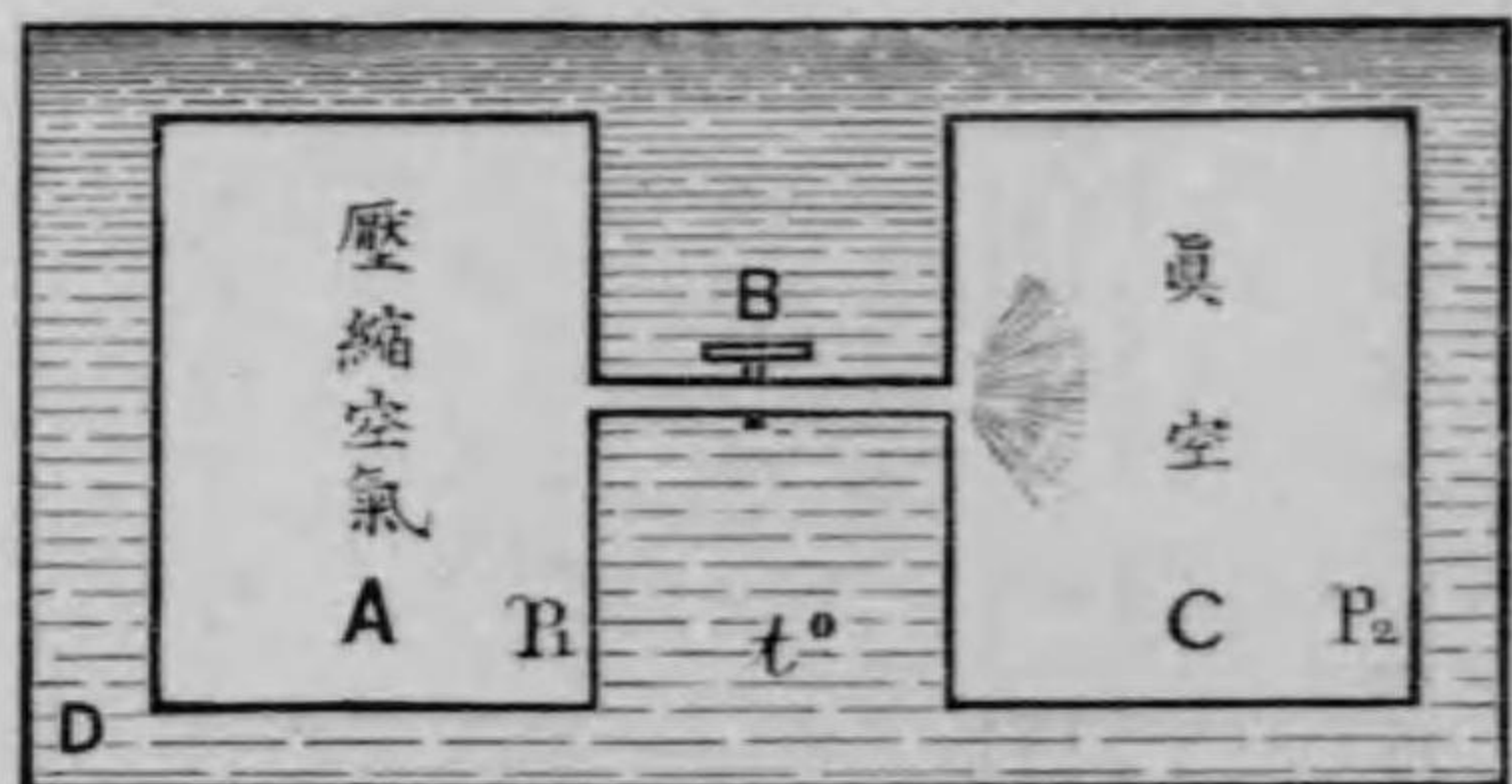
第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第一節 液態空氣	三八
窒素	零下二四六
水	零下二四二
ヘリウム	零下二六八
窒素	三五
水	二〇
ヘリウム	二・五

前表によりて見得るが如く、水蒸氣、アムモニア、炭酸瓦斯の臨界温度は室温(平均十五度)以上にあるから、單に壓力さへ加ふれば液體になるので、製氷に用ふる液態アムモニアや、清涼飲料其他製藥等に用ふる液態炭酸瓦斯は盛に製造販賣せられてゐるのである。尤も我國には未だ其工場はないが、歐米諸國には隨分澤山あつて、ラムネ製造業者等が、獨逸、瓦斯と稱して買つてゐるのはそれであつて、鐵製の圓筒に入れてある(第十八圖第二二五頁)。

然らば如何して零下百何十度と云ふ様な驚く可き低温度に冷却する事が出来るかと云ふ事は、ついで起る疑問であらう。此目的を達するにはジュール、タムソン効果と稱し、兩氏十數年間の長年月に互れる研究結果を應用するので、斯くすれば氣體の温度を殆んど思ふが儘に幾らでも下げる事が出来るのである。

ジュール、タムソン効果 氣體例へば空氣の如きものを一の器中(A)にて、或る氣壓(P₁)に壓

圖 二 十 第



縮して、活栓(B)を有する導管にて、豫め真空にせる他の器(C)と連接し、其の全部を或温度(t)を有する液槽(D)に入れ、後活栓(B)を開きて(A)器中の空氣を(C)器中にて膨脹せしめて、或る壓力(P₂)氣壓まで降下したとすれば、膨脹した空氣の温度が著しく降下し、その降下温度は次式に示すが如き關係を有して居る。これがジュール、タムソン効果の結論である。

$$\text{降下温度} = 0.273 \times (P_1 - P_2) \times \left(\frac{273}{273 + t} \right)^2$$

故に假りに百一氣壓 (P₁=110) に壓縮した空氣を大氣中で急に膨脹させたとすれば、一氣壓 (P₂=1) になるのであるから、膨脹の前後に於て百氣壓 (P₁-P₂=110) の差がある。そこで其變化が常温 (t=15°) で起つたとすれば、温度の降下は約二十五度で、爲めに零下十度になる。これは近似値の記號なり。

$$0.273 \times 100 \times \left(\frac{273}{273 + 15} \right)^2 = 29.0$$

若し零下十度に冷却した空氣を同様に百氣壓の差で膨脹させたとすれば約三十度降下する故零下四十度となる。

$$0.273 \times 100 \times \left(\frac{273}{273 - 10} \right)^2 = 30.0$$

更に零下四十度に冷却したものを百氣壓の差で膨脹させたとすれば約三十八度降下して零下七十八度となる。

$$0.273 \times 100 \times \left(\frac{273}{273 - 40} \right)^2 = 38.0$$

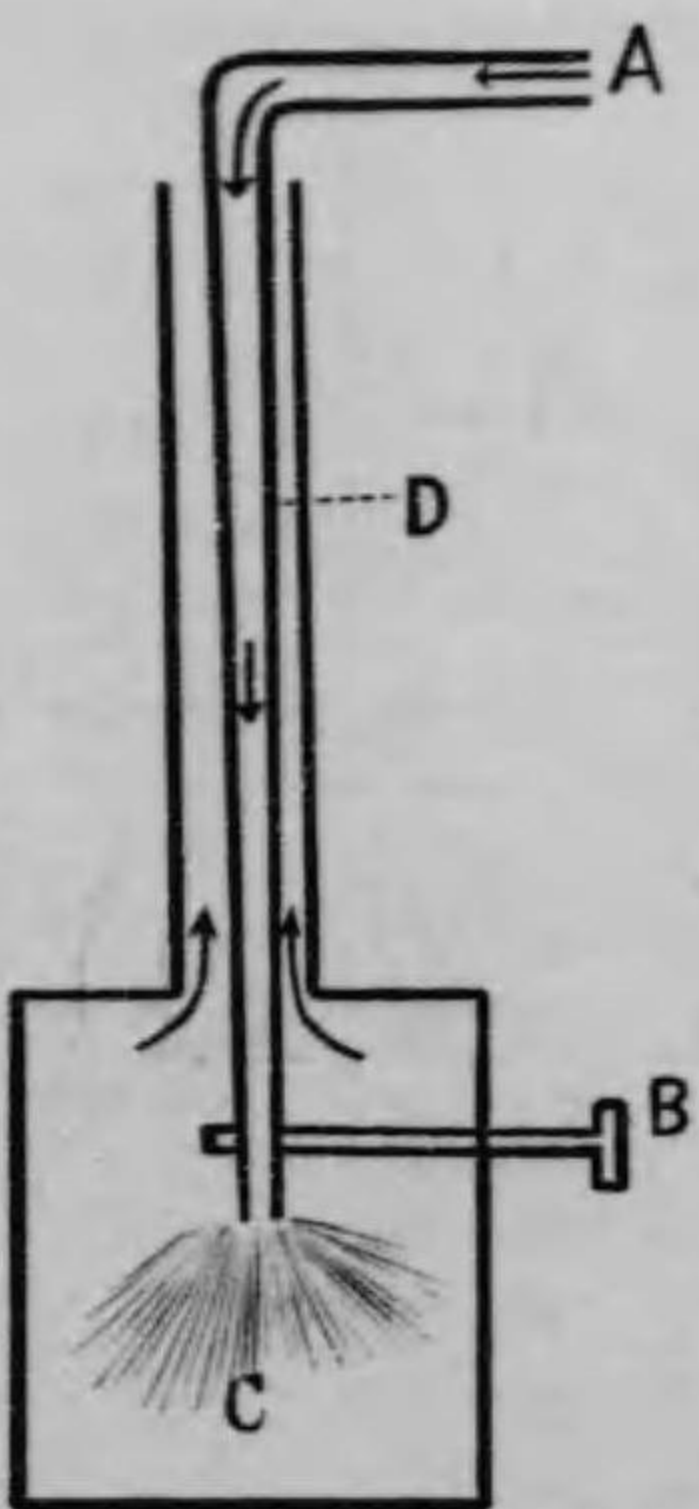
第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第一節 液態空氣

斯くの如くして温度は思ふが儘に降下し併も一氣壓に對する降下の割合は低温度に
いたるに従ひて大なること左の如し。



空氣液化法 空氣液化装置の原理は簡單なる第十三圖によりて明かになる。(A)から壓

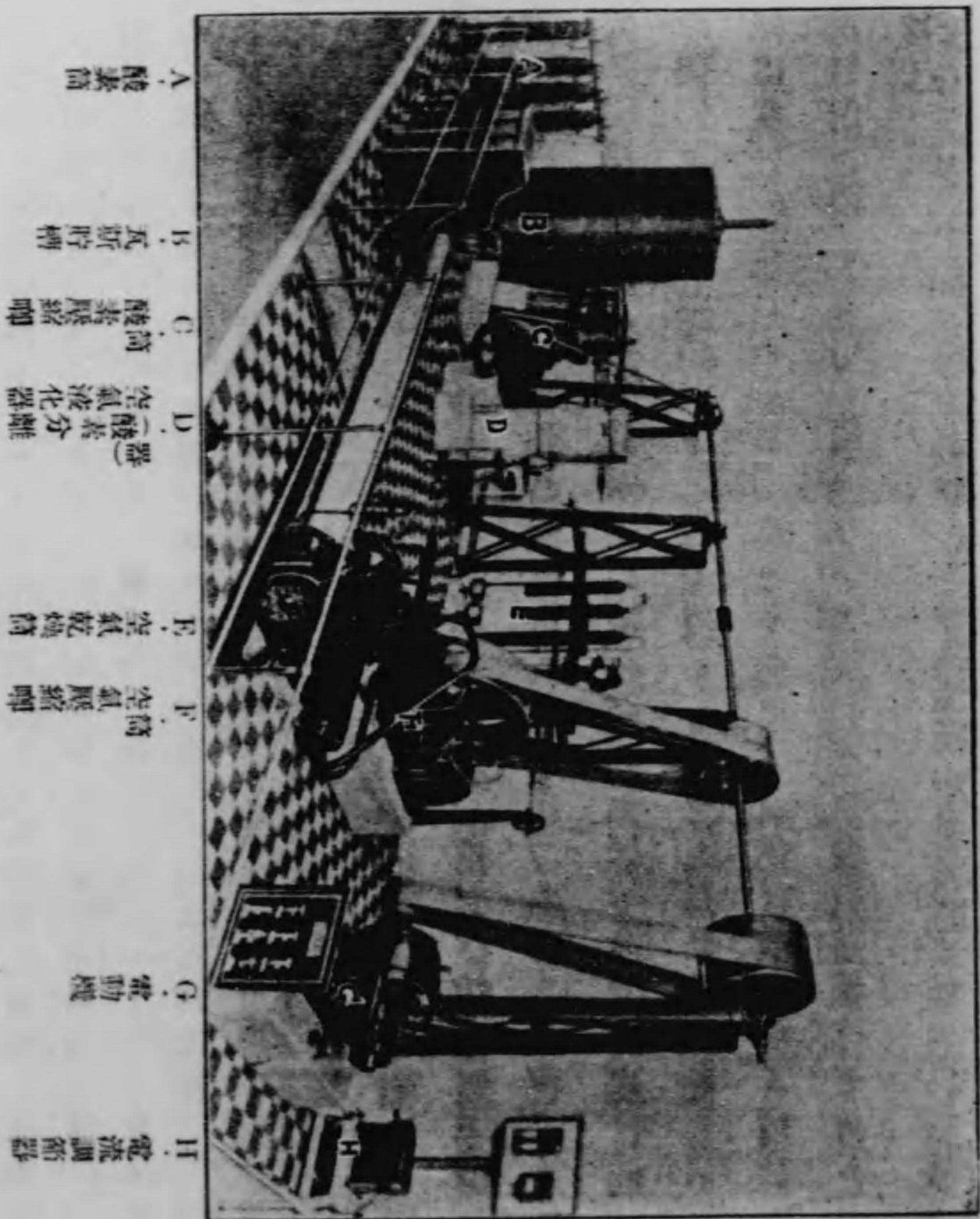
圖三十第



氣が(C)内に吹き出て膨脹すると、温度は益々降下し、斯く低温度の空氣が益々(A)内の空
氣を冷却さすから、遂に空氣中の酸素や窒素の臨界温度第二一七頁)以下に達し、壓力と
相俟つて液態空氣となる可きである(詳しくは拙著應用最新化學集成、上巻、空氣の液化
法)の條を見よ)。然るに窒素(沸騰點零下九九度)は酸素(沸騰點零下八三度)に比して沸
騰點も低く、又臨界温度(第二一七頁)も低いから、液化し難く、又液化しても氣化し易いか

第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第一節 液態空氣

圖四十第



第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第一節 液態空氣

- A. 酸素筒
- B. 瓦貯槽
- C. 酸素壓縮機
- D. 空氣液化器
- E. 空氣乾燥筒
- F. 空氣壓縮機
- G. 電動機
- H. 電流調節器

ら液態空氣は大部分酸素より成れる而已ならず、此性質を利用し、液化装置を適當に調節する時は酸素と窒素とを分離する事が出来る。窒素は肥料製造(第二三頁)に用ひ得るが、我國では勿論空中に逃がして酸素のみをこつてゐる。そして酸素製造工場、從つて液態空氣製造工場は第十四圖に示せるが如きもので、液化装置從つて酸素分離装置は最も困難なる部分で、我國でも佛國の特許品が一種と獨逸特許品が一種既に輸入せられ、他に獨逸の特許品一種は戦争の爲めに延著して居る。

斯くして液態空氣は得られた、從つて液態酸素や液態窒素は無論の事、其等を急に氣化せしむると後に固態酸素(熔融點零下二五二度)及び固態窒素(熔融點零下二一四度)を生じ、氷の如く無色の結晶體である。そのみならず、デュワー氏(英國)は千八百九十八年(明治三十一年)五月、水素の液化(沸騰點零下二五三度)に成功し、續いて無色透明の固態水素(熔融點零下二五七度)をも得、之を急に氣化せしめて零下二百六十度の低温度に達せしめ得た。そこで總ての氣態は液態にも固態にも變じ得たが、獨り其目的を達する事が出来ないで久しく學者が惱まれてゐたのは臨界温度(第二一七頁)の低いヘリウムのみであつたが、これも和蘭ライデン大學のオンネス教授が千九百八年(明治四十一年)に成功し、氣態ヘリウム二〇〇立^{リットル}から液態ヘリ

圖 五 十 第



液態空氣を氷にて煮る圖

圖 六 十 第



液態空氣を空氣中に出せる圖

ウム六〇哩を得た。其沸騰點は絶対温度で四度半(零下二六九五度)で、之れを氣化せしめて絶対温度三度(零下二七一度)に達せしめし、遂に固態に變ずる事は出来なかつた。何れにしてもかうして見ると吾人の達し得る低温度の範圍が極めて擴張せられて絶対零度に著しく接近した事がわかる。そこで近年は物理學などでも低温度に於ける諸種の性質が盛んに研究せられて居る様である。

液態空氣は帶青色のサラサラとした液體で、零下約百九十度で沸騰し、零下約二百七度で無色の固體となる。水を百度以上に熱すれば沸騰するが如く、液態空氣を氷塊

(零度)の上に置けば沸騰點(零下百九十度)よりも遙かに高い温度に熱せらるゝ譯であるから、勿論グラ／＼煮え立つ可きである(第十五圖)。液態空氣は空中で、見る間に飛散し終る様に思へるけれども、恰も水が水蒸氣となるに熱を要する如く、液態空氣も其周圍から熱と云ふエネルギーを貰はなくては氣態になれぬ、そこで先づ一升の液態空氣が氣化し終るには約一時間位もかゝる。液態空氣を保存するにデュワ

圖七十第



らなり、兩壁の内面を銀鏡にて被覆して輻射熱を防止し、なほ壁間を真空にして熱の出入を防げるもので、それを適當なる金屬容器等に入れて携帯に便するのである。此壺を用ふれば二週間位も保存が出来る。終りに主なる低温度を附記せん。

一升の液態空氣が氣化し終るには約一時間位もかゝる。液態空氣を保存するにデュワ

圖八十第



第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第二節 酸素の利用法

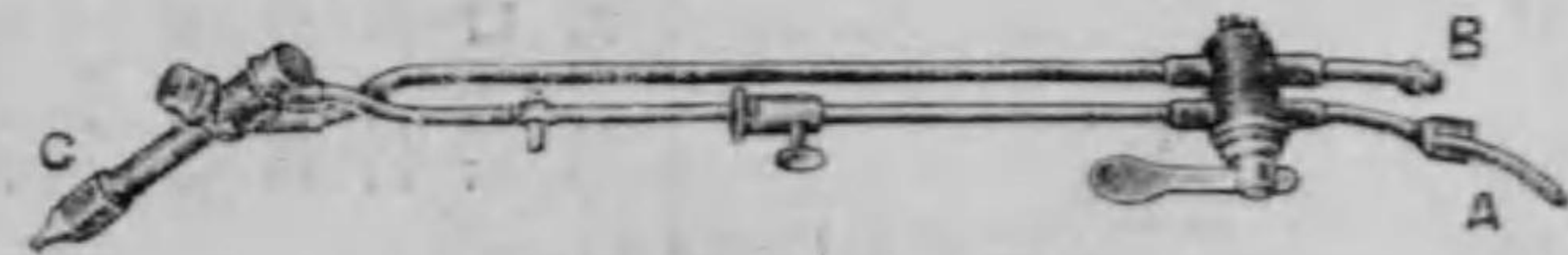
第二節 酸素の利用法

倍て斯うして空氣を液化する事により、空中から安價に且つ容易に酸素を採り得る。そして一時間三立方米の設備で作業時間十六時とすれば、酸素一立方米の

製造費用は三十五錢、同じ装置で二十四時間作業とせば三十錢位になる。又装置を大にし二十四時間作業とすれば酸素一立方米が十五錢乃至二十錢で出来る。遠方へ運搬す

〔附〕 絕對零度		零下二七三度	ヘリウムの沸點(〇・二ミリメートル壓にて)	零下二七二度(?)
ヘリウムの沸點(一氣壓)	零下二六九度	水素の氷點	零下二五七度	
水素の沸點	零下二五三度	酸素の氷點	零下二五二度	
窒素の氷點	零下二一四度	窒素の沸點	零下一九六度	
空氣の沸點	零下一九三度	酸素の沸點	零下八三度	
酒精の氷點	零下一三一度	炭酸瓦斯の沸點	零下七八度	
水銀の氷點	零下三九度	水の氷點	零度	

圖 九 十 第



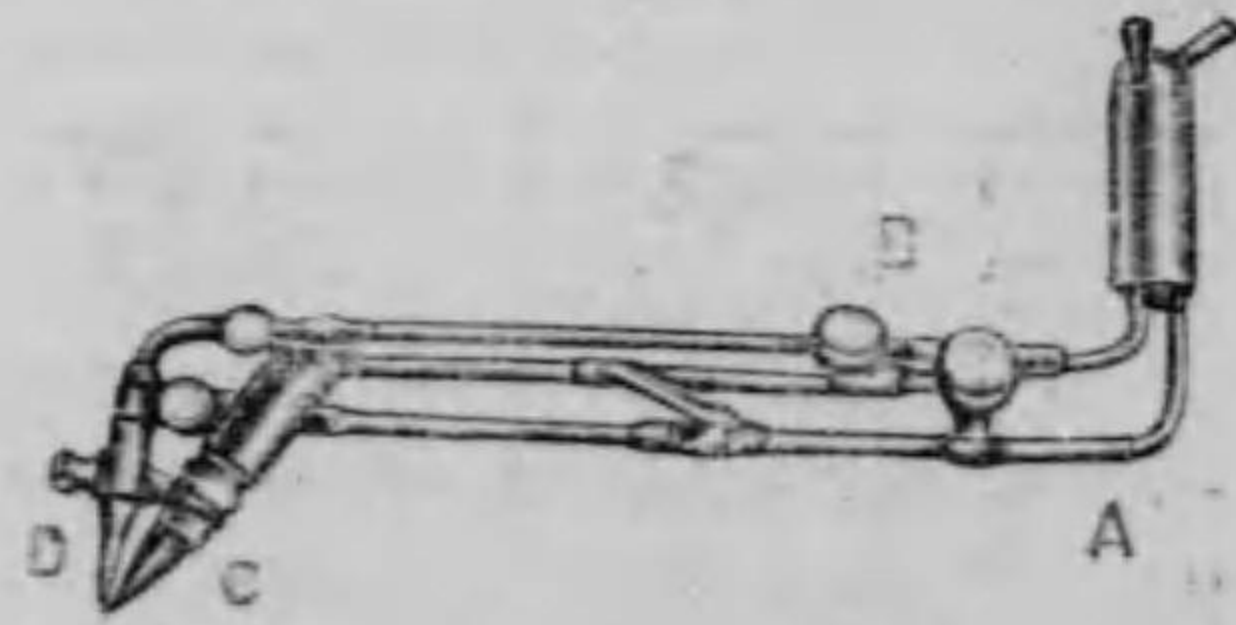
管 吹 接 銲 用 應 素 酸

第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第二節 酸素の利用法

る場合には百二十氣壓乃至百五十氣壓位の高氣壓に壓縮して、所謂酸素筒(第十八圖)と稱する鐵製圓筒に入れて送らねばならぬが、其容器の爲に割合高價につく事となる。酸素の利用法は随分多いが其主なるものを左に列舉せん。

(一)鐵の截斷及び銲接 吹管を用ひて酸素と水素との混合物に點火すれば攝氏二千度内外の温度が得られ、水素の代りにアセチレン瓦斯を用ふれば攝氏二千四百度位の温度が得られる、アセチレン瓦斯は、カーバイドと稱する灰白色粉末に水を注げば、何處でも安價に得らるるから、酸水素焰よりもアセチレン酸素焰が廣く用ひられて居る。之に用ふる吹管(第十九圖)は、一管(A)より酸素、他管(B)よりアセチレン瓦斯(又は水素)を導き、兩氣體が火口(C)にて混じて噴出する。處で此高温度を何に利用するかと云ふと白金の如く熔融點又は軟火點の高い金屬の細工は勿論であるが、もつこゝ大なる用途は

圖 十 二 第



管 吹 斷 接 用 應 素 酸

鐵の截斷又は銲接で最も偉効を奏して居る。今日公私の造船所や鐵工所等の大工場等では随分大きな仕事をして居る、そして厚い鐵板や鐵材を截斷する必要は常に起つて居るが、従前はなか／＼容易の業でなかつた、ところがアセチレン酸素焰を用ひて大根を切るのと殆んど同じ様に其目的を達せらるゝ様になつた。今水の一片をとり、赤熱せる針金で切斷するにせよ、其極めて容易なるは誰しも了解に難くはあるまい。それと同様に、鋼鐵熔融點千四百度乃至千五百度位のアセチレン酸素焰(二千四百度位)の吹管の嘴(第二十圖C)を鋭く吹きつけられれば、吹きつけられた部分は一たまりもなく熔解する、熔解するや否やこれを高壓酸素(第二十圖D)で片っぱしから吹き落しつゝ、吹管を鐵板上に沿ひて曳けば、眞直にでも、圓形にでも、鐵板は見る間に截斷せられて了ふ。此方法によると、厚さ三寸長さ一メートル位の鐵は十分たぬ間に割かれて了ふ(第三十表)。

表 十 三 第

鐵板の厚さ(ミリメートル)	長さ一米を裁断するに要する時間(分)	同上酸素の量(立)
一〇	五・六	一四〇
五〇	六・七	六五〇
一〇〇	八・九	一四〇〇
二〇〇	一〇・二	三三五〇
三〇〇	一〇・二	五四〇〇

又銲接も之と同理で、接合せんとする二個の鐵片を接し、其つぎ目の所へ別の鐵棒を持ち來つて、アセチン酸素焰(第十九圖第二二六頁)で銲かし込むと、忽ち接がれて了ふので、例へば二個の蠟板を並べ、左手に蠟棒を持ちて接がんとする場所に當て、同時にそこへ點火せる大なる線香をもちゆきて、蠟板の兩側を熱し、同時に蠟棒の下端をも熱して銲かし込むと考ふれば想像がつくであらう。

(二)救助用 炭坑などで、沼氣や炭酸瓦斯の爲に窒息して卒倒する者が出来る場合は屢々ある。従來は其救助に赴かんか、救助者も亦同一の運命に陥る危険があるので、如何とも手のつけ様が無い事は少なくなかつたが、今日では酸素を用ひて

圖 一 十 二 第



置 裝 助 救 用 應 素 酸

何等の危険もなく、救助に赴くことが出来る様になつた。第二十一圖の背後に背負つて居るのは、壓搾酸素を満つた鐵製の酸素筒で、酸素は活栓から少し宛出で、導管を経て胸部に懸れるゴム囊(第二十一圖)に流出する。此のゴム囊から二本の導管が出て救助者の口に通じ、各管に開閉瓣があつて、一管よりは酸素を吸入し得べく、呼吸は他の管からゴム囊に入り、囊中には呼吸に混じて出て來る炭酸瓦斯を除去する爲めに苛性曹達の如き藥品が入つてゐる。そして清淨にせられた窒素は、酸素筒から出て來る酸素と混じて、線

りかへし、吸入せらるゝ。此際窒素は最初ゴム囊中にある丈けが吸はれたり
 呼き出されたりする、そして減ずるのは酸素のみで、それは酸素筒より償はるゝか
 ら、外氣と關係なく呼吸を続け得る。これで普通二、三時間は裕に有毒瓦斯中で自
 由の働をなす事が出来、之によりて救助した實例は枚舉に遑あらずで、我國にも來
 てゐる。其外、同器は水中救助、又は消防夫が渦巻く煤煙の中で働く場合にも應用
 せらるる。潜航艇などが長時間に互り、水中で作業を安心して爲し得るのも亦、應
 用せらるる。

圖 二 十 二 第



況 實 の 法 療 素 酸

搾酸素の御蔭で、飛行機で大なる高度を保ちつゝ、飛翔する場
 合などにも應用せらるゝ。

(二)酸素療法 貧血症、肺結核、肺炎、デフテリア、喘息等の血行
 器、心臓、呼吸器病患者には酸素
 の吸入によりて血液の循環を
 一時に促進せしむる方法等も

試みられてゐる。第二十二圖は酸素吸入の實況を示せるもので、酸素はゴム囊よ
 り、ゴム管によりて、患者の頭を掩へる布袋に入りて吸入せらるゝ。又石炭瓦斯、酸
 化炭素、アニリンの蒸氣等で中毒して昏倒して假死状態に陥れる場合には、外部か
 ら機械的に酸素を肺臓に押し入れたり、吸ひ出したりして、完全なる人工呼吸法を
 やる場合もあり、斯る巧みな装置が出来てゐる。

第三節 窒素肥料問題

空中酸素の利用に就ては大體話し終つたが、次には空氣を液化して酸素を採る
 際出て來る窒素の利用法に就て述べて見たい。其利用は窒素肥料問題と關聯し
 て居るから、先づ此問題から説き起さう。

酸素は吾人の呼吸作用に缺く可からざるもので、一人平均一日二百匁を要する
 と云ふ事であるが、窒素も亦人間の營養に必要缺く可からざるもので、一人平均一
 年間に六百三十匁といふ多量を要するのである。而して此の窒素は動植物體か
 ら攝取するので、動物も亦植物によりて養はれて居るのであるから、人間の營養分

圖 三 十 二 第



のもるせ成變りよ糞鳥海るれ互に月年長は石礫糞料原の灰石酸磷過

第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第三節 窒素肥料問題

三

として必要な窒素分は直接又は間接に植物から得て居ると云はねばならぬ。茲に於てか窒素肥料問題は、著しく増殖しつつある人類の食料問題と密接に關係して來るので、忽諾に附すべからざる重要問題となつて來る。そこで我が日本は固よりの事窒素肥料は世界の問題として種々研究せられて居るのである。植物の肥料として重要なものは磷、加里、及び窒素で、磷分を與ふる爲めに過燐酸石灰(第八五頁)を加里分を補ふ爲めには硫酸加里又は植物の灰を、窒素分を補給する爲めには硫酸アムモニウム(第七三頁)又は智利硝石(第八六頁)を與へて居

て是等は所謂人造肥料(金肥)の主なるもので、就中窒素分は最も重要なものである。そこで我國でも人糞や鰯や豆糟を初めとし、隨分多量の窒素肥料を用ひてゐる。農産物の收穫の點から見ても窒素肥料を用ふれば極めて有利で、其一例としてワグナー氏の實驗せる燕麥の耕作にあたり、施肥法と一町歩當り年純益との關係を示さう。

第三十一表

肥料の種類	收穫割合	年純益
完全肥料(窒素、燐酸、加里)を用ひたる場合	一〇〇%	四十六圓
加里分を除ける肥料を用ひたる場合	七十一%	二十九圓
燐酸分を除ける肥料を用ひたる場合	三〇%	二十三圓
窒素分を除ける肥料を用ひたる場合	七%	二圓四十錢

又世界各國の農産物收穫の統計を見ても、窒素肥料の使用量に伴ひて増減する事は極めて明かで、其點からいへば白耳義が最も發達し、獨佛は之れに亞いで居る。窒素肥料の主なるものは智利硝石と硫酸アムモニウムとである。智利硝石(第

八六頁)は、南米智利國の特産品で太平洋海岸とアンデス山麓の間約四百哩に亙れる無雨帯に土砂と混じて存在するので、重要成分たる硝酸曹達の量は七%乃至十六%位である。爆發薬を用ひてこの地層を崩解し、選礦して硝酸曹達の含量二十

圖 四 十 二 第



窒素肥料
を用ひた
る場合と
含さざる
場合との
比較試験
を示せる
圖

あるから結晶を析出せしむる等、吾々が單に雨を避くる爲め屋内で行ふ仕事は、青天井の大野原で其儘平氣でやれる、其點は大に便利だが、その代り大に困る事は、此作業中多量の水を要するにも拘はらず、それが極めて乏しい爲に、遠くアンデス山

五乃至三十%位に高め、之を非常に大きな釜に入れて熱湯に溶解し、上澄液をボムプで結晶槽に送りて四日間位放置して冷却し、析出したる硝酸曹達の結晶を母液と別つたものが吾人の手に入る智利硝石である。此邊は有名な雨の無い地方で

