505
35

始

505-35

吾等何を學ぶべき乎

(10)

理學士 大久保祀彦著

化學の話

世界思潮研究會版

1922
大正
11. 12. 22
内交

はしがき

化學は質の學問である。最近世潮は漸く物の皮想的觀察に飽いて本質の詮索に遷らんとしてゐるのは欣ぶべき事である。皮想は尙ほ走馬燈の影だ。若し夫が中心の光によつて投げらるゝ形象である事を知つたならば、自ら其中心に入つて思ひの儘に影もつくり得るではないか。

本書の目的は未だ化學の何たるを知らざる人の爲に極めて平易に化學を說いたものであるが、其大體に於て可成最近の智識を導入するに努めた。それ故編述の順序等も專門的見地を離れて唯彼此の關係を辿つて說明の歩を進めたものだが、然かも全く無系統のものではない。素と化學は實驗の學問で、之が研究は實驗室を離れてはできないのであるから、全く實驗を眼中に置かない本書の如きは、例

を日常の經驗と常識の範圍外に求むる事が許されないので、其說明も至つて限られたものである、萬止を得ぬ場合には多少斷定的に流れた箇所もあるが、斯る部分は此の如き書物の通弊として了知して欲しい。然し若し篤學の讀者が本書によつて化學の概念を得、後專門的著書に就て研究を進められたならば、化學は興味ある學科として其學修に困難を見出されまいと思ふ。若し夫れ唯一日の興味を得んが爲に繙かるゝ讀者が本書の讀了後多少の常識を養ひ得た事を感知さるれば本書の目的は達せられたのである。

尙進んでアマトールとして化學を研究されんとせらるゝ讀者は普通の無機有機化學の本道より進まるべく興味中心として研究せらるゝ人には化學史をお薦めしたい。是等の著書は邦文にも幾多の良書はあるが尙著者は左の著書を推薦する。

Harper and Brothers: ——Everyman's Chemistry;

Martin; ——Modern chemistry and its Wonders,

Do; — Triumph and Wonders of Modern Chemistry,

Alexander. Findley; ——Chemistry in Service of Man,

Mc Coy and Terry; ——Introduction of general Chemistry,

Sir William Tilden; ——Chemical Discovery and Invention in the Chemistry,

Ernest von Meyer; ——A History of Chemistry.

一九二三年一月

著者しるす

目次

一、變　化……（一）
二、元素、分子、原子、化合物（一）……（八）
三、同　上（二）……（二一）
四、自然の循環……（二五）
五、燃料と空氣……（三四）
六、水……（五八）
七、土　壤……（六四）
八、炭　素……（七〇）
九、洗　濯……（七五）
十、觸　媒……（八七）
十一、金　屬……（九五）
十二、護　謨……（一〇）

目次（畢）

化學の話

一、變化

A。近頃、僕は今迄うか／＼と見過してゐた自然界の變化によく眼を注ぐと、そこに何ともいへない興味を覺へて來たよ。我々が日常親んでゐる活社會の變遷は勿論、極めて縁の遠い高遠なる天界よりずつと降つて草木蟲禽のとり／＼の變化が、我々の目に觸るゝと否とを問はず不斷に行はれて居るのを見ると、今更のやうに驚異の眼を睜らざるを得ないね。今更そんなに驚いたといつて笑つちやいけないよ。僕がこの世界の妙相に目醒めたのを喜んでくれたまへ。百日、泥の池に浮きつ沈みつしてゐる蝌蚪は蛙となつても其世界觀に大した變りはあるまい。が僕は僕自身にとつて斯る覺醒の機縁を役立たせたいと思ふ。實は昨日椽近く出て梅雨あがりの庭を茫然と見つめてゐると、折角丹精して入れた小山の土は洗はれてセメントたゝきの池へ流れ込み、庭一面か

らは、久し振りに笑顔を見せた太陽に誘はれて、暢氣さうに水蒸氣が朦々と立つて行く。何だか我々は自然の爲に飜弄されてゐるやうな氣がしたね。すると又晝食時になつて急に思ひ立つて米不足の折柄パンでも食べやうと思つて、久しく使用しなかつたナイフを出して見ると赤錆だらけだ。全く以て自然は悪戯をするものだと思つたね。自然は全く我々の氣附かぬ間に此樣な悪戯をして物の形を變へてしまふ。若し人間が斯る悪戯と愚弄から免れやうとすれば瞬時の油斷もあつたものぢやない。尠くとも僕は小山の周圍に石を繞らし、ナイフには油を塗つて置かなければなるまい。が、尚注意の足りない方面に何麼變化が起らないとも限らぬ。かゝる事は僕の見る通り自然の悪戯であらうか、それとも自然には我々の窺ふを許さない自然の意志があつて何等か我々の爲に斯る變化を與へつゝあるのであらうか。僕にはとんと見當がつかないので又ぞろ君の智惠を拜借に出掛けたわけだ。

B。それは君の誤解だ。例へばお櫃の飯の腐敗するのを以て自然の悪戯と考ふるのは無理もないが、同時に君は米から酒の醸されるのを以て悪戯とはすまい。折角君の骨を折つて築き上げた小山も乃至數千尺の大山も不斷の雨の作用の爲には、何時しか溶かし去られてしまふだらう。が、又一方には何處の河口にも山を崩した土から三角洲が生じて陸地の面積の增加してゆく事も知らねばならぬ。自然は一方に於て破壞しつゝ、同時に他方に於て建設してゐる。かく相反した自然の二大作用には、到底我々人間の淺はかな識見を以ては推し測られぬ深奧な意志があるのだ。然し若し君が斯る變化の微に入り細を穿つて硏究を進むるならば、自然作用の微妙と諸の變化の間に一定の脈絡のあることに氣附いて大自然の前にひれ伏すばかりだらう。

A。では其微妙なる作用やその間の脈絡などを說き示してくれたまへ。

B。君のやうに爾う簡單に言つたとても、直に一言で答へうるものではない。若干の辛抱がいるよ。

A。それは僕も覺悟してゐる。僕が日常事物の詮索に熱中する性質は君も知つてゐるだらう。僕は充分辛抱して君の說明を承はらうじやないか。

B。では話をしやう。出來うるだけ簡單にそして平易にだ。が、其前に君に一つ訊ねたい事がある。君は小山の土の崩れた變化や水が蒸發する變化や、ナイフの錆ひる變化を見たと言つたが、君は其の變化の間に何等の相異も見出さなかつたかね。

A。僕の如き低級の頭では仔細に其變化を檢索し得ない事は君も察してゐるだらう。然し小山の場合では池から土を掬ひ上げて再び小山を築きうるが、水蒸氣は再び冷やさねば水とならず、ナイフの錆はそれを磨き落してしまはなければならぬ事だけは氣がついてゐる。

B。其處だ。君の頭は低級どころぢやない。見上げたものだ。君の見た如く前の場合では單に土の位置の變化即ち移動に過ぎないのであるから、土を運び返せば容易に原形に復し得るが後の二つの場合では質の變化だから爾うたやすく原には復し得ないところが物質の變化にも二種ある外形や色彩、硬さや重さのやうな性質の變化は、その性質の名によつて、物理變化といつて實質までその變化を及ぼさない。水の水蒸氣や氷となるのがそれであるが、この外に、熱や、光や、藥品につて實質まで變はる變化がある。これは化學變化といつて、今のナイフの錆の如きこれだ。然し此二つの變化は專門家でなければ、分明に區別し難い場合もある。二つの中で、素人が屢驚異の眼を睜るやうな變化は多く化學變化の場合にあるやうだ。近頃流行するの爆發も化學變化だ。お湯へ入つて石鹼で垢を落すのも、火鉢に火をついで暖氣を取るのも化學變化を利用するのだ。で君は先づどの變化から探究しやうといふのだ。

A。僕はどの變化に妙味があるかは知らないが、僕は形よりも質の變化、その中でも化學變化を知りたいね。他の變 化と謂ふものは或程度まで常識で知り得らる、やうだからね。

B。では化學變化から話す事にしよう。化學變化を扱ふ も の が化學だ。つまり君が化學といふものを知ればよいといふものだ。だが、變化は千差萬別だ。自然にも人工にも恐しく多種多様だ。例へば自然の方面でいへば、生活現象は、凡て化學變化であるし、又、人工の方面でいへばパンを燒くのも化學變化の應用で、鐵や鋼を造るのも化學的の方法だ。即ち最初は鐵を含んだ鐵鑛から鐵を分離し、それから炭素を驅逐して純鐵として又適量の炭素を加へて鋼を作り出す。炭素を多く加ふれば硬くなり炭素を少く加ふれば軟かくなる。此變化は後で今少しく詳しく話さうと思ふが、つまり往昔我邦の刀鍛冶が刀を鍛鍊したのは此變化を巧に應用したのである。其他諸種の金屬も皆、原は鑛石として天然に產出するもので、之を夫々然るべき方法で精鍊するのは君も知つてゐるだらう。恐らくは今日工業と謂はる、孰れの方面に於ても化學と關係をもたない部門はあるまい。だから化學の智識の重要なことは言を俟たない。一の機械を作るにしても其機械の主部に使用さる、鐵は性質の均一なるものを撰ばねばならず、主軸となす鋼は圓滑なる動作に適當

し、且つ耐久性あるものであらねばならぬ。之を鐵道の如きものに就て考へると、レール機關車は勿論の事石炭の發熱量、機械油の性質等化學の關與する方面は甚だ廣くなつてくる。石鹼の製造亦然りで、其原料たる油には蠟や脂肪の如く固形のものもあり、綿實油の如く流動性のものもある。此等の原料を使用してそれ〳〵目的に適ふ石鹼を造り出す爲には如何にせばよいか。又それに配合するアルカリはどれだけ純粹でどれだけの濃度をもたねばならぬか。此等は皆最初化學實驗室で精密の實驗が行はれ、充分の安心を得た上に工業として企畫されるのだ。又個人としてもだ。石鹼を購ふ場合フエノールフタレーンの一滴を注いで遊離アルカリの有無を檢査しうる化學智識があれば、使用後皮膚がピリ〳〵するやうな石鹼を買ふ不安はない。綿絲がアルカリ液中に溶解せず獸毛が溶解する性質を承知してゐれば綿交りの洋服地を純毛としてつかませらるゝ虞はない。人工即ち應用の方面のみならず日每に宇宙に起りつゝある現象の道行が分明する爲に汎ゆる變化に對して興味を感じうるのだ。或人は旅行をする時費用の尠いよりも智識の持合はせの無いのが一層苦痛であると言つたが、實際人生五十年の大旅行中に智識の欠乏ほど寂しさを味はすものはあるまい。殊に日常眼に觸るゝ變化の因果を究むる事の出來ない程味氣ないものはないだらう。

A。全く君の言ふ通りだ。で僕も後れ馳せながらせめて日常眼に觸るゝ變化について一般の智識だけでも知りたいと思つて今日また伺つた次第だ。

B。君が其處へ着眼したのは慶賀に堪えんね、ではこれから話すとしやう。凡ての化學的變化は其現象が如何に複雜であらうとも結合即ち化合と分解との外に出ない。一の物に他の物が結びついて全く別種の物質を作るか、又は已に結合せるものゝ間に分離が起つて、一種の物質から數種の物質が生ずるのだ。然し時には複分解といつて、此二つの變化が同時に起る事がある。君のナイフの錆びたのは單純なる鐵に空氣や水蒸氣がはたらいてその中に含んで居る酸素や水素が結合した場合で、若し君が最初ナイフの重量を精密に計つて置たら錆びた後必ず其重量の增加した事を知つたであらう。つまり結合した元素たけの重量が增したわけだ。然し爆彈の爆裂の如き場合では其爆藥中に含まれた物質の結合と分解が同時に行はれ、其時生ずる新しい物質が氣體であるから、つまり固體が急に氣體になる爲めに急激にその容積を增大して玆に爆發といふ現象が起るのだ。

二、元素、分子、原子、化合物（一）

A。成程君の說明で變化の種類だけはよく了解したが、君は先刻鐵を單純なるものと謂つたね。單純とは鐵だけといふ意味かね。鹽なら鹽といつたやうな。

B。そうぢやない。前にも一寸言つたやうに此世の中には單純なものと複雜なものとがある。此單純のものは化學者が元素と名づけるもので、如何に手段を施しても、もはや分解することのできないものだ。鐵の如きは如何に分解しても鐵だ。鹽の如きはある操作によれば鹽素とナトリウムに分けられる。で化學者は種々苦心して今日まで約八十餘の元素を見附け出してゐる。或は此後とても此數は增すかも知れない。幸に此處に一覽表があるからお目に掛けやう。（卷末揭載）。此中には見た事は勿論、君の聞いた事のないやうな物があるだらうが、然し又鐵や鉛や金や銀も元素の仲間入りをしてゐるのを見れば、知己を異境に見出す如き氣もするだらう。若し僕が始めつから君に空氣の中にアルゴンありと言つた樣に說き出したら、恐くは君は化學といふ者が全く實世間に沒交涉の如くに思つて逃げ出すだらう。が幸に君の舊知が譯山ゐる。それ硫黃も君の知己だらう。アルミニウムはどうだ。君の辨當箱ぢやないか。炭素はどうだ。君は隨分寒がりで每日火鉢・炭をカン〳〵おこして炭素の御厄介になつてゐる。それに先日チラつと見た君の細君の指輪のダイヤモンドも炭素だぜ。なに眼が早い。安心し玉へ僕は君の細君の指輪を失敬しやうなど、思つてゐるのぢやない。僕の眼から見れば炭もダイヤも同じく炭素だ。だから每日實驗室に閉ぢ込つて君等の嫌ふやうな汚い物をいぢつてゐられるのだ。そう言つちや惡いが自然の中にはお祭騷ぎも、議會のやうな騷擾も、思想の革命もちやんと備はつてゐる。世間の人達は僕等を見ると仙人かなどの樣に世間にうとい者のやうに思ふが、僕等より見れば世間の人がうと過ぎる。世間の人は多く結果だけを見てわい〳〵騷ぐね。結果の前に原因のあることはさつぱりお構ひなしだ。どうだね歐州大戰の眞最中にアインシタインの學說が實驗され確められたなどは、面白い？面白いだらう。君も時々僕の硏究室へ來て臭い瓦斯の臭ひでも嗅ぎ玉へ。なに僕が鼻水を垂らして氣焰を吐いてゐるのが面白いのだつて？馬鹿にしてゐるわ。がマア其樣な事はどうでも可い。然

しかく多數の元素もそれが發見されるまでの道行には中々珍奇な話がある。今日東京や大阪などの郊外へ出ると高い煙筒が林立して孰れの工場も皆化學の應用をやつてゐるのを見れば君は定めし化學が永い歴史をもつてゐる事と思ふだらうが、其實此學問ほど學問として短い歴史をもち急速の發達をしたものは他にあるまい。化學が眞に學問の仲間入りをするやうになつたのは約二百年前からだ。それまでは全く不統一のものであつて、當時知られてゐた五十有餘の元素は皆個々關連なき全く獨立したものであつた。それから二百年ほど溯れば更に化學の世界は渾沌たるものであつた。古昔は何處の國でも物好きの野心家があつて自分の認めた物質相互の變化から更に他の變化を人工的に誘導しやうとした。此等の人は固と其の研究の目的が人類の幸福を增進するといふような高尚のものではなく、只、自己の物慾の滿足の爲とか、他人を驚かしたり、自己の物識りを表明したいといふ極く淺はかなペダンチックなものだつたから、其研究室は固く鎖されて、全く他人の窺知を許さぬは勿論、自ら神より自己のみに與へらるゝ特權として齋戒沐浴ひたすら神の示現の速に到らん事を願ひながら仕事をしてゐた。であるから他人は之等の人々を魔法使と思ひ鍊金術者と呼んで之を懼るゝと同時に侮蔑した。當時此等の鍊金術者はその時代でも今に變らず貴とかつた黃金を得る事を唯一の目的として只管研究したが、今日のやうに金を含む鑛石より取らうとはせず金よりも安價な金屬から得ようと思つた。即ち水銀や鉛等を金に變じやうと考へて一生懸命に努力したのだつた。ユーゴーの作ノートルダム・ド・パリーには鍊金術を行ふ司教が描かれてゐる。又馬琴の作の何處かにも鍊金術の話があつたやうに思ふ。そして何處でもかゝる研究の常として比較的當時の一般公衆より頭の進んだ又研究の餘暇をもち、そして其研究の結果が直接愚民を支配する重要の利器となり得る僧侶巫女等によりて爲されたのは無理もない事だ。一六六九年にブランドと云ふ鍊金術者が尿から燐を抽出した時などは大した騷ぎで、各國の帝王の招待をうけて其元素の不可思議なる作用を天覽台覽に供したやうな有樣であつた。若し君が當時今日ありふれたマッチの一箱を所持してゐたならば君は其一箱の爲めに君の名を世界に轟かし、それが爲に巨萬の富を作つたかも知れず、或は又反對に魔法使としてそれが爲に君の首と胴とは所を異にするやうな結果となつたかも知れない。近世二百年の化學の進歩は、そんな幼稚な時代があつたとは、思へない程急激だ。最も顯著な例を擧げれば、近くキユリー夫妻によりて成就された嘗て他の元素に知られてゐなかつた特性即ち放射能をもつ摩訶不可思儀の新元素ラヂウムの

發見や、幾多の新元素の豫言などは全く驚異以上だ。

A。　君一寸まつて呉れ玉へ。君は元素の存在が豫言されてゐたと言つたが、まだ實物の見附らない元素があるのないのと豫言ができるものかね。

B。　それは出來る。今日まで學者の豫言の後に發見された元素は澤山ある。が面倒の事はぬきにして君に驚くべき事實を告げよう。一八三四年露國に生れ一九〇七年に沒した化學者メンデレーフと言ふ人があつた。此人が或時既知の元素を其性質の類似點から八つに分類し、且つ原子量の順序に從つてそれを配列した。然るに當時知られてゐた元素の數は五十ばかりであつたから、原子量の順序のみに從つて八行に配列してゆくと性質が合致しなくなり、性質に從つて八行に分類すると原子量が前後して重い物が輕い物の前へはまるやうになる。でメンデレーフは特性に從つて配列をなし原子量の前後しないやうに表中に明き間を殘した。假りに君は田舍の團體の人々が東京見物に出て來て、各櫻の記章や菖蒲の簪をさして日比谷公園あたりで八列に並んだものと思つて見るがよい。若し之を右端から第一横列第二横列と年齢順に並べると、縱の列から見て同じ記章をつけた者が同じ縱列に並ばなくなるだらう。でそんな所は明けて置いて年齢順にもなり同じ記章が一組にもなるやうにならべてゆくと或縱列では、二人も三人も欠員があるやうになるだらう。メンデレーフは此樣な風に元素を配列した。そして其明き間には當然それを充たす元素の存在するものと豫斷した。加ふるに彼は其明き間の前後左右にある元素の原子量の平均數をとつて後日明間を充たす元素の原子量とし、且つ其未知の元素の性質までも推定したのであるが、其後新しい元素が發見さるゝに到つて大部分は此表の如き間を充たし、其性質もメンデレーフの豫言に近いものであつた。どうだね驚くべき豫言ではないか。勿論原子量もひたと合致せず、性質も異つたものも現はれたが、原子量の如きは畢竟我々の實驗の不完全から生ずる誤差の爲であるかもしれない。先づメンデレーフは化學界の大豫言者で、化學の歷史で最も偉大な英雄の一人であるのだ。かくして元素の重量とその性質の上に相互關係の存在が知られた事が如何に研究上の便宜を與へたかは君も想像し得るだらう。僕はよく此と同樣の見地から活社會の出來事を觀察するが非常に興味があるね。なに加藤内閣の壽命を豫言しろつて？　そんな事が僕にできるものか。それは君の應用如何にある。僕は玆でメンデレーフの慧眼を賞へて置くだけだ。

A。有難う。僕は偉人の話を聞いたのでお蔭で胸のすいたやうな氣がする。成程君の言ふ如くメ氏は偉い學者だね。でもう一つ君に訊ねるが、或一つの元素の化合した化合物には其元素固有の特性が現はれてゐるものかね。

B。專門家の眼より見れば現はれてゐる。が、素人眼では思ひもつかない事が多いだらう。若し僕が君の細君の指輪の石を借用してそれをある裝置で燃して炭酸瓦斯に變じたらどうだね。如何に君が恨めしそうに其瓦斯の後を追つかけて行つても、原の石は君の手に歸るまい。比時他人が若し君が空中に石を見出さんとする狂亂，オット失敬、熱心の有樣を見たなら何と言ふ。炭酸瓦斯とダイヤモンドとは到底結びつけて考へられまい。やつぱり君が馬鹿、イヤ熱心過ぎてる位に見えるだらう。その時幸に一人の化學者にめぐり合つて、君が君の苦衷を物語つたならば、其一人が始めて君に同情する者だ。で元素も化合物となつては素人には一寸理解し難いものがあるだらう。極く手近い例をひくと、空氣はその容積の五分の四の窒素と五分の一の酸素と多少の他の元素を含んでゐる。然しそれは化合してはゐない。單に混合物だが、酸素のみの中では銅や鐵の箔がメラ〳〵と燃えてしまふと言つたら、君は酸素を含んでゐる空氣の遲鈍に多少の疑を挿むだらう。それは魯鈍な窒素に働きを妨げられるからだ。だが混合物だから酸素の性質は多少鈍くなりはするが，ともかく明かに現はれてゐる。水は酸素と水素の化合物だ。しかし水の中では物は燃えない、酸素の性質は隱れてゐる。その外酸素化合物は無數に存在する。例へば砂は珪素と酸素の化合物，粘土はアルミニウム、珪素、酸素の化合物で多くの場合多少の鐵分を含んでゐる。樹と草は主として炭素　水素　酸素の化合物にカルシウム，珪素が混合してゐる。こんな化合物では全く酸素の性質が隱れて、素人が努力してもみつからない。然し此樣な事を一々其分類まで示して君に說明したとて君には何の興味もなく，又專門家ならざる君には何の役にも立つまい。要するに酸素の性質は殆んどかくされてゐるといふことを知ればよいのだ。酸素に反して窒素は極めて働の鈍いものである。だから常溫では酸素と化合せずに，只混合してゐるのみだ。つまり春を解せない少女のやうなもので、いくら情熱家の酸素と交際しても、戀に陷ることはないのだ。尙又、この魯鈍な窒素があの爆發物と主成分となるから面白いだらう。

A。よし，それで化合物の性質についても大體了解した。で前に君の言つた性質の類似した元素即ちメ氏が同屬として扱つた元素とはどんなものかね。

B。それを説明するのは少し面倒だが一番判り易い一族を例に引いて説明しやう。其等の種族の中にハロゲン族といふ一屬がある。此中の元素は順々にいへば弗素、鹽素、臭素、沃素で、弗素は非常に强烈な氣體であるから普通遊離狀態では居られない。だから久しく單體として見出されずに多くの學者を手古摺らした元素だ。鹽素も同じく氣體であるが弗素よりはずつと溫和だ。かの漂白粉として藥店で賣つてゐるものは鹽素の含有物で、之を洗濯に使用する際黃色の煙となつて鼻を刺擊するのがそれだ。弗素は弗化水素酸としてガラスに模樣をつける藥劑として使用され、鹽素は漂白粉となつて衣類に附着した垢を分解し脫色させる役に立つ。それに鹽素は我々の日常食用とする食鹽の主成分で、食鹽は鹽素とナトリウムと化合したものだ。若し君が遊離狀の鹽素が黃色い煙となつて、不快の臭氣をもてゐるのを見たなら怎うして食鹽が食べられるかと驚くだらう。臭素は遊離の形に於て液體だ。しかし斷へず煙となつて發散する。此元素の化合物は種々あるが皆少し緣が遠い。最も手近のものは寫眞の乾板で乾板の膜は臭素の化合物をゼラチンに混じて塗布したものだ。義太夫にある八重垣姬は反魂香の力で勝賴の姿を見ようとしたが成功せず、却つて化學者は煙を出す臭素で畫像を作る事ができた。次に最も重い沃素は固形體で紫黑色の金屬光澤を帶びてゐる。此元素が含まれたもの中最も我々が親しいものは沃度チンキで、あれは單に沃素をアルコホルに溶解した物である。で今若し弗素を生氣潑剌たる少年にたとへると沃素は老人のやうなものだ。が、此等の元素は老人ながらも他の元素に比較して力が强いから蠻族のやうなものだ。此の如き形狀も、作用の猛烈さも其等の物の重さの順序の通り變つてゐる。そして此等の元素の銀の化合物の如きは最も同屬間の因緣を物語るもので、鹽化銀、臭化銀、沃化銀は皆光をうけて變化する。即ち寫眞に於てピー、オー、ピーといふ最も普通に用ひらるゝ印畫紙の膜は鹽化銀とゼラチンの合劑で、臭化銀、沃化銀も共に乾板の膜を作る主成分である。もう一つ同屬中極めて緣の近い判り易い例はアルカリ屬のナトリウムとカリウムだ。陸上の植物はカリウムの多分を含み、海中の植物はナトリウムの多量を含んでゐるもので、此等を燒いた灰からは炭酸加里、炭酸曹達といふ極めて近似の化合物が取れる。其他曹達の作る化合物は大抵加里の作る化合物と酷似してゐる。結晶する化合物は結晶形も同樣だ。又アルカリ土類といふ一族があるが其代表的のものは我々の骨をつくつたり、又石灰の主成分であるカルシウムで、此一族に屬するものは皆燃燒の際火焰に美麗の着色をするから煙火の材料に使用される。以上の如

き抽象的説明では到底君は満足すまいと思ふが、是以上は却つて君をうんざりさすに過ぎないと思ふから此位にして置かう。

A。否。朧氣ながらも了解した。で化合し得べき元素若しくは化合物は、如何に多量でも、如何に少量でも、又如何なる量でも化合するんだね。

B。そうはいけない。お互の化合する量は一定の法則に支配せられる。これを化合物の側からいへば、「化合物の成分の重量の比は必ず一定なり」といふ法則がある、これを定比例の定律といふのだ。例へば水九匁は酸素の八匁と水素一匁とより成り炭酸瓦斯四四匁は炭素一二匁と酸素三二匁とから成つてゐる。

また倍數比例の定律といふ法則もある。これを説明して見やう、炭素と酸素との化合物に一酸化炭素と炭酸瓦斯との二種がある。この二つを比べて見ると、前者は炭素一に對し酸素一の比で化合し後者は、炭素一に對し酸素二の比で化合してゐる。即ち酸素の量が前者に對して後者は二倍である。一般にいふと、「同一元素を含む二種以上の化合物ある場合には一の元素の等量に對する他の元素の量は簡單なる比をなす」といふのが、即ち、この定律なのだ。

又化合物の元素の間の、原子を單位としての關係を測るのに、原子價といふ語を用ひる。しかし各元素の間の關係は、元素によつて異つてゐる。甲の元素は乙の原素の三原子と化合するが、丙の一原子と化合するのみだ。で原子價を定むるには、一定の標準が必要で、水素を一として計算する。若し直接水素と化合しない元素の場合では、之と化合し得、且つ水素とも化合する元素を基準として計る。然るに或元素は其唯一の原子をもつて、水素を二つとりうる元素の一原子とも、三つとりうる原素の一原子とも化合する場合がある。で斯る元素の原子價は二とも三とも言ひうる。

A。では原子とはどんなものかね。

B。甚だ難問だ。僕はそれこれが原子だと言つて君の面前に放り出せないのを遺憾とする。所詮原子は假定のものであつても化學者の眼にはよく見らるゝ。物理學では物質の可分の極度を分子とする。其物質の性質を變ずる事なく分ちうる最小限度、即ち、極微だ。然るに化學の操作から見ると甲の二分子と乙の一分子を作用して丙の二分子を生ずる場合があるので、化學者は分子より一層微細な原子を想定せざるを得なくなつた。若し甲といふ物質の一分子が、A元素の一原子とB元素の一原子から成立してゐるとし、之に乙元素の二原子から成る一分子が作用して、A、B元素の

各一原子と化合するとしたなら說明し得るではないか。

A。では其原子こそ全く不可分のものだね。

B。いやそうではない、原子不可分說が金科玉條とされてゐた時代も最近のことであつたが、一度ラヂウムが發見さるゝに到つて此見解に動搖を來たした。即ちラヂウムは分解し、放散し減滅して行く。そして一七六〇年の間に其半量は飛んでしまふ。此否定し難い事實の前では何事にも保守的な學者も降參せざるを得ない。あまつさへラヂウムの他、ウラニウムの如きも減滅して行く事が發見されたので、この原子不可分說は一擧に覆へされた。然るにそれにもさる一大騷動が又一つ持上つた。一體ラヂウムの放出するものは何であるか。でよく〳〵それを研究して見ると、夫はヘリウムで其又殘りのニトンから放出するものは、電氣の力として感受されてゐる電子に外ならぬといふ。併しラヂウムは物質であるから、此研究の結果は物質飛んで力となつた譯で、雀海中に入つて蛤となり、坊主海中に入つて鮹となつた如き騷ではない。物理學や化學は勿論の事、哲學や宗教までその大地震の餘波をうけた。君、是位の騷動は他にあるまい。ナポレオンの征服よりも遙に廣く、露西亞の革命よりはもつと騷が大きいよ。で此度は原子說では說明ができなくなつたので、不可分の原子は可分の原子で代へられた。此說によれば原子は一つの核心に集まる電子から成立し其狀恰も我々の太陽系の如きものである。そして各元素の特性は電子の數、其順序、配列、廻轉の相異によりて生ずるのだと。それ故異種の元素といつても何も別種のものから成立してゐるわけぢやない。其構造が異なるのみだ。然し此構造說は直接化合量とは關係がないから、元素の化合しうる極微は原子と見て差間がなからう。

三　元素、分子、原子、化合物（二）

A。元素の性質なるものに就て種々君の說明を承つた結果、僕は大自然の妙機には今更の如く驚嘆する。で、君の說明の如く元素が互に系統あり脈絡あるものであれば、其成生物即ち化合物に就ても何か著しき系統や規則がありそうに思ふ。

B。いや素人考どころではない全く其通りだ。化合物の間には脈絡も系統もある。特に炭素の化合物には其系統が級數的に表示されうるものもある。手近のもので言へば石油や脂肪の如きものは其系統が極めて數學的で、單純なるものより複雜なるものまで順序正しく存在してゐるのだ。

前に述べたハロゲン屬の化合物の場合を考へても、君は大方の概念は得らる、だらう。唯此處で後の說明の爲に特に君の注意を喚起したいのは、化合物の中で酸類と鹽基類とある事だ。この二者が化合すれば鹽類を生ずる、通常酸とはそれが他のものと化合する時に、其中の水素の一つ若くは多數を放出すもので、鹽基とは水素と酸素とを放出し、若し此二者が化合して鹽類を作る場合には兩放出物は合して水となるのである。そして酸は電氣消極で鹽基は積極であるが、又如何なる元素も化合物も他と比較した時或は陽性となり或ば陰性となるもので、此性質は絕對ではなく相對であるのだ。極く平易に言へば酸は酸い味を有つものだ。然し酸類には强烈で皮膚を破壞するものがあるから酒石酸、枸櫞酸の如き少數を除いては舌で判別する事はできぬ。鹽基も同樣で砂糖の如き弱いものもあるが、苛性加里や苛性曹達の如く、皮膚を損傷するものもある。であるが酸も鹽基も化合物として實驗台に上る時には、比較的判別し易いものであるから嘗めて見る必要もない。多くの場合リトマス紙といふ試驗紙の一片があれば其酸性なるや鹽基性なるやは直に判別さるゝ。却つて實驗上の面倒は酸でも鹽基でもないものに多い。

A。酸、鹽基の大體は了解したが、一般化合物の成分を知るにはどうするのだ。

B。それは容易に答へかねる。若し君が充分滿足するやうに話をするなら分析化學の全部を喋らなければならぬ。で唯ほんの概念だけをお話しよう。

炭素化合物即ち有機化合物以外のものでは第一に驗すべき物體を溶解劑即ち溶媒の中に溶解するのであるが、若し溶解しない場合には之を熔爐で燒くなり、熔融劑を加へて熱するなり、兎も角も可溶性としなければならぬ。然るに硫化物の如きものであると此際硫黃が放出されるから、加熱中に於ても其放出物の有無を檢定する必要がある。そして可溶性となつた時には之を水なり酸なりアルカリなりに溶解し試藥を加へて沈澱を生ぜしむる。そしてこれを濾すのだ。その沈澱は元素特有なものを選んであるから一の成分は判別せられる。そして殘の濾液に又試藥を加へて沈澱を生せしめる、漸次これを反覆すれば化合物の成分は檢定せられる、此操作の中で成分のみを確むる定性分析法と、成分と共に分量を確むる定量分析法とある事だけを斷つておくが、定量分析とて別に特種の操作ではなく定性分析法の操作の際に加減する化合物を精密に評定するだけで、其精密の度如何によつて結果の精粗があらはるゝのである。即ち試驗物の一定量に沈澱を起さしむる爲に標準試驗藥の幾何量を要したかを知るので、そして夫を一々記入して置けば試驗の