中から長い水道を設けて水を引いて來る所もあるのである。

智利硝石は千八百三十年即ち今から八十五六年前初めて採掘せられ、當時は微微たるものであつたが、逐年其採掘量も増し、今日では其生産額は一年約二百萬噸以上で、智利國受渡價格は一噸六十五圓乃至七十五圓であるから一億三千萬圓乃至一億五千萬圓のものになる。又智利國政府は一噸に付廿二圓の輸出税を課して居るから、其額は智利國政府の歳入の六割を占めて居る。そこで智利國はこゝ三十年間に數億圓の税金を得て居るから、智利國にとりては國家經濟上非常に重要な産物である。併し資本國は本國の智利はでなくて、主なるものは英獨で、それに亞ぐは米國である。我國にも多少目を注いだ人もあつた様だが、投資はして居らぬ。日本では南米航路が頻繁でないから運賃も高くつき、自然價格も割合に高い様であるが(第六二頁)、これは單に肥料としてのみならず、火藥、セルロイド、色素工業等に用ふる硝酸の原料として、先づ唯一のものとして云つてもよい位だから、我國市場の智利硝石の價格の廉不廉は此等工業の發達に大なる影響を及ぼすものである。日本では智利硝石を肥料として用ふる量は割合に少ない様である。これは

水田肥料に適せぬからであらう。

智利國は斯様に幸福な財源を有つて居るが、何時までも無限に世界に供給し得るかといふに然うは行かぬ。然らば今後幾年續くか云ふことは必要でもあり、且つ興味ある問題でもあるから、種々の方面から調査せられてゐて、長短種々の説があるが、今後約四十年乃至五十年と云ふのはまづ當らずと雖も遠からずと云ふ所らしい。何にしても今世紀の半頃までが頂上で、其餘は保證が出来ぬといふ極めて先の見えた心細い報告である。さうなると吾人はこゝに一大窒素肥料を失ふのみならず、硝酸の原料をも失ひ、従つて火薬や染料やセルロイドも製造が出来なくなる。たとひ智利硝石が全く盡きずとも、今まで棄てゝ顧みなかつた様な貧乏を取扱ふことゝなれば、選礦や精製に多額の費用を要し、又地理上運搬其他不利なるが爲めに採掘しなかつた地方に手をつけるにしても、亦生産費や運賃が高くなり、さればとて亞細亞、亞弗利加、南北米等の砂漠地に智利硝石があるなど、取り沙汰せられても、目下の處智利國に代るべき産地は確實に見つけられてはゐない。そこで智利硝石の如き硝酸鹽類の製造は、窒素肥料としても、亦化學工業用原料と

しても緊急の問題である。こゝに於てか窒素を多量に有し、而かも地球上到る處あらざるなき空氣なるものは、硝酸又は硝酸鹽類製造の源泉地として大なる注意を惹かざるを得なくなつた。其結果として生れた新工業は内外の學者及び實業家により、多大の興味を以て迎へられてゐる空中窒素工業である。

空氣中の酸素と窒素とを電力を用ひて酸化窒素に變じ、後之れを硝酸又は硝酸鹽に變ずる、所謂空氣硝酸工業には種々の方法があるが、工業的に成功せるものは千九百三年(明治三十六年)諾威クリスチアニア大學のパークランド教授が、技師アイデ氏と共に攻究せる結果出でたる所謂パークランド・アイデ法と、これと殆んど同時に獨逸のセーンヘル氏の發明せるものと、ボーリング氏法とがある。

パークランド氏は千九百四年(明治三十七年)の暮、諾威國ノトーデンに製造所を起し(第二五圖、第二三八頁)、工業的製造に著手し、硝酸石灰として市場に出し、諾威硝石と呼ばれてゐる(第八六、二九一頁)。

セーンヘル氏法は最初一九〇五年、明治三八年獨逸國馬獅子染料會社にて試験せられ、成績良好なりしも、獨逸の電力では高價にして到底見込も立ち難く、後一九

圖五十二第



場工酸硝氣空のンテートノ

第五章 空氣工業と窒素肥料問題 第三節 窒素肥料問題

三六

○七年(明治四〇年)諾威クリスチアンスサントにて試験をなし、亞硝酸曹達を製造したが、此所でも水力不充分にして大なる發展も出來難いと云ふので、パークランド・ライデ氏法を採用せる諾威水力電氣窒素會社と、セーレンヘル氏法を採用せる馬獅子染料會社(伯林アニリン會社及びバイエル會社も協同)と協同し、諾威リュカンファス瀑布の水力電氣の工事完成を待ち、二者中何れか優つた方法を採用して大仕掛に實行する事になつて居る。其發電力は二十五萬馬力で、後には四十萬馬力まで擴張し得ると云ふ事である。其電力は我國水力電氣合計三十七萬馬力と大差がない、我國全體で諾威の一工場の發電力位のものとは又なさない譯である(第二四五頁)。ボーリング氏法は初

め、奧地利國にて行はれ、近來は伊太利國にても行はれてゐる。

智利硝石が今後五十年にして盡くるものとすれば、其時の人工硝石の需用は約五百萬噸になるから、之を製するには電力六百八十萬馬力を要し、全歐洲水力發電力約三千五百萬馬力(第二四六頁)の約五分の一に相當してゐるので、空氣硝酸製造のみに斯く莫大の電力を消費する事は不可能であるから、方法の改良は勿論の事、他方に硫酸アムモニウムの産額をも増さねばならぬ事となる。

次は窒素肥料の大關とも云ふ可き硫酸アムモニウムである(第七五頁)。普通硫酸アンモニア又は略して硫酸なる名で通つて居る。昨年の調査にかゝる智利硝石と硫酸アムモニウムの世界産額は約四億圓であるから、硫酸アムモニウムの世界産額は殆ど三億圓の巨額に垂んとし、我國最近の製造能力は約二萬噸で、價格にすると三百萬圓内外のものであるが、従來はさうまでは出來なかつた(第一四五頁)。何れにしても内地産だけでは我國の需要を滿たす事が出來ないから、目下の所年々約千五六百萬圓價格の輸入を見て居るのである(第七五頁)。

硫酸アムモニウムを製するには、まづアムモニアを製して硫酸に吸収せしむれ

ばよいのであつて、要は如何にしてアムモニアを得るか云ふ事になる。糞尿等の排泄物を処理してアムモニアを發生せしむるのも一方法で、我國でも既に東京大阪各二ヶ所名古屋に一ヶ所實行してゐるが(第七六頁)、之は大きく見るとアムモニアの原料としては殆ど數ふるに足らぬ。目下内外共にアムモニアの主要原料として居るのは、石炭瓦斯又はコークス製造の副産物として生ずる瓦斯液(第一四四頁)中に含まるゝアムモニアを取るの、一噸の石炭を乾餾して得らるゝアムモニアは五ポンド乃至六ポンドで、石炭の重量の僅かに〇・二—〇・三%位のものだが、乾餾する石炭の量が多いので、塵も積れば山となるこの例の如く可なり多量の硫酸アムモニウムが得らるゝ事になる。今回の戦争でも獨逸は窒素肥料問題に就ては随分苦い經驗をしたやうである。と云ふのは同國が年々輸入し來つた約八十萬噸の智利硝石の多量は硝酸に變じて火藥製造の原料に供せなくてはならぬが、そのみでは不足するから諾威硝石の輸入に熱心して居る(第五六二—三七頁)。それでもなほ硝酸に不足するからアムモニアをオストワルド法(第二四二頁)によりて硝酸に變じて居る有様である。さうすると智利硝石も諾威硝石もアムモニ

アの一部分をも硝酸に變じて火藥製造用に供するから、愈々窒素肥料に缺乏を感ずる。窒素肥料を多量に用ひないでは食料に著しき缺乏を來す事になる(第二三三頁)から、最近では獨逸政府は國民一般に石炭の使用を禁じてコークスの使用を強制し、以て石炭乾餾工業を益々盛んにして硫酸アムモニウムやタールの産額の増加を圖つた様な有様である。此等の事から考へても化學工業の振不振が戰鬪力の大小に密接に關係して來る事が見らるゝであらう。

アムモニアの製法にも亦空氣硝酸の様に三つの大なる方法があつて、石灰窒素法、ハーバー氏法、ゼルベック法は即ちこれである(第二九七頁)。

石灰窒素とは石灰と石炭とを電氣爐で熱して得らるゝカルシウムカーバイド(第二七八頁)に、窒素を吸収せしめて得らるゝ黒灰色の固塊で、その儘窒素肥料として使用し、現今海外に十四會社あり、我國にも二會社ありて、空中窒素の利用法中現今のところ最も進歩して居るものである。近頃北米ナイヤガラに設立せられた石灰窒素工場では、空中から窒素を得る爲めに、毎時間七斗五升の割合で液態空氣を製して居ると云ふ事であるから、之は、眞に世界第一の空氣液化装置といふべき

である。石灰窒素の昨年(大正三年)の産額は六十萬噸と云ふ事である。石灰窒素は壓力を加へて水と共に熱すればアムモニアに變じ、又此アムモニアはオストワルド法にて空氣と混じて白金黒等の接觸劑上に通じつゝ熱すれば、硝酸に變ずる。或る學者は空氣硝酸法(第二三七頁)は窒素肥料製造上からも、硝酸製造上からも、到底石灰窒素法には及ばないから、將來は必ず空氣硝酸法によれる窒素肥料は、石灰窒素法によれるものと其價格を競ふ事が出来なくなつて、市場から驅逐せらるゝに相違ないと論じて居る者もある。

ハーバー氏は目下彼の有名な獨逸皇立理化學研究所長の椅子に居るハーバー教授の研究の結果成れる物で、水素と窒素との混合瓦斯を、オスミウム又はウラニウム等の觸媒作用により、高温攝氏五百度乃至七百度位(高壓百五十氣壓位)の下で化合せしむるので、用ひた窒素の二―六%がアムモニアに變る。彼の有名な獨逸國の馬獅子染料工業會社の手によりてオッパンに工場を建設して工業的規模で製造に著手し、昨年既に獨逸硫安販賣會社(German Sulphate Sales Company)に製品を供給したと云ふ事であるが、有利に行はれしや否やは不明である。戰時中は此方

法によりて製したるアムモニアを硝酸に變じて爆藥を製しつゝあると云ふ事である。此方法は大に未來ある方法として囑目せられてゐる(第二九七頁)。

ゼルベック法は鐵礬石と稱する酸化アルミニウムの鑛石を炭素で還元し、同時に窒素と化合せしめて一旦窒化アルミニウムに變じ、後加熱水蒸氣でアムモニアを發生さすので、目下佛國に於て行はれ、既に製品も出てゐる様であるが、成績の良否は未だ遽かに斷定する事が出来ぬ(第二九六頁)。

第六章 電氣化學工業の進歩

電氣化學工業は云ふ迄もなく、電力を用ひて化學變化を起させ、種々の製品を得る工業で、過去十年位の間に目覺ましい發達をなし、現今も急速に進歩しつつあり、將來も亦大に望みを囑せられてゐる。かゝる盛況を呈するに至つたのは化學の進歩に因る事は勿論であるが、なほ發電機等の進歩と相俟ち、水力を利用して豊富にして安價なる電力の供給を得らるゝ様になつた爲めである。電氣化學工業は電解工業と電氣爐工業とに大別して考へる事が出来る。電解工業(第二五二頁)は電流によるイオン(第二五二頁)の放電作用を應用したもので、電氣爐工業(第二七〇頁)は電流によりて得らるゝ極めて高い温度を利用したもので、此の爲めに嘗つては企て及ばなかつた化學變化も、極めて容易に起し得る様になつた。此等を少し詳しく述べれば、随分廣汎に亙るからこゝには其概念を得るに便する程度に於て述ぶる積りである。

第一節 電力

電氣化學工業が隆盛になる爲めには、豊富で而も安價な電力の供給が無くてはならぬ。そこで先づ我國の發電力から調べてかゝらう(第三二表)。表中キロワットは電力の單位で、一キロワットで十六燭光の炭素線電燈十八箇を點する事が出来、約一馬力三分の一(〇・七四六分の一馬力)に當る。

第三十二表 日本發電力表

原動力の種類	發電力(大正二年末)	前年に比し増加
水 力	二七八、三九八 <small>キロワット</small>	四〇、五七一 <small>キロワット</small>
蒸 氣 力	二〇四、九一七	三一五
瓦斯 エンジン	二〇、二二八	一、九〇一
合 計	五〇三、五四三	四二、七八七

電氣を起すには云ふまでもなく、發電機を用ふるのであるが、此を動かすに水力を用ふる場合と、蒸氣力を用ふる場合と、近來發達した瓦斯エンジンをを用ふる場合と

の三つが其主なるものである。我國でも三者共に用ひられてゐて、水力によるもの五割五分、蒸氣力によるもの四割一分、瓦斯エンジンによるもの四分で、所謂水力電氣が過半を占めてゐる。又發電力増加の割合を見ても水力によれるものが最大で、蒸氣力によれるものが最小である。蒸氣力による電氣は高價であるから電氣化學工業には用ひ難い。瓦斯エンジンによる電力も石炭乾餾工業第一四七頁の發達に伴ひ、發電力も激増して行くであらうが、水力電氣の廉なるには及び難い。故に電氣化學工業用電力としては水力電氣に最も注意すべきである。

我國は山水明媚、大河あり、溪流あり、瀑布あり、湖水ありで、水力電氣を起すには最も適してゐる様に思ふ人もあらうが、何分鱧の寢床を見た様な細長い國であるから、歐米諸國に見る様な大河もなければ大なる瀑布もない、ごつちかご云へば箱庭的である。そこで大なる水力電氣を得難いのは遺憾である。

第三十三表 歐洲水力發電力表

諸 國	七、五〇〇、〇〇〇 ^{馬力}	瑞 典	六、七〇〇、〇〇〇 ^{馬力}
埃地利 匈牙利	六、四〇〇、〇〇〇	佛 蘭 西	五、八〇〇、〇〇〇

伊 太 利	五、五〇〇、〇〇〇	瑞 士	一、五〇〇、〇〇〇
獨 逸	一、四〇〇、〇〇〇	英 吉 利	九〇〇、〇〇〇
合 計			三、五七〇、〇〇〇
(備考) 日 本	三、七〇〇、〇〇〇		

表中日本の發電力は一九一三年(大正二年)末調査、其他は一九〇八年(明治四一年)調査。

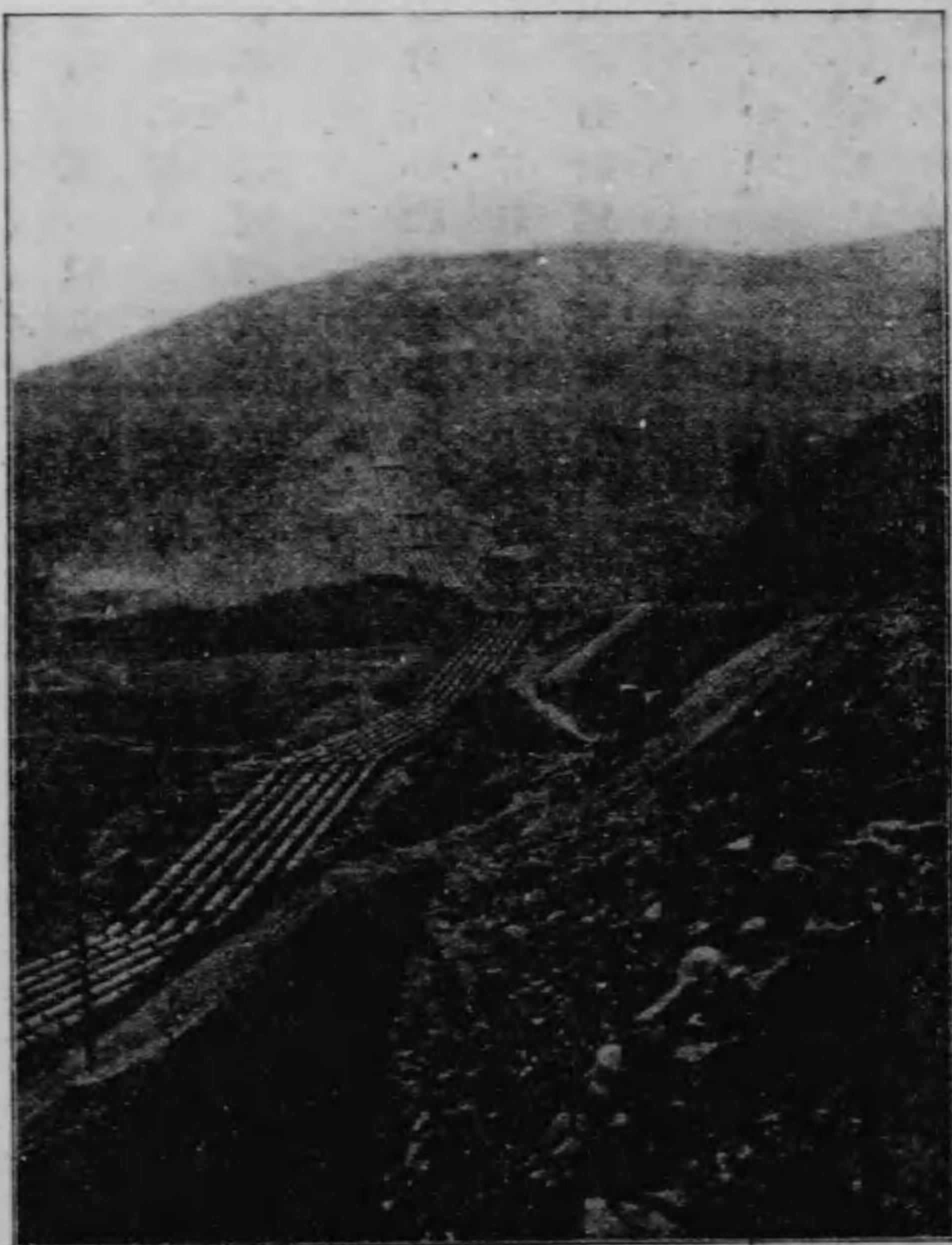
表中日本の發電力は大正二年末の調査にかゝり、其の他はそれよりも五年前のものであるから、其の後著しく増加せるに相違ない。我國の水力電氣は右の數字から見れば諸國の二十分の一、瑞典の十八分の一、伊太利の十五分の一、小さい瑞西の四分の一たるに過ぎない。そこでこの有望な電氣化學工業も惜しい哉我國では將來大なる繁昌を見る譯に行くまいかとも思へる。尤も臨時發電水力調査局(明治四三年四月設置)が日本各地に就きて調査せし結果によれば、二、二九五、二二三馬力の未許可地點と、二、三三九、二七七馬力の既許可地點既に發電せるもの及び水力使用を許可したるもの(とありて、合計四六、三四五、〇〇〇馬力となる)。

それはさて置き、我國の五十萬キロワット(第三二表、第二四五頁)即ち約七十萬馬

力に近い電力は何に使用されてゐるかといふに、其大部分は電鐵(軌道互長七〇一哩延長一一〇九哩、車輛數三九九〇、但大正二年末調)と電燈(六一四八、四二〇箇、人口百人平均一・七箇、燭光數一〇八、但大正二年末調)に供せられ工業用としては全體の五分の一(一〇〇、八八九キロワット)しか使はれてゐない。更に化學工業用としては此工業用電力の五分の一、即ち全體の二十五分の一(位二一、三四八キロワット)しか用ひられてゐない。斯く極めて少量の電力しか化學工業に用ひられてゐないと云ふ事は、我國電氣化學工業の不振を語るものである(第八一頁)。

吾々が地方へ行つて見ると電氣が濫用せられてゐるのが眼につく。電氣事業としいへば電鐵、電燈許りの如くに考へて、而もそれが傳染的に不必要な所にまで擴つて行く。そして一向電燈にすべき必要のない家まで電燈を用ひる、それはそれでよいとしても、電氣の使用量によりて料金を定めないので、電燈數と燭光數とによりて料金が定められてゐる場合には、不用の時にも晝々と各室に輝かして置く。是等も強ち小事ではない、公德心に訴へて今少し電力を尊重し、不用の際は使用しないで済ます様にすれば、經營者も使用者も共に便益をうくる事になる。又

圖 六 十 二 第



諸威にて
發電に利
用せる水
力一例

電氣會社中には一部企業好きの野心家が爲めにする所あつての輕浮な企てもあり、使用者の不注意もありして收支償はず、遂にそれ等が終を全うせざる事あるは敢て怪むに足らぬことである。

發電機に初めて水力を利用したのは佛國巴里市の附近で、今から三十餘年前の事である。我國水力電氣の最初のもは京都水力電氣で、明治二十三年琵琶湖疏水工事に創まつてゐるから、可なり早く行はれた方である。爾來各地に水力發電所が設けられ、桂川、鬼怒川、猪苗代、日英、箱根、宇治、九州水力電氣等は何れも有名なものである。けれども十數萬馬力の發電所を多數有するナイアガラ瀑布や、既に二十五萬馬力發電所工事の一半を終へ、將來四十五萬馬力にまで擴張せんとする諾威リユカンフス瀑布(直下五五〇米)などと比較しては到底我國のそれは肩を並べる譯に行かぬ。電氣化學工業用電力は極めて安價なる事を要するが、我國の水力電氣は小規模であるだけに、諸外國のそれに比しては比較的高い様である。電力の價格は各會社に於ても可なり祕密にして居るから精密なところは不明であるが、或る専門家の推定によれば、一キロワットの電力を一ケ年間使用するにナイア

ガラでは四十圓、佛蘭西は七十圓、諾威では十二圓見當であるらしい。日本でも地方によりては稀に四十圓以下の電力もあるが、百圓以上のものが多い。

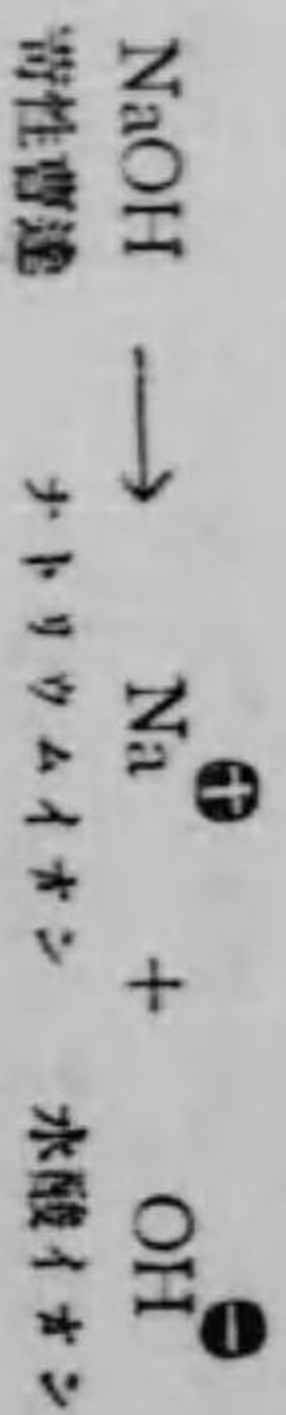
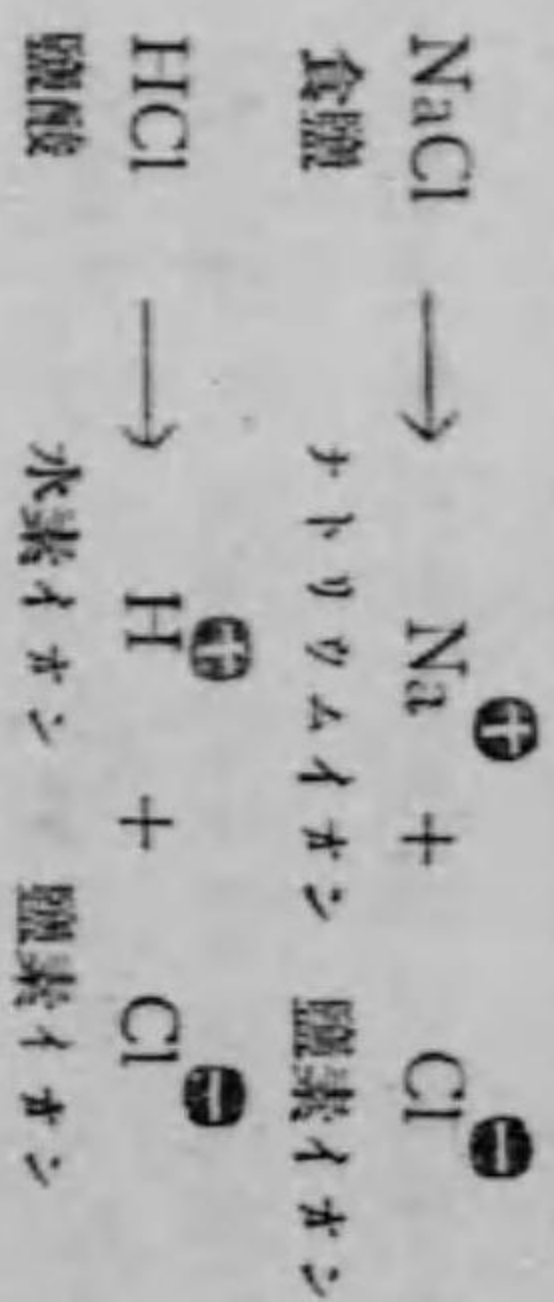
電氣の便利な點は種々あるが、發電所と電力消費地とが隔つてゐても、電導線で非常に多量の電力を短時間に遠隔の地に送り得る點は最も便利とする所である。そして高壓電流の方が輸送に便利であるから、高きは十萬ボルト、低きも一萬ボルト以上の電壓で送るのは普通で、使用地で隨時變壓器を用ひて低壓に下げるのである。我國で明治四四年九月發布、電氣工事規定第二條(低壓電流といふのは、直流にありては六百ボルト以下、交流にありては三百ボルト以下の電流で、此限度以上三千五百ボルト以下のものを高壓電流と稱し、其限度を超えたものを特別高壓と名づけてゐる。特別高壓になると人家稠密の地では電線を架設する事を許されず、止むを得ざる時は地下線としなくてはならぬと云ふ様な規定もあるし、技術者の資格も限定せられてゐる。高壓とか低壓とかいつても、一寸電氣學の復習をしなくては明瞭でない人もあらうが、マアこれを水流に譬ふれば急流は高壓、平流は低壓、懸崖直下の瀑布は特別高壓にも比す可きものである。

第二節 電解工業

一 電離説

電氣化學工業を大別して電解工業と電氣爐工業との二とすることが出来る(第二四四頁)。今電解工業を語るに先立つて、電離説に就て少し述べて置く必要がある。

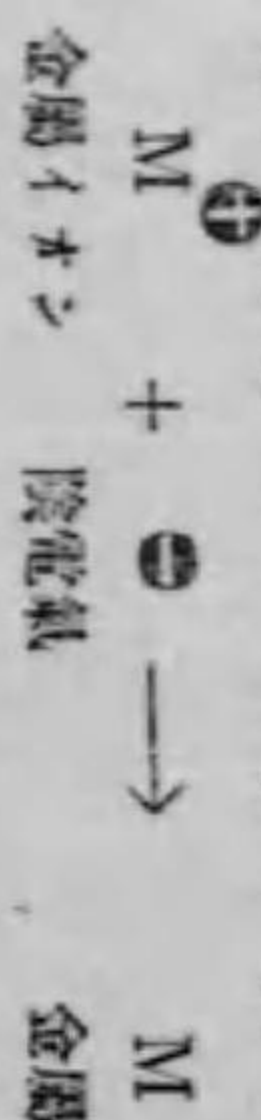
電離説は比較的新しい學説で詳しく説明すれば興味深くもあらうが、要するに鹽類、酸、アルカリ等を水に溶かせば、陽電氣を帯びた部分と陰電氣を帯びた部分に分かるゝと云ふので、前者は陽イオン、後者は陰イオンと呼ばれてゐる。今鹽類の一例として食鹽を、酸の一例として鹽酸を、又アルカリの一例として苛性曹達をとりて其關係を示せば次の如くである。



斯く陰陽兩イオンに分るゝ原因をなすものゝ一は水であるから、水を去れば兩イオンは中和して再びもとの分子に復す。吾々は食鹽が鹹いと云つてゐるが、それは食鹽分子の味ではなくて、ナトリウムイオンと鹽素イオンとの味であり、鹽酸や醋酸に酸味があること云ふが、實は其等の水溶液中にある水素イオンの味である。そして分子は極めて活潑に運動して居るものであるが(第二一六頁)イオンも亦眠れるが如きものに非ずして大なる速度で飛動してゐる。此學説は最初千八百八十七年(明治二十年)瑞典の化學者アーレニウス氏によりて唱へられたもので、當時にありては破天荒の著想であつたから、深く顧みられなかつたが、何分にも精密なる實驗的基礎の上に建設せられた學説であるので、爾來益々其眞價を認められ、今や何れの方面から見ても一點の疑を挿む可き餘地なきのみならず、此學説無くしては獨り電氣化學のみならず、多くの化學的現象は説明がつかないのである(拙著、最新化學集成、上卷、電離説の條參照)。

二 電鍍術

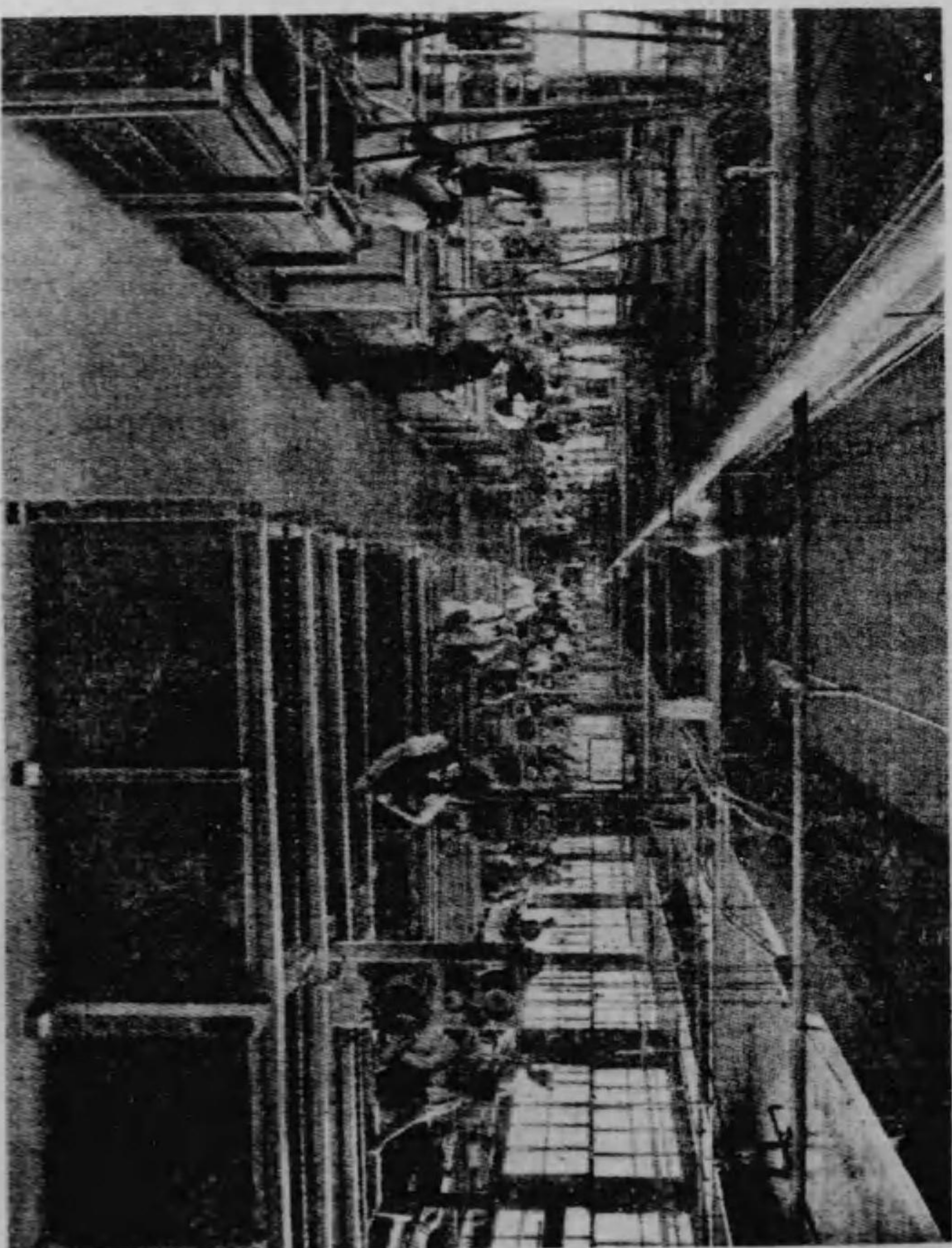
食鹽の如く金屬鹽類を水に溶かせば其中には金屬イオン(陽性イオン)が飛動してゐる筈である。故に此金屬イオンの帯びてゐる電氣を陰電氣で中和すればそこに普通の金屬が析出する筈で、電氣鍍金は實に此變化の應用に外ならぬ。