最終に於て試驗體の成分の量も數字に現はるゝわけだ。かくして化學者は未知の化合體を已知の成分に分ち、或は其中から未知の成分を發見するのであるが、化學史を繙くと此が爲に化學者は高い犧牲を拂つてゐる。或者は手を失ひ、或者は顏を焦し、或者は失明した。然し此等の忠實なる人の高き犧牲によつて始めて自然の扉は開かれ待ちこがれた群衆は自由に莊麗なる科學の殿堂の中を逍遙し得るやうになつたのである。そして其昔渾沌の中より生れ、永く錬金術や魔法と見做されてゐた化學は異常の發達を遂げ、其微に入り細を穿つに至つた結果其中に多數の分科を生じ、又其の應用の廣汎なるためにも種々なる部門を生ずるに至つた。

化學の分科中で最も基礎的なるものは理論化學或は物理化學と稱せらるものだ。此部門に屬するものは主として分子や原子の性質、化合の法則、氣體、液體、固體等の諸性質や諸關係を究明する理論的方面を掌るもので化學の哲學とも言へる。

そして普通にいはるゝ化學は無機と有機とに分れる。此區別は素と生物と無生物との化學の意味であつたのであるが、今では有機化學とは炭素の化合物を取扱ふ化學で、其他のものを取扱ふ化學が無機化學であると思へばよい。

其他其目的と特種の物體のみ取扱ふ點から、微生物の醱酵作用を研究するものに微生物化學があり、食料を研究するものに榮養化學がある。

又電氣化學は主として電流による化學變化を研究し、光化學は光の作用による反應を研究す。此他醫化學あり、工業化學ありで、細かく分類すれば果しもあるまい。そして化學は汎ゆる物質の成分の研究であるが故に、今後他の學問の進步と並行して進步し、其領域の擴大すると共に、其分類も亦益細密となるべきは疑ふ餘地があるまい。

四　自然の循環

A。だん／＼話の範圍が廣くなつて學びたい事は多くなるばかりだが、今日は我々の實生活に近い事のみをお訊ねする事にしやう。君の話によれば、化學は自然の汎ゆる作用と成分とを研究する學問であると言ふが、自然には最早創生がないものだらうか。

B。それは科學の方面から未だ充分に判明してゐない。天文學者の研究によれば、今尚、創生がつゞけられつゝあるやうに思ふ。然し此地球上に於ては恐くは創生はあるまい。よし又あつたと

しても自然で偶然でない。それ故我々の得た經驗は、大部分新しい發見に向つて役に立つだらう。然し化學者として我々の直接に知らなければならぬ最重要なる事は、自然の創生如何でなくして自然の力の分散で、我々の務としては其力を浪費せず、少しでもより役に立つる事だ。例へば我々の居住には、何時、如何なる處に於ても燃料の必要がある。我々は暖氣をとらねばならぬ。我々は機械を動かさねばならぬ。我々は化學反應を誘起せねばならぬ。第一に我々は如何にして熱を得べき乎。如何なる處よりそれが來るかを知る必要がある。一度かく想を馳すると我々の研究すべき前途は尚甚だ遠い。我々が過去に成し來つた研究と發明とのみを顧れば、我々は充分の自信を以て意氣揚々胸をうつだらう。そして我々は近時の汎ゆる發見を吐き出した巨鯨の如く感ずるであらうが、更に我々の前程を望見すれば我々は馬鈴薯の一つにも慣ひしないほど、情なく感ぜざるを得ない。

我々の嘗て成し遂げ、又爲しつゝある事業を、自然に較べて見給へ、其處に我々の事業に於てどれだけの價値があるか、我々は太陽が我々に與ふる熱の本源であり、その輻射線が遠く空間を通つて熱を運び來ることを知つて居る、そしてその輻射線が大地に當る時、我々の身體に當る時、草木に當る時、熱となりて顯はるゝことを知つてゐる。換言すれば太陽の光は潜熱の形に於て大地に達し、輻射エネルギーが熱エネルギーに變じて現はれるのである。恰度我々の拳が電光石火空を切つて動いても何等の變化も其處に起らないが、それが他人の頭にでも當つて見給へ、其時には對手の頭から火花が飛び瘤が生ずるといつたようなものさね。話が少し物騷になつたね、もとへ戻らう。光が草木の葉の上に落ちた時は其處に微妙なる作用が起る。大氣の中には常に炭酸瓦斯がある。常に水分がある。然るに木の葉には細胞に葉綠素があつて大氣中から吸收した炭酸瓦斯と水分とら葉綠素を觸媒とし細胞を壓力裝置として、太陽からの輻射線によつて砂糖をつくる。そして其必か要外に過剩の酸素を放出し、製出されたる砂糖の微分子を集めて再び之を澱粉に變ずる。かゝる澱粉は主として種子に送られ、種子が發芽して自營をなしうるまで、之を保育する榮養物となるのだそして澱粉製造で自然といふ化學者の仕事が終つたのではない、この澱粉は重合して、又ゴムに變ぜられ遂に樹幹枝葉の細胞膜を形成するので、我々は之を纖維素と呼んで居る。此物は我々の工業上に廣き用途をもち、非常に重要視されてゐる。例へば綿は殆んど純粋の纖維素であるのだ。纖維素は畢竟砂糖や澱粉分子が多數集まつたもので、その元素の割合は、全く砂糖、澱粉と異らない。

かくの如く樹木は太陽の光で育くまれ炭酸瓦斯と水分とを吸收して成長し、斷へず炭素と水素と酸素とを纖維素として蓄積してゆく。我々はこの樹木を切り倒して薪として燃燒する。又數千年前に繁茂してゐた樹木が倒れて地中に埋沒せられた時には炭化する。尤も純粹の炭素となるのではない、主として炭素と水素の化合物で、樹木よりは少量の酸素を含んでゐる。この所謂石炭をも我々は燃燒する。

かやうに薪や石炭を燃燒するのは、數十年、或は數千年前から貯えられた熱をうる爲である。エネルギー即ち力は數千年の後まで貯へらるゝ事、恰も我々が時計のゼンマイを卷いて力を蓄ふると同樣だ。水と炭酸瓦斯とが樹木の中で砂糖となり、砂糖が澱粉變にじ、澱粉が纖維に變ずる爲には多量の熱を必要とする。そしてそれが皆太陽のみからとらるゝのだ。樹木の枝葉の繁茂して堅が上に光をうくる面を擴げてゐるのを見れば、斯く多量の熱を吸收しえらるゝ事も首肯される。今假りに一人十五貫の重量ある人を千人一つの臺の上へ乘せて、此臺を一本の棒で支えてゐるものとしたならば、棒に加はる壓力は一萬五千貫である。樹木も數十年數百年の間其枝葉を廣く擴げて絕えず光をとつてゐるのであるから、如何に多くの力を其中に蓄積するかが想像し得らるるだろう。若し一本の樹が五十年間に吸收した熱の量を一時に發せしめたならば、象一頭をフライにする位はわけもない事だ。

我々が石炭を燃燒せしむる時に起る化學反應は如何なるものであるか？ 之を詳密に考ふる事は頗る專門的になるから後に讓るとして、此際起る變化は樹木の生成する作用と丁度反對の現象であつたのだ。樹木が成長する時には廣く枝葉を擴げ、水分と炭酸瓦斯とエネルギーの多量を吸收して酸素を放出したのであるが、燃燒の際は反對に空中から酸素をとり、石炭或は薪中の炭素と水素は、炭酸瓦斯と水とに還るのだ。かくして自然は何等の過不及なく完全に還元作用を行ふ。自然は數萬年の長き間も靜かに機會をまつてゐる。そして一度其機會が到れば完全に還元するのだ。我々は三日の時間すら猶且長く感ずる事がたまたまあるが、自然は時間を省みない。時間を超越してゐる。

木や石炭を燃燒する際には白い煙と黑い煙とが出るが、白い煙は多く水蒸氣で、黑い煙の中には酸素の供給不充分なるため酸化せられない炭素の微粒子を混ずるためである。それに尙一酸化炭素か混じてゐる。炭酸瓦斯即ち二酸化炭素は炭素の一原子と酸素の二原子と化合したものであ

るが、一酸化炭素は酸素の唯一原子と化合したものであるから、酸素の供給が不充分なる場合に生じ易い。此瓦斯は非常に有毒で密閉したる室内で炭火をおこした時などは中毒の危險がある。

A。一寸まつて呉れ給へ。炭酸瓦斯は炭素の一原子と酸素の二原子と化合し、一酸化炭素は炭素一原子と酸素の一原子と化合してゐるとすれば、同じ炭素の一原子が酸素の一原子とも二原子とも化合しうるとは少し理解に苦むね。

B。尤もだ。僕が前に元素の原子價の事を話した時或元素は水素の一原子とも二原子とも化合しうる性質のある事を言つたね。即ち一價元素でもあり、二價元素でもあると言ふ事だ。然し之を一般の場合に應ずるやうに說明するのは餘り專門的に成から唯炭酸瓦斯の場合に限つて述べやう。

炭素の原子價は多くの實驗から四と確められ酸素は二價だ。今君の理解を助くる爲に炭素の一原子が四本の手を有つものと考へて見給へ。二本の手を有つ酸素二つと繫り合ふ事ができるのは分明だらう。然るに唯一の酸素と繫つた場合即ち一酸化炭素の場合では炭素の二本の手は餘つてゐる。で止を得ず其一本の手を組み合はしてゐるが、止むを得ず組み合はしてゐるのだから斷へず何か攫まうとする。つまり不安定の狀態にゐるのだ。それ故其二本の手を滿足さすもの、例へば二價なる酸素一原子、又は一價なる水素二原子を、適當なる方法の下で近づくれば直ちに化合する。之を化合式で表はせば炭酸瓦斯は、O=C=O の形をもち一酸化炭素は、O=C= の形で表はされうる。化合物の組織をよく理解するには、夫が決して唯一本の手を空にして置く事なく自身の手を組合はして置く場合には夫が安定でない事に注意するがよい。そしてたとへ其形に於て完全の安定の化合物でも若し其主なるものが、其屬なるものより一層好ましいものを見出した場合には直ちに夫と結合して以前の從屬者を放り出す。又其從屬者も其主なるものより一層好ましきものがあれば、直ちに其主を捨て丶新しき主に走る。先づ一寸自由戀愛なるものに似てゐると思へばよい。かく化合物の主成分をなすものを化合基と名づける。僕は前に酸類は他の物と化合する時水素を放出すると言つたが、酸類に於ては其水素を除いたものが化合基で、水素は何時でも放り出さるる運命をもつてゐる。ナニ情けない。これは化合物の話しで君のこつちやない。君の如き相思の家庭は僕が保證する、安心し給へ。例へば硫黃は恐ろしく慾張りで六本の手をもつて、ゐる。此原素が硫酸を作つてゐる時は $\begin{matrix}H-O-\\H-O-\end{matrix}S\begin{matrix}=O\\=O\end{matrix}$ 即ち水素二つと酸素二つを攫んでゐるが、之と苛性曹達を化合せしむると水素を放出して其代りに曹達を引き入れ、硫酸から見做された水素

苛性曹達から離緣になつた酸素水素は水となつて新世帶をもつのだ。で硫酸中の硫黄と酸素は化合基をなして多くの場合見棄てらるゝのは水素である。

A。然らば元素は其數こそ異なれ孰れも皆手をもつてゐるものかね。

B。恐くはそうであらう。然し今日までの研究では手の無いやうに見ゆるもの、即ち化合物の存在しないものもある。即ち空氣中に存在してゐるアンゴン、クリプトン、ネオン、クセノン又は、ヘリウムの如きものがそれだ。然し之等の物は極めて不精者で容易に手を出さないのであらう。昔し信濃國の物臭太郎といふ男は仕事といふ一切の仕事を嫌つて物乞になり、その物乞ひさへも物憂しとしたが、一度京都へ出仕してから性質が一變してしまつたそうである。今のところ、は化學者が之等の不精なる元素に機會を與ふる事ができぬので、若し機會を與へてやれは其手を引張り出す事ができるだらうとも思はれる。

A。成程君の元素の手の說明でよく元素の化合する狀態も明になつたが、我々は熱をつくる石炭や樹木によらず直ちに植物が爲す如く、太陽の光線を利用する方法がないものだらうか。

B。それが問題だ。限なく殖える人間が限ある土地に住んで、限りある植物や石炭を燃料に使用してゐては、何時か一度は燃料なしに生活しなければならぬ悲慘の時が來るだらう。ボロニャ大學の敎授チアコモ、チアミチアンが嘗て紐育で演說した言葉の中に「……なぜ我々は太陽のエネルギーの化石――石炭――のみを用ふるか。なぜ我々は植物が爲す如く直接に太陽の力を利用せぬか……」といふ名句がある。此問題は苟も化學者なるものが必ず逢着する問題であり又共同の惱みとするものである。我々が植物の如く太陽の輻射線を利用する爲には、恰も植物の葉の働をなすべき機械を案出せねばならぬ。チアミチアン敎授は必ず斯る機械が案出さるゝものと信ずると言つた。そして彼は地上に散布さるゝ太陽の熱量を計算し、一日六時間太陽の輻射線を受くるものとして充分の損失を見積るも、猶且つ一平力哩に就て二千五百噸の石炭より得る熱量に等しい熱が得らるゝとした。さすればサハラ沙漠だけでも一日六兆噸の石炭が發する熱量に等しい熱をうけてゐるわけだ。

そして彼は此方面に於ける化學の進步と硏究とを示し、彼は何時か太陽の熱を利用しうる時代が來る。此時代に於ては人口は熱帶地方に稠密となつて光線を利用する爲に多くの硝子の建物が建てらるゝだらう。かゝる時代が來れば自然に比して性急なる人間の工業は眼の廻るやうに急が

しからう。そして最早石炭を掘り樹木を伐り倒す必要はなく、太陽の輝く限り永く繁榮は續いてゆく。若し太陽が最早熱を與へなくなる時節が到來すれば、人類も亦、滅びる他は無いのであると豫言した。僕は常に植物を眺めてから思ふ。「若し我々が植物の働に代るべき裝置を發見しうれば、我々は今日より尚多く樂しき時間を有ちうる」と。

五　燃料と空氣

A。君の平易な黒人離れのした說明で化學變化の理由も判り、僕は當初君に訊ねたいと思つた以上に物識りになつたが、昔からの喩の通り隴を得て蜀を望むで、せめて日常眼にふれる普通の物質の組織だけでも知りたくなつた。どうだらう、君のお序でと言つちや失禮だが夫を說明してくれないか。

B。まだ〱君は素人だ。君は日常眼に觸れるものは皆簡單のもので、化學者と言はるゝ人が皆何か珍奇の物でもいぢくつてゐるやうに思つてゐるらしい。然し事實は全く反對で、日常我々の口に入る米を微細に研究して一生の事業としてゐる人もあらうし、蔬菜の研究に日も尚足らぬ人もあらう。そして又其蔬菜を養ふ肥料の研究に沒頭してゐる人もある。恐らくは又其蔬菜や肥料中の細胞膜とか燐とかに一生を費してゐる人があるかもしれぬ。それを思ふと我々は自然が如何に廣大で同時に又如何に微細であるかに驚嘆する。化學的見地よりすれば、日常眼に觸るるものにして非常に複雜なる化合物があり、素人の珍奇に思ふものにして却つて簡單なるものがある。で此處には日常我々が感觸するもの中で、化學的に簡單なる物に就て多少の說明を試むる事としやう。

已に、僕は太陽の熱が數十年乃至數千年の間植物中に蓄積され、夫が何時か還元さるゝことを話したが、其蓄積せる物即ち燃料には固形體あり、液體あり、氣體ありで、孰れも石炭の如き固形體と其變化の行程に大差はない。つまり孰れも太陽のエネルギーを蓄積したもので、燃燒によつて之を還元するのだ。石油や天然瓦斯の生成に就ては面倒なる說もあつて、石油は多く古き時代に棲息した微小なる動物體の分解に起因し、時たま植物から生じたものもある。そして其化學組織は炭素と水素の系統正しき化合物で、其合成の單純なるものは輕く、複雜となるに從つて重い。そして多くの場合多少の硫黄と窒素とを隨伴するものだ。又天然瓦斯は石油地帶に於て其輕きものが地中よ

り發散する事もあるが、石油地ならざる地方に於ける瓦斯は、多くメタンで炭素の一原子と水素の四原子と化合したものだ。よく沼澤地などに夏日ブク／＼と水中から瓦斯の發散してゐるものを見るのはメタンの發散するので、此瓦斯に沼氣といふ名の與へられたのも夫が爲めである。此瓦斯は少し口の廣い壜に水を充たして其上を硝子板で蔽ひ、溝の中で倒立して靜かに硝子板を除き、下からドブの中を竹棒で突つくと、下から上つて來た瓦斯と壜中の水とが置換されて容易に採取される。之を起立して壜の口へ火氣をもつて行くと點火するが、此瓦斯は空氣の少量が混合すると爆發するから採取の際は充分注意せねばならぬ。

兎も角、燃料其物の形狀は怎うあらうとも、之を燃燒する爲には多量の空氣が必要だ。即ち瓦斯燃料や液體燃料は空氣と共にバーナーから迸出せしめ、固形燃料にあつては火床の上へ廣面積に擴げて空氣との觸接を容易にする。單純に考ふれば、有り餘つた空氣中で可燃性の燃料を燃燒せしむるのは雜作もない事のやうだが、實際充分の空氣を供給して出來うる限りの火力を得るのは中々の難事である。それ故バーナー、火床、煙突等燃燒を助くるもの、構造にも多數の考案があつて燃料の最大能率を得んとしてゐる。火鉢に火を起すのでさへ科學智識のない人と有る人とは直ぐ判かる。之は寧ろ常識といつてよいかもしれぬが、簡單なる常識判斷は炭を起させて見るとよくわかる。火鉢の炭でさへよく起されぬやうな人は必ず頭が惡るいものだ。

空氣の事は又後で詳しく御話するとして、空氣は容積にして酸素の五分の一と窒素の五分の四と混合してゐる。で點火した燃料附近にある空氣は熱の爲に動搖して、燃燒の爲めに必要なる酸素の觸接が容易になるに相違ない。然し同時に燃燒の防げをなす窒素をも動搖せしめて防害の度も增加する。そして其防害物が必要物の四倍もあるのだから燃燒の困難は君も大方推察されやう。たとへば園遊會の會場の入口に用もない群衆の雜閙してゐるやうなもので、夫が爲に却つて通劵をもつた人の出入に防害となるやうなものだ。で若し空氣中から不用の窒素を除き酸素のみを供給して燃燒を助けては怎うかといふ疑問は當然起る。酸素は空氣を液化せしめて採取する事ができるが、酸素のみを供給すれば又餘り燃燒力が強大で、ボイラーの鐵板や火床が溶解してしまふから應用し難い。その上液化に費用を要しそして燃料も極めて短時間に燃え盡すから、却つて經濟上不利益となるのだ。

以上の外燃燒裝置としては石炭を微細の粉末とし、壓搾空氣の適量と共に吹き出す方法がある

が、此方法では空氣がよく混合するから燃燒の損失が少く、石炭中の炭素分はよく燃燒して炭酸瓦斯となり灰分と殘滓が殘るばかりだ。然し此方法には二つの困難が伴ふ。一は灰分の不斷の除去ができない事で、一つは一部分の火力が極めて高い爲めボイラーの壽命が短い事である。唯特種の場合、例へばセメント窯などには至極適當で此方法が可なり廣く採用されてゐる。

石炭の若いものに泥炭がある。泥炭は我國に於ても諸處に見出され、西歐州やカナダには多量に産出するもので、アイルランドの如きは其面積の十分の一が泥炭層で蔽はれてゐると言はれてゐる。然し泥炭は非常に多分の水分を含み通常其十分の九は水分だ。それ故燃料に使用する前先づ其水分を除去する事を必要とするが、それには單に壓搾したのみではいけない。壓搾と同時に熱を加へ、尚使用前乾燥せねばならぬ。然し現今ではかゝる手數があるのと火力の弱い爲に其分布の廣い割合に使用の途は開けてゐないが、今日の如き燃料問題が喧しくなつて來ては、軈て廣く使用さるゝ時がくるだらう。

泥炭に比較すれば褐炭は一層石炭に近いもので水分の含量も普通三割五分位のものだ。そして此量は日向で乾燥すれば一割五分位に減ずる事ができる。我邦に於ては褐炭の分布は甚だ廣く大抵の國で産出する。近時は之を蒸餾して木炭の代用物を製出してゐるものが多い。若し其裝置さへ適當であれば有望の事業であるだらう。

又石炭の品質が優良なるものに無煙炭がある。かゝる石炭は煙の發散を厭ふ仕事、例合ば軍艦の如きものに使用さるゝ事は君も承知の通りだ。

右の如く石炭の品位は其中に存在する炭素の量と謂つてよい。で各種の石炭の品位即ち含炭素量を比較すると、

泥炭は	百分の六十
褐炭は	百分の七十
黒炭は	百分の八十
無煙炭は	百分の九十

で、粗惡の石炭は唯に含炭素量が尠いのみならず、雜物が多いから甚しく火力が弱い。

市販の石炭は三種に篩ひ分けられてゐる。一番大きな塊のみを集めたものを塊炭と云ひ、最も細かいものを粉炭と謂つてゐる。そして其中位にあつて多少の粉炭を雜ゆるものが切込みで、普

通ボイラーの燃料に使用するものは切込が最も多く、ストーブ等には塊炭に限られてゐる。粉炭中の又最も微細の粉末は前に述べた如く特種の裝置で空氣と共に噴出して使用されうるが、現今では其需要が廣くないので之に石油精製の殘滓なるピッチを混和してコール、ブリッケットを製造する。即ち粉炭を煉瓦狀に固めたもので海軍の德山練炭所で盛につくつてゐる。此方法は頗る經濟的の考案で、孰れも貯藏運搬に手數の多き粉炭とピッチとを混合して一定の形狀となし、塊炭の如く使用し得られ、然かも塊炭よりは遙かに火力が高く利益がある。

石油瓦斯は石油地帶の民家に於て火爐に使用してゐる處もあり、石油家は之をガス、エンヂンに使用して堀鑿、採油等に從事してゐるのもある。又其瓦斯中の比較的重いものは之を冷却して液體となし輕い瓦斯から分離する。ガソリンは素と石油を分餾して製出されたものであるが、現今では油井より發散する瓦斯からも製出されるやうになつて著しく產額が增加した。然し石油地帶より遠隔の地方では石油瓦斯の恩惠に浴する事はできない。で他に瓦斯の製出を思ひ立たなければならぬので石炭瓦斯が製出さるゝやうになつた。勿論メタンやアセチレン瓦斯等も使用されうるが、孰れも危險が伴ふから化學智識なき一般の人の使用に供する事はできず、メタンの如きは燈火用として全く不適當だ。

石炭瓦斯を作るには石炭を乾餾し、夫から出る瓦斯を冷却して固化若しくは液化するものを除き瓦斯分のみを使用するので、かくすれば鐵管內に凝固物の附着する虞もなく遠方へも送達されうる。そして乾餾後釜に殘るものはコークスで、分餾の際冷却して固化するものにタール、液化するものにアムモニアと石炭酸とがある。かくして得たアムモニアや石炭酸は勿論不純であるから之を再精して純良品をうるので、タール中には彼の染料として極めて重要なるアニリンが含有されてゐるのである。此瓦斯は可なり毒性で、石炭瓦斯の百分の二を含有する空氣を一時間呼吸すれば死に到ると謂はれてゐるから、凡て家內の瓦斯裝置は瓦斯の漏洩せぬやうに注意すべきで、若し少しでも漏洩する個所があると、夜中戶障子を密閉して眠に就いた後などに中毒し易い。殊に西洋室には瓦斯の漏洩の爲にあたら命をおとした例が澤山ある。

瓦斯を燈火用に使用するには、唯瓦斯に點火したたけでは光輝が弱いからマントルを使用するのは何人も知る通りだ。此マントルは綿絲若くは絹糸で造つたもので之をトリウムとセリウムの硝酸鹽の溶液に浸すのだ。そして使用の前一旦點火して綿若しくは絹を燃燒し、酸化セリウムと酸

化トリウムの網に變ずる。斯くした網は酸化セリウム一と酸化トリウム九九との合成から出來てゐる時に、最も光輝が强いが其理由はまだ分明ではない。近頃之が代用品として珪素を含むラミー麻でマントルを作り之を

シエラツク
アルコール
エーテル
樟腦

の溶液に浸したものが使用せられる。然し是は燃料と言ふよりは燈火に關してゐるから此話は後廻しとして今一つ重要なる燃料に就て話を進めやう。重要なる燃料とは他でもない、我々日本人には最も親しい薪だ。我々が薪を燃す際には種々なる化合物が生ずる。かの煙の眼を刺擊する如きは單に炭酸瓦斯を生ずるほか、他に化合物の存在する事を證るすものだ。此事は木材を乾餾して炭を造る時によくわかる。我邦の製炭法には古來・土窯といつて土で窯を築き其中に木林を重ねて化成する方法と、石窯と言つて石で築いた窯中で化成するものとの二種あるが、石窯中で高熱で化成した炭は堅密にして炭素の含量が多い。一般に炭素の量は恆熱で炭化時間を長くしたものに多く、四〇〇度位の溫度に於て極めて緩徐に炭化を行へば、最も炭素の含量の多い炭が得らるゝものだ。

然し窯で造つた木炭は其質が均等でなく、窯の內部に出來たものは八五％の炭素を含有するに反し、外側のものは七三％の炭素を含むのみだ。

若し此裝置を一層化學的にして木林をレトルト中に入れて乾餾し、其から出る煙を冷却すると木精ができ醋酸が出る。脂の多い軟質の木からはテレビン油やタールが出る。之を精しく示すと、

一、木瓦斯（燃料となる）
二、木醋酸
　a、メチルアルコール
　　フォルマリン
　　人造染料の原料

b、木醋酸石灰（人造染料――媒染劑――食醋――醫療用）アセトン（火薬――醫療用）

c、木醋酸鐵媒染劑

三、木タール（木材防腐劑）

輕油（石油ベンヂン代用）

テレビン（松樹より）

重油（木材防腐劑）

クレオソート

四、木　炭

の如く種々の用途に供せらるゝ化合物を生ずるのである。尚木材の化學工業的用途としてはパルプの製造に供せられ、又其六割がセルローゼであるら、之に强硫酸を加へ加熱してアミロイドに變じ後水を加へて硫酸の一乃至二パーセントを含むまで稀薄し壓力を加へながら、百二十度に熱すると容易に葡萄糖となる。斯くして得た糖はまだ工業的に純粹品を製するに到らないが、動物の飼料位にはなる。そして此葡萄糖に酵母を加へて醱酵させればアルコホルとなるのだ。少しく多く木材を引き割る工場などへ行くと鋸屑が山と積まれてゐる處があつて、其一部分を燃料に供する外持て餘してゐる處があるが、化學者の眼から見ると實に勿體なく思ふ。若し我邦に於ても今少しく化學の智識が普及したなら廢物利用の途ももつと開けるだらう。

A。松の枝を折つて臭を嗅ぐとテレビン油に似た臭がするから木材からテレビン油を採取する位の事は僕も想像ができるが、それが砂糖やアルコホルに變ずると聞いては、到底僕等の想像の限りぢやない。で君は先刻一寸燈火の話をしかけて直ぐよしてしまつたが、せめて有りふれた蠟燭の話なりと説明して呉れ給へ。僕等が幼い時分は到る處蠟燭屋といふ職業があつて大きな鍋に油を熔いたものに紙の蕊を突込んで引上げて手でならし、ならしては油に漬け次第に大きさを增して青黄色の蠟燭を造つたものだが、今はあまり其樣な職業も見當らず、蠟燭の色も白色の半透明の美麗な物に變つたが、つまり製造法が化學的にでもなつた譯かね。

B。從來の日本蠟燭の需要の少くなつた結果、其職業の著しく減じたのは君の説の如くだ。然し今日主として用ひらるゝ西洋蠟燭といふものは單に製造法の相違のみでなく蠟其物が違ふのだ。日本蠟は黄櫨、或は漆の實の中の脂肪を採取したもので主に軟脂酸（パルミチン酸）とグリセリン

の化合物であるが洋蠟は軟脂酸、硬脂酸（ステアリン酸）、油酸（オレイン酸）とパラフキンの化合物である。之等の酸類の化合物は又君の日常使用する重要品の主成分をなしてゐるが、夫も後廻しとして蠟燭の次に燐寸の話でもしやうか。燐寸は薪を燒くにも烟草を吸ふにも、毎日使用され、一日も欠く可らざるものであるが、特に蠟燭と言へば直ぐにマッチと聯想さるゝほど緣が近い。何處の國でも昔は石と石、石と金、木と木、木と骨等を摩擦して火種を得たもので、それから進歩して木の薄板に硫黃を附着した所謂附木などが出來たのだ。然し孰れの方法も今日の燐寸に比すれば簡便と的確の度に於て同日の話ぢやない。

燐寸の藥品の主なるものは其名稱の示す如く燐である。僕は前にブランドが尿から燐を發見した事を話したが今では尿から製造せず動物の骨から製出する。動物の骨の中には多量の燐があつて、骨は化學的に言へば燐と石灰の化合物即ち燐酸石灰である。で此の骨を粉末にして之に砂とコークスとを加へて蒸餾すると黃燐が採取される。黃燐は極めて毒性のあるもので一人の體中に存在する燐の量だけで貳十七萬人の人間を殺しうるのだ。又發火點が低く約六十度に於て發火するから危險も甚しい。之を二硫化炭素に溶解した溶液で本板上に文字を書いて暗い處に立掛けておくと明かに文字をよむ事ができる。普通蠟マッチと言つて着物に擦つても點火するマッチは黃燐マッチであるが、我々の家庭で日常使用する安全マッチと言ふのは赤燐を主劑としたものだ。赤燐は黃燐を酸素無き所で二六〇度に熱すると得らるゝ赤褐色粉末で、此兩者の性質を比較すると

黃燐	赤燐
黃白色臘狀	赤色の粉末
比重一・八	比重二、一
四四度にて熔く	熱の爲に溶けず
二硫化炭素に溶く	二硫化炭素に溶けず
暗所に光を放つ	光らず
空氣中にて急に酸化す	空氣中にて極めて徐々に酸化す
六〇度にて發火す	二三〇度にて發火す
有毒	有毒ならず

安全マッチの製法にも種々の方法があるが現今採用されてゐるのは主に瑞典式製法で、箱と軸木に塗布された藥品の摩擦で發火するやうになつてゐる。其一例を示すと

箱には　赤燐、硫酸アンチモン、硝子粉、膠の混合物を塗布し

軸木には　鹽素酸加里、重クロム酸加里、鉛丹、硫酸鉛の混合物を塗布する。

そして赤燐の發火點は二百三十乃至二百五十度であるから黄燐マッチの如く危險がない。

近時黄燐の代りに硫化燐或は黄燐、と臭化燐との混合物を用ひてマッチを造る事が案出されたが此方法で作られたマッチは黄燐より遙かに安全で無害である。

A。御説の如く我々は今日燐寸のお蔭でどれだけ生活上の便宜を得てゐるか知れない。若し我々の生活からマッチを除いたならば、電燈の消えた位のものでなく生活の上に大變化を來さねばなるまい。そこで燐寸は摩擦によつて發火するものとして此發火作用にはやはり空氣が必要のものであらうか。

B。發火作用即ち發火の動機に必要なるものは熱で、黄燐の如き發火點の低いものでは一寸衣類に摩擦しただけでも、摩擦の爲に起る熱の爲に發火する。然し發火と同時に燃燒が始まるので燃燒の爲めに空氣の必要がある。若し空氣なき所で熱を與ふれば燐は燃燒せずして氣化する事は燐採取の操作に就て考へても知られるだらう。

A。では燃燒には何時如何なる場合でも空氣の必要があるものと考へて差閊へないわけだね。

B。殆んど間違はなからう。時たま鹽素中で金屬の夫と化合する狀態などを燃燒といふ事もあるが燃燒とは空氣中で物の急速に酸化する狀態と思惟して差閊ない。

A。君は前に空氣が、酸素の五分の一と窒素の五分の四の混合物であると言つたが、若し今或る密閉した容器中で物を燃して、其酸素の全量を化合せしめ盡したとしたなら窒素だけが殘るだらうか。

B。僕が前に空氣が窒素八分と酸素二分との混合物であると言つたのは其大體の區分をしたまでゝ空氣中には酸素と窒素の外に尚數種の元素が存在してゐる。それはアルゴン、ネオン、ヘリウム、クリプトン、クセノンで、此他酸素の一種なるオゾン、炭酸瓦斯、水蒸氣、亞硫酸、アンモニア、硫化水素、微生物、塵埃等がある。凡て空氣中に存在する酸素外の元素は極めて作用が遲鈍で、今以て窒素の外は化合せしむる事ができない、從ってそれ等の化合物も見られない、それ故古來空氣を實驗した人は數限りもなくあるに關らずネオン、ヘリウム等の存在が知られたのは最近の事だ。空氣を實驗した人の多くは君の考ふる如く空氣中の酸素を化合せしめて其殘餘を