而して此金屬イオンが黄金イオン Au^{+} であれば金鍍金となり、銀イオン Ag^{+} であれば銀鍍金、銅イオン Cu^{2+} であれば銅鍍金、ニッケルイオン Ni^{2+} であればニッケル鍍金となる。此等イオンの原料としては通常鹽化金 $\text{HAuCl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、硝酸銀 AgNO_3 、硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸ニッケル $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等が用ひらるゝ。

斯く云へば電鍍術は極めて簡単な様であるが、實はさうはまゐらぬ。元來鍍金の目的は或る金屬面(時には木材又は陶磁器)に他金屬の被覆層を作るにあるが、それには(一)表面の外観美なる事、(二)表面の保護者たる事、(三)地金と被覆層と密著して剝離せざる事等の條件が附帶して居る。此等の要求を満足さす爲めには、そこに

圖 七 十 二 第



電鍍工場の実況

種々の工夫を要する事になる。

●準備作業 表面が研磨せられた物體であれば、鹽酸(七%溶液)に少量の硫酸を加へた液で洗ひ、水洗して後苛性曹達又は炭酸曹達溶液(一〇%位)に浸して油質分を洗ひ去り、手指を觸れないで、水洗後鍍金槽に入ればよい。粗雑なものであると、鹽、砂紙等で表面を滑らかにし、針金製の刷毛や輕石粉等で磨き、後革や布等で光澤を附し、鹽の酸液やアルカリ液で洗滌して後鍍金槽に入れる。此等作業の目的は先づ地金の表面を平滑にして製品に光澤をもたせ、又油分や酸化物等が地金の面に附着して居ると被覆層が密著しないから、豫め此等に對する處置をして置くのである。

●中間層 銅はすべての金屬と結合力が大で、合金をつくり易い。故に地金の上に直ちに鍍金を施さないで、多くは中間層として銅鍍金をするのである。殊に亞鉛、錫、錫等にニッケル鍍金をする場合にばさうである。其様は恰も障子を貼るに紙とも格子とも密著し易い糊の中間層を入れて密著性を帯びす様なものである。時には中間層として水銀を用ふる場合もあり、水銀下地と稱するは即ちこれである。それには硝酸水銀四匁乃至七匁を水一升の割合でつくつた溶液に一瞬時浸す。水銀の薄い層が地金の表面に出来る。銅、洋銀、真鍮等に金銀鍍金をなす時等に用ひらる。

●電鍍層 鍍金した層の厚さは場合によつて違ふ。玩具のニッケル鍍金などでは、百分の一乃至千分の一ミリメートル(〇・〇三—〇・〇三厘)位で、食器の銀鍍金等は十分の二ミリメートル(〇・六六厘)位もある。鍍金に要する時間は、短きは十數秒より長きは六、七時間

に互る事がある(緻密なる彫刻物に厚き銀鍍金をなす場合等)。

●鍍金液 鍍金する際附着する金屬粒が大であつたり、結晶性であつたりする、美麗なる光澤を得難いのみならず剝離し易いから、種々の調合をなして均一なる緻密な鍍金層を得ん事に苦心して居る。液の處方は極めて多いが、今主なるものにつきて一例を擧げ、併せて之に要する電壓と電流の強さを記して置かう。

●ニッケル鍍金 (一)硫酸ニッケル五〇瓦を水五〇〇瓦に溶かし、(二)別に枸橼酸二〇瓦を水に溶かし、苛性曹達を加へて殆んど中和に至らしめ、之に水を加へて五〇〇匁に稀釋せるものをつくり、兩者を混じたるものを用ふ。三ボルト、一デシメートル平方につき〇・五—〇・六アマムア。常溫にては〇・〇一ミリメートル以上の鍍金屬を得難い。七〇—八〇度に温むれば更に厚層を得べし。ニッケル板を陽極とし、鍍金すべき地金を陰極とす。

●銅鍍金 (一)醋酸銅二〇瓦を水五〇〇瓦に溶かし、(二)青化加里二〇瓦、結晶炭酸曹達二五瓦を水五〇〇瓦に溶解せるものをつくり、徐々に(一)液を(二)液に加へたるものを用ふ。三ボルト、〇・三アマムア。銅板を陽極とし、地金を陰極とす。

●銀鍍金 (一)硝酸銀の水溶液に青化加里の水溶液を徐々に加へて青化銀の沈澱をつくり、(青化加里を過剰に加ふれば溶解す)、其二五瓦を水に浮べ、(二)青化加里二五瓦を水三〇〇—五〇〇匁に溶解せるものに加へて青化銀を溶かしたるものを用ふ。一ボルト、〇・一—〇・四アマムア。銀板を陽極とし、地金を陰極とす。

●黄金鍍金 鹽化金の水溶液にアマモニア水を加へて沈澱をつくりて後水洗し(爆發性

ある故乾燥す可からず、濕潤せるまゝ、青化加里溶液に溶かし、アムモニアの臭氣を失ふまで煮沸す。一—三ボルト、〇・一—〇・一五アムペア。金板を陽極とし地金を陰極とす。經濟に關せず試験的に行ふには金板の代りに洋釘を用ふるを得。

●鋼鍍金 印刷業などにて銅版の面を硬くするに用ふ。眞の鋼にあらず、鐵が多少の水素を溶解して鋼の如く硬くなれるものなり。硫酸鐵一三五瓦、鹽化アムモニウム一〇〇瓦、水一立の溶液に浸し、二、三分間電流を通じて刺しく水素を發生せしむ。

●電鍍後の處理 電鍍後は所謂磨き刷毛、瑪瑙又は玻璃製筥等にて光澤を附す。空中に放置すれば曇りを生ずる故、近來は鍍金器物に限らず、ザボンエナメル等の如きセルロイド溶液を塗りて金屬面を玻璃様の薄膜にて覆ふ。一見眼に見えざれども爪にて搥げばその薄膜の存在を證し得べし。

三 電鑄術

電鑄術と云ふのは、電鍍術と同一理法を應用して他物體の模擬物を造る術である。けれども兩者の間にはそこに二つの異つた點がある。第一、電鍍術に於ては地金と被覆層とが密著しなければならぬが、電鑄術に於てはそれと正反對で、原形と被覆層とが完全に剝離せられなくてはならぬ。第二、電鍍層はさまで厚くする

必要は無いけれども、電鑄術に於ては型をとるのであるから、被覆層が剝離後も其形を保持する程度に厚くなくてはならぬ。普通書籍の挿畫等に用ひらるゝ電氣版の如きも電鑄術によつて製したもので、先づガタペルカの如きものを木版に壓しつけて凹凸相反する模型を製し、次に模型面に黒鉛の粉末を撒布して、後、布片又は毛筆にて磨りて電導性を帯びしむると同時に、被覆層をして剝離し易からしめ、これに導線を附し電鍍槽に懸垂して厚層の銅鍍金をする。後之を引き上げて被覆層を模型から剥ぎとると、原形即ち木版と同じものが出来るから、これに裏打ちをして後印刷に使用する。さうすれば木版は少しも磨滅することなく保存せられ、これさへあれば電氣版は幾箇でも出来るのである。

●模型材料 ウッド氏可融金(熔融點七六度)又はローズ氏可融金(熔融點九四度)の如き熔融點の低い合金、又は調合して適度の硬さを持たした蠟等が用ひらるゝ。まづ此等を熔して原形を二、三寸の高さから落す。冷たい原形面に此等の材料が附着して凝固するから模型が出来、又ガタペルカと稱する一種ゴム様の固い物質がある、熱湯に入れば餅の様に軟くなるから、これを原形面に壓しつけると極めて微細なよい模型が得らる。石膏さか封蠟の如きものも屢々用ひらるゝ。原形と模型材料との間には黒鉛を塗抹

したり、油の薄層をつくつたりして剥離し易い様にする。又紙幣、有價證券等の緻密なるものになると、此等の材料によらないで、電鍍法によりて型をさるのである。

●電導性附與 以上の模型材料で原形から型がされても、電氣の不良導體であるから電鍍をするわけに行かぬ。そこで多くは黒鉛の粉末を撒布し、それを布片又は毛筆の如きもので磨りつけるのである。時には硫化銀や沃化銀の中間層をつくりて電導性を帯びしむる事もある。

●電鍍液 一例を挙ぐるに、硫酸銅結晶二〇〇瓦、硫酸二〇瓦、水一立。模型を陰極、鈍銅板を陽極とす。〇・七五—一・五ボルト。被覆層の厚さ約〇・二ミル。

●裏打 電鍍法によりて得たる層は薄くして壓力に耐へぬ、そこでまづ裏面に銅さよく密著する錫鍍の如きものを塗り、次に活字用合金又は錫と鉛の合金等を鍍込み、後背面を平坦に削り、これを木製の臺に釘附けして高さを適當にする。挿畫入印刷物によく釘の頭が寫つてゐるのは偶々それが見ゆるのである。

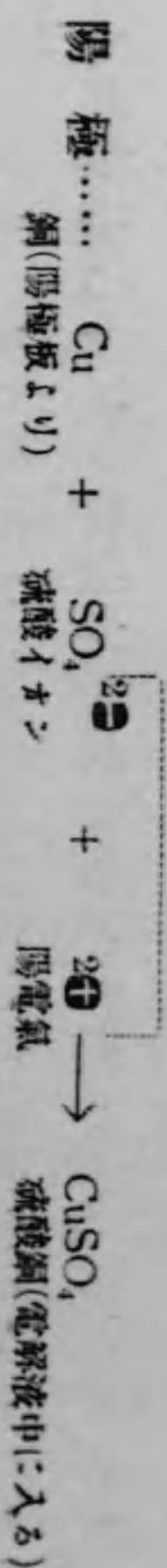
四 電氣分銅

銅は我國主要産物の一であるが、以前は安價な粗銅の儘で外國に出で、高價な電氣機械や電線に形を變へて再び我國に歸つて來たのである。銅の主なる用途は電氣機械や電線の製造であるが、それには電氣傳導度を高むる爲め、極めて純粹な

る物を要するのである。斯る純粹なものは電氣精鍊法によらなくては到底得らる可くもあらず、其濫觴は今から約七十年前(一八四七年)ロイタルベルグのマキシミアン侯に發して居るが、當時は發電機もなく經濟的に遂行する事が出來ず、これが工業的に行はるゝに至れるは今から僅かに二十五六年前の事である。現今我國で此事業をやつてゐるのは大阪の住友伸銅所や古河氏の經營に係る日光の電氣精鍊所及び日立鑛山等である。電氣機械製作所も諸所にあるし、電線製造所も横濱電線株式會社と東京府下藤倉電線株式會社とは極めて大仕掛に製造して諸種の電線を供給してゐる。粗銅の純粹度は九〇乃至九八%位で、とても斯る目的に用ひ得るものでないが、電氣精鍊法によつて得た所謂純銅は九九・九九%の純粹度を有し、電氣機械製造の目的には充分である。其上此際粗銅中に含まれたる金銀等の貴重なる不純物をも回收出来る。米國では是等貴金屬の回收の爲めに一ヶ年約二千萬圓の利益を上げて居ると云ふ事である。

●電氣分銅 銅の電氣精鍊法を普通電氣分銅と云つてゐる。之を行ふには長四尺、幅三尺、深四尺位の木製の槽百有餘箇位を並べて、極めて大仕掛にやつてゐる。各木槽の中には

通常陽極板二十枚が浸されて居る。陽極板は粗銅を鑄て製したもので、幅二尺乃至二尺三寸位、長さは三尺餘、厚さは一寸乃至一寸二分位である。陰極板は二十一枚で陽極板を挿みて吊され、陽極板と略々同大の極めて薄い銅板で、其表面には眼に見えぬほど薄い蠟の膜がかぶさつてゐる。槽の中には硫酸銅の十五%内外の溶液が入れてある。電流を通ずると溶液中の銅イオンは陰極で中和せられて金屬銅として陰極板上に析出せられ、陽極では硫酸イオンが中和せられ、爲めに粗銅は溶解して硫酸銅となる。その結果粗銅は溶けて硫酸銅から出た銅イオンは陰極で純銅として附著する。そして金銀等を含む貴重な滓が槽の底に溜るから之を特別に処理する。陰極板上に析出した銅は、之を剥がしきりて適當な形に鑄なほして市場に出したり針金に延いたりするのである。



五 曹達工業

曹達工業と云ふのは苛性曹達、曹達灰、重炭酸曹達等を製する化學工業で、硫酸工業と共に古來二大化學工業と並び稱せられたものである(第五九頁)。此等の曹達類は石鹼、紙、石油、アルコール、色素、製藥工業等、殆んど總べての化學工業に必要な可からざるもので、各國共に盛んに製造してゐるので、千九百十年(明治四三年)の世界産額が二百三十萬噸(曹達灰に換算して)の巨額に達し、之を英國の市價毎噸四十圓とすれば九千二百萬圓であるから約一億圓價格のものとなる。我國では運賃等に十五圓位と輸入税が六圓程かゝるから、市價は大抵毎噸六十五圓内外である(苛性曹達は一噸九十圓位もするが)そして我國は昨年の如きも約三百萬圓價格のものを買つてゐる。今試みに曹達製造の主なる方法である所のソルベール法を行つて居る會社の數と生産額を國別にして列擧せん。

第三十四表

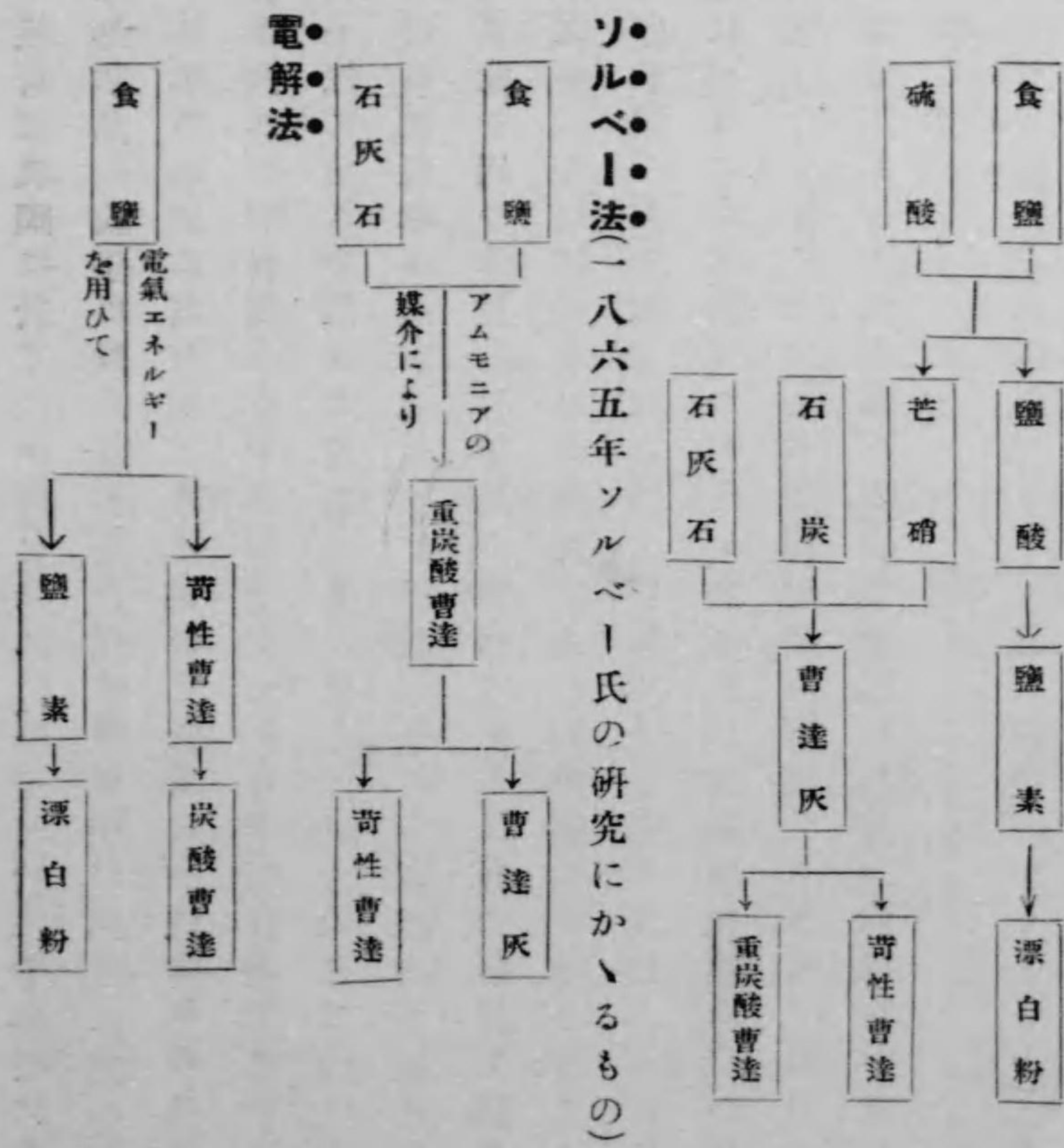
國 名	會 社 數	生 産 高
英 吉 利	三	六五〇、〇〇〇
北 米 合 衆 國	五	六〇〇、〇〇〇
獨 逸	九	三〇〇、〇〇〇
佛 蘭 西	七	三〇〇、〇〇〇
奧 地 利 匈 牙 利	六	一五〇、〇〇〇
露 西 亞	二	一五〇、〇〇〇
白 耳 義	一	三〇、〇〇〇
西 班 牙	一	三〇、〇〇〇
合 計	三四	二、二一〇、〇〇〇

曹達製法には此外にル・ブラン法と電解法とあるが、古きルブラン法は殆んど廢れんどし、新しき電解法も亦未だ盛大をなすに到らず、ソルベール法が最も重きをなしてゐるのである。

然らば我國に於ては如何と云ふに、一度明治二十年頃に勃興せんとした此工業は外國品の競争に敗れ、其後再び食鹽專賣法の壓迫に斃れ、萎微振はずと云はんよりも、寧ろ我國には曹達工業は無いと云ふのが適當で、内地の生産高は曹達灰が五百噸内外で消費高の五十分の一にも足らず、苛性曹達は約三千噸で消費高の六分の一位に過ぎず、重炭酸曹達は全く製して居らぬと云つてよい。斯くの如く我國では曹達自給の途が立たず、其供給は擧げて高價なる輸入品に仰いで居るから、従つて此を用ひて製した製品の價格も増し、世界の市場で競争する資格を失ひ、關稅の保護あるに係らず、日本内地でさへも外國品に逐ひまくらるゝ有様である。然らば我國で大に起したらばよい、又起さなくてはならぬと云ふ事になるが、技術問題はどうにか解決もつかうが、其奥底に食鹽問題(第六〇頁)や電力問題(第二四五頁)が横はつて居るので、まづ其問題から解決してかゝらねばならぬ。

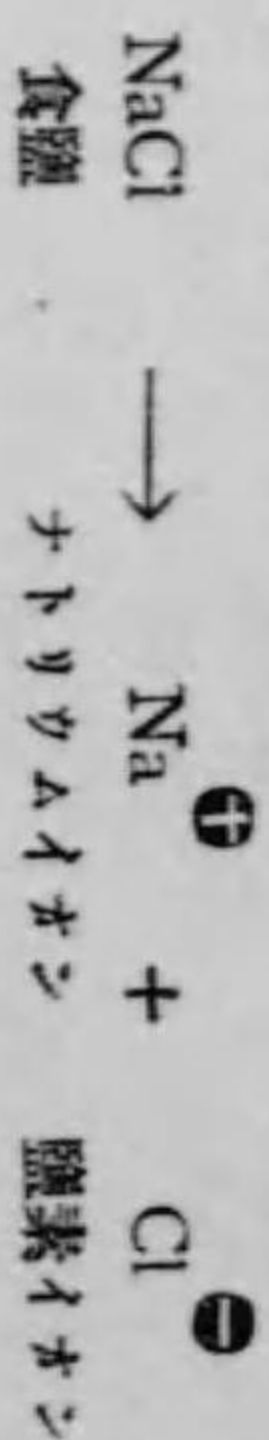
曹達工業に三大方法あることを述べた(第二六四頁)が、其の筋途を表示すれば左の如くである。

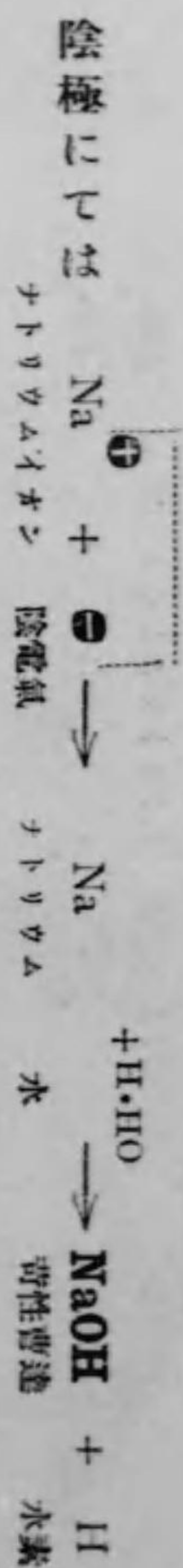
ル・ブラン法(一七九四年ルブラン氏の發見にかゝるもの)



此等三者中ルプラン法や電解法に於ては、副産物として生ずる鹽酸や鹽素が充分利用せらるゝ場合でなくては行ひ難い點がある。ところが其等の用途は到底曹達の用途の大なるには及ばぬし、さればとて其等有毒瓦斯を空中に逃がす事は各國共に法律の禁する處であるから、自ら曹達の製造高に制限をうくる事は免れぬ。併し電解法による曹達工業は新しく起つたもので、電解工業中では主なるものになつてゐる。

食鹽は誰も知れる如く、ナトリウムと鹽素との化合物で、水に溶かせば其大部分が分れてナトリウムイオンと稱する陽電氣を帯びたものと、鹽素イオンと云ふ陰電氣を帯びたものになる(第二五二頁)。故に兩イオンの有する電氣を中和し去れば金屬ナトリウムと鹽素とになる譯である。鹽素は氣體であるから逃れ去るし、ナトリウムは直ちに其周圍にある水と作用し、自らは苛性曹達となり、同時に水素を發生する。尤も技術上種々困難なる點が多い。

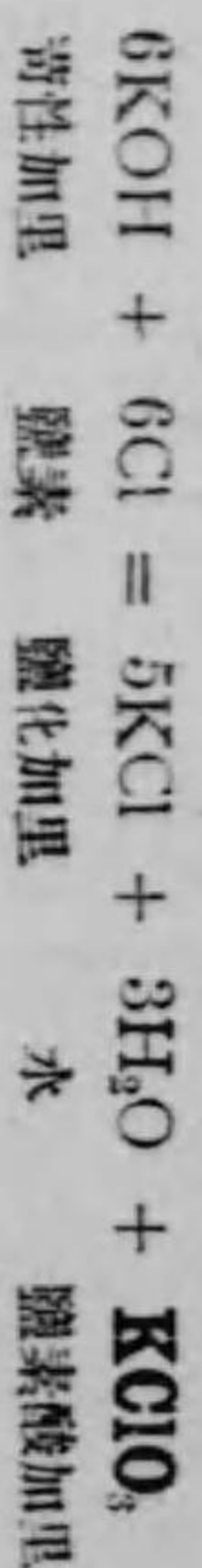
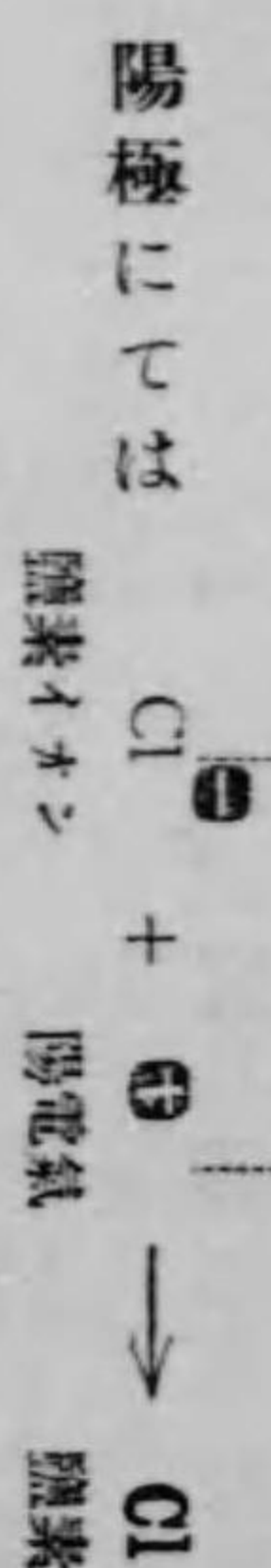
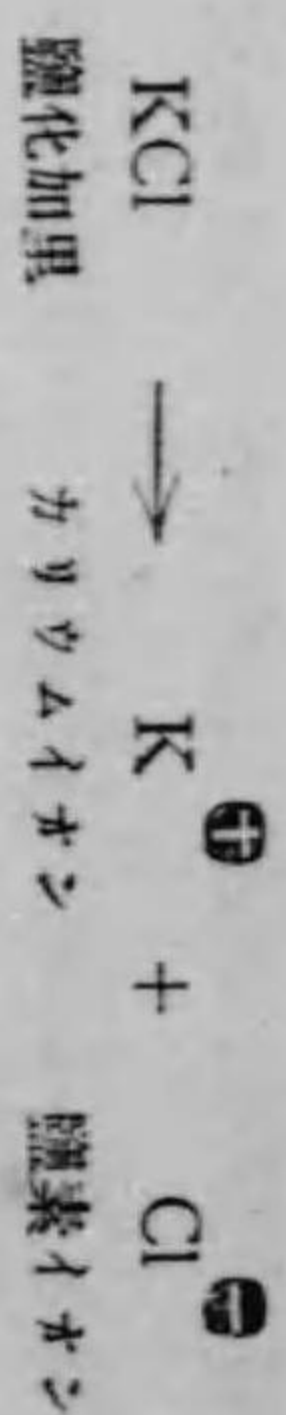




六 鹽素酸加里

鹽素酸加里(第八一頁)は俗に鹽酸加里又は鹽剝ソダと稱し、白色の結晶體で、普通含嗽藥として用ひられてゐる。其他燐寸、煙花、染色等にも用ひらるゝから、我國でも多量の輸入を見、明治四十二年に約七百五十萬斤、其價百五十萬圓位のものであつた。併し近年は日本化学工業株式會社が猪苗代水電を利用して之を製造する様になり、年々輸入價格を減じ、一昨年は百五萬圓、昨年は時局の影響をうけた爲めでもあるが八十七萬圓で濟んだ。其原料は鹽化加里で、海草の灰より沃度を製する際得らるる副産物の利用にあることは前既に述べたところである(第八一、九七頁)。

鹽化加里は食鹽と酷似せる成分の物であるから、電流を通すれば陰極に苛性加里を生じ、陽極に鹽素が出来(第二六八頁)、両者が相互作用して鹽素酸加里になるのである。



此方法は最初一八九一年(明治二四年)瑞西で行はれ、後英佛、獨等に行はるゝに至つた。獨逸國で初めて行つたのが今より凡二十年(明治二九年)である。今日では電力の安價なる瑞典、那威、伊太利等には勿論行はれてゐる。電解法によらざり

第六章 電氣化學工業の進歩 第三節 電氣爐工業 一、高温度及其の測定法 三三〇
 し以前は鹽酸加里の價格一噸六百圓位であつたものが、此方法出づるや三百四十圓位に下つた。一九〇〇年(明治三三年)の世界産額が一萬七千五百噸、約六百萬圓もあつたと云ふ事であるから、其後十五年を經過せる今日では一千萬圓以上の産額のものであらう。

第三節 電氣爐工業

一 高温度及其の測定法

吾々が普通用ひてゐる高温度は石炭の燃焼によりて得て居るが、それとても攝氏千三百度乃至千四百度位のものである。生の空氣を吹き込まないで豫熱した空氣を吹き込んで燃やせば、更に高温度を得らるゝけれども(第一四六頁)それとても二千度以下のものである。斯る温度では到底熔解さす事も出来ねば、化學變化を起さす事も出来ぬ場合があるので、大に不自由を感じて居たが、電氣爐が用ひらるゝ様になつてから、容易に三千五百度以上の温度が工業的に得らるゝにいたり、茲に化學工業界に新生面を開いて來たのである。温度が低きは零度以下二百七

十度近くまで(第二二二頁)高きは四千度内外までも、自由に人力で支配し得るにいたれるは人智の啓發に一段の進歩を加へた證據と見ざるを得ぬ。

吾々が温度測定器として普通知つて居るものは酒精寒暖計と水銀寒暖計とで、前者は酒精後者は水銀の熱による體積の變化を利用したものである。然るに酒精は七十八度に達すれば沸騰し、水銀とても三百五十七度で沸騰する。そこで高い温度の測定には酒精寒暖計は勿論用をなさぬが、水銀寒暖計とても高の知れたものである。すべて液體は壓力を増せば沸騰點が上昇するから、其理を利用して考案をめぐらした處で、硝子管を用ひては五百度が止まりで、近頃容易に出来る様になつた石英硝子を用ひても六百度以上に達せさす事は出来ない。

さうすれば何千度と云ふ様な温度は如何にして測定するか、學者の寢言ではあるまいかなど、思ふ人もあらうが、決してさうではない。千二百度まで位測れる瓦斯寒暖計(熱による氣體の膨脹を利用せるもの)は精密で學術上の研究には用ひらるゝが、實用向でないから、それは別としても、茲に電熱計と光熱計とがある。前者はすべて二種の金屬の接續點を熱すれば電壓の差を生じて電氣が流れ、併も其

電流の強さと温度との間に一定の関係があるから、電流の強さから間接に温度を知るのである。故に熔け難い二種の金属を選ぶ必要があるが、普通白金(熔融点一七五〇度及び白金とロヂウム(一〇%)との合金を用ふる。これとてもまづ千六百度以上の温度は測れぬ。光熱計は温度の差と光の強さとの間に成立する一定の

圖 八 十 二 第



錐レヂーゼしひ用に中蓋

関係から、まづ光の強さを知り間接に温度を知るのである。試みに鐵塊を火中に投じたとき考へると、温度が低いと暗所で僅かに赤みがかかりて見ゆる位であるが、温度が高くなるに従ひ次第に光度を増し、遂に眩き白光を放つことによりても略推察がつくであらう。光熱計を用ふるに直接發熱體に觸れないで、遠方からその發熱體から放つ光の強さを測定すればよいのであるから、測定する温度に制限はない。普通九百度乃至二千度、二千度乃至

四千度三千度乃至七千度を測定し得る様に出來た三種がある(第二八圖)。其外實用的で便利な温度測定器にゼーゲル錐と稱するものがある(第二八圖)。

表 五 十 三 第
表 度 温 錐 ル ゲ - セ 正 改

番 號	温 度	番 號	温 度	番 號	温 度	番 號	温 度
022	600	07	930	9	1280	29	1650
021	650	06	980	10	1300	30	1670
020	670	05	1000	11	1320	31	1690
019	690	04	1020	12	1350	32	1710
018	710	03	1040	13	1380	33	1730
017	730	02	1030	14	1410	34	1750
016	750	01	1080	15	1435	35	1770
015	790	1	1100	16	1460	36	1790
014	815	2	1120	17	1480	37	1825
013	835	3	1140	18	1509	38	1850
012	855	4	1160	19	1520	39	1880
011	880	5	1180	20	1530	40	1920
010	900	6	1200	26	1580	41	1960
09	920	7	1230	27	1610	42	2000
08	940	8	1250	28	1630		