窒素とし、窒素を化合せしめて其殘餘を酸素とした。それ故前の場合では此等遲鈍の元素は窒素の中に殘留して窒素と考へられ、後の場合では酸素の中に殘留して酸素と速斷されてしまつた。そして偶々此兩實驗を併用して其處に重要なる誤差を見出した人も、却つて其實驗の不完全より生ずる誤差であるとしてしまつたのである。勞働運動などに參加して演說の一つもしたり、警官に楯ついたり、拘留を喰つたり萬事活潑にやつてのけると、翌日の新聞には特號活字かなどで直ぐ其人物の存在が公表されるが、君や僕の如く社會的に不活潑なものは存在が知られない。つまり社會上のヘリウム、ネオンの徒だね。然し空氣の成分でさへ明かになつたのは一七五〇年以後の事だ。其前には燃燒の理由を說明するにフロギストン說といふものがあつて燃燒はフロギストン放出の狀態であるとしたものだが、佛國の有名なる學者ラボアジエー（一七四三年――一七九四年）が始めて燃燒とは酸化である事を發見した。此實驗を重ねて空氣の成分を研究する際ラボアジエーは早くもアルゴン、ヘリウム等の存在してゐるヒントを得たのであるが、惜しいかな彼はそれを彼の實驗上の誤差としてしまつた。此樣な例はよくある事で測量に從事してゐるものはよく經驗する。一地域の測量中附近に磁針を偏向せしむる鑛山のある事を知らずに測量してゐると、何時も一定の誤差が生ずるので器械の精度に疑を抱く事があるものだ。

或人の實驗によると空氣は

	リットル	グラム
窒素	七八〇、三	九七五、八〇
酸素	二〇九、九	二九九、八四
アルゴン	九、四	一六、七六
炭酸	〇、三	〇、五九
水素	〇、一	〇、〇一
計	一〇〇〇、〇	一〇〇〇、〇〇

から出來てゐると言はるゝ。此は勿論ヘリウム、ネオン等極めて微量の元素はアルゴンとして計算したもので、炭酸や水素等の量も、時と處とによつて相違のある事は言ふまでもない。

炭酸瓦斯は前にも言つた如く動物が吐き出す呼氣中にあるもので、動物には不必要なる此廢物が植物には重要の營養素となるのだ。そして植物は又動物に必要なる酸素を吐き出す。どうだね

自然の作用は此一事だけでも到れり盡せりではないか。若し僕等の家庭で此作用の一端だも眞似し得たなら我々の生活費は半減されやう。地球上の動物が一日に吐出す炭酸瓦斯の量は十五萬噸に上るといふ事だ。之が植物のお蔭で新鮮にされるのだから、此處に想ひ及ぶとたとへ路傍の草一本だに無駄には摘まれない。空氣中の炭酸瓦斯の量が千分の一以上に上ると頭が痛む。市街地や工業地の不健全は思ひやらる〻ではないか。若し假りに十里四方の地域内にでも一本の植物さへなかつたならば空氣はどれ程悪化するか。斯る地域で唯賴みとするものは雨と雷電のみだ。雨は空氣中の炭酸瓦斯を溶解して地に運び、雷電は空氣中の酸素をオゾンに變じて空氣を新鮮にする。オゾンとは酸素中へ放電した時二原子より成る酸素の分子が三原子のものに變じたもので、斷えず其原子を放つて、より安定な酸素に歸らうとする爲に强烈の燃燒性をもつてゐるものである。凡て或化合物から分離したる元素の原子は强い化合性をもつもので、斯る狀態にある原子を發生期の原子と呼ぶのだ。空氣は地球の四圍を取卷いて其厚さは貳十五里位ある。そして重力の爲め上層から下層と次第に濃厚になつてゐる。通常の場合地表面に於ける空氣の壓力は七百六十ミリメートルの水銀柱の重さに等しく、之を常氣壓と謂つて是以上を高氣壓、以下を低氣壓といふ。

高い山に登ると呼吸が苦しくなり、又はお飯が沸騰しても尚半煮であるのは、上層に於ける空が稀薄になり、從つてその壓力が弱い爲である。又空氣は熱の爲に膨脹して稀薄となり壓力が低くなるから、地球上熱帶地方に於ては低氣壓が生じ易い。我邦の夏季に多く襲來して農作物に害を被らす低氣壓はマリヤナ群島附近に發生するものが多い。

A。空氣が熱の爲めに膨脹する事は理屈上分明でないとしても、我々は日常の經驗で知つてゐる。然し此處で君にお訊ねしたい事は、空氣に熱を與へ或は冷却すれば限りなく膨脹し限りなく收縮するものだらうかだ。

B。膨脹の極限はまだ知られてゐない。然し收縮の限度は知られてゐる。空氣のみならず凡ての氣體は攝氏の一度だけ溫度を低下する毎に、零度の時の容積の二百七十三分の一だけ收縮するものだ。それだから理屈としては溫度を貳百七十三度だけ低下すれば、容積は無となつてしまふ。つまり容積がなくなるわけだが、氣體の多くは斯る溫度に達する前に液化してしまふから不都合はない。それ故化學者は攝氏の零點下二百七十三度を絶對溫度の零度と謂つてゐる。凡て氣體を液化するには或は氣體が液體となるには、一定の壓力と一定の溫度を要するもので之を臨界壓力、

臨界溫度といふのだ。參考の爲に種々の元素及び化合物に就て之を示すと、

	溫度	氣壓	沸騰點
ヘリウム	−268ヨリ大	2−3	−268.7
水素	−241	15	−252.5
窒素	−146	34	−195.6
酸素	−118	51	−182.8
一酸化炭素	−140	36	−190
炭酸瓦斯	31	73	−78(昇華點)
アムモニア	131	113	−33.5
亞硫酸瓦斯	157	78	−8
水	374	17.5	100

空氣を始めて液化したのは英國の化學者デュワーで之を工業的に製造する考案を立つたのはリンデーである。壓力を加へた空氣が狹い隔障を通過するとして、後急に壓力をとり除けば四十分の一度だけ溫度が降る。リンデーは此理を應用したので空氣を壓縮し反覆し之を繰返す裝置を考出した。然るに之を納むる容器は普通の容器では役に立たぬ。でデュワーは二重壁の間の空氣を排除した容器を製作し之に液體空氣を充たした。然しかゝる容器中でも溫度の高い時には斷へず氣化する、といつて容器の口を密閉すれば爆發の虞がある。それ故口には綿をつめて氣化した空氣の逸出にまかする。今日旅行等に用ひらるゝ魔法壜なるものはデュワーの容器を簡略にしたものである。

液體空氣は水の如く透明清澄で稍青味を帶び比重も亦殆んど水に等しく零下一八二度で沸騰する。ゴム球の如きものを此中に漬けると彈丸の如く硬くなつて、之を床上に投げ附くれば粉碎する。其用途は潛航艇、潛水夫等、空氣を得難きものが携帶して所要に應じて氣體の空氣を作り得又寒冷劑として諸種の用途に充てられる。又ダイナマイトの代用物として岩石の破碎に使用されるが、若し爆發せざる場合でも直ちに飛散するからダイナマイトの如く危險がない。然し今日最も用途の廣いのは酸素及び窒素の製出だらう。液體空氣中の酸素は零下一八二度に於て氣化し窒素は零下一九五度で氣化するから、氣化した窒素をカルシウムに吸收せしむれば酸素だけが殘る。

かくして窒素を吸收した石灰はシアン化合物、肥料等の製造に使用され、酸素は金屬の融解接合、醫療用等に使用される。金屬を熔解接合するには一方より酸素を送り一方より水素若くはアセチレンを送つて二つの瓦斯が火口の附近で混合するやうにするのである。

凡て液體が氣體に變ずる爲めには熱を要する。若し特に所要の熱が與へられぬ場合には容器や其附近の物體から熱を奪つてゆく。それ故此理を應用して液體空氣や液體アムモニアを寒冷劑に使用する。人造氷のアムモニヤ法に於ては、壓縮して液化したアムモニアを充たした鐵管を氷とすべき水中に通じ、俄に鐵管の栓を開放してアムモニアを氣化せしむると、アムモニアは水の熱を奪つて水を氷に變ぜしむる。そして一旦氣化したアムモニアは他の容器に集め再び凝縮して使用しうるから便利で、此方法を行つて池の水を凍らしスケート場に充てゐる所もある。

窒素が肥料として重要なるものなる事は何人も周知の事實であるが、荳料の或植物を除いては空中から直接之をとり得ない。荳科植物は根瘤バクテリアの媒介で空中より窒素を吸收しうるのだ。

窒素肥料は素と硝石の如き窒素の化合物を用ひたものであるが、輓近空中から窒素を採取する方法が發明されて供給が豊かになつた。

窒素肥料は主として硫酸アムモニウムであるから、窒素肥料の製造法は即ち硫酸アムチニアの製出法であつて、之にも多數の特許があるが其主なるものを示さう。

第一は窒化石灰に水蒸氣を通じてアムモニアを造り之を硫酸に吸收せしむる方法である、

第二はセルペック氏法で、酸素とアルミニウムの化合物ボーキサイト（鐵礬土）と稱する鑛物と炭素との混合物に窒素を通しながら廻轉式電氣爐で一八〇〇度位に熱すると、酸化アルミニウム中の酸素と炭素と化合しアルミニウムは窒素と化合して窒化アルミニウムができる。で窒化アルミニウムを苛性曹達の溶液中に煮れば窒素はアムモニアとなるから、之を硫酸に吸收せしめて硫酸アムモニウムをつくるのだ。

第三はシエーンヘル法で空氣に電氣の火花を通ずる方法である。

第四は空氣を電氣爐で熱する方法でベークラド及びアイデ氏法と言はるゝ。

第五は空氣中から窒素をとり別に水素を製造して觸媒の作用により、之を化合せしめアムモニアをつくるのである。これは最も經濟的な方法でハーバー法と呼ばれてゐる

然し現今では其生産費が尚不廉である爲に窒素其物は空氣中から無代價で得らるゝに係らず、全く天然窒素肥料を壓倒するに至らないが、尚一層電力を安價に供給し得、且其方法に改良を施して、より充分なる窒素を採取しうるに至る時機が來るだらう。

六　水

A。御說明で空氣の事も明瞭になつた。君は先刻液體空氣が氷の如く透明清澄で比重も亦水に等しいと言つたが、自然はなぜ水の代りに液體空氣を供給しなかつたのだらう。

B。君の疑問は一寸解し難い點があるが、君は自然が液體空氣を水の代用物として供へ、そして我々人類はじめ、凡ゆる動植物がそれによつて生活し便益を得るやうに造られたならば、尠くとも空水同一で萬事に好都合だと言ふのだらう。若し君の疑問を擴張すると、空氣と君の所謂水とを同一組織とする爲に、凡ゆる物體若くは物質の組織を變へなければならぬ事になる。そして其變へられた世界にどれだけの便益があるかは我々の推理の限りではないが、現在の世界の一部分を改造した位では到底液體空氣を水の代用物とする事はできない。已に前にも述べた如く液體空氣は極めて低い温度に於てのみ安定である。然し假りに斯る低溫の中に動植物が生存し得るものとしても、混合物なる空氣は化合物なる水ほど安定でないから、僅かの溫度の變化でも直ぐに蒸發し、或は其混合の比に變化を生じ易い。此點に就ては水は化合物として安定なるのみならず、非常に强固なる化合物で其物理的性質から言つても我々の生存には理想的のものだ。で水、それはど安固である爲めに、一七八一年カベンヂッシュが水素を酸素中で燃燒せしめて、水を得たまでは元素と考へられてゐた。自然は液體空氣を供給する代りに其中の窒素を水素に入れ代へ、且つ之を化合せしめて水をつくつた。空氣と水とは酸素を中心にして窒素と水素とを兩翼とした生命の二大惠澤である。動物は或時間內空氣と水とのみで生命を保ちうるではないか。米が必要だからと言つて米のみでは一瞬間も生命は維持されない。味噌醬油は勿論の事、カルシウム、ヴィタミン又然りではないか。そして容易に氣化し液化し固化する此化合物は水蒸氣となつて、我々の皮膚を滑澤に保ち、水となつて飲用され、機械を動かし、雪となつてエネルギーを高い所に蓄積してくれる。我邦の如き氣候適順なる地帶にあつて、中央に連亙する山脈のある國では雨雪が適當に分配され、且つ到る處良水が得らるゝから水の有難味を知らずにゐる人が多いが、一度良水

を得られない地方へ踏出すと始めて水の貴さが判る。沙漠を旅行する人は金貨よりも水を貴しとする。昔アレキサンダー大王がペルシャへ遠征したとき水に苦んで一椀の水を其従者に求めた事がある。すると何處より得たか一人の從者は兜に水を充たして王の面前に持來つた。王は感喜して直ちに之を飲まふとしたが全軍の視線が兜の水に集つてゐるのを見ると、獨り自ら飲むに忍びず之を大地にあけてしまつたと。昔の人間は家畜を伴ひ水を求めて遍歴したとある。水のある處即ち草あり木ありで又人の住むべき地だ。まだサハラの沙漠へ水道を布設する計畫をした人はないやうだが、どうだね君が率先して水道を布設し住宅地を供給しては、ナニ笑ひ事ぢやない。亞米利加への移民は兎角問題を起し易いが、此計畫をやれば譯もなく國際聯盟會議を通過するよ。やつて見る氣はないかね。是こそ天下晴れて大仕事だ。誰かの詩に Unmournd let me live or die unknown. と歌つた句があるが苟も人類の福利を增進する爲ならば、名を一世に轟かすも亦愉快ぢやないか。然しかゝる餘談はさて措き、始めて水を酸素と水素に分解したのはラボアジエーで一七八三年に成功した。水を分解するには電流を通ずるのが最も容易であるが、焃灼したる鐵の上へ水蒸氣を通じても分解し得られ。ナトリウム、カリウムの如き金屬を水中に投じても分解されて此くして得た酸素と水素の量を計つて見ると、酸素一原子と水素二原子から成つてゐる事が知られるのである。

水は攝氏の百度で氣化し零度で固化する事は何人も知る通りであるが、攝氏四度の時に最も其容積が小さい。即ち溫度が四度より高くとも亦それより低くとも其嵩は增すのである。彼の冬日、墓石等の割れ易いのも石の細い割目へ流れ込んだ水が凍結する際嵩を增す爲めである。天然水には軟水と硬水との二種がある。硬水とは酸性炭酸石灰の如き水に溶解し易い鑛物を含む水で、水が通過する地帶の狀況によつて硬性となるのだ。それ故地水は多少硬性で、かゝる水は鐵瓶の内部へ多くの湯垢を殘し、茶の湯としてお茶がまづく、石鹼を使用しても泡が立たない。之に反して雨水は空氣中を通過する際少量の炭酸瓦斯や有機物を伴ふのみであるから軟水である。又河水は山谷から流れ落つる水が硬水であつても光線と空氣中の炭酸瓦斯に觸接して含有物を沈澱せしむるから軟性となつてゐる。海水は通常三割五分の鑛物を含み其大部分は食鹽である。此他溝水等には多分の有機物を含み有害である。水の中にある有機物の多少を知るには、淸水に過マンガン酸加里を溶解し、僅かに紅色を呈した試驗液を試驗すべき水中に加へ、其褪色の度合を見るので、

容易に紅色の消えない水は有機物の含量少く、直ちに褪色するやうな水は含有量の多いのである。

水は非常に溶解性に富み溫度の高まるに從つて、其溶解度も高まるのは人の知る通りだ、で地中から種々の物質を溶解して湧出したものに鑛泉がある。鑛泉は其含有物の主なるものに從つて鹽類泉、鐵泉、硫黃泉等に分別するが其醫療的効果は單に其含有物の爲のみならず、其中にある原素のイオン化の關係であるとされてゐる。其最も普通の場合はナトリウムの陽イオンと鹽素の陰イオンの關係である。ナトリウムの如き金屬は單獨に陽イオンで、金屬は水に投ぜられる時其幾分は溶けてイオン化せんとする。之を金屬のイオン化傾向といふのだが、イオン化傾向を示すと、

加里、曹達、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、亞鉛、鐵、ニッケル、錫、鉛銅、砒素、アンチモン、水銀、銀、白金、金

の順序に減少する。之を判りよく說き示すと亞鉛のイオン化傾向は鉛より大であるから、亞鉛の棒を鉛鹽の溶液中に入るれば亞鉛は鉛イオンの有する陽電氣を奪つてイオンとなり、鉛は離遊して亞鉛棒に附着する。又同じく鐵は銅より大なるイオン化傾向を有するから、鐵片を銅液中に浸せば銅が附着する。

鑛泉の話の序としてラヂウム、エマナチオンの事を少し述べやう。近時の研究では溫泉の醫療的効果の大部分は其中に含有するラヂウム、エマナチオンの爲であるとされてゐる。ラヂウム、エマナチオンとは實に元素ニトンの事でラヂウム第一次放射後の殘留物である。即ちラヂウムはヘリウムを放出してニトンとなる。ニトンは可溶性の氣體で冷却して液　する事ができる。ラヂウムから放出されたるヘリウムはアルファ粒子と呼ばれ常態のヘリウムと違ひ陽電氣を帶び、空氣に電導性を帶しむるが、一枚の紙に隔られても其荷電と放出速度（光の十分の一）とを失ひ普通のヘリウムに歸る。ラヂウムは斯くして斷へずヘリウムを放出するが其半量を減ずるには一七六〇年を要する。ニトンは更に又ヘリウムを放射しラヂウムより生成後四日目に其量を半減する。ニトンより放出する變成物の一はベータ粒子と稱せられ、水素原子の僅かに千八百分の一の質量を有する電子であつて陰電氣を帶び、光の速度に匹敵する速度で放出せられ、多くの物質を透過し又衝突して熱を發せしむる。かくしてラヂウムは幾度も幾度も變生し遂に鉛に變ずるらしい。

七　土壤

A。水と炭素と窒素とは植物を養ひ水と空氣と植物とは動物を養ふとは如何にも巧妙の系統を立てたものだ。何を見ても自然の仕事には脈絡があつて寸分の間隙もないには驚嘆の外はない。然し地には水や炭素や窒素の外に種々のものが存在してゐるやうに思ふ。金や鐵や石は人間が採取して日常の用に充てるが、植物の爲には土壤は只夫を固定し且つ水や炭酸や窒素を吸收する海綿の如き役目をなすだけであらうか。僕は過日植木屋から石斛蘭を購つて來たが、それは水苔の中へ植えられてゐるので、それを養ふには只朝夕水をやるのと時だま米の白水をやる位で充分だ。つまり土壤は此植物の水苔と同樣の働をなすに止まるのだらうか。

B。土壤が植物を固定して重學的安定を得さするに必要なるは言ふまでもない。又君の所持する蘭の場合と同じく外部より與へられたる營養分を保持する事も事實だ。然し土壤の中には雜多の化合物があつてそれ自身植物を養つてゐるのである。それ故鉢植の盆栽の如きものは普通の肥料を施しただけでは長く生育しない。それには一二年毎に新しい土に移植しなければならぬ。

土を組成する主なる物質は砂と粘土であつて砂は石英が風雨の爲に分解したものである。化學的に之を見れば二酸化珪素といつて珪素の一原子と酸素の二原子と結合したものだ。そして粘土は主に火山岩の分解から出來たもので、珪酸アルミニウム即ち珪素、酸素、アルミニウムの化合物だ。一般に粘土質の土壤は滑かで粘性があり、空中から水分を吸收し又毛細管作用で地下水を吸ひ上げる。之と異つて砂は粘性がなく空中からは僅かの水分を吸收するのみで、容易に水分を透過さしてしまふ。然し砂はよく熱を吸收し之を保持する。そして粘土の三分の二位の地下水を吸ひ上げる。即ち砂は植物に對し粘土よりはよく熱を保持する役に立つ。そして此兩者が相俟つて適當に植物を育成するので其孰れか一つだけでは植物は繁殖しない。

地下水は斷えず運動してゐる。そして降雨の際は雨が空中の酸素や炭酸瓦斯や窒素化合物を吸收して地に滲透し、晴天の時は唯水分のみを發散して之等の營養物を地中に殘留するのだ。

僕は己に植物の葉が炭酸瓦斯と水分とを吸收して砂糖をつくり、それをセルローゼに變へる事を說明した。然し植物はセルローゼをつくるのみではない。葉を青くする爲にはマグネシウムが必要だ。又其幹枝を強固にする爲には珪素の必要があるから之も土壤中から攝取する。藁や葦や

竹にはとりはけ珪素の量を多く含畜してゐる。其他カリウムや燐も欠く可からざるものだ。石灰や鐵も必要がある。そして之等のものは悉く土壤中に含有されてゐるので、土壤は營養分の吸收保持をなすが爲めに營養物の供給所である事がわかるだらう。

地表面には多少の深さに於て植物の根が擴がつてゐる。そして地下水は土壤の細孔を通じては吸ひ上げられ水中に溶解したる物質と共に植物を養育するのであるが、土壤の細孔は時に地下六七尺の水を吸ひ上げる事がある。一般に細孔中に吸ひ上げらる、水には粘土が微細の粒子となつて浮游してゐる。そして水は地表に到つて蒸發し、粘土を地表に堆積し、かく堆積された粘土は太陽の熱の爲に燒かれて多孔質となるので、土壤の機能を高むるのである。若し表面粘土が斯く多孔質となつてゐないと、地下數寸の所には水が停滯し熱も瓦斯も透過しないから土壤は冷却して植物の生育に適さない事になる。かゝる地は人工的に表土を鋤き返し、或は石灰を撒布して土壤を變質するとよい。石灰は單に土壤をアルカリ性にするのみならず、粘土を粗笨にして水分肥料の吸收を容易ならしむる効果がある。

此の土壤を多孔質にして化學變化を助成する蟲類、微生物等があり、嘗て繁殖したる植物の枯朽したものや落葉等が分解して新しい植物の營養物となるのだ。

物質の接觸によつて化學的變化の起るものとすれば、夫等の物質の接觸面の廣い時に最も容易である事は自明の理である。火鉢の炭を起すにも或程度迄細かく碎いたものがおこりがよい。それ故土壤の場合に於ても成るべく、それが微粒子となつて廣い接觸面積をもつてゐる事が望ましいのである。

、植物は魚肥や人糞の如き臭氣の强いものを營養物としてゐるが、此處が自然の悠々迫らざる點で、其由來に頓着せぬ處である。如何に異臭を放つものも如何に美麗の寳石でも自然の眼より見れば同じく必要なる化合物である。そして自然は急がず騷がず之を適時に適處に分配し、分解し合成するのだ。動物の體內より出づる排泄物には動物に必要ならざる物質の多量を含んでゐるが、他のものと結合して必要物を造るのだ。臭氣は植物と直接には無關係のやうであるが此點は尙研究すべき餘地がある。

水や炭素の外、植物の根より吸收さるゝ必須物は窒素化合物と燐酸化合物と加里である。加里は植物の幹枝をつくり、窒素は種子と葉、燐酸は種子を形成するに欠く可からざるものだ。

窒素肥料の製法に就ては己に前に述べた通りであるが、燐酸肥料は主として燐鑛から製出される。燐鑛は古き時代に動物が地中に埋沒して分解したもので多量の燐を含有してゐる。若し海岸地方の如き魚類の豐富なる處では同じ目的で魚肥が用ひられる。我邦で專ら用ひらる、鰊粕の如きが適例だ。一般に燐化合物は始め之を硫酸で處理して含有する燐を燐酸に變じ、之に石灰或は加里を化合せしめて使用する。石灰は東京地方に於ては秩父に多量に產出し、其他上野下野越後等諸處の古世紀層に炭酸石灰として存在する。炭酸石灰は普通の水には溶解しないが、炭酸瓦斯を含んだ水には容易く溶解する。それ故石灰岩のある地方には雨水の爲に溶解された空洞があるもので彼の武藏の日原及び影森の石灰洞もそれだ。其他昔の賢い僧侶が斯る地方に觀音など安置して地水の爲に空洞中に出來た自然の工作物に種々なる名稱を附し、弘法大師や飛彈の甚五郎まで引合ひに出して、故事來歴を附會した處が多くある。我々の普通に用ふる石灰を製造するには天產の石灰石を釜中に入れて燒き、炭酸石灰が酸化石灰に變ずるのをまつて釜より取出して之に水を注ぐと燒かれた石は水酸化石灰となる。市販の煆性石灰といふものは燒いたる石灰石を其儘冷却したもので、之に水を注ぐと熱を生じて溶解するのは何人も知つてゐるだらう。

石灰は又セメントの原料として重要なるものだ。セメントは石灰と硅酸の化合物と、石灰とアルミニウムの化合物を混合したものである。セメントは一八四五年英國のリードに住んでゐたアスプヂンと云ふ煉瓦職人が炭酸石灰(テームス白堊)と硅酸アルミニウム(メッドウエー泥土)とを混合して熱を加へ、偶然其固着する事を發見したのが始めだ。そして其形成物がポートランド產の石に酷似してゐる處からポートランド、セメントの名を得たのである。然るに此アスプヂンと云ふ男は隨分山氣のあつた男と見え、セメントを造る際には長い衣をまとひ、尖つた帽子を被り出鱈目の呪文を唱へて魔術を裝つたのであるが、獨り隣家に住んでゐたヂョンソンと云ふ男はアスプヂンの魔法を信ぜず、ロンドンの化學者の指導をうけて遂に其方法を發見し、盛にセメントを製造して富有となつたが、當初の發見者たるアスプヂンは其後怎うなつたか誰も知らない。兎に角ヂョンソンの成功は工業的才能が優れてゐた爲で、如何に貴重の發見も之を工業として計畫するに足らぬやうでは人間の福利を增進し難い。

石灰石は又炭化石灰、即ちアセチレンの原料として多量に使用される。炭化石灰を造るには石灰石と木炭又は石炭とを電氣爐で燒いて化合せしむるので、化成した炭化石灰は石灰石に類似し

た黑色の石である。自轉車屋に於てアセチレンの原料として販賣してゐるのがそれだ。之からアセチレンを發生せしむるには單に之に水を注げばよい。アセチレンの燃燒裝置には種々の形があるが、其最も簡單なる例は自轉車のランプである。アセチレンは炭素の二原子と水素の二原子と化合したものであるが、普通の炭化石炭は不純であるから之に水を注ぐと硫化水素、燐化水素、アムモニア等が共に發生する。

石灰石は其組織が堅牢なる時大理石として建築裝飾に使用される。其他石灰石の用途を一々說明すれば優に石灰石學として一部の書物ができるだらう。加里は素と木炭より製出したものであるが、現今獨乙に層を成して產出する鹽化加里から製出する。

八　炭素

A。窒素や酸素や水素等に就ては僕の豫期以上の說明を拜聽して僕の智識は甚だ廣くなつたやうに考へるが、炭素に就ては未だ甚だ物足らぬやうに思ふ。で今少しく詳細に炭素の事を承るわけにゆかないか。

B。已に言つた如く炭素の化學は非常に複雜で有機化學として專門の學科となつてゐる程で、今此處で充分、君に滿足を與へ君を了解せしむるのは難事と思ふ。で此處では單に炭素に就て少しく說明を試みやう。

炭素は水素に比して十二倍重い元素で其最も手近のものは木炭と石炭である。人造炭としては木炭を始とし骨炭、血炭、糖炭、煤、ランプ黑、カーボン黑等があり、天產物としては石灰、黑鉛、ダイヤモンド等がある。

炭の最も興味ある性質は其細孔中に瓦斯を吸收し凝縮せしめ、溶液中より色素其他の物質を奪ひ取る事である。アムモニア瓦斯の如きは炭の容積の四十倍も吸收せられてしまふ。それ故不純なる飲用水を濾過する際、炭を使用すれば水中の有機物を吸收して水を良質にする。又着色したる粗製の砂糖液を炭で濾せば脫色して白色となるから砂糖の精製には骨炭を使用する。

火鉢に木炭をくべて燃燒せしめた時灰分の殘留するのは恐らく知らぬ人はあるまい。此灰分の量は木材の性質、木炭の製法如何によつて異るが通常百分の一乃至三の間を上下してゐる。ベルテロー氏は一種の木炭を分析し百分の一・六一の灰分を得たが此灰分は、

珪酸	〇、〇八三
石灰	〇、六七九
加里	〇、一五六
鐵、礬土、無機酸	〇、七九二

より成つてゐた。又砂糖及び澱粉を燒いた炭の中の炭素と水素の量を計つて左の結果を得た。

	炭素	水素
砂糖(高温)	九五、〇	一、一
砂糖(低温)	九四、一	一、二
澱粉	九五、〇	〇、九

然し火鉢の中で炭を燃燒する如き場合には石灰や加里は炭酸化合物として殘り其他種々の夾雜物があるから、我々は百分の七十位の炭の酸化熱を得てゐるものと思へば大して誤はなからう。

煤煙は天然瓦斯や油を不充分なる酸素中で燃燒せしめ、其火焰を鐵板に受けて作つたもので、瓦斯の一〇〇〇立方呎に就て一封度以上は採取されないから、炭としては可なり貴重のものと言はなければなるまい。そして此種の炭素は容易に水と混和するから繪具の製造には之に越す炭はない。

骨炭は緻密なる動物の骨を撰み石油ナフタを以て其脂肪分を洗除した後レトルトに入れて炭化を行ふので、赤熱に於て十時間乃至十二時間位燒くのである。骨炭(木炭も)の脫色作用は其中に夾雜する窒素化合物の働であるとされてゐる。さすれば炭素の特性ではなく純粹となるに從つて此作用はなくなるわけだ。

黑鉛即ち石墨は鑛物として天然に產出するが、又木炭中にも幾分か存在する。元來炭素は物理的にも化學的にも變形多き、即ち同素體の多い元素で、人工炭素に於ては特に其變形も亦複雜である。黑鉛の最も普通なるものは鉛筆の蕊で、之は純良なる黑鉛を粉末とし壓搾によつて固めたものである。又諸種の金屬を熔解する坩堝を製造する。天產の黑鉛は其比重が一、六二から二、四四位まであるが注意して精製すると二、二五五の比重となるから、黑鉛とは二、二五五の比重をもつ炭素の一變種であると言はれよう。

ダイヤモンドは天然に產出する最も純粹なる炭素で其著色したるものは、幾分の夾雜物を含ん

でゐる。比重は三、五で石墨の二、二より重く正八面體の結晶となつて產出し、電氣の電導性がない。其最も多量に產出する地は南阿非利加のトランスバールであるが、寶石として最も貴重視されてゐる此石も、天然のまゝでは大して光らないから、是を研磨して面を多くし屈折角を增すのだ。そして其硬度は最も硬く鋼よりも如何なる石よりも硬い。それ故其質の寶石として劣等なるものは鑛山用の鑿岩機に取附けられ、其緻細なる粉末は諸種の寶石を磨く石磨劑として使用される。之を高熱で燃せば炭酸瓦斯を生ずる事一般の炭素と變りはない。

然し炭素の變形物が人工によりて製造されうるか否かは疑問とされてゐたが、彼の弗素の遊離其他で有名なる佛國の化學者モアサンは人工的に之を製出し得たのである。

其製法によると極めて純粹なる炭素を熔融したる鐵に飽和させ急に冷却すると、鐵の冷却によりて生ずる大壓力の爲に内部の炭素はダイヤモンドに變ずる。そして同時に石墨以下諸種の炭素が得らるゝのであるが、斯くして冷却した鐵塊を熱で熔融すれば炭素は再び原形に歸るから鐵塊を酸類で溶解せねばならぬ。

モアサンが此實驗に着手する前歐洲の寶石商は會議を開いて、氏に多分の金を贈り實驗を中止せん事を懇願したが、氏は決然之を拒絕して實驗を遂行したのである。同じ世の中の人でも砂利を喰つた議員と寶石を製出した學者とはこれだけの相異がある。此處が我々の肉と骨との他に何ものかを有たなければならぬ點ではあるまいか。

然し此の如く苦心して造られたダイヤチンドは極めて小なるもので、其製產費は其價格の幾十倍もかゝるから、寶石商人も定めし胸を擦つた事であらう。

ダイヤモンドを量る單位はカラットと言つて〇、二〇五瓦であるがカラットの上る每に價格は幾層倍にも增加する。

九　洗濯

B。到底君の滿足するほどの程度まで說明し難いとしても炭素の話はこれ位に止めて置いて、次に火鉢の化學とでもいふか彼の木炭の燃燒後に殘つた灰分に就て少しく研究してみやう。

ベルテロー氏の結果によると灰分中の主位を占めてゐるものは、石灰で其次が加里である。當今は洗濯に使用する藥品も種々のものが製出され、且一般の化學智識も進步したから都會に於て