【註】ゼーゲル氏は最初一一五〇度乃至一八五〇度まで二〇度宛の差を有する一番乃至三十六番迄三十六箇の成分を異にせる粘土錐體を製したり。ケラムマー氏は此に倣ひ零一番より零十番まで一一三〇度乃至九五〇度間二十度の差を有する十箇の粘土錐體を製し、後ヘット氏は更に零十一番より零二十二番まで九二〇度乃至五九〇度間三十度の差を有する十二箇の粘土錐體を製したり。此等を總稱してゼーゲル錐と云ひ、後成分又は温度等を補正改訂せられたるもの即ち本表にして、廿一番乃至廿五番を缺けるはゼーゲル氏が提唱せるが如き熔融點の差を示さるによる。

粘土製の小さい三稜錐體が五十九種ありて(第二七三頁)約二十度の範圍内で六百度から二千度まで測れる。例へば十二番乃至十五番を窯中に入れて他物と共に焼き(第二七圖)其熔けて倒るゝを見て、其温度約千三百八十度なるを知り、火加減をなすを得、極めて便利である。猶左に心得可き高温度を附記せん。

【附】	炭素の沸點	三六〇〇度	タンゲステンの融點	三〇〇〇度
	鐵の沸點	二四五〇度	銅の沸點	二三二〇度
	銀の沸點	一九五〇度	アルミニウムの沸點	一八〇〇度
	白金の融點	一七五〇度	鉛の沸點	一五二五度
	純鐵の融點	一五〇〇度	銅の融點	一〇八三度
【附】	アンセン燈の焰	一三〇〇度	酸水素焰	二〇〇〇度
	アセチレン酸素焰	二四〇〇度	テルミット	二五〇〇度
	アーク燈	三五〇〇度	太陽	六〇〇〇度
【附】	火の色と温度	灰色(辛うじて認め得るもの)		四五〇度
	弱暗赤色	五〇〇度	暗赤色	七〇〇度
	櫻色	九〇〇度	橙色	一一〇〇度
	白色	一三〇〇度	眩灼	一五〇〇度

二 電氣爐

電氣も熱も皆エネルギーの一種で、電氣エネルギーは熱エネルギーに變じ、熱エネルギーを電氣エネルギーに變へる事も出来る。電氣に對して抵抗の少なる太い銅線等を通せば電氣の大部分は其儘通過するが、若し其抵抗が増して通過し難くなる、直ちに通過し易い熱エネルギーに變るのである。其様は兵士が坦々たる大路を通過するには四列側面縦隊で足並み正しくやつて來るが、突然細い丸木橋のかゝれる小川に通るかゝつて其儘通過して難くなれば、一旦隊伍を解いて各自銘々の行動により最も速かに渡り得る形式を取るにも似てゐる。彼の電燈の如きはそれで、電氣が電球内の抵抗の大なる細い炭素線を通過する様に餘儀なくさるゝから、そこで電氣は賢くも熱と云ふエネルギーに形を變じ、爲めに温度も昇り、茲に白光を放つに至るのである。

故に電氣爐を得るには、電流の通路に抵抗の大なる部分を設け、斯くて生じた熱を逃散せぬ様、所謂保温材料で圍み、温度の上昇を謀ればよいのである。故に電氣

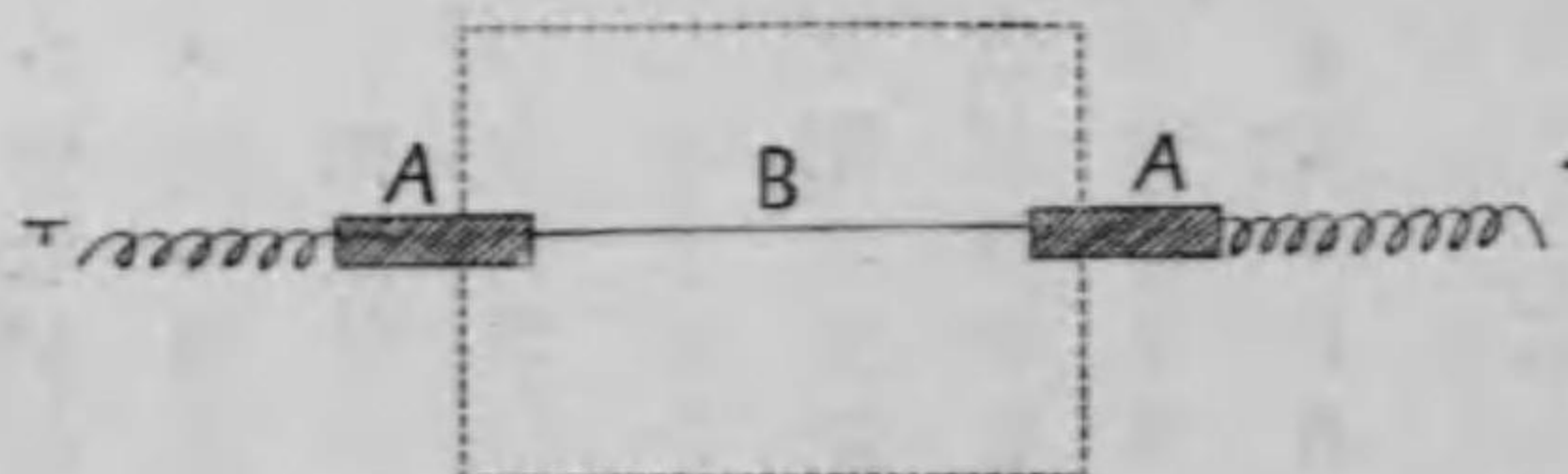
爐の温度は保温の充分なるか不十分なるかによりても變るが、先づ、發熱量の増大をはからねばならぬ。所が電氣の發熱量には次の關係があり、所謂ジュール法則として知られてゐるものである。

$$\text{(發熱量)} = 0.239 \times (\text{電流の強さ})^2 \times (\text{抵抗}) \times (\text{時間})$$

發熱量はワット、電流の強さはアンペア、抵抗はオーム、時間は秒を單位とする。

一秒時間内の發熱量に比すれば、他の條件さへ變らねば十秒時間内の發熱量は十倍になる、即ち發熱量が時間に比例するは勿論であるが、吾々は或る一定時間内に一定の熱量を得たい場合が多い。それには電流の強さを増せば其平方根に比例して發熱量が増すから勿論都合がよいが、電流は消耗さるゝ性質の者であるから、成る可く少量の電流で多量の熱が得たい、そこで其目的を達する爲には抵抗を増す必要がある。抵抗材料としては普通炭素棒が用ひらるゝ、炭素は白熱状態では、常温に於ける銅の抵抗に比し千七百倍も大であるし、價も安いから應用上都合がよい。道路でも狭ければ狭い程多人數の通過に對して抵抗が大であるが如く、

第 二 十 九 圖



炭素棒でも細ければ細いほど電氣に對する抵抗が大である。そこで電流の傳導を目的とする時は太い炭素棒を用ひ、抵抗を大にして發熱量を増したい時には細

いものを用ふる。即ち材料は同じでも使用の目的次第で大きさを異にする。第二十九圖に於て(A)は何れも炭素棒から成つてゐるが(A)は太くて(B)は細い、そこで(A)部を経て來た電流は抵抗線(B)部で熱に變ずる、その周圍を點線で示した様に、石灰、苦土等で造つた耐火材料(耐火煉瓦の如き)で圍繞し、熱の放散を防げば茲に電氣爐が得らるゝ。

斯くすれば、此等(A)Bの炭素は空氣に接觸し乍ら高温度に熱せらるゝから、直ちに燃燒し去らるゝであらうと考へられ、又實際にも燒失して困るのである。之れを避くる爲めに、瓦斯カーボン(石炭瓦斯製造の際レトルトの上壁に生ずる炭素第一四二頁又は人造黒鉛第二八三頁等を粉碎して粘著劑と共に練り、後水壓機を用ひて極めて強く壓搾し、後鞘に入れて焰の直接

接觸を避けて高温度に焼き固めたものを用ひる、これが製造所は今のところ東京カーボン會社があり、必要に應じて自分の工場内でも製し得るのである。

アーク燈の如きも空氣を抵抗として用ひた一種の電氣爐と見做してよい、故に其周圍を保温材料で圍めば随分高温度に昇る。これと同理によりて製した電氣爐は弧焰爐アークフレイムと稱して工業的に使用せられてゐる。これに對し前述の如き抵抗線を用ひたるものを抵抗爐レジスタンス炉と云ひ、なほ細別すれば種々ある。其外感應爐インダクション炉と云ふのもあつて鋼の製造等に用ひらるゝ。

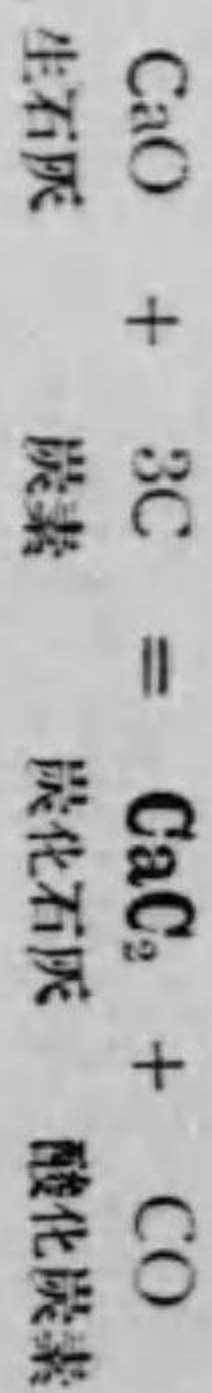
抑も電氣爐を初めて工業的に用ひたのは一八八四年(明治一七年)で、アルミニウム合金の製造に用ひた、そして一八九三年(明治二六年)以來カーバイド、カーボランダム、アルミニウム等の製造に極めて盛んに用ひらるゝ様になつた。

三 炭化石灰(カーバイド)

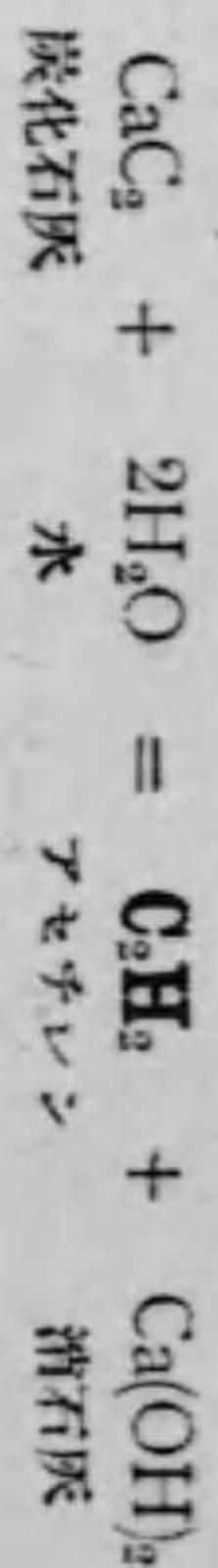
炭化石灰はカルシウムカーバイド、又は單にカーバイドとも呼ばれ、灰白色の結晶塊で、之に水を注げば直ちにアセチレン瓦斯を發生し、其瓦斯は露店などで點燈

用に供せられ、異臭を放つてゐる。炭素と石灰とを電氣爐(弧焰爐)で三千度位に熱して製したもので、もとは米國から輸入して居たが、近年は充分に内地品の供給がある。これはアセチレン製造(第二二六頁)に供せらるゝのみならず、近年之に空室素を化合さして石灰窒素となし、其儘又はアムモニアに變じて肥料に供せらる様になつたので、非常に大切な物となつた(第二四一、二九四頁)。

炭化石灰(CaC₂)の發見者はモアッサン氏で一八九二年(明治二五年)、最初燈用に供したのばウイレルソン氏で一八九五年(明治二八年)の事である。純粋なるものは無色透明の結晶塊であるが、商品には鐵其他の不純物を含める故に灰白色の塊である。比重二・二二、純粋なる炭化石灰一担はアセチレン三四九立を生ずれども、市販品の純粋度は七〇乃至八〇%にして優劣なるものにて、二九〇立内外、普通品は其よりも少ない。アセチレンの惡臭は燐の化合物其他の夾雜物の存在せるに因る。炭化石灰生成反應は



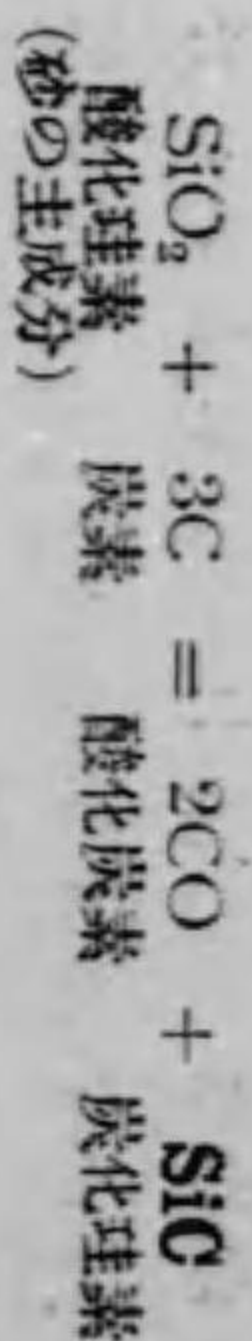
にして生石灰の代りに石灰を用ひ得。又アセチレン生成反應は、



である。

四 炭化珪素(カーボランダム)

炭化珪素は普通カーボランダムと稱し、炭素と珪素との化合物SiCで、主に砂と微炭^{フラス}とを原料とし、此に鋸屑や食鹽等を混じ、電氣爐中で熱して製するのである(第三十圖)。



茲に出来たものは青紫色を帯べる重い(比重三・二)結晶粒であるが、其色は不純物として混在せる鐵分等の爲めであつて、純粹なるものは白色である。炭化珪素^{カーボランダム}は一八九一年(明治二四年)米國エッチソン氏の發明せるもので、非常に硬い(硬度一〇—九)と云ふのが此物が市場に大なる價值を有する所以である。最も硬い物としては金剛石^{ダイヤモンド}があるが、之は産額も少なく、價も高いから實用に供し難い、然るに炭化珪素^{カーボランダム}は金剛石(硬度一〇)に殆んど匹敵する程の硬さをもつて居るから、琢磨材料として最も適當なものである。元來硬いのと脆いのは全く違つた性質で、水晶でも

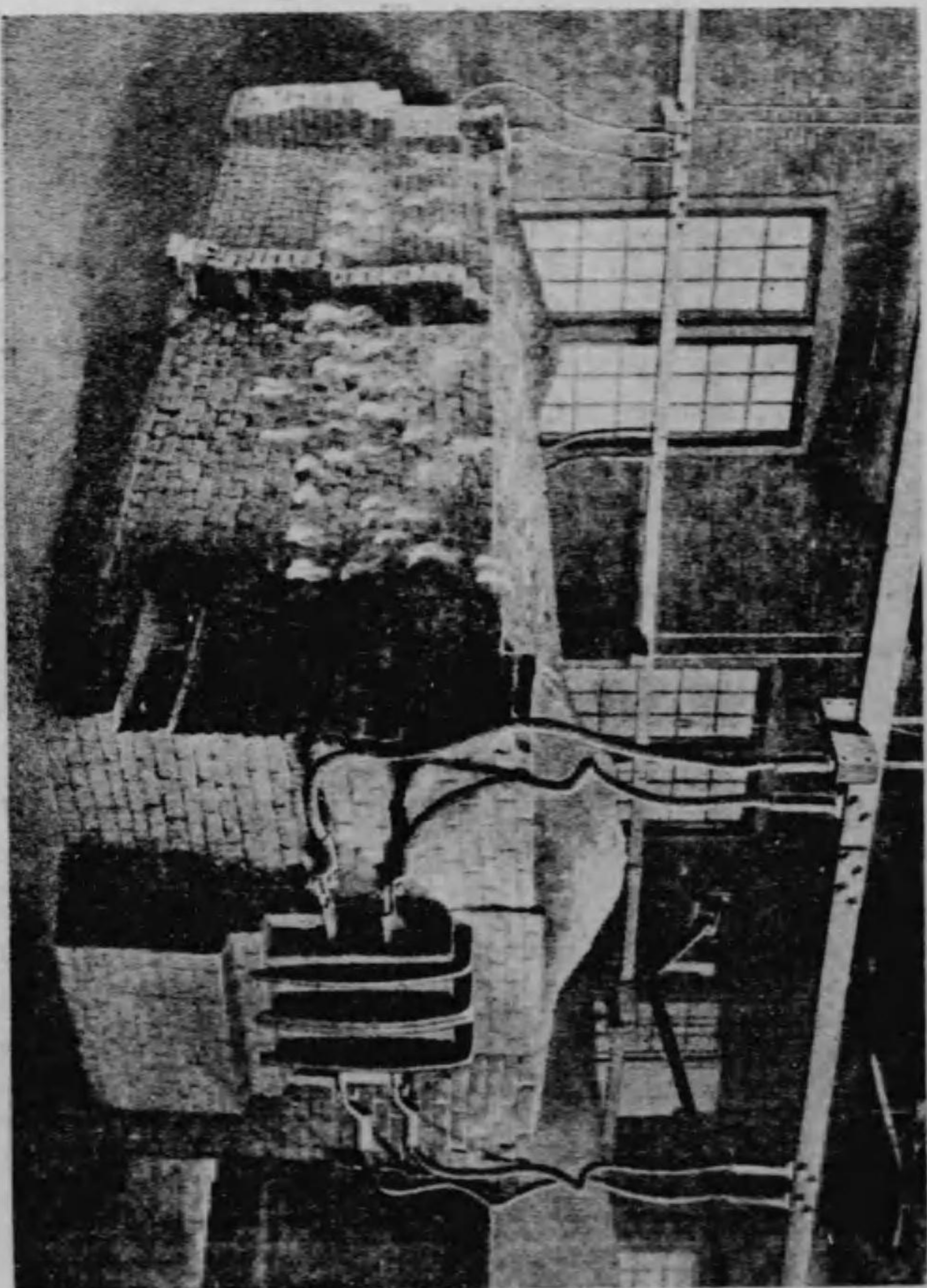


圖 十 三 第 電 氣 電 造 製 炭 化 珪 素

金剛石でも硬いけれども脆いから、之に細工を施す事が出来る。同様に炭化珪素も硬いけれども脆いから、之を粉碎して粘土、水硝子、セルラック等の結合剤と共に練り、後高圧を加へて壓搾し、乾燥後焼いて人造砥石(第七〇頁)にする。炭化珪素が出来る際には多量の熱を吸収するものである。そこで鑄物をなす際之を混すれば、炭化珪素が分解し、成生の際吸収した熱を出すから、熔融せる鑄鐵の流動性を増し、製品の性質をよくする。此目的を達する爲めには同じく電氣爐工業品である所の珪素鐵が用ひられてゐるが、炭化珪素は正に其代用品の一であるのである。其他耐火材料としても貴重なる物質である。

アラシダム 炭化珪素と語路の似て居るアラシダムと稱する電氣爐工業品がある。此は人造剛玉で、炭化珪素とは何等の關係もない、酸化アルミニウムを高温度にて熔融させて造つたものである。一九〇〇年(明治三十三年)ヤコブ・アハ氏の特許製品で、米國ナイアガラのノルトン人造砥石製造會社で製し、其用途は炭化珪素と相似、同會社で一九〇九年(明治四十二年)に約百六十萬圓價格のアラシダムを製したと報告して居るから、今日では遙かに増してゐる事であらう。

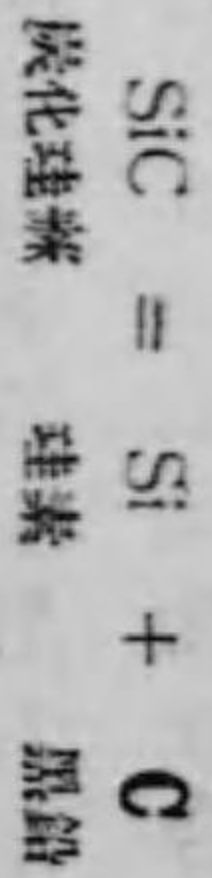
五 人造黒鉛

黒鉛は埴埴の製造、煖爐等鐵器の錆止め兼光澤付け、鉛筆の心等に用ひらるゝは人のよく知れる所であるが、なほ今日では電氣機械用刷子、電極、電鑄術(第二五八頁)、耐火材料製造、其他機械油を用ひ得ざる機械の發熱部分に施して摩擦を防ぐ等種種の大なる用途を有するものである。我國でも朝鮮や内地に多少の産額もあるが、一般に天産品は、少きも〇・三%、多きは三〇%位の不純物を含んで居るから、電極とか、電氣機械用刷子等に用ふる譯に行かぬ。所が人造黒鉛の良いものになると、〇・〇〇三%内外の不純物を含めるに過ぎずして、天産品を如何に精製しても到底斯る純粹なるものを工業的に得ん事は夢想だに及ばぬのである。

人造黒鉛の製法も亦エッチソン氏(第二八〇頁)の發見で、一八九九年(明治三十二年)頃から實行し、一九〇二年(明治三十五年)にはエッチソン黒鉛製造會社の設立を見、當時十箇の電氣爐を有したりも、一九〇九年(明治四十二年)には二十二箇に増加し、其後人造黒鉛の用途も益々増加して居るから、擴張に擴張を重ね盛況を呈して居る事であ

らうと思ふ。

人造黒鉛の発見は炭化珪素(第二八〇頁)の製造に基いて居る。炭化珪素を製するに方り、温度の高き場合、又は温度の高き部分が黒變し、併かもそれが黒鉛である事を確めた。これ一旦出來た炭化珪素が高温度の爲めに分解して黒鉛に變するに因る事が明かとなつたのである。



炭化珪素

珪素

黒鉛

そこで、炭化珪素を製するには温度をさまで昇さぬ様にし、黒鉛を製するには高温度にするので、其他に大差はない。故に炭化珪素を製するに、最初弧焰爐を用ひたが、これでは温度が高過ぎると云ふので抵抗爐を用ひ(第二七八頁)なほ抵抗としては炭素線を用ひないで炭素粒を並べた抵抗を用ふる事にした。

人造黒鉛が斯く高い純度をもつて居ると云ふのは、何分三千度以上の高温度になるのであるから、原料の中に鐵其他如何なる不純物があらうとも、何れも氣化して(第二七四頁)逃散し去るからで、どうしても殘留せる黒鉛は純粹でなくてはな

らない。

六 燐

燐の主なる用途は燐寸原料(第八一頁)として、其他色素工業にも用ひられ、全世界の消費量は毎年約三千噸と見込まれて居る。従來の製法は、一七七五年シェーレ氏が初めて瑞典で製造した方法に多少の改良を加へたるもので、理論上原料に含まれて居る燐の三分の二しか燐として出て來ぬし、其上多くの手數もかつたのである。

嘗つてグーラー氏は燐酸石灰、炭、砂の混合物を高温度に熱すれば次の反應によりて、



燐酸石灰

炭

砂

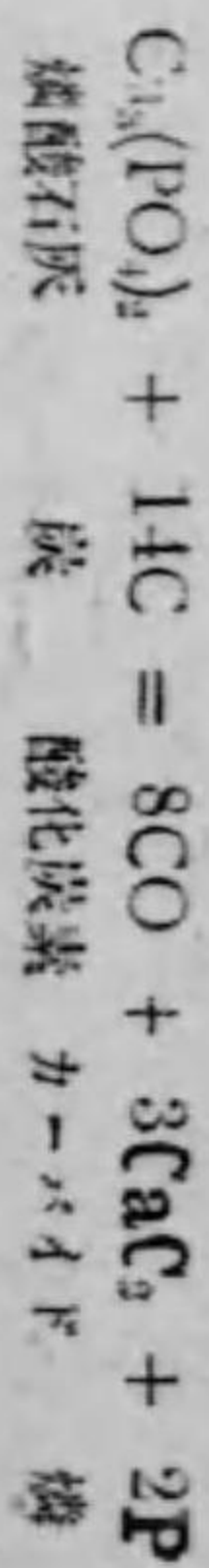
酸化炭素

珪酸石灰

燐

燐を製し得る事を発見して居るが、如何せん此反應を起さしむるに足る程の高温度を工業的に得られなかつた爲めに其儘に棄て措いた。然るに電氣爐の御蔭で

一八九八年(明治三十一年)アルブライト及びウキルソン氏がナイアガラ其他の水力電氣を用ひて實行し、一ヶ月約十三噸を製し得た。今日では米(ナイアガラ)英(リョシ)獨(フランクフルト)等で盛んに製造し、少量は瑞典、露國等でも出来てゐる。我國でも静岡縣下に二工場が出来、昨年以來内地製品を市場に見るに至つた。又近頃にはいたり、一八九七年(明治三〇年)シュドレーン氏の創意によれる燐酸石灰と炭とを電氣爐で熱し、燐製造の副産物として炭化石灰(第二七八頁)を製し、これを石灰窒素(第二四一、二九四頁)製造の原料に供する事にも成功した様である。



燐酸石灰

炭

酸化炭素

カーバイド

燐

斯くして得らるゝものは總て黄燐であるが、沃度を觸媒とし、二百度以上に熱すれば赤燐に變る。

七 アルミニウム

アルミニウム(第八一頁)は壤土にも岩石にも其化學成分として含まれてゐるが、

製造原料としては鐵礬石（ハイドラト）の如きものが専ら用ひられる。アルミニウムは日々使用する辨當や鍋を始めとして、随分廣く用ひられてゐるから、誰知らぬ者もあるまい。誰にも知られてゐるだけに、市價の變化を擧ぐれば電氣化學工業進歩の跡も察せらるゝであらうから、まづ一斤に對する價格を示す事とせう。

一八五五年(安政二年)	三〇〇.〇〇	一八九五年(明治二八年)	〇.九〇
一八五六年(安政三年)	九〇.〇〇	一九〇二年(明治三五年)	〇.五〇
一八五七年(安政四年)	七二.〇〇	一九〇六年(明治三九年)	一.〇五 <small>(需用大なりし爲め騰貴)</small>
一八七四年(明治七年)	四八.〇〇	一九〇九年(明治四二年)	〇.三五
一八八六年(明治一九年)	二〇.〇〇	一九一〇年(明治四三年)	〇.四一
一八九〇年(明治二三年)	三.五〇	一九一三年(大正二年)	〇.四〇

アルミニウムを初めて得たのはヴーラー氏で一八二七年(文政十年)の事であるが、それは單に得たと云ふに止まり、どうする譯にも行かなかつた。稍多量に製したのは一八五四年(安政元年)ブンゼン氏が電解法を用ひた時であるが、當時は一斤約三百圓、一匁約二圓であるから黄金に亞ぐ價をもつてゐた。此年ヅビス St. Claire Deville は方法を改め、一八五六年(安政三年)には約三貫目のアルミニウムを製し、價

格を一匁五十六錢までに引き下げ、更に其の努力は一八八六年(明治一十九年)に一匁十二錢五厘までに低下せしむるを得た。其後一八八八年(明治二十一年)には獨逸にキリアニー Kuhlmann の特許に従へる製造工場が出来、一八九〇年(明治二十三年)には亞米利加にホールニエの方法に従へる製造工場が出来、爾來其製造方法も進歩し、工場數も今日では十ばかりもあり、約六萬馬力の電氣を使用してゐる。内米國が最も盛んで、英、佛、獨、瑞、西、伊、太、利等でも製造してゐる。彼のアルミニウムと銅との合金はアルミ銅と稱し、黄金色を有し、今日でも露店などで指輪等として販賣して居て、小兒の玩具にする位に安價なものであるが、もとは此合金でも随分高價で黄金につぐ貴重なものとせられてゐたのである。

アルミニウム製造は電力安價なる地にては有利に行はるゝので、瑞西のノイハウゼン、アルミニウム會社 Aluminium Gesellschaft of Neuhäusen の一例を舉ぐれば、一九〇四年(明治三三年)以來四年間に夫れ、一割六分、一割八分、二割二分、二割六分といふ我國などで例を見ない高率の利益配當をなしてゐる。我國では未だ此工業は起つてゐないので、昨年三十九萬圓價格のものを輸入した(第八一頁)。

アルミニウム製法の一つ(ホール氏法)は鐵礬石 $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ と稱するアルミニウムの酸化物を氷晶石 $AlF_3 \cdot 3NaF$ と混じ、電氣爐中にて熔融し乍ら電解法を行へば、陰極に金屬アルミニウムを生ずるのである。我國でも目下愛知縣産白陶土を原料とし、資本金壹百萬圓で濃尾地方に金屬アルミニウム製造の策をめぐらしつゝある人もある。

第四節 窒素肥料工業

窒素肥料問題(第二三一頁)に關聯して、空中の窒素を利用して硝酸やアムモニアを製し、肥料問題を解決せんとする運動が、學術界にも實業界にも近來極めて盛んになり、今日既に成功の緒に就き、將來大に有望視せられてゐると述べた。此等の目的を達するにも亦電力を利用するので、電氣化學工業中極めて重要な地位を占めてゐる。そして其多くは矢張電氣爐工業(空氣を抵抗として用ひたる場合をも含ませ)と見る可きものであるが、問題も比較的新しいから茲に節を改めて、原理だけを述ぶる積りである。

一 空氣の總量と窒素

空氣は酸素と窒素との混合物で、其體積の割合は約一と四なる事は誰も知つてゐる。處が空氣を液化してドシク、酸素を採つたり(第二一三頁)空中窒素を變じて窒素肥料にする工場が世界中に出來たりすれば、空氣の成分に變化を生じて衛生上よくあるまい、少くとも工場附近の空氣は酸素と窒素との割合が變じて生物に害を與へぬにも限るまいとは、門外漢の考へとしては無理からぬ事である。現に斯る杞憂を懐いて技師を困らせた實業家もあつたのであるが、併し斯る心配は全く無用だと云ふ事を斷言してよい。

總べて物は比較を考へればならぬ。我國の鹽業者が海水を汲んで食鹽を取り去り、水分は空中に逃散し後雨水となりて大海に歸るけれども、渺茫たる大海の事で、爲めに鹽分の減少を來したと云ふ例はない。加之何百年かの後には其食鹽も再び海に歸るのである。それと同様に、何分にも殆んど果てしなく大なる大空の事であるから、肥料にする位の窒素を取つて用ひたからと云つても、實際上には大空には何等の影響をも與ふるものではない。その上空中には常に氣流もあり、さなくとも氣體分子の擴散作用と云ふ現象があるの、一局部の空氣成分に變化が起つても、直ちに其周圍の空氣と入り混りて平均の成分を持つて來る。其上肥料として用ひた窒素分は長年月の間には再び分解して空中に復歸するのである。なほ此等の關係を定量的に述べん。

茲に詳細なる計算法は示さぬが(拙著理論應用最新化學集成、上巻、空氣の量の條参照)空氣の總重量は 10^{10} キログラムある事は確かである。 10^{10} は零を十七書き連ねる代りに新しく書いたので、殆んど桁のとり様もないほど大なる量である。そして其體積は 10^{10} 立方メートル、其五分の一即ち 2×10^9 立方メートルが酸素で、其五分の四即ち 8×10^9 立方メートルが窒素である。そして空中酸素の量が減ぜぬのは、呼吸作用や燃焼作用に消費せらるゝ酸素は、植物の同化作用によりて再び空中に復歸する爲めであるとは普通説かれて居る處であるが、假りに此作用が全く無いとしても、五十年や百年で分析して直ちに變化を認め得る程に減ずるものではない。世界中の人類を十五億と假定し、人類の呼吸以外に地球上の生物や燃焼作用の爲めに、其十倍の酸素を要し、併し酸素が消費せらるゝ一方で植物の同化作用等によりて回復せられぬと假定しても、空中酸素全量の僅かに一千分の一を消費するに二百四十四年を要する事は計算上明かに出て來る。大空の大實に想像も及び難いところで、窒素を工場で消費する位は米櫃から一粒の米を奪ひ去つた位のものである。

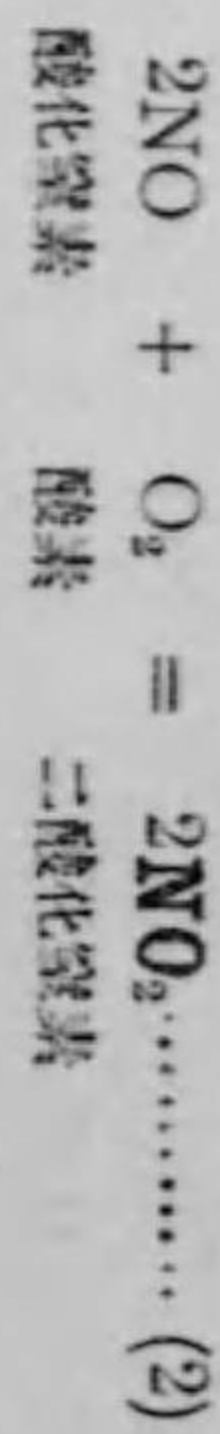
二 空氣硝酸

空中に電氣の火花を通すと酸素と窒素とが化合して酸化窒素になり、

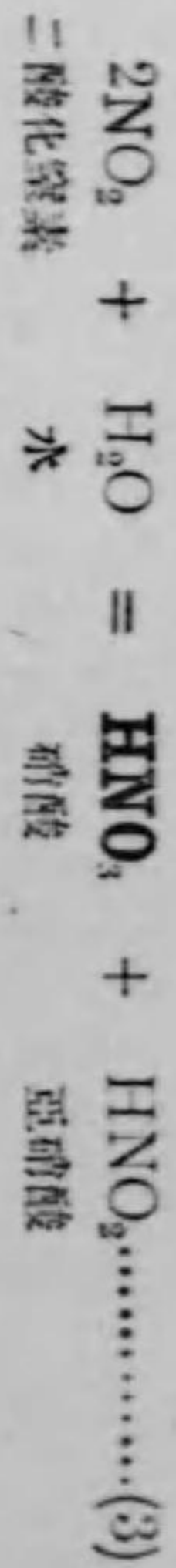


窒素 酸素 酸化窒素

酸化窒素は直ちに空中酸素に酸化せられて二酸化窒素に變じ、



二酸化窒素を水に溶かせば硝酸と亞硝酸となる。



亞硝酸の大部分は分解して水、酸化窒素、及び二酸化窒素となり、



二酸化窒素は其儘(3)の變化をなして大部分硝酸となり、酸化窒素も亦(2)及び(3)の變化をなして大部分硝酸となるから結局少量の亞硝酸を残すの外硝酸を生ずる事になる。これが所謂空氣硝酸の出来る途行きである(第二三七頁)。

此工業の理論に關する功績者は有名なネルンスト教授である。元來(1)に示した様な化學變化は容易に起るものでない、随分高温度を要するのである、そして高温度にすればする程酸化窒素の生成量が殖えて来る、其關係につきて理論的計算

と實驗結果とを研究して公にしたのが實に同教授である。

第三十六表

温度(絶對温度)	酸化窒素生成量(容積百分率)	實驗數
一八一	〇、三五	〇、三七
一八七	〇、四三	〇、四二
二〇三	〇、六七	〇、六四
二一九	〇、九八	〇、九七
二五八	二、〇二	二、〇五
二六七	二、三五	二、二二
三二〇	四、四〇	約五、〇〇

そして温度が高くなればなる程、酸化窒素の出来る割合も、其速さも増すが、それと同時に分解する速度も大になるから、化合して酸化窒素になるや否や急に冷やして分解を防がなくてはならぬ。

工業的には大抵攝氏三千度位の高温で化合させる。さうすると容量百分の

一乃至二の酸化窒素 N_2O を含んだ空氣が得らるゝ。種々冷却装置や酸化室等を經て後水に吸収せられて硝酸になる。茲に得らるゝ硝酸は $50-55\%$ 位の濃さのもので其儘では用をなさぬから、 50% 硝酸に變じたり、石灰と中和さして硝酸石灰 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 所謂諾威硝石を製したり、爆發物製造の目的で硝酸アムモニウム NH_4NO_3 とするのである。又色素工業に用ふる亞硝酸曹達 N_2O_4 をも製する。

斯る目的を經濟的に行ふ爲めに種々の方法があるが、其中現今行はれてゐるのは(一)パークランド、アイデ Birkland-Eyre 法、(二)セーメンベル Schöninger 法、及び(三)ポールリング Pauling 法の三つであるが、何れも電氣火花を用ひて居る。此工業が如何なる地で、如何に行はれてゐるかは既に述べたから茲に繰りかへさぬ(第二三七、二四二頁)。

三 石灰窒素

カルシウムシアナ이드

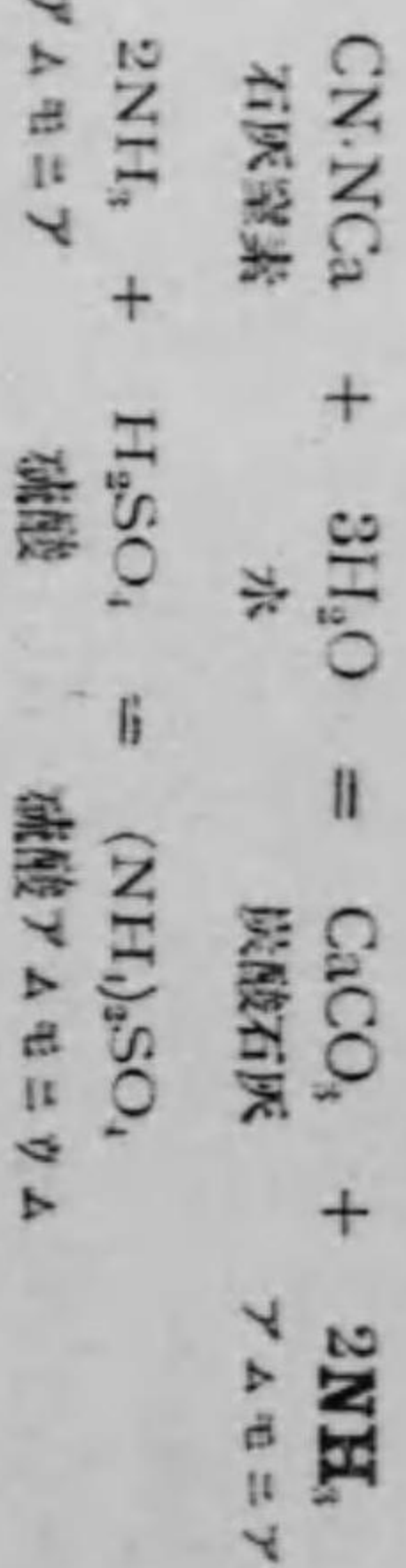
一八九五年(明治二八年)フランク Frank 及びカロー Caro 兩氏は、バリウムカーバイド BaC_2 に窒素(水蒸氣と共に)通じ乍ら、七百度乃至八百度に熱すれば青化バリウム $\text{Ba}(\text{CN})_2$ を生ずる事を發見して獨逸の特許をとつた。然るにバリウムカーバイド

イドの代りに、安價なるカルシウムカーバイド(第二七八頁)を用ふれば、青化カルシウム $\text{Ca}(\text{CN})_2$ は殆んど出來ないで、^{カルシウムシアナイド}石灰窒素 $\text{Ca}_3\text{N}_2\text{C}_2$ を生ずる事が明かになつた。時は一八九八年(明治三十一年)の事で、プレーゲル Pflüger、ローテ Rother、フロイデンベルヒ Freudenberg 氏等は主なる研究者で、千度乃至千百度にて窒素吸収量は理論量の八五―九五%であると云つてゐる。



斯くて得た石灰窒素は二〇―二三・五%の窒素を含有して居る。石灰窒素をアルカリと共に熔融すれば青化曹達や青化加里となり、此等は冶金術其他に需用の廣いものであるから、カロー、フランク、エールワイン Erlwein 三博士指導のもとに、伯林(Cyanid Gesellschaft of Berlin)で製造せらるゝに至つた。然るに間もなく(一九〇一年、明治三四年)ワグナー Wagner 教授其他の研究によりて窒素肥料として用ひ得る事が發見せられた、尤も研究が綿密になるに従ひ、土壤の種類等により直ちに肥料として用ふるには不適當な場合もある事が明かになつた。なほ其肥料の價値に

至りては充分斷定を下すところまでは行つて居ない様である。然るに石灰窒素に壓力を加へて水と共に熱すればアムモニアに變ずるから、これを變じて硫酸アムモニウムとして賣出されてゐる。

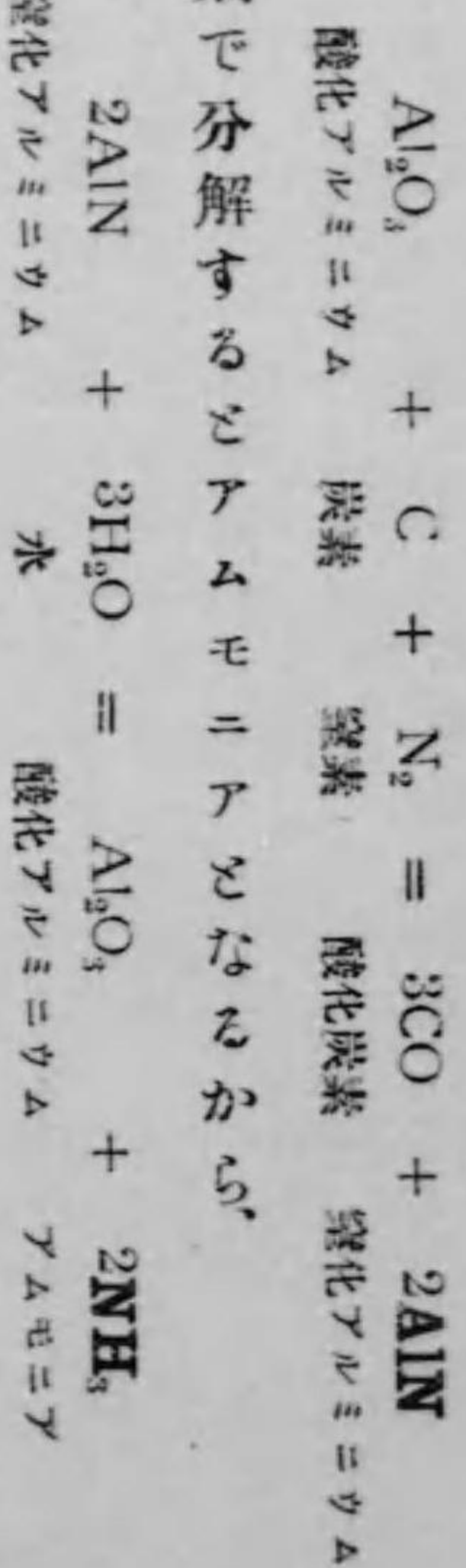


石灰窒素から硫酸アムモニウムを製造して居る工場は既に海外に十四會社、我國にも二會社ありて、現今既に可なり盛大に行はれ、又將來も大に有望視せられて居る工業である(第二四一頁)。其原料であるカーバイドの製造は勿論(第二七八頁)、石灰窒素に變ずるにも電氣爐を用ふるのである。

四 窒化アルミニウム

近年にいたりゼルベック氏の研究により成功の域に近づきつゝあり、目下佛國で試験中の新しい方法があると述べて置いた(第二四三頁)。アルミニウムの酸化

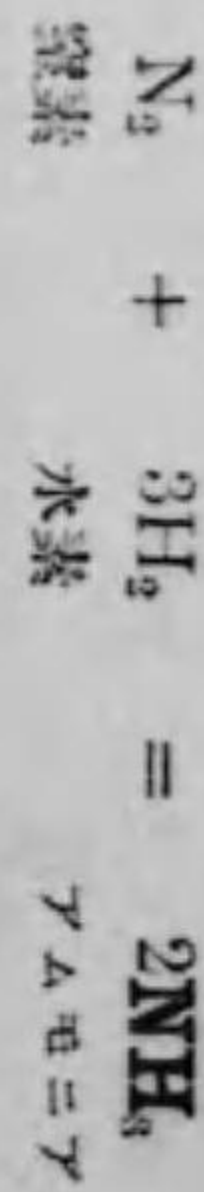
物殊にボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (第二八七頁)と炭との混合物を電氣爐で高温度に熱し、之に窒素を通ずると、窒化アルミニウムと稱する、灰白色の硬い結晶塊が出来る。



硫酸に吸収さして硫酸アムモニウムに變ずる。茲に生ずる酸化アルミニウムは極めて純粹で、金屬アルミニウム製造の原料として好適のものであると云ふ事である。

五 ハーバー氏合成法

ハーバー Haber 教授は目下有名な獨逸皇立理化學研究所長の椅子を占めて居る化學界の偉人である。氏は次の反應を吟味し、



今や工業的規模で試験を遂行し、昨年既に商品をも出してゐる(第二四二頁)。温度は攝氏五百度乃至七百度で、約百五十氣壓の下でやつてゐるので敢へて電氣爐に依らねばならぬと云ふにも限らないが、窒素肥料工業中大に注目されてゐるから茲に述ぶる事とした。努力が成功を産むと云ふ好適例で同教授の苦辛は一通りの事ではなかつたのである。

抑も水素と窒素とは常温に於て化合してアムモニアを作り得ざるのみか、高温に於ても亦不可能である。然るに電氣の火花又は無聲放電によりて此等兩元素からアムモニアの極めて微量を生ずる事は久しき以前から明かになつて居た。明治十五年ジョンソン Johnson は亞硝酸アムモニウムを熱して作つた窒素と水素とを、海綿狀白金の上で作用せしめ、毎時間〇・〇〇五九五のアムモニアを作り得たれども、他の方法で作つた窒素について同一實驗を行つて見たが、少しもアムモニアを生じないので不思議に思ひ、窒素には二種ありと考へた。同年ライト Wright は此研究を繰りかへして試み、ジョンソンは、亞硝酸アムモニウムから窒素を製する時、不純物として混じられる酸化窒素を取り除く事が不充分であつたために、水素と窒素との作用でなくて、水素と酸化窒素とが作用してアムモニアを生じたのである事を確證した。其後二年ベーカー Baker もジョンソンの

實驗は誤りにして、加熱せる海綿狀白金の上でもアムモニアを生ずるものに非すと決論して、愈々窒素と水素とは直接化合せぬ事に定まつた。其翌年(明治十八年)ラムゼー Ramsay 及びヤング Young は種々の温度に於ける熱分解を研究した。其際鐵屑を満たした硝子管又は鐵管を赤熱して共に乾燥せる窒素及水素の混合物を通じたが、矢張アムモニアは全く出来ない。然るに多少水分を含める瓦新を通ずればアムモニアの痕跡を生ずるので、これは水が分解して發生機水素を生じて窒素と化合するに因るものであらうと考へた。

爾來此問題は其儘に棄て置かれたが、其後二十年(明治三十八年)パーマン Permin は再び同一問題を想へて試みたが、矢張アムモニアは出来ない、然るに赤熱せる鐵・石綿・輕石等の上に水窒兩元素を温潤状態にて通じたるに、アムモニアの痕跡を認め得た。然るに明治三十八年ハーバーは近世發達の物理化學的研究方法を新武器として立、雖攻不落と定まれるアムモニア合成の堅城攻撃にかかつた。氏はアムモニアを凡千度に熱すると殆んど全部分解して水素と窒素とになる事を明かにした、即ち攝氏千二十度に熱したところが、アムモニア分子の千分の九九九・六までは分解し、アムモニアとして残れるものは〇・二四なる事を知つた、從て兩元素を混じて千二十度に熱すれば千分の〇・二四だけはアムモニアに變ぜればならぬ理である。接觸劑として硝酸鐵を水素氣流中にて熱して作つた鐵粉を精製石綿上に撒布したもの、又は珪酸の上にニッケルを沈澱せしめたものを用ひた。此等を用ひ凡そ千度にて窒素及水素から千分の〇・二程の

第六章 電氣化學工業の進歩 第四節 窒素肥料工業 五、ハーバー氏合成法

三〇〇

アムモニアを合成し得た。翌年更に其研究結果を確めて論文を公にし、接觸劑としてハマンガン、ニッケル等よりも鐵が最もよい等の事、並に壓力との關係を記述して居る。要するに不可能と諦められたアムモニア合成は復活して可能であると云ふ事に決した。ハーバーは尙ほ續いて研究して居た最中、明治四十年ハムアルグで開かれた獨逸アンセン學會で、彼の物理化學の泰斗であるネルンスト博士は氏獨特の熱力學上の推論をなし、ハーバーの得たる結果を異り、アムモニアの成生量遙かに小なる事を論じ、氏の共同研究者ヨスト博士は其翌年研究結果を発表し、茲に折角有望視せられたアムモニア合成は復た成功覺束なくなつた。ハーバーは尙研究を重ね、同じく明治四十一年發表し、其實驗結果はネルンストのそれと一致するを見た。一氣壓のもとに於ける成生アムモニアの容積を百分比にて示せば左の如し。

一〇〇〇度	ハーバー實驗結果	〇・〇〇四八%
	ヨスト實驗結果	〇・〇〇三二%
七〇〇度	ハーバー實驗結果	〇・〇〇二二%
	ヨスト實驗結果	〇・〇一七四%

故にアムモニアが窒素と水素より合成し得らるるにしても極めて微量で、到底工業的目的を達し得んことは夢にも想ひ寄らず、従つてもはや學者も斷念し、此問題はこゝらあたりで一切りつけて放置しても宜さうである。それにも拘はらずハーバーは尙ほ研究を續け、必ず工業的に成功し得べしとの確信を持ち、遂に高温度にて窒素と水素と

よりアムモニアを生ぜしめ、生じた瞬間に冷却してアムモニアの分解を防ぐことによりて成功し、千九百八年(明治四十一年)十月十三日獨逸國特許二三五四二一號として登録するにいたつた。續いて高壓のもとに水窒兩元素を作用せしめ、二百氣壓のもとにて、温度を六五〇乃至七〇〇度に保ち、二〇立方センチメートルの最純酸化鐵層を、毎時二五〇立(一氣壓に換算して)の速度にて通過せしめ、一時間五瓦のアムモニアを生じ、従つて酸化鐵層一リットル體積とすれば、毎時二五〇瓦のアムモニアを生ずる事を發見し、千九百〇九年(明治四十二年)九月十四日獨逸特許二三八四〇號として登録せられた。ハーバーは引き續き種々の研究をなした。其後更に驚く可き發見は接觸劑としてオスミウムを用ひた事である。酸化鐵やニッケルを接觸劑とすれば高温度を要し、アムモニアの成生量も前既に述べた如く僅微であるし、白金を用ひても同様である。白金に酷似せるオスミウムを用ふれば、低温度にてアムモニアの合成が行はれ、五五〇度又は其以下にても、一七五氣壓のもとにて水窒兩元素混合瓦斯體積の百分の八はアムモニアとなり居る事を發見せり。惜しい哉、ハーバーの計算によれば、世界中に取り出されたオスミウムの總量一〇〇キログラムを出でず、又年産額凡一キログラム位なれば到底工業的材料として多量に得難きのみか、價額も高く、厭ふべき性質をも有す。それでオスミウムに代る可き良好の接觸劑を得んとし、遂にウラニウム又は其合金、窒化物、カーバイド等が五〇〇度位にて容易に作用する事を發見し、其詳細を明治四十三年に發表した。其後も相變らず不撓不屈の精神を以て研究に研究を重ね、近くは大正

元年十二月にも研究結果を発表した。

倍てこれが工業的方面は如何と云ふに、ハーバーが千九百八年特許を得し當時、獨逸化學工業會社で世界に名高い、彼の馬獅子染料會社はハーバーと結び、工業的實施上の方面に就て研究した。詳しく述べれば果てしもないが、温度は赤熱に近く併も前例に稀なる高氣壓装置にして、瓦斯が洩つてもならないから随分困難である、加之窒素や水素も新しく高温度のもとにては装置を構成せる鐵材を侵すのである。其上接觸劑又は瓦斯の中に不純物があるも、其の不純物は接觸作用を一層促進せしむるものもあるけれども、其害をなすものも少なくない。然るに學術的研究材料としては如何に純粹のものでも用ひられるが、工業的にやる場合には費用に關するので、可成安價で毒作用をする物質を除去する事も容易でない、此等の實驗的研究は非常に澤山なされて居る。次に水素と窒素を安價に得る方法を考へればならぬ、ウヰグナー、W. Wagner 其他化學者の研究による、大氣中一二〇キロメートル以上の高層は殆んど純水素のみと云つてもよく、七〇キロメートルの高層にては水素三、窒素一の割合即ち丁度アムモニアを合成する比になり、酸素は千分の五位しかなく、いけれども、まさか長い管で引き下すわけには行かない。然るに空氣を液化せしむれば容易に酸素と窒素とを分離し得べく(第二一五頁)、又赤熱せる銅の上に空氣を通すれば工業的に窒素は得らるゝ。水素も亦水蒸氣を赤熱せる銅の上を通じたり、水瓦斯(第一四五頁)を冷却して酸化炭素を除去したり、又は水を電解したり、アルカリ製造の際食鹽を電解する時(第二六七頁)副産物として生ずる水素を利用す

る等によりて工業上の目的は達し得られる。動力問題はまづさしたる困難もない、併し全體として随分困難なる研究である。

第七章 化學工業雜題

第一節 人造品

人造品と云ふ言葉には二つの意義がある、一つは模造の意で、真物ではなくて偽物である、他の一つは合成品とも名づく可きもので、天然品と寸分異ならざるものを人工的に造り出した所のものであることは既に述べた(第一七九頁)。セルロイド、人造絹絲等は前者に屬す可きもので、人造藍、人造アリザリン、人造樟腦等は後者に屬す可きものである。近來流行して居る東洋バナマの如きも紙捻から製した人造品である事も前段に述べて置いた(第九一頁)、人造藍(第一七二頁)や、人造アリザリン(第一九六頁)等に就きても簡單なる記載をなしたから、なほ自餘のものにつき既に世間に廣く知られてゐるもの、又は將に知られんとしてゐるものにつきても一應話をして置きたい。今日は模造品も合成品も化學の進歩と共に著しく殖えて行き、其爲めに偽らるゝ場合もないではないが、全體としては極めて便宜を得てゐると云はなければならぬ。

一 セルロイド

セルロイドは一八六九年(明治二年)米國のヘット氏兄弟の發明したもので、今日では誰知らぬ者なき程に實用に供せらるゝ様になつた。セルロイドの主要原料は纖維と樟腦であるが、樟腦は我國の特産品で年々多量に海外へ輸出して居るが、其八割はセルロイド製造用に供せらるゝと云ふ事である。我國でも久しく年々多量のセルロイドを輸入して居たが(第八九頁)、幸にして播州網干に日本人造絹絲セルロイド會社、泉州堺市に堺セルロイド會社が出来、今や輸入の大部分を防壓してゐるのみならず、歐洲戰爭が始まつて以來は玩具、其他のセルロイド製品として米國等に販路を廣めつゝあるのである。

此が製法も單一ではないが、纖維を濃硝酸(一分)と濃硫酸(二、五分)の混合温液(攝氏四〇度位)に約一時間位浸して、硝化纖維($C_6H_7O_2(NO_2)_3$)を製し、酸を除去してよく水洗し、充分に乾燥させて後、アルコールに溶かし、樟腦(硝化綿の四〇%位)色素等を加へてよく混和し、六十度位の温度を保たせつゝ、ロール機で壓し延ば

すのである。然る後このセルロイドを加熱しつゝ、壓力を加へて塊状になし、これを小口から大なる匏で削り取れば、こゝにセルロイド板が出来る。編物などは種の色を有するセルロイド板を交互に積み重ねて後再び加熱壓搾して一團の固塊となし、前と同様に小口から匏で削り取れば求むる處の編模様を有するセルロイド板が出来る。其他の模様を有する板も同様にして製する。

斯くてセルロイド板、セルロイド棒、セルロイド管を買ひ求めて種々の加工を施すのであるが、セルロイドは木と金の性質を同時に持つてゐると云つてもよいから細工するには容易である。木の如き性質と云ふのは容易に削つたり、切つたり曲げたり孔を穿つたりする事が出来るからで、金の様な性質と云ふのは、熱の爲めに容易に柔軟になるから、模型に鑄込んだり、型の間に薄板を入れ、中へ高壓水蒸氣を吹き込みて膨らせたりする事が出来るからである。

今日ではセルロイドに摸した製品が澤山あり、中には不燃性の物もある。近く市場にあらはれたベークライトの如きはそれで、米國ベークランド氏の發明にかかり、フォルムアルデヒドと石炭酸との縮合體である。

二 人造絹絲

人造絹絲(第九一頁)は天然絹絲に優るとも劣らぬ光澤をもつて居るし、價格も廉であるが、天然絹絲と全く質の異なる模造品であるから多くの缺點がある、殊に水に濡れると非常に弱いのが缺點中でも最も大なる缺點である。(第三七表参照)

第三十七表

種類	彈力	強さ(横断面一耗)	
		乾	濕
天然絹絲	二〇 <small>キログラム</small>	三七・五 <small>キログラム</small>	三五 <small>キログラム</small>
シヤルドネー絹絲	九	一四・一	一・七
人造絹絲 ボーヤー絹絲	一四	一九・一	三・二
ビスコース絹絲	一四	二一・五	一
木綿糸	一四	一八・六	一一・五

そこで用途としても打紐、編物、刺繡、窓掛敷布等大なる強さを要せぬ裝飾品に用ひらるるが、目下の所天然絹絲の敵ではない。

人造絹絲の製法の主なるものはシャルドネー氏法、ボーリー氏法、及びビスコース法の三つで、シャルドネー氏法は最も古く、氏が最初工業的に製造し始めたのは一八九一年(明治二十四年)で、其後改良を加へて大規模に世界の市場に製品を提供し得るに至つたのは一九〇〇年(明治三十三年)頃である。けれども當時ボーリー氏の銅アムモニウム法が出で、又クロッス及びペーバン氏等のビスコース法あらはれ、前表(第三〇七頁)によりても見得るが如く、シャルドネー絹絲の品質が著しく他の二者に劣るのみならず、製造費も高いので漸次衰運に向ひ、氣息奄々の姿である。人造絹絲一キログラムの製産費を比較すると、ボーリー氏法によると三圓廿錢、ビスコース法によると二圓七十錢であるのに、シャルドネー氏法によると四圓七十錢位もかゝる。そこで現今實際行はれてゐるのは三方法中前二者であると云つてよい。現今此種の工場は佛國七、獨逸八、白耳義三、英國二、西班牙一、埃國四、米國三、露國三、合計三十一である。我國でも網干人造絹絲セルロイド會社でやる積りであつたのであるが、未だ實行せられて居らぬから、我國にはこれが製造工場は一つもないのである。

人造絹絲の製造は新しいが其歴史は古い。一七三四年(約百八十年前)佛國のレミュー氏がゴム様物質から絹絲様の光澤ある物質を生ずる事を指摘し、後一八八五年(明治十八年)これを實現せんと企てた人もあつたが全く失敗に終つた。同年シャルドネー氏は巴里の一學生の身を以てコロザオンの溶液から人造絹絲を製する特許を得た。そして一八八九年(明治二二年)巴里博覽會に其見本を出品して世の注意を惹き、一八九一年(明治二四年)自分の故郷ブロンに資本金二百四十萬圓で會社を設立した。ところが綿火薬に用ふる硝化綿(硝化綿に種々あり)を用ひたから、著衣中又は貯藏中引火の恐れありて充分に成功しなかつた。其後種々試験をして一八九三年(明治二六年)硝化綿をもその纖維に變ずる方法を案出して成功したが、此方法によつて得たものは、濡らすと弾力や強さが三分の一位になる。併し斯る缺點はあつても何分光澤もよいから兎に角市販品となつた。一九〇〇年(明治三十三年)巴里博覽會前後に其實行を遂げて大規模に造り出し、其後獨逸や白耳義に氏の特許法に基ける多くの工場も出来、一時は人も羨む極めて有利な工業となり、天然絹絲の市場を奪ひはすまいかと思はず程であつたが、優勝劣敗は實に恐る可きもので、他の優異なる方法に壓せられ、今日では大に悲況に陥つて來た。其方法の概略を述べれば硝化綿(第三〇五頁)を酒精(四〇%位)とエーテル(六〇%位)との混合液に溶かし、毛細管から水中に押し出して絲狀となすのであるが、これには多くの改良方法がある。

人造絹絲製造の要點は纖維質の物を一旦溶解して後凝固させればよいのである。シャル

ドネー法である。纖維を硝化綿に變じ、後比較的高價なる酒精とエーテルとに溶かすので、自然費用も多くかゝるのである。所がかゝる手数を經なくとも、纖維は銅鹽のアムモニア溶液に溶くる性質をもつてゐるから、その纖維溶液を毛細管から醗酸中に壓し出して凝固させるのが所謂ボリー法の要點であつて、一八九〇年(明治二三年)デュバイシス氏がとつた特許を、一八九七年(明治三〇年)にボリー氏が改良したもので、間もなく獨逸のエルバールフェルト會社が實行した。後此方法も多くの人にによりて改良に改良を加へられて來てゐる。

ビスコース法と云ふのは一八九二年(明治二五年)から一九〇〇年(明治三三年)に互りてタロース氏やベトバン氏等が研究したもので、纖維を苛性曹達溶液に溶かし、こゝに生ずるセルロースのナトリウム鹽 $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{OH}\cdot 2\text{NaOH}$ を二硫化炭素に溶かす。サントセネート Xanthogenate $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{OCS}_2\text{Na}$ を生ず。これを稀いアルコールに溶かしたものが即ちビスコース $\text{Viscos HON}=\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{OCS}_2\text{Na}$ と名づけらるゝ。これを毛細管から酸性液中に壓し出すと水酸化セルロース $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4$ となりて凝固する。