はあまり使用してゐる人はないやうだが、つい近頃までは洗濯用液として何處の家庭でも灰汁を作つて置いたものだ。灰を瓶なり樽なりに入れて水を充たして置くと先づ其中の加里が溶解する。石灰分は最初極く微量の外溶解しないが、日を經て空中の炭酸瓦斯が水に溶解すると次第に溶解してくる。それ故灰汁は洗濯の都度調製せず日常一定の容器中に調合して置いたもので長き經驗から新鮮のものより古き液の効力の多い事を認めた爲であらう。灰中の加里と石灰は共に着物の垢の油分と結合して洗除する効力がある。

又木灰中には植物の要素たる加里と、土壤の分解に必要なる石灰の多量があるのであるから、肥料として効果が著しく此方面の應用も古き以前から經驗上認知されてゐた。

僕は確か前に加里と曹達が極めて近似の元素である事を君に告げたと思ふが、自然は此二元素の分布に就ても又巧妙の仕事をやつてゐる。即ち陸上の植物は加里の多分を其幹枝中に含有してゐると等しく海中の植物は曹達の多量を含み、又海水中の食鹽の七割は曹達である。此曹達なるものは化學的操作上非常に重要なるもので、化學工業に於て曹達が安價で得らるゝことと否とは一國の工業の盛衰に關はるとされてゐる程だ。それ故我邦の如き曹達製造の原料たる食鹽が專賣となつてゐるやうな國では工業家は安價の曹達をうる道がなく、屢、工業的食鹽の問題が議會で討議され引いて對支問題の重要なる條件となるのだ。

曹達はもと主として海草を燒いた灰から得られたものであるが、佛國では普佛戰爭中曹達の缺乏に苦んだ結果、一七七五年佛國學士院は十二万圓の懸賞金を以て國內の原料から曹達を製出する方法を公募した。此公募に應して案出された方法が、最近迄殆んど唯一の曹達製造法とされたルブランの食鹽法である。此方法では最初食鹽に硫酸を働かせて硫酸曹達と鹽素とを製出する。然るに此際生ずる鹽素は以前にも云つたように黄色の甚しく鼻を刺戟する元素で、又附近の田地田畑は勿論建築物等にも有害であるから、之を水に溶解して鹽酸を造くつたが、當時は鹽酸の需要が今日の如く多くなかつた爲に之を河や海に捨てた。が、今度は又漁業家から故障が出て殆んど始末に困つた。然るに英國に於て鹽酸の需要が高まり、又鹽素を石灰に吸收せしめて漂白粉を製出するやうになつてから厄介視された副產物が利益を生ずる樣になつて、各國で此曹達法が採用さるゝやうになつた。次に斯くして得た硫酸曹達に石灰とコークスを加へて廻轉爐で燒いて黑き塊とする。之を水に溶解すると其中の炭酸曹達は水に溶出するから、此溶液を精製してそれから

又諸種の曹達化合物を製出するのである。そして此際殘つた硫酸カルシウムは之を燻蒸して硫酸を回復する。此の如くルブランは到る處に得らるゝ食鹽から、曹達を製出する方法を發見し濫いては化學工業の發達に一大貢獻をなしたのであるが、當時佛國は戰爭の疲弊の爲に約束の賞金を與ふる事が出來ず、爲に我々人類の幸福に多大の寄與をした此尊ぶべき化學者は一生を不過に暮して果ない終を遂げたのである。

次に案出されたのがソルヴエーのアンモニア曹達法で、此方法では食鹽の溶液にアムモニア瓦斯と炭酸瓦斯とを飽和し、酸性炭酸曹達を沈澱させ、之を乾燥した後加熱して炭酸曹達と水と炭酸瓦斯とに分解するのである。此方法は一八六〇年頃から追々各國の工業家に採用さるゝやうになつた。

第三の方法は最も新しい方法で電氣が比較的安價に供給せらるゝやうになつた今日、各國の曹達工業は皆此方法に變へられんとしてゐる。此方法では食鹽の溶液に電流を通じて苛性曹達と鹽素とに分つのであるから、工業に最も需要多き苛性曹達が直接に造らるゝ便宜があるが、前の諸法では炭酸曹達から苛性曹達をうる爲には炭酸曹達の溶液に石灰を加へて煮つめたのである。

曹達の化合物の最も手近のものは食鹽であることは勿論であるが、次には君の如きおめかしイヤ潔癖家が一日も無くて濟まされない石鹼だらう。

石鹼は極めて古き時代から使用されたものらしいが、成書に記載されてゐる製造法は羅馬のプリニーといふ人(紀元二三年――七九年)が山羊の脂肪と木灰とで造つたとされてゐるのが始めである。當時は勿論洗濯用として石鹼よりは灰汁を多く使用したものらしい。又羅馬の洗濯屋は尿の腐敗してアムモニアの分離したものを洗濯用に使用した。若し此が今日尚行はれてゐたなら、君などは一切の洗物を洗濯屋の手に掛けまいし、洗濯屋の手を經たホワイト・シャーツを着込んだ人の多い公會の食事などは拒絶する人もあるだらう。

然るに彼の火山の噴火の爲に埋沒したポンペイの街の古跡から、石鹼も發見され石鹼製造所も發見された事で考へると、羅馬の盛時には已に立派な石鹼が製造されて共需要も多かつたものらしい。我邦でこそ石鹼の使用の盛になつたのはつい近頃で、今尚我々でさへ硝子や石鹼は舶來臭ひやうに思ふが西洋人はそうではない。西洋の田舍へ行くと隨分日用品に不便の處でも必ずあるものは石鹼と煙草だよ。此點は我々日本人と餘ほど頭が違つてゐるやうだね。然しそんな事は忘

うでも可いとして、石鹼の製造を知る爲には少しく油の智識が必要だ。

石鹼の原料となる脂肪及び油は動物若くは植物から得たもので石油は單に炭素と水素の化合物で動植物油は炭素と水素と酸素の化合物である。(近時石油中の高級炭化物パラフキンに酸素を與へて脂肪に變成しうるようになつたから石油も亦軈て石鹼の原料となりうるだらう。)

動植物の油は脂肪酸とグリセリンの化合物で脂肪は油に比して水素の含量が多い。それ故油類を脂肪に變成するには水素を結合せしむればよいので、之にはニッケルの粉末を仲介として水素と油とを結合せしめ脂肪に變成するが、此場合ニッケルは何の變化も受けず殘留する。一般に綿實油や落花生油等を原料として製出した石鹼は軟質であるから、最初此方法を行つて脂肪に化するのだ。魚油は一般に臭氣の甚しいものであるが水素を加へて脂肪に變成すれば臭も除かれる。

脂肪酸と結合してゐるグリセリンは弱い鹽基であるから、尚一層力の強い鹽基性のもの例へばアルカリの如きものを働かせると脂肪酸はグリセリンを離してアルカリと化合する。この化合物が取も直さず石鹼だ。

此際アルカリの中、曹達を用ふれば硬質の石鹼を生じ、加里を用ふれば加里石鹼と稱する軟質の石鹼が得らるゝが、加里石鹼は醫療等特別の目的の他あまり用ゐられない。

然し脂肪とアルカリ溶液を混合して熱を與へ之を化合せしめたとしても、遊離したグリセリンが混合してゐるから、之を除く爲に食鹽を加へる。此操作は石鹼製造の行程中で鹽析と言はるゝもので、食鹽を加へると化成した石鹼は液上に浮ぶ。

斯くして多量に遊離するグリセリンも昔しは厄介視された副產物であつたが、一八六三年瑞西の化學者ノーベルが之を硝化してニトログリセリンといふ強力の爆發物を發見してから頓に需要が多くなつた、今日では脂肪中へ直ちに蒸氣を通して脂肪酸とグリセリンに分解し脂肪酸を石鹼蠟燭等の原料に供してゐる工場もある。

ニトログリセリンは硝酸と硫酸の混合液でグリセリンを硝化したもので、之を珪藻土に吸收せしめたものが彼の恐るべきダイナマイトである。

石鹼が垢を洗除する作用に就て古くより唱へられた說は、石鹼が過剩の水によつて分解し其アルカリが衣服や皮膚の垢と結合して再び石鹼をつくり洗濯されるとされた。勿論かゝる作用も或

場合に起るだらう。否凡ての場合の一部として起りうるには相違ない。然し今日では餘り通用しない說となつてしまつた。

膠質化學の研究によると膠質の物質は溶液の中に懸浮し斷へず振動してゐる。そしてかゝる膠質の微粒子は恰も分子の如く他の粒子と結合する事なく振動してゐるのである。然るに牛乳に酢を加へた時の如く何等か其狀態を靜止せしめ、若くは之を破壞する作用を與へると、粒子は互に抱合し沈澱を生ずる。石鹼も亦一種の膠質物であるから之を過剩の水中に溶解すると、粒子は互に水中に懸浮し振動してゐるが、皮膚の如きものに觸れると其垢の上に旋轉し垢まみれになつて轉がり去る。で皮膚の垢は取去らるゝのだ。

近時亞米利加や歐洲に於て、洗濯業は一の獨立した立派の工業となりかけてゐる。兵士や職工の如く終日仕事に從事して寸暇もないものは、是非共其汚れたる衣類の洗濯を他人に委賴せねばならぬ、もとは家庭にあつて衣服の洗濯や調理や裁縫に從事した婦人さへ、戶外の職業が多くなるにつれて最早家庭の人でなく、自身の衣類さへ洗濯屋の手を煩はさなければならなくなつた。從つて石鹼の使用高も亦昔日の比でない。

洗濯屋の手に掛る物質には綿あり毛あり麻あり絹ありで、其汚物の種類も夥しい。血や玉子の如きアルブメン質のものもあらうし、果物の汁液や酒類の爲めに植物染料の變化したものもあらう。脂肪もあれば油類もあり酸類もあればアルカリもある。それに手垢、襟垢、塵埃、數へ來れば數限りもなくある。綿や麻はセルローズで毛や絹はそれと組織を異にする窒素化合物だ。綿や麻は酸類に弱く毛や絹はアルカリに溶解する。で毛や絹の洗濯には充分遊離アルカリを除去した石鹼を使用しなければならぬ。家庭に於て盥の中で洗濯をする婦人は洗濯屋よりは洗濯液の撰擇や洗濯の方法に便宜があるが、洗濯屋はまだ凡ゆる汚物に適當する洗濯液のない爲と、一枚々々に時間を異にする事ができぬから家庭の洗濯に比して便宜が少ない、で洗濯屋は單に石鹼のみを使用する代りにアルカリを併用して油の附着したものを鹼化せしむる。此他炭酸曹達硼砂等も使用される。以前は鹽素を含む漂白粉を使用したものであるが、近來は多く次亞鹽酸曹達を用ふる。尚一層進步した洗濯業者は食鹽水に電流を通じて鹽素と曹達に分解せしむる者もある。かくすれば電流の加減によつて洗濯液を調節する事ができるから便利である。

鹽素の脫色作用は脫色せしむべき物の水分を分解し水素と結合して鹽酸となり酸素を放出する

のであるが、其作用が强烈で織物の地質を傷めるから好ましい漂白劑ではない。之に代用する爲にオゾンが使用さるゝが其働は鈍い。先づ目下は安價なる理想的漂白劑はないと言つてもよからう。

普通の石鹼は海水に溶解せぬ。それ故石鹼製作の操作中に鹽析を行つて石鹼を浮遊せしむるのであるが、椰子油を原料とした石鹼は海水にもよく溶解する。其他石灰やマグネシウムを含有する硬水は最初石鹼を溶解せず、石灰分やマグネシウム分が石鹼と抱合してカルシウム石鹼マグネシウム石鹼となつて沈澱した後始めて溶解するので、硬水に石鹼を使用すれば普通の水よりは石鹼の多量を消費しなければならぬ。

海から得らるゝもので曹達や鹽素の他に今一つ重要なるものがある。それは沃素だ。沃素は海草中に沃化曹達及沃化カルシウムとなつて存在してゐる。然し海草中に含まれる沃素の量は其產地によつて大差がある。我國に於ては、一般に日本海の海草中に含有分が尠く大平洋の海草中に多い。沃素の原料は海草の產地で之を燃燒して灰となし之を製造場に送るので、之を沃度灰と言つてゐる。沃度灰から沃素を製造するのは至極簡單で海草灰の浸出液に硫酸と二酸化マンガンを加へて熱すれば、沃素は煙となつて分離し冷所で結晶するから、分離した煙を磁製の冷却器内に導いて結晶せしむるのだ。

沃素は又智利硝石中に硝酸化合物となつて存在してゐるから之からも製出される。

沃素は水に溶け難くアルコールや沃度加里の溶液に溶解する。此兩者が孰れも醫藥として用ひらるゝ事は君の知る通りだ。

A。君の石鹼の話の中で綿糸や絹糸の事が話されたが、人造絹糸といふ事は一言もきかなかつた。之は絹糸を何等かの化學的方法で處理したもので、つまり絹糸に屬するから特に說述の必要はないと言ふわけかね。

B。否、人造絹糸といはるゝものは其實セルローズで綿糸と同じものである。君もやつぱり虛榮の婦人が商標や名稱に欺かるゝと同じく欺かれた一人だね。いや多少化學の智識のないものは欺かるゝのも無理はない。思ふに此名稱の僞に其實質を誤り解してゐる人が尠くなからうから、此處に人造絹糸や他の普通のセルローズの化合物に就て少しく話を進めやう。人造絹糸は綿即ちセルローズを化學的に處理して光澤を與へたもので此方法には三種ある。

第一は綿糸を硝酸と硫酸の混合液に浸漬して火綿となし、之を硫化アンモニヤの溶液で處理し脱硝して安全とするので、火綿をエーテルで溶解し細管より迸出せしめて糸狀とするのだ。

第二は強きアルカリ液中に綿糸を浸して強勒にしたものを、硫酸銅のアムニア溶液中に浸して溶解し、適當の濃度となつたものを酸類の中へ壓出するのである。

第三の方法では普通の木綿を苛性曹達と二硫化炭素で處理してヴィスコースに變ずる。そして之を水に溶解して適當の濃度となつたものを壓出して鹽化アムモニアの液中を通過させる。するとセルローズが沈澱し光澤ある人造絹糸となるのだ。

此等の操作は素より巧妙なる機械によつて行はるゝのであるが、今は其煩瑣をさけて原理だけを話して置かう。製紙も之に類似の方法で行はれる。

即ち原料たる木材を強壓の下で苛性曹達と共に熱し、若くは酸性亞硫酸カルシウムの溶液と共に二乃三氣壓の下に熱して纎維とする。かくして造られたものが製紙の原料として知られるパルプである。

此パルプは之を薄く漉けば直ちに紙となるが尚之を固結する爲に膠と明礬とを加へる。

火綿は無煙火藥の原料となるもので、其製法は前に述べた通りであるが、寫眞のフィルムや女の髮飾等を造るセルロイドは、綿と樟腦とを等分に混合したものである。それ故活動寫眞映寫の際過つてフィルムに火が移つて多數の人命を奪つた例に乏しくない。で十年ほど前に佛國ルミエル兄弟は不燃質フィルムを製出して特許を得、近頃又他の考案で特許をうけたものがあるが僕はまだ其如何なるものなるやを詳知しない。

十　觸媒

A。君は軟い油を硬い脂肪とするにニッケルを仲介として水素に觸れしむると言つたがニッケルが、何の變化もうけず殘留するものとすれば、此場合必しもニッケルが無くとも化合せしめるやうに思ふがそうではあるまいか。

B。それは未知の問題に屬するから、後日或は君の說が立證せらるゝやもしれぬ。けれども目下の化學の知識では斯る仲介者が必要なので、之を觸媒と言ひ無責任なる高砂社といふやうなもの、比でなく其仲介は的確だ。

硫酸は工業上曹達と共に重要なる化合物であるが、之を製造するにも觸媒の作用が役に立つ。硫酸は硫黄を燃燒した煙即ち二酸化硫黄と水とを作用せしめてつくるのであるが、二酸化硫黄は硫黄一原子と酸素二原子と化合したものであり、水は水素二原子と酸素一原子と化合したものであるから、之を合しても硫酸が酸素の四原子を要するに比して酸素の一原子だけが不足してゐる。で此不足分の酸素一原子を何處より最も容易に又最も經濟的に持つてくるか。何人も若し出來うべくんば空氣の中から取りたいと言ふだらう。化學者も亦同樣の希望を抱き之を成就した。それには二酸化窒素を觸媒として其酸素の一を硫酸に與へるのでかくして變成した一酸化窒素は空氣から酸素をとつて再び二酸化窒素となる。でこれを反復する故空氣中から酸素をとることになるのだ。