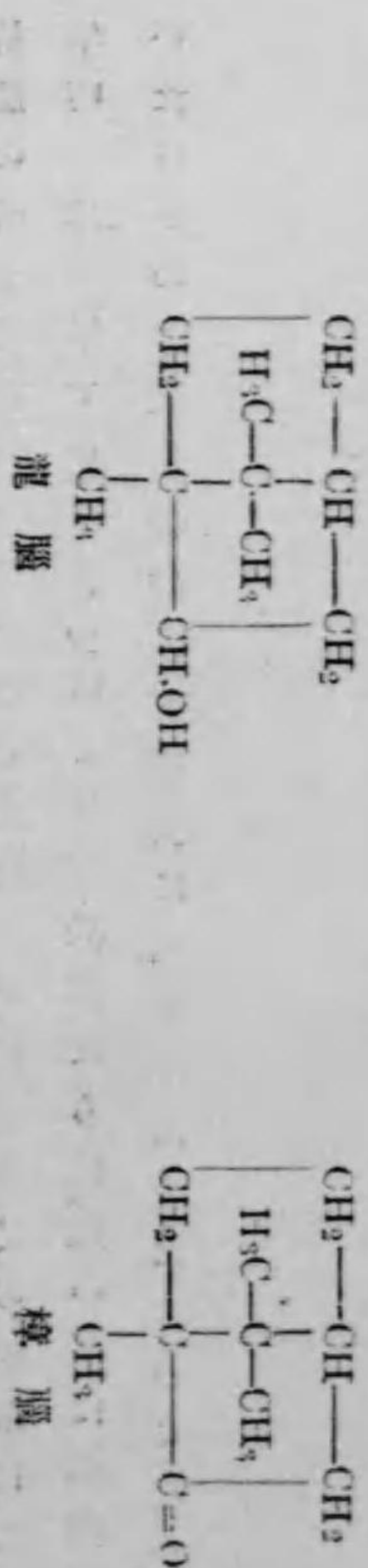
三 人造樟腦

人造樟腦の聲を聞けば、印度藍が人造藍の爲めに見るも哀れに壓倒せられた近い歴史(第一九七頁)を聯想せずには居られぬ。

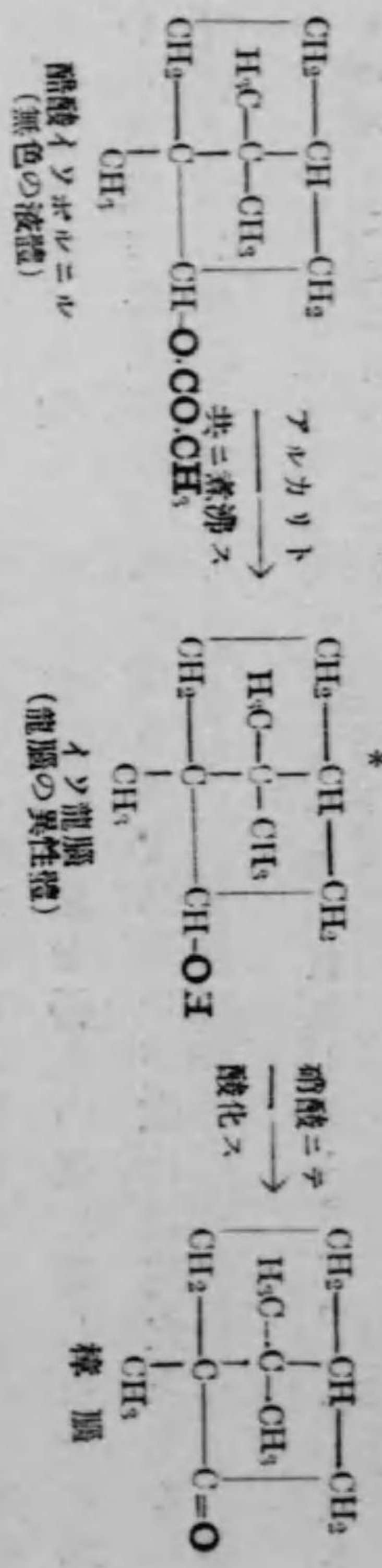
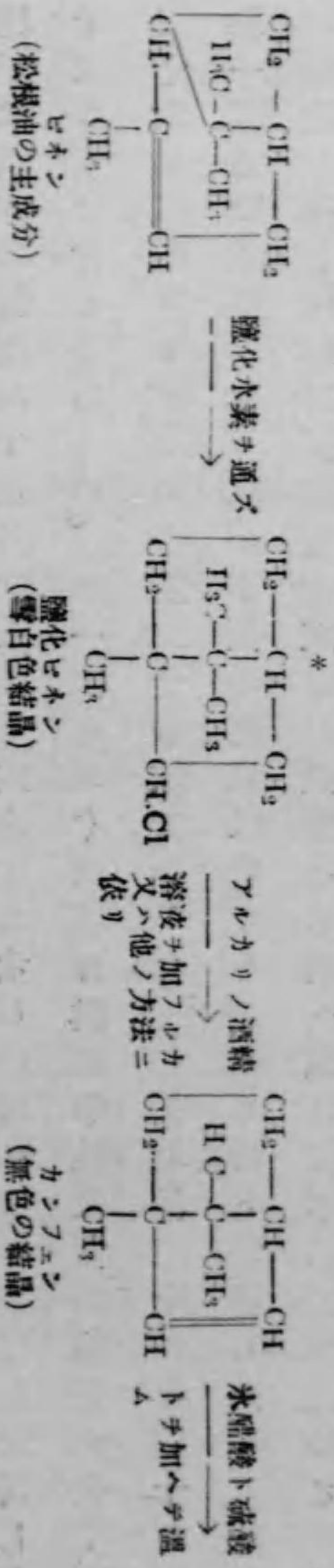
樟腦は我國の特産品で世界の市價を左右する丈の權威をもつてゐた。併し今日ではさうは甘くまゐらぬ。其一例を舉ぐれば日露戦争後市價の騰貴を企て、明治三十六年に一キログラム一圓二十錢位であつたものを、明治三十九年、四十年には約一圓方騰貴させた。處が市價の騰貴は時こそ來れど待ちに待ちたる人造樟腦の製造を促し、同時に製造技術練習の機會をも與へ、茲に日本品と人造品との競争が始まり、明治四十四年頃には一圓以下に引き下げなくてはならなくなつた。人造品に今僅かに一段の改良が施されたら、最早樟腦が日本の特産品であると誇り得ざるのみか、白人の科學的頭腦の優秀を裏書する印度藍や阿波藍の衰微と同一運命に陥る事になる。其上近來では米國でも樟樹の殖林を大に企てたと云ふ事であるから、益々もつて將來を樂觀する譯には行かぬ。

樟腦の分子構造は一八六〇年(萬延元年)以來多くの學者によりて研究せられ、一八九三年(明治二六年)プレット Platt によりて決定せられ、次の式に相當する事となり、なほ近年にいたりその立體化學的研究等實に細密を極めたものとなつてゐる。

第七章 化學工業雜題 第一節 人造品 三、人造樟腦



世人は化學者が構造式だなど云つて龜の甲の様なものを書くが、あればよい加減のものであらう、分子の中などがわかるものかと思ふ人もあらうけれども學術の進歩は近年實に驚く可き精深を極め、少しも想像の加はらぬ事實に基いて推論した結果さうなるので、此等の式を用ひて人工的にマシ／＼本物が造らるゝのであるから仕方がない。其製造原料は松根油で、其主成分であるピネンを稱する物質を順次變化さして樟腦とするのである。今最も簡単な合成法の一例を圖示せん。



* 鹽化ピネンは樟腦と酷似せる芳香を有してゐるから、これも屢々人造樟腦と呼ばれてゐる。此物は樟腦でなくて其提製品である。又イソ龍腦と龍腦とは構造式に差はない様に見ゆるが、これは抑も空間に配列せられたる原子の位置を平面に書きあらはすから、同じ式の様に見ゆるので、立體化學上から論ずると明かに大なる差があるのである。

人造樟腦の工業的製法の一例を佛國特許三四九八五二號から抜粋すると、
「松根油に鹽化水素を通じ、次に醋酸鉛の醋酸溶液を加へ、壓力を加へて熱し、依て生ずるカンフェンを過マンガン酸加里にて酸化す」

の如し、其外特許の数は随分多い。斯る有様であるから、人造樟腦製造會社は最初一九〇六年(明治三十九年佛國モンビル Monville)に出来、後カレール Calaisにも出来、伯林にも出来、それから一九〇九年(明治四十二年)にはフィンランドにも出来て来た。其人造樟腦は勿論偽物ではない、天然品と毫も差異のないものである。

第二節 有機藥品類

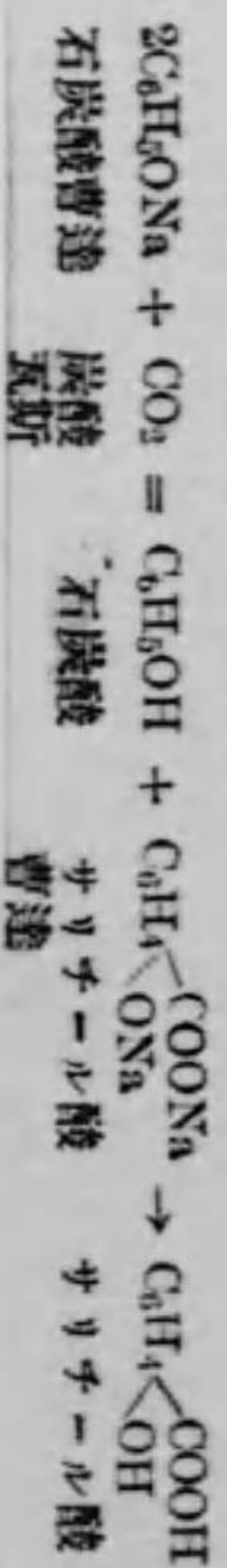
藥品には無機藥品と有機藥品との別がある。次硝酸蒼鉛(ビスミット)、鹽素酸加里(鹽剝)の如きは、礦物性物質で、前者に屬し、アンチピリン、モルヒネ、コカイン等は後者に屬し、動物性物質と緊密なる關係を有してゐる。此の有機藥品中には天産品に仰ぐものと人造品に俟つものとあつて、其の關係は恰も染料に似、殊に人造有機藥品と人造色素とは原料、製法共に相關聯せるを以て、西洋諸國に於ても一會社にして兩者を兼營せるものが多い。併し、是等有機藥品を一々述ぶることは此冊子の目的とするところでもないから、其の主要なるものにつきて製造法の梗概を例示し、色素製法と相俟ち人造合成法の概念を得るの便に供したいと思ふ。藥品類といへば敢て醫療藥品のみに限る譯ではないが、茲には便宜上主として醫療藥品に例をとることとする。

此の一節は大日本文明協會の刊行書の爲に執筆したことがあるから、叙事の一致するものあることを斷つて置く。

一 サリチール酸

殺菌防腐力を有する白色鹹狀の結晶又は白色輕鬆の結晶粉であつて、殺菌藥としては種々の皮膚病に用ひられ、防腐藥としては清酒其他飲食物の保存に賞用せられてゐる。殊に我國にては去る明治二十七年七月以來、分量を制限して酒類の防腐藥となす事を許し、歐洲戰爭の爲めに其輸入杜絶せらるゝや、酒造業者の損失は勿論、腐敗酒の増加は國庫の財源にも大なる影響を來たし、暫く世の問題となつた位であるから、此の藥品に對する世人の注意は比較的新しい筈である。

石炭酸曹達を約百度に熱して乾燥し、炭酸瓦斯を通じ、徐々に温度を上昇して百八十度に至らしめ、更に二百三十度乃至二百五十度に熱する。石炭酸は一部分蒸餾し去り、後にサリチール酸曹達を残す。之を水に溶解して鹽酸を加ふればサリチール酸の結晶が析出する。コルベ氏法と呼ばれる方法は是れである。



一法によれば、もこ用ひし石炭酸の半量だけはサリチール酸曹達を高壓釜中に入れて炭酸瓦斯を過剰に供給し、二百三十度に加熱し、コルベ氏法の缺點を補ひ、廣く

三二五頁
終より二行目
正 誤
ファイシャー氏はシュミット氏の誤

第二節 有機藥品類

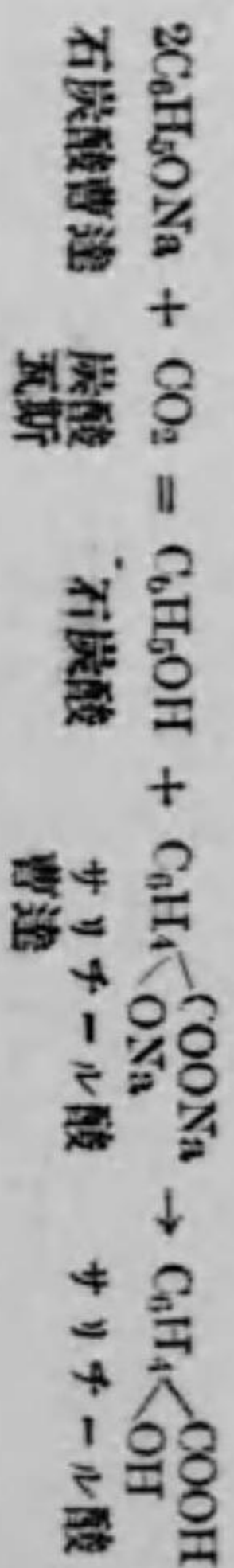
藥品には無機藥品と有機藥品との別がある。次硝酸蒼鉛(ピスマット)、鹽素酸加里(鹽剝)の如きは、礦物性物質で、前者に屬し、アンチピリン、モルヒネ、コカイン等は後者に屬し、動物性物質と緊密なる關係を有してゐる。此の有機藥品中には天産品に仰ぐものと人造品に俟つものとあつて、其の關係は恰も染料に似、殊に人造有機藥品と人造色素とは原料、製法共に相關聯せるを以て、西洋諸國に於ても一會社にして兩者を兼營せるものが多い。併し、是等有機藥品を一々述ぶることは此冊子の目的とするところでもないから、其の主要なるものにつきて製造法の梗概を例示し、色素製法と相俟ち人造合成法の概念を得るの便に供したいと思ふ。藥品類といへば敢て醫療藥品のみに限る譯ではないが、茲には便宜上主として醫療藥品に例をとることとする。

此の一節は大日本文明協會の刊行書の爲に執筆したことがあるから、叙事の一致するものあることを斷つて置く。

一 サリチール酸

殺菌防腐力を有する白色絨狀の結晶又は白色輕鬆の結晶粉であつて、殺菌藥としては種々の皮膚病に用ひられ、防腐藥としては清酒其他飲食物の保存に賞用せられてゐる。殊に我國にては去る明治二十七年七月以來、分量を制限して酒類の防腐藥となす事を許し、歐洲戦争の爲めに其輸入杜絶せらるゝや、酒造業者の損失は勿論、腐敗酒の増加は國庫の財源にも大なる影響を來たし、暫く世の問題となつた位であるから、此の藥品に對する世人の注意は比較的新しい筈である。

石炭酸曹達を約百度に熱して乾燥し、炭酸瓦斯を通じ、徐々に温度を上昇して百八十度に至らしめ、更に二百三十度乃至二百五十度に熱すると、石炭酸は一部分蒸餾し去り、後にサリチール酸曹達を残す。之を水に溶解して鹽酸を加ふればサリチール酸の結晶が析出する。コルベ氏法と呼ばれる方法は是れである。



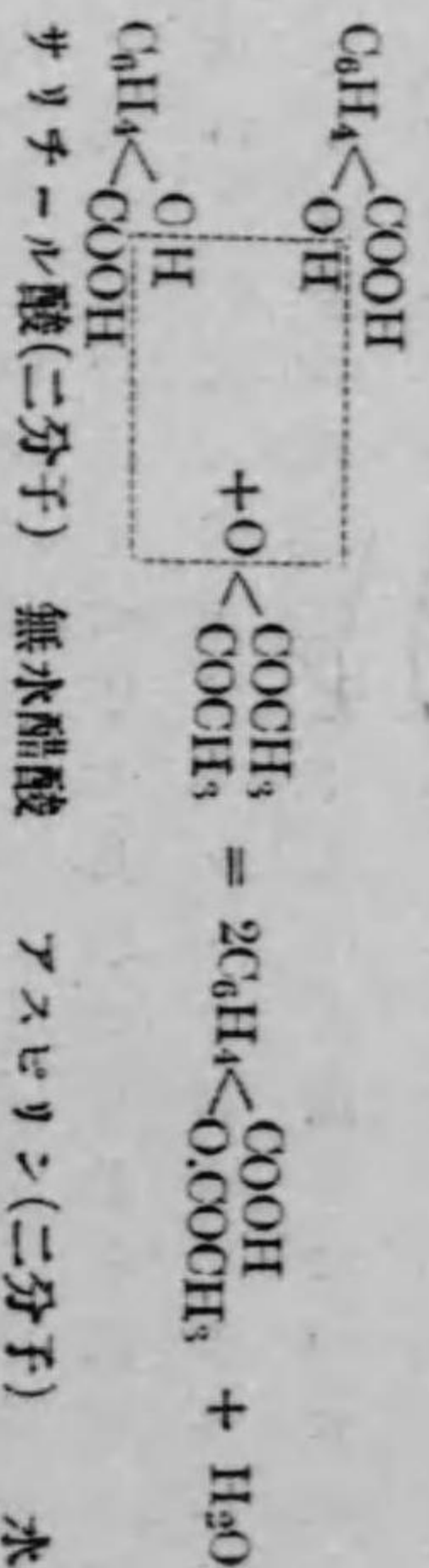
此の式によつて見得るが如く、此の方法によれば、もて用ひし石炭酸の半量だけはサリチール酸とならずして再生せられる。フシャア氏は石炭酸曹達を高壓釜中に入れて炭酸瓦斯を通じ、高壓の下に百二十度乃至百三十度に加熱し、コルベ氏法の缺點を補ひ、廣く

之を工業的製法に應用するに至つた。我國に於ても近く此の方法を採用してサリチール酸の製造を始めた。



二 アスピリン

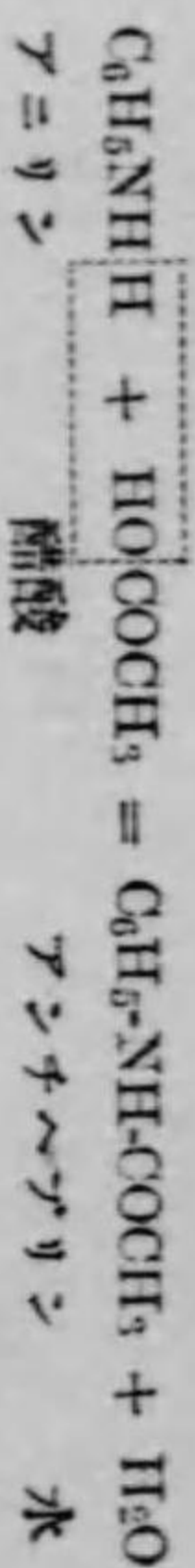
解熱薬又は關節痲痺質等に盛んに賞用せらるゝ無臭の白色結晶性粉末である。サリチール酸に二倍半量の無水醋酸を加へて熱すれば生じ、化學名アセチールサリチール酸と稱す可きものである。



三 アンチヘブリン

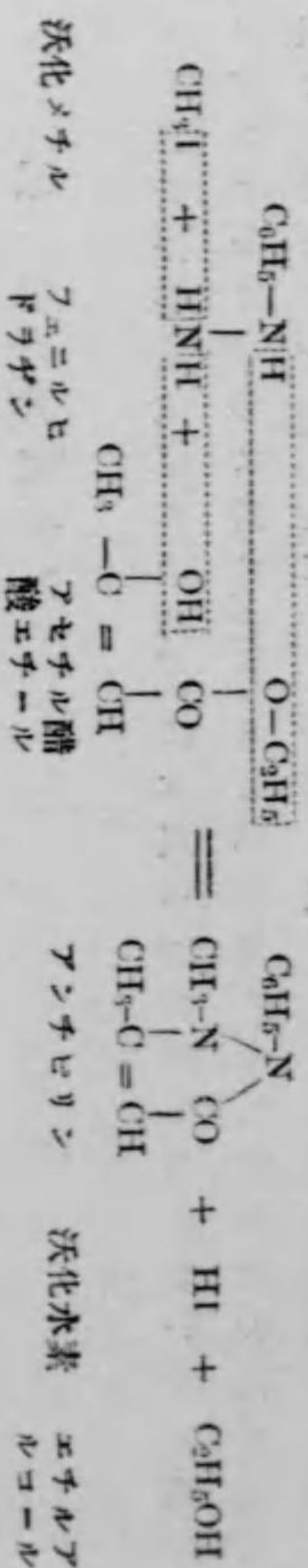
解熱薬として用ひらるゝ無色無臭の光輝ある葉狀結晶で、解熱の効力はアンチピリン

より強きこと約四倍であること云ふ。但し併發作用あること、多くの優異なる解熱薬あることの爲め、其の需用は多少制限せられてゐる。化學名アセチールアニリン又はアセトアキリドと云つてゐる。アニリンに水醋酸を加へて熱すれば出来る。



四 アンチピリン

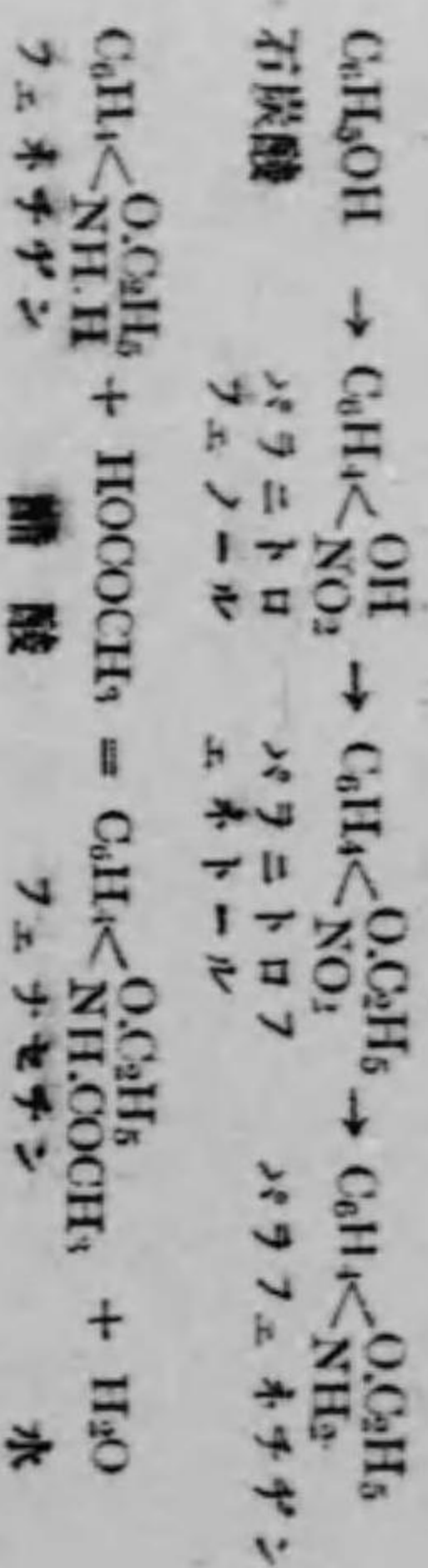
一千八百八十四年(明治十七年)獨逸のクノール氏初めて之を製し、フケレノ氏解熱の効力ある事を檢査せる有名なる解熱薬で、白色の結晶性粉末である。フェニルヒドラゼンにアセチール醋酸エチルを混和すれば、フェニルメチルピラツォロンと稱する油狀物質を生ずる。之を精製し、後沃化メチルを作用せしめてアンチピリンとするのである。



五 フェナセチン

フェナセチンは發汗を増進するの外他に不頁の副作用を伴はないから、遂かにアンチヘブリン又はアンチヒリン等に勝り、確實なる解熱薬として賞用せられ、又偏頭痛の如き神經特效薬として用ひらる。光輝ある無色小葉狀結晶にして臭味なく、水に溶解し難いから服用に便である。

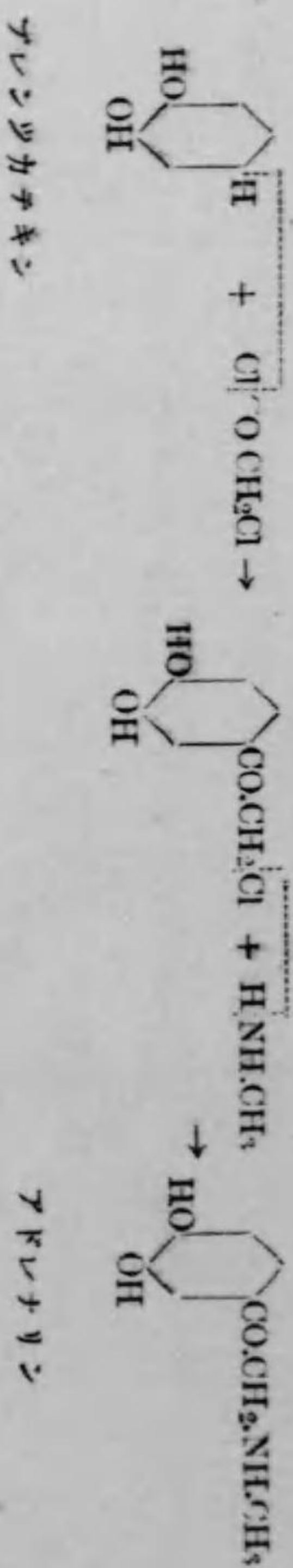
石炭酸に稀硝酸を作用せしめてパラニトロフェニールを作り、臭化エチルを作用せしめてパラニトロフェニートールに變じ、次に之を還元してパラフェネチンとし、最後に水酸と和してフェナセチンとするのである。



六 アドレナリン

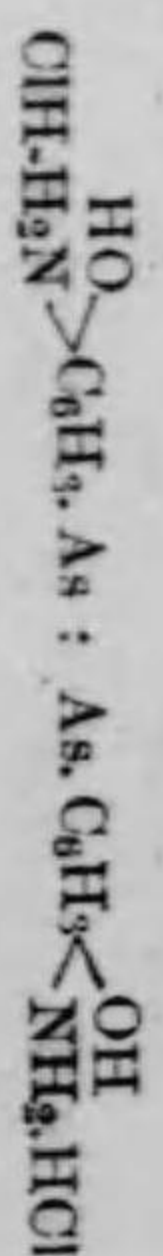
牛の副腎中に、鹽化鐵及び沃度丁濃にて特種の反應を呈する物質の存在する事は、既に六十年前より人に知られたる事實であつたが、此の物質は千九百一年(明治三十四年)終に

高峰博士によりて化学的に純粹にせられ、アドレナリンと名づけられて世に出でた。生理的作用非常に著しき爲め頗る速かに一般に用ひらるゝに至つた。白色の細結晶で僅かに苦味あり、有力なる血止薬で、其鹽酸鹽0.1%溶液を皮下注射用に供す。アドレナリン一尙を得るには牛四萬頭を要し、従つて其價極めて高く、爲めに化学的構造の明かになるに従ひ、之れが人工合成法を研究する者輩出し、既に發表せられたるものが尠くない。今其中比較的理解に容易なりと思はるゝシトルツ氏合成法を擧ぐれば左の如くである。



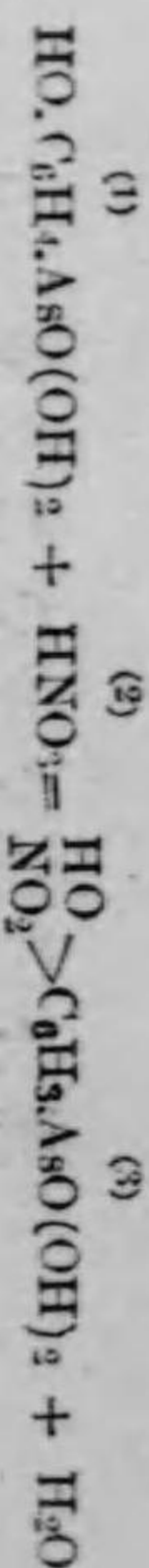
七 サルバルサン(六〇六號)

驅敵特效薬として名高きサルバルサンは、エーレルリッヒ及び泰氏製劑「六〇六號」の商品名で、近く世に出たこまは人の普く知る所であるが、之はエーレルリッヒ及ペルトハイム氏の創製に係るアオキシナアミドアルゼノベンツォールの鹽酸鹽で、其構造式は次の如くである。

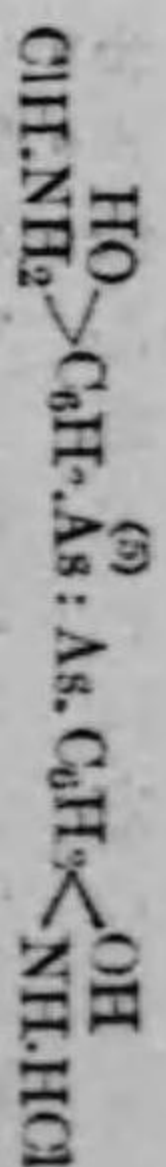
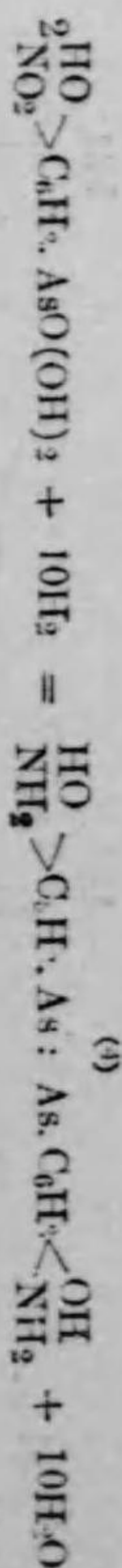


サルパレサンは淡黄色の粉末で、約三十四%の砒素を含有し、水に溶解して強酸性の液となる故直ちに注射用に供する事は出来ない。此を使用するに當りては規定の處方に従ひて中和しなければならぬ。

其製法の一例を擧ぐれば、⁽¹⁾パラオキシフェニールアルデヒドのナトリウム鹽を硝酸と硫酸との混液にて處理して、⁽²⁾パラオキシ、メタニトロ、フェニールアルデヒドとし、



之れを還元して、⁽³⁾サオキシ、メザアミドアルゼノマンツォールに變じ、後鹽酸を加へてサルパレサンとするのである。



附 録 ラヂウムと新物質觀

はしがき

ラヂウムに就ては、私は既に「ラヂウム講話」を公にして居りますし、其の以前にも帝國大學に於ける學術講話會の席上で試みた自分の講話が、太陽其の他の新聞雜誌に大分掲載されたやうでありますから、自分はラヂウムに就て、同じ事を何度も繰返して云つた形になつてゐます。故に最早此上之に關して同じお話を繰返すことは、自分としては、其の必要を認めぬのであります。併し科學界の革命兒として顯はれ來たつた此の新物質は、新しい化學のお話をする度に必ず引合に出さなければならぬ。ラヂウムが一々引合に出る譯ではありませんが、ラヂウムの發見によつて初めて明かになつた諸種の原理や其の思想は、必ず新しい化學の談せらるる處に引合に出される必要があるのであります。自分から申せば、ラヂウムに就ての知識を得て置くといふことは、科學上の最新知識を領會する上に最も必要だ

と思ふのであります。其の事實は少しく近世科學に興味をもつて注意を拂はれてゐる諸君の容易に首肯せらるゝ所であらうと思ひます。そこで自分としては、重複又重複の感はありますが、本書の附録として、茲に復之に就て概略の事をお話することに致しました。尤も前申した如く既に編述の書も纏つてゐることでありますから、別に稿を起す程の勞を新にする必要もないかと思ひまして、茲には富山房發行「最新教育學術講義」の科外講義として掲載したる「ラヂウムと電子」の一篇を殆ど其儘に轉載することに致しました。唯だ茲に一言致しておきたいことは、斯の新發見物に就ては、盛んに新事實が發表されてゐまして、其のウラニウム系崩壊表の如きも、今日となつては多少訂正を要すべき箇所もあるのであります。併し自分は今茲に之を學術上の嚴密なる吟味をなすのではなく、新しい理化學上の理論を了解する準備として、又科學といふものが、世人に誤解されてゐるが如き無味乾燥のものではなくて、神祕的興味の豊かなるものであるといふ事を知る上に最も適切のものであると思つて、其の方面から之を取扱ふのでありますから、細末の事に關しては他日の機會を俟つ事と致しました。

(一)

ダイナマイトは強烈なる爆發物として能く人の知れるもので、金壘鐵壁も爲にあへなく粉微塵に破壊し去らるのであります。其原因はと尋ねれば、眠れるが如きダイナマイトの中に藏せられた潜勢力が一時に顯はるるからであります。然るにラヂウム研究を以て有名な英國グラスゴ―大學のソッヂー氏の報告によれば、ラヂウムの藏する勢力はダイナマイトの約百五十萬倍である、即ち一匁の純金屬ラヂウムの潜勢力が若し一時に發現すれば、能くダイナマイト千五百貫の爆力に匹敵するのであります。尤もラヂウムは幸か不幸か斯る巨大なる力を一時に出さないで、數千年間に亙りて徐々に放散するのであります。斯く申した丈でもよくラヂウムの偉力を察する事が出來ますが、ラヂウムの語る物質界の祕密は更に深く且つ廣く、幽玄靈妙なる自然界の奥底は手に取るが如く發かるるのであります。ラヂウムが齎らせる學術界の一大革命は物質觀、宇宙觀に一新生面を與へたものと云つてよいのであります。而かのみならず、今やラヂウムは實驗室の窓を排して世に出で、其偉力を廣く醫療に逞しうするにいたりては、誰しもラヂウム

附録 ヲテウムと新物質觀
 の功德を讃へざるを得ないのであります。

(二)

此天下に鳴り響ける奇元素ラヂウムは、今から十八年前(西曆一八九八年、明治三十一年)佛蘭西のキュリー夫人によりて発見せられました。彼の雄偉なるラヂウムが此夫人の纖弱き手に捕虜となつたとは何となくオルレアン嬢の昔が思ひ出さるるではありませぬか。夫キュリー教授も亦発見に與つて力あるのであります。同夫人の生國は佛蘭西ではありませぬ、慶應三年露國ポーランドのワルサウ市に生れ、同市で初期の教育を受け、廿五歳にして巴里に赴き、巴里大學に物理學を學び、廿九歳にして同大學の物理學教授キュリー博士に娶られたのもとは其姓をスクロドフスカ名をマリーと云ひ、今年(大正四年)が日本風の數へ方で五十歳、目下巴里大學の教授で研究に餘念なき女傑であります。尤も此時製し得たのは鹽化ラヂウムで、單體のラヂウムではなかつたのであります。其後鹽化ラヂウムとして製するよりも、臭化ラヂウムとして製造する方が便利だと云ふ事が明かになり、爲に今日市場にあるもの、従つて學校や病院又は個人の所有にかかるものも十

中の八九は臭化ラヂウムであります。其他硝酸ラヂウム、硫酸ラヂウム、炭酸ラヂウム等も知られてゐます。そして單體の金屬ラヂウムが得られたのは近く六年前(西曆一九一〇年、明治四十三年)の事で、其功も亦キュリー夫人に歸したのであります。金屬ラヂウムの遊離が斯く後れたのは、別に之を取り出す方法が解らなかつたからではなく、化合物の性質が明かになれば其より推定して單體の性質もわかるし、又金屬ラヂウムの必要もさまでなく、且つ何分高價なる材料を失ふことを恐れたからであります。此際キュリー夫人の得た金屬ラヂウムも、其量僅かに七週(二毛弱)位で、其大部分は種々の實驗に用ひて仕舞ひました。其後エブラー氏が微量のラヂウム合金を得た以外には、誰も此方面に手を下した人はない、従つて世界中にまづ金屬ラヂウムを持つて居る人は無いと申してよいのであります。

(三)

單體ラヂウムは光澤ある重い金屬で、一見他の金屬とさしたる變りもありません。攝氏七百度まで熱すれば熔融し、同時に急に揮發して蒸氣に變り、ラヂウムの蒸氣は石英硝子をも劇しく侵蝕致します。又空氣に觸るれば窒素と化合して窒化ラ

ヂウムとなり、爲めに其表面は黒く變じます。水に投ずれば溶け去り、紙上に置けば紙は爲めに焦げた様に變ります。斯く申した丈けではさしたる珍らしさも見えませぬ、僅かに竝ならぬ性質が微かにほの見ゆるに過ぎませぬ、併し其珍らしさも話の進むに従つて薄霧の霧るるが如くわかりませう。

然らば市場で販賣せられ、且つ使用せられつつある所謂ラヂウム、即ち臭化ラヂウムや鹽化ラヂウムは如何なるものかと申しますと、製造したては白い無色の粉末であります。急に黄色に變じ、褐色になり、紫色を帯びてまゐります。市場にあるものの多くは不純で、茶色の粉末であります。粗製の食鹽が空中の濕氣を吸ふ様に、臭化ラヂウムや鹽化ラヂウムは水分を吸ひ易いから、長さ二寸内外、口徑三分許の硝子管に封入してあります。この硝子管は大抵董色を呈してゐますが、これは態々著けた色ではなくて、ラヂウムの強い力で自然に硝子が變色したのであります。ラヂウムがかかる變色作用を與ふるのは獨り硝子のみではない、無色又は淡黄色の金剛石に接すれば濃褐色に變じ、遂に黒褐色となり、紅玉は紫味を失ひて鮮紅となり、碧玉は黄色に變じ、水晶は暗灰色乃至青灰色に、紫水晶は帶黄紫色に變

ずる等なか／＼強い作用を呈します。但此等の色は日光に曝せば原色に復します。我國最初のラヂウム輸入者は東京帝大の某教授でありますが(明治三十四年)歐洲よりの歸るさ西伯利亞鐵道通過の際珈琲の角砂糖の上にラヂウム容器を載せて來られたところが、歸朝後之を見らるると、ラヂウムの爲めに砂糖の局部が褐色に變じてゐたさうで御座います。硝子管に幽閉せられても、なほよくラヂウムは他に類例を見ざる斯る猛烈な作用を呈しますが、其力を申したらまだ／＼、れごころの騒ぎではない、人體にも随分危害を及ぼしますから、此硝子管に閉ぢ込めたラヂウム化合物は更に厚い鉛製の箱又は管の中に監禁せられてゐるのであります。晝間之を見れば只僅か許の粉に過ぎませぬが、夜間暗所で見れば螢の様に淡い光を放ちます、又青化白金酸バリウムと云ふ一種の藥品を塗つた板即ち螢光板又は硫化亜鉛等に當てるに燦爛たる光輝を放ちます、而も其光たるや、ラヂウムの量にもよれども、銅貨の五枚や八枚で隔ても透過してよく見えます。金剛石にラヂウムを近づけますと忽ち明光を放ちますが、贗造品だと知らぬ顔をしてゐる、金剛石の眞偽を判別するにラヂウムを利用するのは其故であります。とは云

ヘラヂウムの珍重がらるるのは決して光を放つたり色を變へたりするやうな薄つべらな事からではない、ラヂウムの眞價は全く他にあるので御座います。

(四)

ラヂウムは貴重な物だと申しましたが、其貴重さは價額の高いことから略ぼ推察がつきませう。ラヂウム発見後六年目(西曆一九〇三年、明治三十六年)には臭化ラヂウム一ミリグラムの價僅かに四圓であつた者が、其後九年即ち一昨々大正元年には百五十圓に達し、一昨年は二百圓位の市價を保つにいたしました。我國でも其発見後四年目即ち明治四十三年末には二十五ミリグラムを僅かに二十八圓餘で得られたこともあつたのに、今日では一ミリグラムを購むるに三百五十圓位も拂はなくてはならぬ、さうすると一匁百三十二萬圓位となりますから、一匁五圓の黄金や、一匁十一圓内外の白金が高いのなんのと言つたところで、側へも寄りつけないのであります。かく高價なものですから、埃地利や瑞典等既設の製造所では成る可く多量を造らむとつとめてゐるけれども、年産額僅かに三匁位のものであります、其他の國でも製造を企てむとするも原料がなかつたり、よしあつて

も買収せられたりしてゐますので、今日までに得られたラヂウム化合物の量は全世界中に在る者を合計しても二十匁即ち五匁内外の少量であります。これはラヂウム化合物の量で金屬ラヂウムとしての量ではない、のみならず其ラヂウム化合物中には不純物を混じて居るものもあるから純金屬ラヂウムに換算して見たら極めて僅少なもので、六匁乃至七匁より多からずと推定してゐる學者もありません。我國にも帝國大學其他の學校や病院にもありますし、私人としても其所有者は尠なくありませぬ、其量は彼是八百ミリグラムで二十四五萬圓の價額のものでありませう。ラヂウムは世界市場に供給は誠に僅かで需用は劇増してまゐりますので、買ひ占め其他商略が多いので價格の如きも極めて不定たるを免れぬのであります。近頃米國でも製造を始め其製品が最近我國へもまゐつて居ります。

(五)

どうして斯くも貴重なものが発見せられたかと云ふに、凡そ発見でも發明でも唯偶然と云ふことはないもので由來がある。時はラヂウムの発見前三年(西曆一八九五年、明治二十八年)我國が清國と干戈相交へた年の末つ方十二月八日と云ふ

に、獨逸國ウルツベルグ大學のレンツェン教授は諸君も御承知のX光線、正しく云へばX線を發見致しました。驚く可き哉X線は吾人人類の未だ經驗せざりしものであつた、否詩聖の想像力を以てしても夢想だも及ばぬものでありました。木でも石でも金でも人體でも所謂不透明體を何の苦もなく通過致します。寫眞の乾板にも感ずれば曩に申した螢光板や硫化亞鉛に當れば強い光を放ちます(第三五七頁)けれども不完全なる吾々の眼は此を認むる事が出來ない。斯く眼には見えなけれども寫眞や螢光物質に感ずるものを放射線と呼ぶことになりました。従つてX線はX放射線と呼ぶ可きものであります。併しX放射線は名の示すが如くXで、其本體が何物なるかは全く不明でありました。此一大發見こそラザウムや電子の發見の先驅をなしたものであります。

(六)

そこでX線を出す物質が他に求められまいか、又X線以外にY線Z線と云ふ様なものが得られはすまいかと多くの學者が探究した結果、ウラニウムと云ふ元素を含んだ化合物が頗るX線によく似た一種の放射線を出すものと云ふことが明かに

なつた、これはキューリー夫人の恩師佛國のベクレル教授で、時はX線發見の翌年(西曆一八九六年、明治二十九年)二月のことで、爾來此放射線は發見者の名に因みてベクレル放射線と呼ばれてゐます。ウラニウムと云ふ金屬元素は既に百二十餘年前に發見せられ、爾來其化合物は陶磁器硝子等の著色に用ひられ、此を手にかけた人は幾人あるか知れないのに、其不思議な性質はやつと此時見付けられたのであります。ベクレル放射線は眼には見えませぬが、木板や薄い金屬板を通過して寫眞の乾板に感じ、又電氣にも感じます。

此ベクレル線の源因は果してウラニウムに歸す可きものなりや否やと云ふ事につきて、英國のクルックス氏を初めとして種々の研究が重ねられました。キューリー夫人も亦其研究者の一人でありましたが、種々のウラニウム化合物や鑛石を調べて見るにウラニウム含有量の割合が多いからとて、放射線が強くないのみならずピッチブレンドと云ふ酸化ウラニウムを含める鑛石は實驗室で造つた純粹なる酸化ウラニウムに比して三倍乃至四倍も強い放射能を持つてゐる。そこでベクレル放射線を出すものの本體は、愈々もつてウラニウムでなくて他の

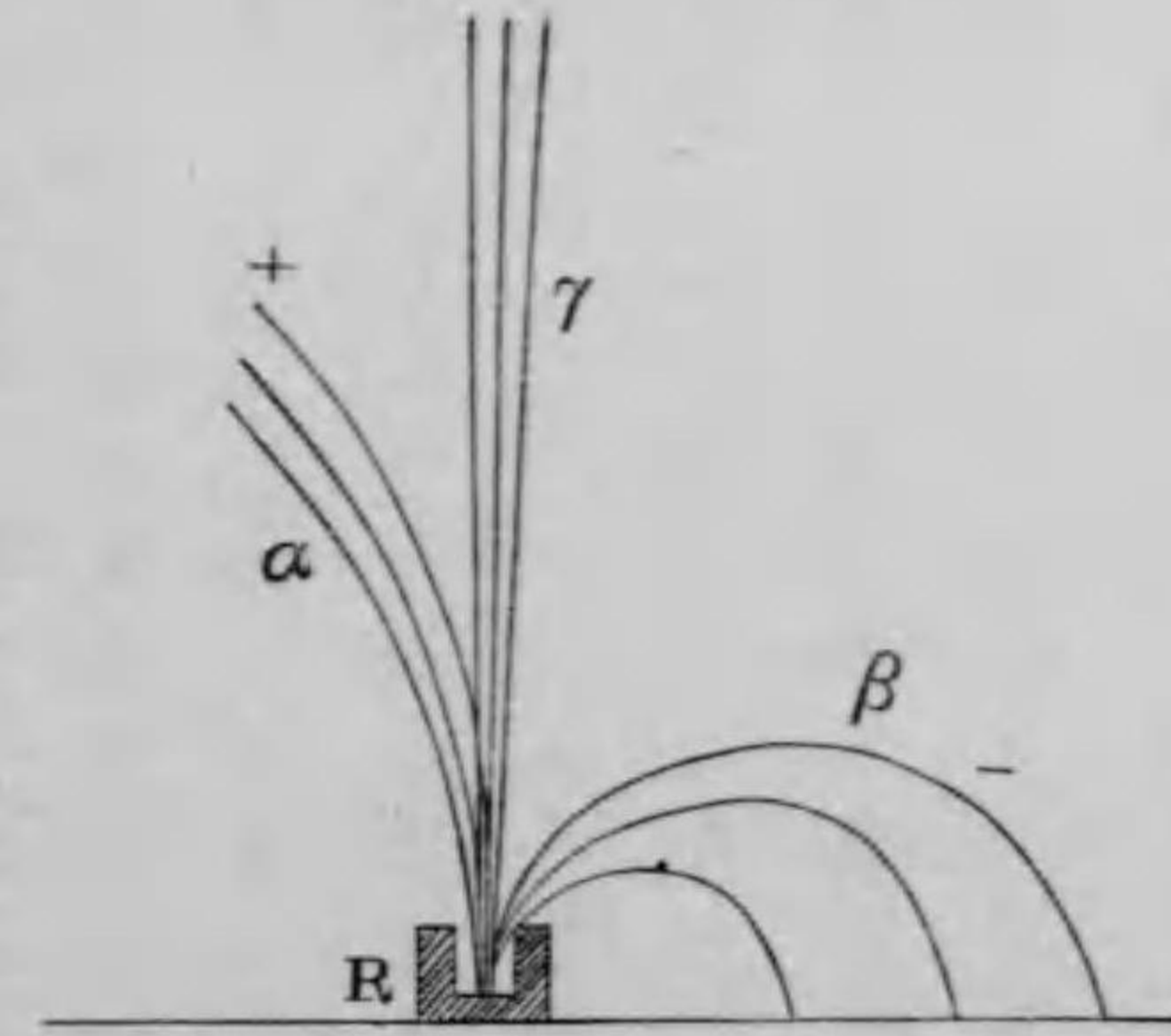
未知の物質でなくてはならぬと云ふとに見込を入れて、愈々大仕掛の實驗に取りかかりました。キューリー夫人が處理したのは、埃地利のヨアヒムスタールと云ふ有名なウラニウム鑛山から出るピッチブレンドの殘滓であります。即ちピッチブレンドからウラニウムを取り去つた後に殘る廢棄物であります、それは其滓の方がピッチブレンドよりも放射能が強く、且つ材料を得るにも容易だからであります。かくて苦辛慘膽遂に新化合物を得ました、其放射能は實に原鑛ピッチブレンドに百萬倍し、純ウラニウムのそれに數百萬倍してゐました、これが即ちラヂウムてふ新元素であるのであります。ピッチブレンドのラヂウム含有量は、實に一千萬分の一以下の微量でありまして、一千萬分の一といへば一里の長さに對する一厘の割合でありますから、夫人苦心の程も推察に難くありませぬ。嘗つて廢物であつたピッチブレンドの殘滓は今や世界中最も貴重なる物と變じ、埃國政府は海外輸出を禁止、さきに英國學士院でも學術研究の爲め一萬圓を投じ、辛うじて此殘滓を購入し、五十ミリグラムのラヂウムを得た様な次第であります。

(七)

總べて物質の有するエネルギーの量には限りあるもので、爆藥の破壊力も一時である、石炭や燐寸に點火しても其發熱は一時的であります。然るにラヂウム化合物は殆んど無限の熱を出します、數字に就て申せば金屬ラヂウム一瓦は毎時百三十三カロリーの熱を出す。こゝに一カロリーとは熱量の單位で、一瓦の水の溫度を攝氏一度昇すに要する熱量です。そこでラヂウム化合物は四十五分間に其中に含める金屬ラヂウムと同量の水を零度から百度迄熱するに足る丈の熱を出します。それも一時ではない、四六時中は愚か百年でも千年でも二千年でも絶えずかゝる多量の熱を出します。而してラヂウムが一年間に減ずる量は僅かに千百五十分の一(もとは三千五百分の一とせり)に過ぎませぬ、ラムゼー教授は此等の結果からして、ラヂウム一噸が消失する迄に發する熱量は石炭四十六萬噸の發熱量に等しいと計算してゐますが、兎に角莫大な發熱物であります。而已ならず目にこそ見えぬ絶えず寫眞や電氣に鋭敏なる作用を呈する放射線を出し、水に投ずれば水を水素と酸素とに分解するが如き、驚く可き力を有してゐます。

(八)

圖 一 第 録 附



ラヂウム放射線を強い電磁石に作用させる
と放射線の一部は北極に、一部は南極に傾き、な
ほ更に電磁石の作用を受けない部分との三つ
にわかれます。そこで放射線を分解すると三
種よりなれることが明かで、此等を α 線、 β 線
及 γ 線と名づけて區別致します。(第一圖)

倍て此の α 線の本性をつきとめて見ますと
陽電氣を帯びた微細なる粒子で、今まで最も輕
いものご見做せる水素原子の四倍に等しき目方を有し、なほ毎秒一萬二千哩の高
速度を有するものもあり、彼の流星でも僅かに毎秒二十哩乃至四十哩の速度
ですから流星が大陰に達する間に α 粒子は太陽に達します。そして α 線は他の
二種の放射線中最も量が多くて百分中九十九分を占め、 β 線が九分、 γ 線が一分位
の割合であります。一ミリグラムのラヂウム(金屬に換算し)より發する α 粒子の
數は毎秒一億三千六百萬個で、これが硫化亞鉛の如きものに當ると流星の一時に

叢るが如き光輝を放ちます、彼の英國のクルックスが考案せるスピンスコー
プとて坊間に販賣せるものは、實に此 α 粒子の螢光を利用せるもので、 α 粒子一つ
一つを光にかへて見るものご見てよいのであります。或る意味に於て原子一つ
一つを見る装置とも考へられます。 α 粒子は斯く高速度を有する上に目方も割
合に大であるから、其力は驚く可きものです。一秒時間に一哩の何分の一と云ふ
位な速度を有する彈丸でも鐵壁を破るのだから、 α 粒子はよく他物の原子内部に
も突入いたします、從來原子の堅城に侵入し得るものはなかつたが、 α 粒子のみは
よく此働きを致します、そこで初めて原子内部の狀況も窺ひ得らるる様になつた
のであります。又空氣の分子が α 粒子に突撃されるれば、物質の根本である電子も
一部分驅逐せられて、こゝに其空氣は電氣を導く性質を帯びて來る、故に α 粒子の
多少は電氣的に測れる、 α 粒子の多少が明かになれば其の親であるラヂウムの量
もわかります、これを應用して吾々はラヂウムの量を電氣的に測定するのです。
五千萬分の一ミリグラムのラヂウムがあれば測定は容易である、注意すれば五億
分の一ミリグラムでも測れます。 α 粒子が一萬哩位の高速度を有すれば勿論測

定し得られませんが、毎秒數千哩位になると最早測定し得られぬ、其以下になれば若し α 粒子があつても見出すことが出来ませぬ、故に鐵や鉛の様なものでも、速度の小さい α 粒子を出して極めて徐々に變化しつつあるのかも知れませぬ、この事は物質の本性を説くに大切なることであります。

α 粒子は空中を數時も通過すると次第に速度を失ひ、電氣も帯びてゐない、斯くて速度と電荷とを失へる α 粒子は、彼のヘリウムと云ふ氣體元素と同一物であります、故にラザウムは常に α 粒子を出し、 α 粒子はヘリウムとなること云ふ關係になる(第二、三圖)。此事は驚く可き一事である、従來一元素は永久他の元素に變化するものではないと考へてゐたのですが、今日のあたり、ラザウムと稱する元素からヘリウムと云ふ元素が新に生ずる事を目撃しては、従來の學說に改訂を要する事を悟らざるを得ませぬ。此を詮じ詰めれば今日迄に確定せられた八十有三元素間相互の關係も明かになり、天體化學を併せ考ふれば宇宙の真相も推定し得らるべくなほ β 線の研究から電子論を産み、益々物質の本性もわかります。更にラザウムが及ぼす生理的作用は醫療上の應用となり、温泉に對するエマナチオンの効果

となり、さては太陽地球の壽命までも論斷が出来るのであります。

(九)

ラザウムの放射線には、少なくとも α 、 β 、 γ の三種ありて、 α 放射線及び β 放射線は、光線の如く宇宙に彌漫せるエーテルの電磁波動でなくて、電氣を帯べる極めて小さい物質、即ち微粒子であります。従來理化學者の探究し得たる最小なる物體は水素原子で、其直徑は想像も及ばぬほど短かい、今假りに物指一分の長さを千里に擴大したと考へて御覽なさい、其擴大ささ來たら大したもので、餘細工でも顯微鏡でも、近頃やかましい度外顯微鏡でも側へも寄りつけたものではない。此の割合で水素原子を擴大し得たものとすれば、水素原子の直徑は約一分の長さとなります、水素原子の小既に然り、目方の軽いことも亦想像の外であります。然らば α 粒子の質量は如何と云ふに、水素原子の質量の四倍に等しいとは前回述べた所であります。ところが β 微粒子の質量は驚く可し、水素原子のその千八百分の一であります、何事に限らず上には上があり、下には下のあるもので御座います。而して β 粒子より小なるものは今日までのところでは見出されてゐませぬ、否物

附録 ラザウムと新物質観
 質の最小極限であらうと云ふので殊に深い興味を惹かれてゐます。此微粒子こそ世に喧傳せらるる電子ニレクtronでありまして近來大に喧しくなつたものであります。

(一〇)

α粒子アルファは陽電氣を帯びてゐますが、β微粒子ベータは陰電氣を帯びてゐます。但し電氣と云へば陰陽の二つはつき者の様になつてゐますが、電氣に果して二種ありや否やは疑はしい。高いと云へば低いと云ふ事も心理的には直ちに聯想せらるるが、高低の二種が現存するのではない、高い山でも更に高い山に登るか又は飛行機にでも乗つて瞰下すれば低くなる、低い海面でも更に低い海底の魚介より仰げば高い、高いものと低いものとは何等判然せる別のある譯ではありませぬ。貸借の別でもさうである、正負の關係もさうであります。少なくとも今日までのところでは、多くの理學者の深き研究を以てしても、捕捉し得らるるものは陰電子のみで陽電子の存在は陰だに認められない。而してすべての原子従つて分子は電子からなつてゐます、そこでα粒子アルファが陽電氣を帯びてゐると云ふけれども、實はα粒子アルファが之を構成せる陰電子一個を失へば、常態よりも電氣的に陽性になつたものと見

られます。化學で云ふ一價の陽イオンは陰電子一個を失へるもの、二個の陽イオンは陰電子二個を失へるものと考へられます。又一價の陰イオンは常態よりも陰電子一個多きもの、二價の陰イオンは陰電子二個を増せるものと考へられます。即ち電氣には陰電氣のみ實在し、其もとは陰電子(所謂電子)で、常態よりも陰電子少なきものは所謂陽電氣を帯びて居ると云ひ、又常態よりも陰電子多きものを所謂陰電氣を帯びてゐると云ふのであると考へる事も出來ます。但し未だ確然とさうだと斷言する譯にはまゐりませぬ。

α粒子アルファの速度は毎秒一萬二千哩位だと申上げましたが、β微粒子ベータ即ち電子の速度は場合によりて遅速の差はありますけれども、速きは毎秒十七萬哩位で光のそれと伯仲の間にありて、これほど速いものは他に例を求め難いのであります。

然らばγ線ガンマは如何と云ふに、これは陰陽何れの電氣も帯びない放射線で、他の二放射線と異り物質でなくてエーテルの電磁脈動であります、X放射線と全く同性質のものとして考へられてゐます。γ線ガンマは常にβ線ベータに伴はれてゐるもので、電子が急に物に衝突する時起る一現象であります。

附 録 ラザウムの新物質観

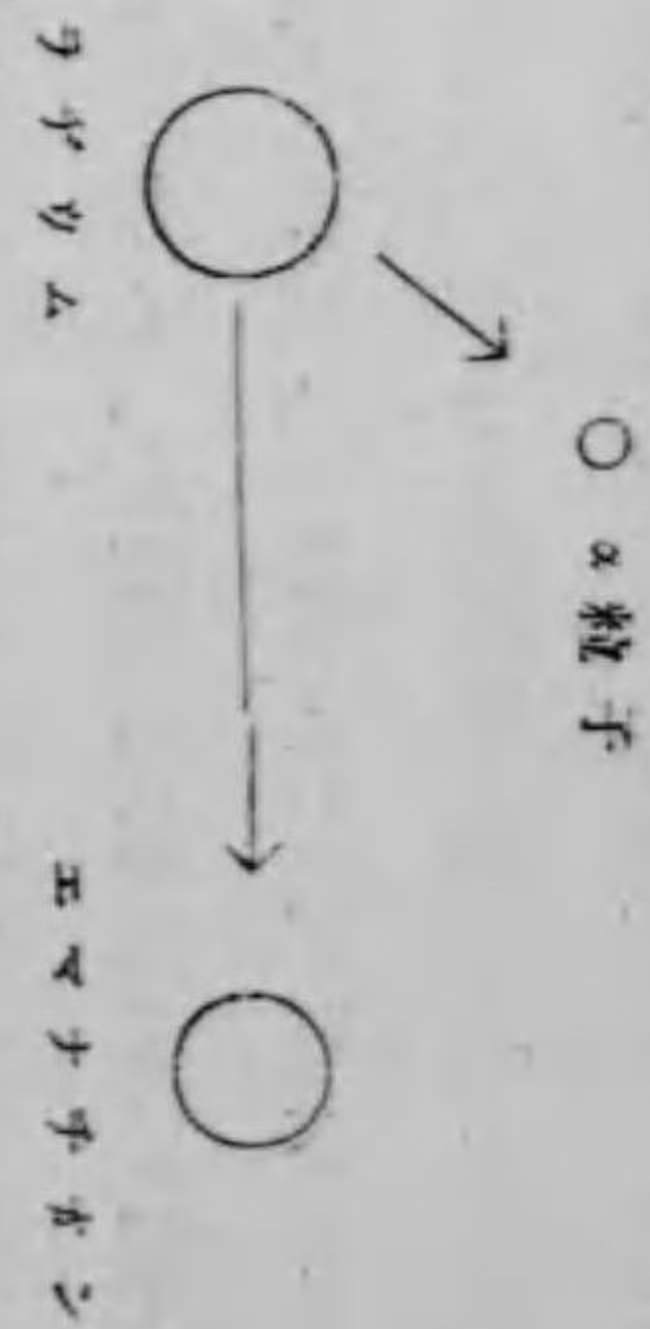
α・β・γ線共に薄き金属板を透過する力をもつてゐますが、其透過能は一様ではなくて、(α)線と百(β)線と一萬(γ)線との割合で御座います。

(一一)

砂糖水を煮詰むれば後に砂糖が残り、其砂糖はもと溶かした砂糖と別に變りはない。ところがラヂウム化合物を水に溶かして後其放射能を測定すると、もと溶かしたラヂウム化合物の放射能の四分の一位しかない、而已ならずβ放射線もなければγ放射線も無い。然るにこれを放置すると次第に放射能を恢復し、一箇月位経てば放射線の種類も力も全くもこの如くなる。再三繰りかへしても同一の奇現象を呈しますので、ラザフォードやラムゼー氏等は深く注意を拂つて研究を重ね、遂に一九〇八年(明治四十一年)ドルン氏のエマナチオン発見となりました。エマナチオンは近來随分世間に其聲の高い新元素でありまして、別名をニトンとも云ひ、萬國原子量表中にも立派に一位位置を與へられてゐます。非常に重い氣體であつて、水銀の蒸氣よりも遙かに重い。攝氏零度以下六二度で液體となり、零度以下七一度で固體に變じ、アルゴン族に屬し他の元素と化合物をつくりませぬ。

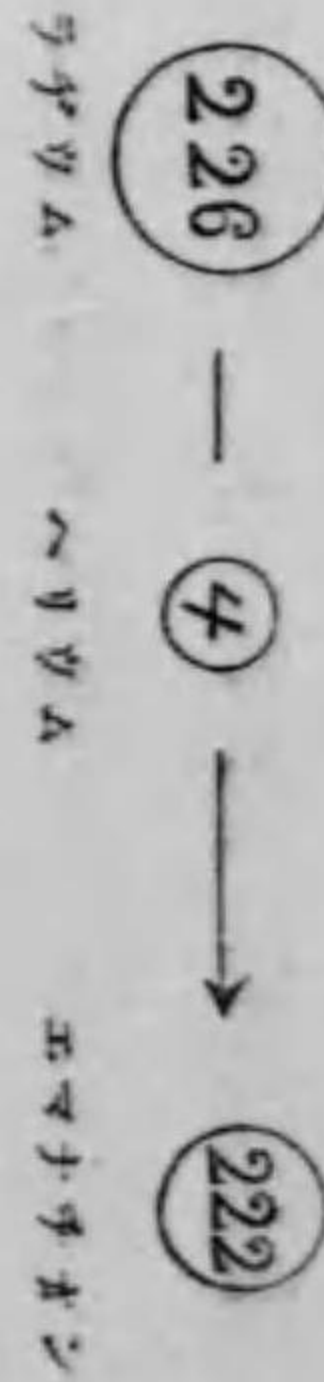
然らばラヂウムと云ふ一元素から如何してエマナチオンと云ふ新元素を生ずるか云ふに、斯る現象はとても古い元素不變説などを墨守する頭では解決がつかない。實はラヂウム原子からα粒子が脱離した残骸がこのエマナチオンでありまして、其關係は次の如く圖示する事が出来ます。

附 録 第 二 圖



前にも申した様に、α粒子は其速度と電氣を失へばヘリウムとなり、ヘリウムの原子量は四で、ラヂウムの原子量は二二六である云ふ事は、測定の結果明かであるから、エマナチオンの原子量は當然二二二とならなくてはなりません。

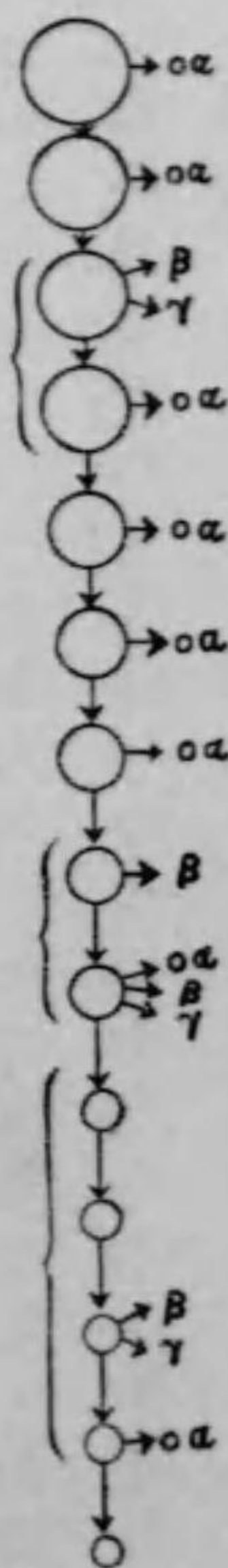
附 録 第 三 圖



附 録 ラヂウムと新物質観

附 録 第 四 圖

元 素 名	原 子 量	半 變 期 (壽 命)	放 射 線
ウ ラ ニ ウ ム	(238.5)	六十億年	α
↓ ?	(234.5)	?	α
ウ ラ ニ ウ ム X	(230.5)	22 ^H	βγ
イ オ ニ ウ ム	(230.5)	1500年	α
↓			
ラ ジ ウ ム	(223.5)	1760年	α
↓			
ニ ト ン	(222.5)	3.86 ^H	α
↓			
ラ ダ ウ ム A	(218.5)	3 ^H	α
↓			
ラ ダ ウ ム B	(214.5)	26.7分	β
↓			
ラ ダ ウ ム C	(214.5)	19.7 ^H	αβγ
↓			
ラ ダ ウ ム D	(210.5)	17.3年	—
↓			
ラ ダ ウ ム E ₁	(210.5)	6.2 ^H	—
↓			
ラ ダ ウ ム E ₂	(210.5)	4.8 ^H	βγ
↓			
ラ ダ ウ ム F	(210.5)	143 ^H	α
↓			
鉛	(206.5)	—	—



(鉛の原子量=207)

表中ニトンはラダウムエマナチオン、ラダウムFはポロニウムとして知られたる元素なり。又原子量の選減はα粒子の原子量(4.0)つ減じ行くものにして其内Ur.XラダウムB、ラダウムE₁の如くα粒子を出さずしてβ又は線γのみを出すものは次期の原子量を変ぜざるもに注意すべし。

附録
ラダウムと新物質観

附録
ラダウムと新物質観

而してエマナチオンの原子量を實驗的に測定して見ると正に二二二でありまして、寧ろ驚く可き一致ではありませぬか。氣體は軽いものごとか、軽いものは氣體だとか云ふ事は一概に云へない、エマナチオンは氣體だけれども、其原子は金よりも白金よりも鉛よりも重いのです。吾々は茲にラヂウム元素が崩壊してヘリウム及びエマナチオンと云ふ二種の新元素を生ずる新しき例を見ました、然らばラヂウムは更に他の元素の後裔ではあるまいか、エマナチオンは此後如何なり行くものであらうか、又ラヂウムの如く一元素が他元素に變ずるものとすれば、元素には自ら一定の壽命がありはすまいかと云ふ考が浮びます。かく質せばラヂウムはウラニウムから變じた者で、ラヂウムの半量がエマナチオンに變ずるには一七六〇年を要します、エマナチオンは實に^{アルファ}線を放出してラヂウムAに變じ、ついで變じ變じて鉛となりませぬ。エマナチオンの半量が崩壊して他元素に變ずるには、三八六日即ち約四日を要します、これをエマナチオンは氣體、これは謹嚴なる親が放蕩息子をもてるにもなぞらふ可きでありませうか(第四圖)。

エマナチオンは量としては極めて少ない、一ポイント(三合一夕)のエマナチオンを得るには半噸の純ラヂウムを要するけれども其力は大變なもので、若しこれだけのエマナチオンを集めたら、其力はアーク燈のそのの數百倍で、とてもこれを保存し得る容器はない、何せなれば如何なる器でもエマナチオンの恐る可き熱の爲めに氣化し終るからであります。

元來エマナチオンの力は強くして大きい、其活動振は實に素晴しく目覺ましい、ラヂウムの力と云つても、畢竟其大部分は此エマナチオンの力である云つてもよい。此頃世間でラヂウムく、と云つて居るが、其實エマナチオンを指せる場合が多い、空中や温泉にラヂウムがあると云ふのも、多くはラヂウムでなくてエマナチオンである、醫療的效果もエマナチオンに歸する場合が多い、ラヂウムの發熱量の大部分も亦エマナチオンに起因する。黒子の彈丸よく敵陣を破り、水雷が山なす艦艦巨艦を砕くが如きと、程度の差こそあれ赴きを一にしてゐます。

(一一)

一定量の臭化ラヂウムをとり、水に溶かして煮沸し、エマナチオンを悉く除去し

たものど考へて御覽なさい。此エマナチオンを含まぬ臭化ラヂウムも時間がたつと共に、ラヂウム原子の崩壊産物として次第にエマナチオンを生じ、エマナチオンの量は漸々増加して来る。ところがエマナチオンも亦崩壊して他の元素に變ずる、崩壊する量もエマナチオンの量が増せば増す程多くなりますから、遂にラヂウムからエマナチオンの生ずる量と、エマナチオンが崩壊して他の元素に變ずる量が等しくなり、一旦かく釣り合ひがとれると其後はいくら永く放置してもエマナチオンの増加を見ない譯であります、この平衡状態に達した時のエマナチオンの量を其最大蓄積量と申します。そこでエマナチオンの最大蓄積量がわかれば其母體であるところのラヂウム又はラヂウム化合物の量も計算が出来ます。然るに幸にもエマナチオンは極めて力の強いもので、其から放射する^α粒子は空氣の分子に衝き當りてこれを帶電體即ち陰陽兩イオンに變じますから、空氣は電氣を傳導し得る状態になる。故に空氣の電氣を導く力を測れば、イオンの多少が分り、^α粒子の多少、エマナチオンの量、ひいてはラヂウムの量が算出出来ます。其測定方法の詳細は省略致しますが、要は金箔檢電器に電氣を與へて金箔を開かし

附録 ラザウムと新物質観 三六
め、ついでエマナチオンから出る^α粒子の爲めに生じた空氣の電氣傳導度の大小によりて金箔の開きが萎む速さを測定するのであります。

此エマナチオン測定法は随分鋭敏なものでありまして、これによりてラヂウムの五千萬分の一ミリグラムは容易に測られ、注意すれば五億分の一ミリグラムでも大なる困難なしに測られる。又十億分の一ミリグラムでもどうか斯うか測り得らるる。そして百萬分の一ミリグラムもあれば極めて容易に測定が出来るが、千分の一ミリグラムになると強すぎて測定が困難であります。一ミリグラムが既に一瓦(約四分の一)の千分の一だから随分微量でありますが、これを五千萬の同胞に分つたとして、其一人の所有量をも確然と測定し得るとは、學問の進歩は如何にもえらいものだと思はざるを得ずまい。

(一三)

ラヂウム測定にマッヘとキューリーとの二種がありまして屢々質問をうけます。マッヘとは多くの鑛泉の放射線測定者として功勞ある獨逸人の名をとつたもので、キューリーとはラヂウム発見者の名を單位名としたものでありま

す。然らば一マッヘとは幾何かと云ひますと、靜電單位で測れる電離電流の千分の一であります。かく申しても何の事だかわかりませんが、靜電單位の事まで解説すると電氣學の講義でもせなくてはならぬことになるから避けますが、兎に角一靜電單位はラヂウムエマナチオン百億分の二・一立方ミリメートルに相当いたします、そこで一マッヘは其の千分の一だから十萬億分の二・一立方ミリメートルのエマナチオンの放射能に相当いたします。そして一マッヘは一キューリーのざつと二十五億分の一でありますから、一マッヘのエマナチオンを得るにはラヂウム二十五億分の一瓦を要します。

ところがマッヘと云ふ單位は學術上の研究には不便でありますので、竟に一九一〇年(明治四十三年)九月十三日から十五日まで、白耳義國ブルツセルで萬國輻射學會議が開け、遂にキューリーと云ふ單位を用ふる事になり、同時にラヂウム原基の設定を見るに至りました。此原基の製造はキューリー夫人自ら其任にあたり極めて純粹なる鹽化ラヂウム二・一九九ミリグラムを細い硝子管に封入したもので、巴里の萬國度量衡局に保管せられてゐます。而して一キューリーと云ふのは

其純ラヂウム一瓦より生ずるエマナチオンの量であつて副原基は各國に配布せられてゐます。

附録 ラヂウムと新物質観

三六

(一四)

斯く鋭敏なる測定法を應用してラヂウムその他放射性物質の探究をして見ますと、獨り塊地利の占有物でもなければ、ピッチブレンドその他ウラニウム鑛にのみ含まれてゐるのでもない。量の多少こそあれ、すべての岩石は申すに及ばず、呼吸する空氣、踏んで居る土壤、飲む水、降る雨雪、其他海水温泉等にもエマナチオンの存在せることは明かであります。従つて地球上往く所としてラヂウム非るはなしと申してもよいのであります。故に何處の温泉にラヂウムがあるとかエマナチオンがあるとか申しても、少しも驚くに足らぬ、要は量の問題であります。例へば財貨の如きもので、富者には無論ある、然らば非人乞食には少しも無いかと云ふに、如何なる乞食でも一厘半錢、若しくは襤褸一枚の財貨を持たぬものは無い、全く財貨を持たぬものがあつたらそれこそ却つて驚くべきであります。

彼の有名なピッチブレンドの放射能は四六四七マップへある、ところが我國の美

濃の苗木石は四六三マップへ、ざつとピッチブレンドの十分の一位の放射能を有してゐます。同國フェルグソナイトも三八七マップへ、臺灣の北投石は二八六乃至五四マップへの放射能があります。その外に秋田澁黒石等我國にも放射能を有して居る石も數々発見せられてゐますが、その量から申しても、放射能からいつても、ラヂウム鑛として用ふる事は思ひもよりませぬ。

又温泉の効果は其中に含まれてゐる種々の成分によりて定まる事は勿論であります。エマナチオンの量も亦大に與つて力ある事は疑へぬ事實であります。今日までに測定せられた世界中最も放射能の大なる温泉は奥國ピッチブレンドの産地ヨアヒムスタールの温泉で、二〇五〇マップへ、次は其近傍にある七五六マップへ、第三は伊太利オスキアの古い羅馬温泉で三七二マップへ等で、一〇〇マップへ乃至二〇〇マップへの温泉は數々あります。我國で世界第一の温泉又は冷泉が発見せられたなどと吹きたてても、知らずに云ふのか、知らぬものを欺く爲めに云ふのか、但しは意味を強むる爲めに形容するのか、それはとにかく二〇〇マップへや三〇〇マップへで世界第一とは云へない。我國でも多くの温泉につきて測定せられまし

たが、あるはあるけれども、多くはコムマ以下のものであります。そして温泉にあるのは多くはラヂウムでなくてエマナチオンである、エマナチオンは氣體でありますから、湯の方よりも噴出瓦斯の方に澤山にあります、此噴出瓦斯を利用して吸入する事が必要であります。またエマナチオンの壽命(半變期)が僅かに四日足らずですから、遠方に運搬して用ふるなどは沙汰の限りでない。それもエマナチオンを澤山含んでゐれば四日目毎に半分宛衰滅しても多少残つて居ませうが、含量の僅かなものになると、なほ更無意味の事になります。此種のもの、廣告に定性的なもの、即ち含まれてゐると云ふことだけを誇張したものが多くて、定量的に幾何含まれて居ると云ふ事を明示してないのは誠實を疑はざるを得ませぬ。

空中のエマナチオンは頗る稀薄である、一立方センチメートルの空氣中にあるエマナチオンの原子数は平均一個半(一・三七個)一立方メートルの空氣中のエマナチオンを得る爲めにはラヂウム一萬億分の八三瓦を要する、従つて空中全體のエマナチオンを計量して見ると二百噸と云ふ驚く可き多量のラヂウム化合物から放散せらるゝ程のものがあります。二百噸と云ふラヂウム化合物は價格に換算

して云ふ事の出来ぬほど多量のものであります。既に空中にエマナチオンあり従つて雨雪等に含まれてゐる事は當然の事であります。

(一五)

既に空中、土壤、泉水、海水、井水等にエマナチオン又はラヂウムがあるから、地殻にラヂウムやエマナチオンの存在も考へ及び得られます。或る測定結果によりますと、岩石中火成岩には平均十億貫中五匁五分、水成岩には四匁三分位のラヂウムがあります、これを金に譬へて云へば、一億圓中僅かに四厘か五厘位の微量に相當致します。微量は微量だがこれが大變な結果を齎らすのであります。其は外でもないが、吾々の棲息して居る地球や、大恩を蒙つて居る太陽の歴史を考へて見ると、雲か霞の如き一團の星雲が熱を宇宙に放散し凝縮して遂に今日の状態になつたのであると云ふことは、星雲説の明示するところでありませぬ。そしてその餘熱は櫻島の爆發となり、淺間山の噴火となり、今なほこの地球は強い威力を示してゐますが、地熱も太陽熱も分秒の間も絶え間なく失はれつゝありますから、何時かは冷たい世界になり終り、吾々の後裔、否生物のすべては悉く跡を絶つ最後の日が來

附録 ラザウムと新物質観

なくてはなりません。そしてそれが五百萬年後であることは米國で有名な天文學者ニューカム氏の計算の結果であります。若しそれが近い未來のことでないにしても、吾々に大なる不安の念を起させるのであります。ところが地熱は一方に放散せらるるけれども、地殻内のラザウムより來る熱は之を償つてゐると云ふ事がわかりました。償つてゐるも償つてゐる、若し地殻表面で測定し得た丈の量が地球内部まであるとすれば、實に必要量の三十倍にも達し、地球は冷ゆるどころか遂に熱球にならねばなりません。故に地下或る一定の深所に達すればラザウム等の放射性元素はあるまい、よしあつても其機能を異にしてゐるものとしてやつと調和點を見出し得る程で、ラザウムは地球の壽命を未定永遠に保證して呉れるのであります。又天體の破片である隕石も放射能を有してゐる點より考ふれば、太陽や太陰にも放射性元素はある、そこで太陽の熱源とか太陰の餘命等をも論究出来るのであります。

(一六)

斯く力の強いラザウムが生理作用に一種の影響を及ぼす事は無論であります。

暗室に入りて眼の傍にラザウムを近づけますと明るく感じます、たとひ盲者と雖も網膜さへ完全であれば此作用を呈しますから、生れながらの盲者でも光の何者たるかを知る便も得られます、又眼疾の診斷上にも利用が出来ます、さればとて餘り長時間眼をラザウムに曝すと失明致します。

又ベクニェル教授、キューリー夫婦其他ラザウム研究者は屢々皮膚に凍傷様の疾患をうけて苦しんでゐます、其等の例は擧げて數ふれば限りもないが、とにかく人體に有害作用をなすのであります。又他の動物や植物に對する多くの試験もなされてゐますが、やはりはげしき作用を呈する事は争へぬ事實で御座います。

されど毒を變じて薬となすと云ふことはラザウムの場合にも亦適用出来ることで、用法及び用量宜しきを得れば神経痛、レウマチス、痛風其他慢性疾患には他の藥物に見難い特效を有してゐます。又近來癌腫に對しても相當の効果は認められてゐますが、併し何れも内外共に刀圭界の研究問題になつてゐるので、徒らにラザウム萬能を説いても直ちに悉く信する譯にはまゐりませぬ。ラザウムの醫療的用法又は其製劑等にも種々ありまして、我國でも獨逸國より輸入せられてゐま

すが、その詳細を紹介する紙面もないのであります。

(一七)

最後に原子の崩壊に就て簡単に申し上げて置きませう。前すでにラヂウム原子が崩壊してエマナチオン即ちニトンと云ふ新元素となり、同時に脱離せる α 粒子がヘリウムになると申しましたが、ニトンは更に水の高さより低きに移るが如く變じて、其中間に少くとも七種の新元素を生じて遂に鉛となります。鉛も亦變化しつゝあるかも知れませぬが今日では明かでありませぬ。そしてラヂウムの先祖はウラニウムで、ラヂウムは實にウラニウムより五代目の孫であります。此等の關係を一括して第四圖(第三四三頁)に表示して置きました。之によつて見ると先祖のウラニウムの如きは其壽命六十億年の長きに達し、ラヂウムは千七百六十年、エマナチオンは四日足らず、エマナチオンの子にあたるラヂウムAは僅かに三分と云ふ儂なき命をもつてゐます。然らば他にもかゝる元素崩壊の著しき例ありやと云ふにトリウム系、アクチニウム系の如きは矢張その揆を一にしてゐます。そしてその關係から過去に於ける地球の壽命の如きも比較的明確に算出し

得らるるのであります。

又かゝる變化より推定致しますと、すべての元素の原子は電子よりなれるとは疑ふ餘地もありません。ところが電子の質量は其速度によりて變りますから、今迄一定不變と考へた質量は勿論絶対不變のものでないのみならず今日吾々の考ふる物質とか質量とか名づけてゐる様な特性は電氣の一表顯として説明が出来る。そこで物質とか質量とか云ふ者も存在が疑はしい故に吾々の身體でも力の一形式であつて物ではない力と物を全く異なる二つのものとして考ふる事は出来ませぬ。力の特種の表顯を假に物質と名づけたるに過ぎませぬ。故に今や物質は理論的に消滅したとも考へられます。又天體を觀測すると極めて簡単な元素(地球上にはない様な)から複雑な元素が出来つゝある所謂物質の進化は目の前に見えてゐる。此進化を推して考ふれば無機物より有機物從て生物の生ずる理も了解するに難からず、其他宇宙の實體に關しても種々面白い推論も出来まますので、科學と哲學とは大に接近してまゐりました。天を仰ぎ地に俯し、靜かに自ら冥想する時に一種云ふ可らざる愉快さを感じるのであります。詳細に互る御話は到底此短篇の許

附録 ラヤカムと新物質観
す處でありませぬから此邊で御免蒙りませう。

内外
最近
化學工業大勢講話畢

大正四年十一月十二日印刷
大正四年十一月十五日發行

(定價金壹圓八十錢)

化學工業大勢講話
著作
所有

著者	水津嘉之一郎
發行者	中山三郎
印刷者	吉原良三
印刷所	報文社

東京市麴町區飯田町六丁目十三番地
東京市麴町區有樂町二丁目一番地
東京市麴町區有樂町二丁目一番地

發兌元

東京市飯田町六丁目十三番地
振替東京二〇七八九番

春秋社書店

「内外
軌近
化學工業大勢講話」と密接の關係ある

水津學士の二大著を取次販賣す

理論 最新化學集成

菊判八百餘頁
總布綴頗美本
箱入
各册金三圓三十錢
小包料十八錢

全二冊 上卷出來(再版) 挿繪挿圖二百數十面 詳細索引附

理 學 士
水津嘉一 著

ラヂウム講話

菊判二百餘頁
總布綴頗美本
金一圓二十錢
小包料十二錢

全一冊 好評四版出來 挿繪挿圖三十餘面 總がな附

右二著は東京隆文館圖書株式會社の發行にして、最近の學界を驚異せしめたる二大著述也。前者が如何に最新の理論と豊富の問題とを含有して、化學界のあらゆる事項を即座に解明せるか。後者が如何に最高の學理を平明にして而かも興味津津の裡に會得せしむるか。學界既に定評あり敢て贅せず。只本書の讀者諸君の便宜を計りて特に送料負擔を以て取次の勞を辨せんぞす。

所謂中流生活は正に論究すべき刻下の大題目也

新刊 齊家 中流生活法

四六判三百頁
洋裝頗美本
金九拾錢
送料八錢

日本は今や慢性
的不景氣病に冒
され、民力の疲
弊其の極に達し
生活難は中流下
流を殘るなく襲
ひ盡して、民に
生氣無く、國家
に元氣無し

中流生活は難の代名詞

是れ豈に最も憂慮すべき現象ならずせんや。而して下流者は姑く云はず、知識あり面目あり、立つに相當の體裁を保たざる可らざる中流階級者の生活は、恐らく下流者のそれに比して寧ろ大に苦痛の切なるものあらん。而も我が帝國の中堅は、少數の上流下流にあらずして、實に中流階級にある人々也。然るに今や中流階級は生活難の代名詞たらんとしつゝありて國家の元氣頗る消磨す。著者近時時勢に感ずる所あり、民力疲弊の危機を救はんが爲に、まづ中流者の齊家經濟法を説く。自家の幸福なる生活を希はん者は須く取つて之を讀め。

徳富 蘆花先生序 東京高等師範學校教諭 岡倉由三郎先生序
 伊太利デアミシス原著 姫路師範學校教諭 三浦修吾先生譯

情育
 小説
 レオク
愛の學校

杉浦畫伯意匠
 及口繪三色版
 總布綴箱入
 頗美箱本
 金壹圓參拾錢
 小包料八錢

原三百六十版 本八版出來 恥づべし 此名著の譯なかりしもの東西文明國中只日本あるのみ

『愛の學校』原名『オレ』は世界的に有名なる教育小説である、一人の小學生徒の日記に擬した小説で、其可憐な學童の眼に映つた朋友、教師、家庭、社會、祖國といふ者が繪の様に鮮かに描かれて、而も何處を見ても情が溢れてゐる。生徒は情の眼を以て教師を見、教師は愛の心を以て生徒にのぞんでゐる。家庭は同情の涙を以て苦しい教師をいたわつてゐる。献身、犠牲、愛國の至情は學校の全部に燃え立つてゐる。何等の純情、何等の可憐、篇中一人の悪人なく、一片の瑕悪なく、又一言一句罪惡を誘致すべき思想の影をも認めない。それで以て之を讀めば、潜々として甘き涙、美しき涙、思ひやりの涙を注がずにはゐられない。▲千代萩の千松や、寺子屋の小四郎が仕事を兒童教育の理想とし、最上の典型とするは一大誤謬である、一大罪惡である、兒童はたゞ自然に、たゞ無邪氣に育てる所に尊さささ價值がある。今の日本の家庭、學校の教育には、智慮は盡されて居り、意育も盡されて居るが、併し乍ら情の教育は幾と開けて居る。忠君、愛國、孝悌は理窟で仕上げられるものではない。親の心に、教師の胸に、兒童の心に、君に對し、國に對し、親に對し、同胞に對し、湯の如く、火の如き至情を以て發せられねばならぬ。此一篇を見よ——祖國を愛し、親を愛し、兄弟を愛し、子を愛し、生徒を愛し、同胞人類を愛する其の愛の至情が、最も熱烈に、最も眞率に、最も自然に描かれてある。

哲學博士(米コロムビア大學) 原口鶴子女史著 (著者肖像及挿畫六葉入)

樂しき思ひ出

中判 四百頁
 總布綴金模機
 箱入無比美本
 金一圓二十錢
 小包料八錢

無限の趣味——無限の教訓——

著者は久しく歐米に遊び彼の獨逸第一流の大學と其覇を争ふ米國のコロムビア大學にて心理學を専攻し遂にドクトルの月桂冠を得たる、所謂日本で初めての女の博士たり。本書は即ち著者の感想追懷論議に成り其の錦心繡腸傾けて此一書に在り。和田垣博士序して曰く『世の苟も本書を讀まん者は、其の男子たるも女子たるもを問はず油然として興味湧き來り豁然として啓導開發さるゝ事猶ほ予の本書に於るが如けん。本書を江湖に推獎するは予が中心の喜にして又無上の光榮也』と。以て如何に本書が幾多の問題を包蔵して世に裨益を與へ且趣味無限なるかを知るに足らむ。而して本書は著者一家の旅行記觀察記にあらず、中に家庭に關し婦人問題に關し、教育に關し、幾多の問題を提起して縦横に之を論議す、著書の學者的天才は其閃光を此一著の中に擅に投じ來れる也。

再出版 來

日本で始めての女の博士の名著として好評嘖々たる

榎本恒太郎先生譯

(ユウゴオ肖像入)

全集 聖哲思 ユウゴオ論説集

四六判洋装
美本全一册
金七十錢
送料八錢

▲文明論 ▲藝術論 ▲偉人論 ▲史論 ▲哲學論 ▲政治論 ▲科學論 ▲其他一切の評論 ▲感想思索 ▲等、近世の世界的文豪ユウゴオの全集より其粹を抜き英を採りて此著を成す。此一巻を讀めば蓋しユウゴオの全豹を知り得べき也。

聖哲思全集
は古今聖哲偉人の
其精髓を蒐め來つ
て、一は自家思索
の問題たらしめ、
一はそれ等偉人の
全豹を知るの唯一
の至便書たらしむ

精神の糧を求めよ

- ◎ラスキン論説集
- ◎ニイチエ論説集
- ◎ゲーテ論説集
- ◎エマーソン論説集
- ◎ベーコン論説集

以下續刊

タゴルーの最初紹介者

三浦關造先生譯 泰西四大哲人合著

最新刊 步行生と自然

中形洋装
頗高雅装釘
金七十錢
送料六錢

文明の知識は『生』を知る最高の智慧では無かつた。それは『生』にとつては無智と醜惡の別名であつた。今や幾多の先覺者等は新しい知識の眼を開いて、驚くべき世界を歩んで居る。本書は即ちその先覺者即ち至高の異彩を放てる大詩人、大哲人の著。其文燦爛として最高の生命に輝き、自由清新の大氣汎く漲り湧く。カントの天才も神の人毘涇奴の神話も是等天才の閃光の中にあつて更にくすしき光芒を放つ

これ近來最強の大文章、極美の旋律、文明人の耽讀を要する大警告である。

大町桂月先生
新譯及評註

桂月先生の和譯漢書他に其數多しと雖も
獨り文章軌範の和譯は其の典型模範と稱せらる

拾貳版

ポケ
ツト

新譯文章軌範

總布綴天金線
箱入菊判美本
金七十五錢
送料金六錢

原漢文對照

○本文五號かな附○每篇解題と作者の位置を説く○難解辭に注釋○每篇末桂月先生の批評と古今諸大家の批評とは一篇の精神を説き其の含蓄せる思想を圖明す○逐字譯にして而も時文を讀むが如し○印刷鮮明

以所るたけうな迎歡的狂熱の書本

●萬朝報曰く……支那の文集日本にて最も廣く讀まれ、且つ文章を學ぶもの、手本とせられたるは、謝枋得が選せる文章軌範に若くもなく、是れが評釋、註釋の書汗牛充棟も音ならざるも、多くは訓詁の末に走り、之を譯出して初學者の讀誦に便ならしめ、讀書百遍義自通せしむるもの無かりし、今譯者が精苦して之を譯出せるは、故きを温れて新しきを知る風潮の盛なる折柄、時宜に適したるものと云ふべし、本書は十分讀みこなせる譯文を本文とし、返點附きの原文を懸頭に置き、彼是對照して、讀過の際意義と漢文の表出法とを覺るに便ならしめ、一章毎に記者及日本支那の名家の評語を附したり。

●學生曰く……文章軌範と云へば誰知らぬ者も無いが、讀み難い漢文な爲に實際に讀んで實際に内容に通じたる者は至つて少い、本書は其弊を救ふ爲に全部日本語で書き卸し且振かな附であるから、少し文章に通じたものなら誰でも讀める、譯註は著者特有の簡にして要を得、上欄に原文を載せてある、苟くも文を學ぶ者は、是非一讀しなければならぬ、何等の努力なしに漢文全體に通ずることが出来る。

大町桂月先生
新譯及評註

桂月先生の和譯漢書他に其數多しと雖も
獨り文章軌範の和譯は其の典型模範と稱せらる

拾貳版

ポケ
ツト

新譯文章軌範

總布綴天金線
箱入菊判美本
金七十五錢
送料金六錢

原漢文對照

○本文五號かな附○每篇解題と作者の位置を説く○難解辭に注釋○每篇末桂月先生の批評と古今諸大家の批評とは一篇の精神を説き其の含蓄せる思想を圖明す○逐字譯にして而も時文を讀むが如し○印刷鮮明

以所るたけうな迎歡的狂熱の書本

●萬朝報曰く……支那の文集日本にて最も廣く讀まれ、且つ文章を學ぶもの、手本とせられたるは、謝枋得が選せる文章軌範に若くもなく、是れが評釋、註釋の書汗牛充棟も音ならざるも、多くは訓詁の末に走り、之を譯出して初學者の讀誦に便ならしめ、讀書百遍義自通せしむるもの無かりし、今譯者が精苦して之を譯出せるは、故きを温れて新しきを知る風潮の盛なる折柄、時宜に適したるものと云ふべし、本書は十分讀みこなせる譯文を本文とし、返點附きの原文を懸頭に置き、彼是對照して、讀過の際意義と漢文の表出法とを覺るに便ならしめ、一章毎に記者及日本支那の名家の評語を附したり。

●學生曰く……文章軌範と云へば誰知らぬ者も無いが、讀み難い漢文な爲に實際に讀んで實際に内容に通じたる者は至つて少い、本書は其弊を救ふ爲に全部日本語で書き卸し且振かな附であるから、少し文章に通じたものなら誰でも讀める、譯註は著者特有の簡にして要を得、上欄に原文を載せてある、苟くも文を學ぶ者は、是非一讀しなければならぬ、何等の努力なしに漢文全體に通ずることが出来る。

和漢金玉の名詩

を悉く
網羅
したる

新中學名詩全集

袖珍四百餘頁
總布綴美本
金六十五錢
送料六錢

菊池晚香先生題詩 岩橋遵成先生序
神奈川縣師範學校教諭 池永潤軒先生編著

附詩學一斑

本書は各中學師範の教科書に顯はれたる漢詩を全部蒐録して丁寧詳細に評注解釋したる者なれば、各中等教員及び學生は、之によつて讀本講解習得上の一難礁より救はるべく又本書は單に教科書の參考たるのみならず、事實的に和漢の名詩を網羅したる者なれば、一般讀書子の机上車上の好伴侶たるべし。

▼中等教員諸君の虎の巻！學生諸君の一難礁撤廢さる▼

杉浦天台先生序
大町桂月先生跋
福田重政先生編

聖賢格言集

袖珍約四百頁
總布綴箱入
金六十五錢
送料六錢

再版

附錄
◎泰西嘉言
◎佛典妙語

聖賢の遺訓を味はんとする者、文章辯論の巧妙を望む者、聖賢に私淑して修養に志す者、處世の良訓を味はんと希ふ者將來の題達を期する者、孰れも共に取つて之を味へよ。

水野葉舟先生著

渡邊與平君 柳敬助君 裝畫

八版

新樣式 愛の書簡

中形三四〇頁
洋裝美六十錢
定價金六十錢

五版

新樣式 日記文

中形三四〇頁
洋裝美六十錢
定價金六十錢

再版

新樣式 小品作法

中形三三〇頁
洋裝美六十錢
定價金六十錢

(萬朝報評) 名は愛の書簡集なりと雖も決して戀愛書簡集に非ず、親子、兄弟、夫婦、朋友間の情愛を中心とし、如何にして其情愛の流露せる書簡を認むべきかを説けるもの、上編には手紙に關する雜觀を叙して手紙の効力、性質、趣味を説き、中編には親子、夫婦、朋友の往復に關する著者の作例を掲げ、下編には手紙の完成を以て、花、藤村、露歩、花袋、子規等諸大家の私信、作物より模範とするべきもの、著者の蒐集したるもの最上者也。全なるもの多きも、此の著の類の如きは罕也、而して此著は罕なるもの最上者也。

(萬朝報評) 此書の内容を紹介するには序文の一節を借るが、一番なり、曰く上編は日記の趣味、書く上、心付、人の陥る缺點を書く、中編は各種の作例を書く、下編は名家の日記を集めたり。上編を讀みては、吾等が思ひ居る事なりヒツツ言ひ當られたる感あり、中編を讀みては、店番をして居る娘の書いた閉店第一の日記、記し、なご題も文も趣味津津たるを奇とし、下編を讀みては、藤村紅葉子規白鳥花袋等の内生活の中に立入りたるを興多しとせすんばあらず、蓋し此書葉舟獨得の壇場、日記といふもの、價値今更の如く大なるを思ふ。

(萬朝報評) 小品が何等の束縛なき最も自由なる形式にして、人間の思想感情を思ふまゝに披瀝し得る最も長を有すること又小品は藝術の初歩にして、同時に有ゆる文藝の根本たること、評者も著者と同感也、本書は著者の小品に對する経験の語り、其の作法を説き、自家の作例を示し、添ふるに諸名家の小品を以てし、るものなるが、吾人は本書が藝術の初歩に踏み入らんとす、自家の爲めに得難き好著なるのみならず、文壇的に直に極めて有りの儘に、藝術に對する自らの心持ちなり所信なりを説けるものにして、一面著者の伴らざる藝術を表白せるものなればなり。

盛況 醫學博士 二木博士の腹式呼吸

先哲 腹式呼吸篇

附錄 腹式呼吸の話

二木博士

菊池總次郎 附美本 全一冊 金十六錢 送料八錢

「二木博士の腹式呼吸」といへば世に只本書あるのみ

醫學博士 二木謙三先生指導 春秋社編輯局編

此の誇あり 春秋社は天下に 卒先して二木博士の腹式呼吸を 世に紹介し、爾來岡田式、生理的、精神的其他の體育法たり

二木博士は所謂「腹式呼吸」の發明者にも發見者にも非ず、これ實に數千年來儼として存するの神法也、而も之に科學的證明を與へて醫學上千古の疑問たりし靜脈心臟の一大斷案を下し、この東洋的特殊の強健法を科學的に九鼎大呂よりも重からしめ、「腹式」の名を新造して文明人に一大警告を與へたる二木博士の功や千古抹す可らず、本書は即ち平田篤胤、貝原益軒、白隱、道元、其の他の先哲の之に關する實驗的記述と、二木博士の深刻なる實驗と其の學術的證明とを併せ一卷としたる古今の珍書也。

もて本の版出處何

春秋社通信販賣部規定

極く簡単に、極く便利に、極く安全に、極く迅速に何でも御用命の通りに便じます。

- 一、發行所、著者、書名、定價は出来る限り、委しく、御住所姓名は必ず楷書にて明瞭に願います。
- 一、前金にて御注文の事、御送金は必ず振替貯金の御拂込を願ひ升。切手代用は三錢以下にて一割増の事。
- 一、送料は必ず御添付の事。

割引は

- 一、金壹圓以下は……………三歩引
 - 一、金壹圓以上金三圓以下……………七歩引
 - 一、金三圓以上金五圓以下……………一割引
 - 一、金五圓以上……………一割三歩引
- 送料は外

割引の出来ないものは

- 一、教科書、醫書、工業書……………
 - 一、特價を以て販賣中の書籍……………
 - 一、會員配布其他の特殊出版物……………
- 但し定價を以て何時でもお取次します

すまし次取お引割

351
94