硫酸は木材を燒き又諸種の金屬とは硫酸化合物を作るから木や鐵の容器中では造らない。鉛室と言つて厚い鉛板で圍つた四間十五間位の室へ導いて化成せしむるのだ。

先づ最初燒爐で硫黄なり硫黄を含んだ鑛石黄鐵鑛なりを燒いて、二酸化硫黄を造り多量の空氣と共に鉛室へ送る。之と共に磁製の器に入れた智利硝石に硫酸を注いで二酸化窒素を發生せしめ、濃硫酸と共に之をグローバー塔に送る。グローバー塔とは高さ五間許の塔にコークス（耐酸性にして吸收孔ある爲めに用ふ）の塊をつめ、上部から前の濃硫酸と二酸化窒素を溶解せる稀硫酸とを滴下せしむるので、前に發生した二酸化硫黄とこの二酸化窒素とは共に塔内から鉛室へ入つて行く。此時一方から鉛室中へ水蒸氣を吹き込むと、二酸化硫黄は二酸化窒素の酸素一原子を奪ひ水蒸氣と結合して硫酸となり、酸素を失つた爲めに生じた一酸化窒素は空氣中より酸素を奪つて二酸化窒素となる。そして此瓦斯はグローバー塔と殆んど同樣なるゲールサック塔に入り上部より滴下する濃硫酸に吸收されてポンプでグローバー塔へ送らるゝのである。現今行はる、最新式の硫酸製造法に於ては二酸化硫黄に白金を觸媒として直接に空氣中の酸素一原子を附加する方法が用ゐられてゐる。

いづれにしても斯くして造られた硫酸は稀薄であつて、多分の水を含んでゐるから、之を蒸發器に入れ煮つめて濃厚にする。硫酸は水と結合し易く空氣中に於ても其水蒸氣を吸收するから之を濃厚にするには費用のかゝるものである。

又人造藍の製造に於ても觸媒の作用は必要缺く可らざるものだ。

染料として藍の消費量は莫大のもので、歐洲大戰前に於て米國で消費された量だけでも、一ヶ年千三百萬ポンドに上つた。此染料はもと專ら植物の葉から採取されたもで、印度支那、我邦では四國で盛に栽培した。然るに一度此がコールタールから誘導されうる事が、獨逸で發見されて以來、天然藍は全く壓倒されて之と競爭ができなくなつた。人造藍の發見に就ては面白い一場の喜劇がある。

人造藍の製造には第一にコールタールから得たナフタリンを酸化させる事が必要なので、或化學者は如何にして工業的に操作する事ができるかを研究してゐた。そして彼はナフタリンから無水フタール酸を誘導すべく凡ゆる準備した。彼は試藥を容器中に收めて瓦斯で熱したが何の變化も起らなかつた。彼は試藥中へ寒暖計を突込み更に加熱をつゞけた。然しまた何等の變化も見えない。彼は必ず變化が起らなければならぬものと堅く自信してゐたので、彼は其試驗法に多少の改良を施して再三再四試驗を反覆した。然るに餘り熱を掛けすぎた爲に突然、寒暖計が破裂して試藥中へ水銀が流れ込んだ。で、如何に根氣よき彼も多少ぢれ氣味になつて、彼の實驗の全く愚なりし事を慨歎したが、偶と其皿の中に眼をとめると思はざりき、彼が製出に苦心慘憺した其化合物が眼のあたり皿の中に出來たのである。其時の彼の喜はどんなであつたらう。偶然も偶然寒暖計の水銀は此際必須の觸媒であつたので、それが流れ込むと同時に變化が起つたのである。かくて偶然の結果から人造藍は工業的に製出され天然藍を驅逐するに到つた。

尙觸媒作用は自然界にも隨分行はれてゐる。我々の體內で行はれる消化作用もその一例である。澱粉は唾液中にあるプチアリンや胃液中のヂアスターゼによつて砂糖の一種葡萄糖に變ぜらる、蛋白質はペプシンによつて鹽酸の存在に於いてアミノ酸に分解せられる。プチアリン、ヂアスターゼ、ペプシンはエンチーム即ち酵素と呼ばれる觸媒であるのだ。後に說く高峰博士のタカヂアスターゼはプチアリン及び胃のヂアスターゼと同一のもので、かうぢかびから採つたものである。エンチームは動植物の體內から產するので、所謂醱酵作用などもこのエンチームの作用なのだ。自然界の化學變化は一般に人工のものより巧妙であるが觸媒作用等を見ると實にこの感が深いね。

A。そう〳〵醱酵といへば味噌、醬油、パンを始とし酒やビールに到るまで、皆醱酵させて造ると言はれるが、僕にはどうも醱酵といふ事がよく呑込めない。此點に就て多少の說明を聽きたいも

のだ。

B。醱酵による各種の生産物の製造法を、今此處で簡單に述べる事はなし難いがたいがほんの概念だけを話す事としやう。

醱酵は微生物の産するエンチームの作用によつてなさるゝ變化である。微生物には黴、酵母等の菌類とバクテリアとがある。そして此等のものにも多數の種類があつて、小きは顯微鏡の力も尙及ばず、大は肉眼でも見分けうるものがあり、其多數は恐るべき害を人間に與へるが。或者は非常の便宜を與へる。黴は顯微鏡的菌糸を有し、酵母或は釀母菌は顯微鏡的ではあるが菌糸を具えず楕圓形或は球形である。バクテリアは極微の球狀、桿狀、糸狀、螺旋狀をなしてゐる。そして之等のものは動物でなく、極く下等の植物で其生長には炭素、窒素、酸素、燐、カルシウム等を要するが其繁殖作用は極めて簡單で、多くは單に細胞の分裂によつてなされる。それ故かゝるものが人間の體内へ入つて、適當なる溫度と榮養物に逢着すると迅速に繁殖し、チブス菌の如き有害なるものは、一度腸に住居を占めるや腸を喰ひ破つて致命傷を與へる。又ある種の乳酸菌の如きものは腸内で他の有害の菌と戰鬪して之を滅死せしめ、人體を保全するといはれてゐる。

釀母菌の最も普通のものは釀造、製パンに用ひらるゝもので此兩者は類似のものであるが、釀造用の釀母菌は製パンには不適當である。釀母菌は砂糖をエチールアルコホルと炭酸瓦斯とに變ずる。これを醱酵作用といふのだ。然し此等は純粹の砂糖と水との中では生育しない。必ず窒素其他の物質の存在を要する。此等の釀母菌は二種のエンチームを生じ、其の一種は細胞から流れ出て砂糖を醱酵しうべき狀態となし、醱酵し得るやうになつた砂糖が細胞膜を滲透して第二のエンチームに接した時に醱酵作用が起つてアルコホルと炭酸瓦斯に變ずるのだ。ビールを造る時には之に麥芽即ちヂアスターゼを混ずるがヂアスターゼの働は澱粉を糖化するもので、ビールの原料たる穀物には多分の澱粉を含有するから、之を糖化する必要がある。パンを燒く時には生パンの中へ少量の砂糖を加へるが、之は酵母の作用によつて醱酵を起さす爲である。近時パンの中へ加ふる榮養素が造られて著しく砂糖と酵母の量を減じうるやうになつた。そして斯く酵母と砂糖とを加へてこね上げた澱粉は溫暖の場所に置いて醱酵に便にする。すると醱酵につれてアルコホルと炭酸瓦斯とが生ずるが、炭酸瓦斯は熱の爲に膨脹しパンの外へ逸出する爲にパンを海綿狀にする。そしてかく醱酵したパンを燒竈に入れて燒くと炭酸瓦斯とアルコホルは全く逸出し去り砂

糖は水を失ひパンの表皮にカラメルとなつて被覆する。

大規模の酒類醸造の場合には我々が要求する醗酵の外他の作用を随伴する。例へば小麥からアルコホルを作る際多少のフーゼル油即ちアミールアルコホル等が出來るが是は主として種子中の含窒素物即ち胞芽より生成さるゝもので飲用を禁じたアルコホルには、故意に之を混ずる事がある。アミール、アルコホルは飛行機の翼の塗料を作るに必要なる醋酸アミールの原料となり、又香料の製造に重要なるものである。グリセリンも亦醗酵の際形成せらるゝが極めて微量であるから言ふに足らない。

黴の中麹黴は澱粉を糖化する爲に多く必要なるもので甘酒はこの作用で作られる。高峰博士がこの黴の出す液からタカヂアスターゼを分離する事に成功したのは我邦人の等しく承知し賞讃する處であらう。

佛國の如き多く馬鈴薯を以てアルコホル製造の原料とする所ではヂアスターゼを必要とする。

アルコホルは化學上溶劑として貴重のものであり又殺菌劑としても用途の多いものであるが、如何せん之を飲料とすれば、弊害も亦夥しいから兎角憎まれ物とされ易い。と言つたら然し耳の痛い人もあるだらう。

我々が茶時にフレンチ、チーズなどゝ言つて舌皷をうつチーズも亦菌の働による生成物だ。其他アセトン、乳酸、酪酸等黴菌の力にまつ化合物は甚だ多く、其上日々種々なる細菌の働が新たに研究され發表される。細菌醫學の見地から見たらば、我々の生命は實に風前の燈火とも見えるだらう。然し我々化學者の取扱ふものは、多くは我々人間に便益を與ふるものに限られてゐるから、我々は又我々の見地から細菌大明神と崇めなければならぬ。

十一　金屬

A。僕は前に植物の榮養としての土の話を君から聽いたが、もう少し土に就て詳しく知りたいと思ふ。

B。成程尤の事だ。僕もちやうど今それを考へて話の緒口を見附出さうと思つてゐたのだから期せずして我々の希望が一致したわけだ。土に就ての化學は醗酵の化學から見れば容易に君の頭へ入り從つて趣味も深からうと思ふ。

僕は前に石灰石も大理石も同じ質のもので、唯其外貌に美と醜とあるのみだと言つたが、人間なら或は此處が一生の別れ目となるかもしれないが、化合物は皆夫々其價値をもつてゐる。

貴孃は別嬪だとお世辭を言はれてプリ〳〵憤る醜婦も、俄に口を細くする美人も、先づ普通狀態から少し脱線したものと考へてよからうが、石灰石も大理石も其處は正直のもので硫酸の一滴を注げば同じくプリ〳〵と炭酸瓦斯を發生するね。そして其出來上つたものが硫酸石灰卽ち石膏だ。之を燒いて粉末としたものは彼の彫塑家の手にかゝつて展觀會場に數萬の人をアッと言はせる裸體美人ともなる。燒いて粉にして酒で呑むといふ俗歌があるが、燒いて粉にした石膏が水で固まつて美人となるのだから是位變通自在なるものはあるまい。

石灰の近親にマグネシウムといふ元素があつて、此元素の硫酸化合物は舍利鹽と言つて下劑に用ゐるらゝもので、大分苦いから隨分意地の惡い爺かなどのやうに思ふだらうが、豈計らんや此金屬を薄い紐に延して點火すると、燦爛たる光を出して燃えるから暗夜に美人を寫眞にし、意地惡い大臣などが停車場の薄暗い廊下を逃げやうとしても、機敏な新聞屋さんの爲に寫眞をとられ翌日の新聞に恥を曝すこともある。

カルシウムは金屬狀態に於てマグネシウムの如く燃えないが、燐化カルシウムとなつて面白い性質を現はす。此をつくるには石灰と赤燐とを密閉器中で高熱を與へて化合せしめる。かくして得た燐化カルシウムは赤褐色の塊であるが、之を水中に投ずると燐、酸素、水素から成る瓦斯を生じ、此瓦斯は空氣に觸接すると發火する。それ故此を海上信號に應用して暗夜に他船に自己の航路を知らす信號器をつくる。此を造るには蓋と底とに孔を穿つた平たいブリキ箱をつくり中に燐化石灰の一ポンド位を詰めて水上に浮べると底孔から水の侵入するに從つて、瓦斯を發生し瓦斯は蓋孔から空中へ出でゝ發火するから一時間位は自然浮遊燈台ができ上るのだ。

珪素は酸素と化合し砂となつて到る處に見出される。砂は石英の微細となつたもので其質に相違はない。そして自然の雨水の爲に之が珪酸となつて他の鹽基に化合し珪酸鹽類を形成する。卽ち珪酸カルシウムは種々の岩石中に見出され珪酸アルミニウムは粘土となつて存在する。

珪砂卽ち石英は石英硝子をつくる事ができる。普通の硝子は珪砂に曹達を加へたものか石灰と曹達を混合したもので、曹達は著しく珪砂の熔融點を底下するが曹達のみを加へた硝子は、水に侵され易いから多少の石灰を加へて硬質とする。之に反して珪砂のみを玻璃化するには一八〇〇

度の熱度を要し、普通の硝子の如く吹き出すに困難である。然し此硝子は其膨脹率が尠いから高溫に處理する化學器械をつくれば容易に破損の虞はない。

硝子は一見化合物の如く見えるが其は化合物ではなく混合物である。化合物は如何なるものでも其各要素は一定の比を以て化合するが、硝子は種々に配合を變へても硝子をつくりうるから化合物ではない。つまり溶液の如きもので其溶解物の比率は種々に變へられ得るのである。

ヂョルジア、アラバマ、佛蘭西に産する礬土にボーキサイトといふものがある。此中には多分の酸化アルミニウムを含有するから之を强き電熱で處理して金屬アルミニウムを製出する。此金屬は何人も知る如く極めて輕くよく電氣を導くから電導體　器具、機械の製作に廣く使用され、之とマグネシウムを併合した合金は一層輕量である爲に飛行機の金具を作るに用ひられる。

鋼玉といつでダイヤモンドに次で硬い寶石は純粹なる酸化アルミニウムであるが、少量の夾雜物を雜えたものにルビー、サフイヤ等がある。現今では酸化アルミニウムを電氣爐で熔融し、少量の酸化金屬を加へて著色し、徐ろに冷却して結晶せしめ人造寶石を製出するが天産のものに比し、屈折も弱く硬度も弱い。唯極めて安價に多數の寶石を身に着けらるゝから一部の婦人達には化學の驚異と見らるゝであらう。

主として珪酸アルミニウムより成る粘土は其粘力あるが爲めに、容易に諸種の形に製作され、之を熱して其化合水を驅逐すれば再び水を吸收しない高溫に堪ゆるものとなる。粘土には其成因に依て多少の相異があり其夾雜物の爲に色相を異にするが孰れも皆珪酸アルミニウムであるのだ。

煉瓦は粘土を適當の形にこね又は壓出して乾燥し焼窯の中に入れて加熱したもので、陶器と大差ないものであるが、我々の日常使用する陶器類は粘土を適當の形につくり上げて乾燥し一旦之を焼いて後之を釉藥中に入れて被覆し再び窯中で焼いて釉藥を玻璃狀に變ずるのだ。それ故釉藥は硝子の原料と大差は無いが、尚熔融點を低くする爲に適量の炭酸鉛を混交するものである。

我々の生活上粘土の應用は極めて廣く高熱に堪ふる坩堝の製作より粗製の朝顔鉢に至るまで、家庭用の器具の多くは粘土の恩惠に浴してゐる。若し我々の生活から粘土を除却したならば如何なる結果になるか。金屬製の茶椀に熱い茶を注いで唇をやく如き奇觀は到る處毎日演ぜらるゝだらう。

此他地上には多數の元素が土や岩を形成してゐる。此處にある元素の表を見玉へ。此中には右

が名を聞くさへも始めての元素があるだらう。實際稀金屬といふもの丶如きは、地球上に少量さへ存在してをらぬもので其中には用途さへ未知のものがある。然しタングステンやセレニウム、チタニウムの如く發見の當時は單に學者の玩弄物に過ぎない位に思はれてゐたものが、今日では工業的に重要の位置を占めてゐるではないか。さすれば今日我々が用途も知らぬ稀金屬も何時か一度は我々の生活の必要素となるだらう。僕も自分の研究の結果から自然には不必要なるもの、存在してゐない事を深く信じてゐる。で之から少しく方面を換へて我々の生活と密接の關係ある鑛物を觀察する事としやう。

此中で第一に我々の頭に浮ぶものは鐵であらう。地球の磁氣性から推測すれば地球の內部は一大鐵塊であるやも知れぬ。そう考ふれば地上に鐵の洽く分布されてゐるのも當然である。

鐵は貴重の化學的性質を具へてゐる。鐵は濕氣のある所に於て常溫で酸素水素と化合して錆を生ずるが、攝氏の二六〇度以上に熱すれば酸素を分離する。そして尙其貴重なる性質としては强靱で切味よき刄を與へ、磁氣性を帶ばしむる事ができ、採取が容易であるから我々人類の役に立つ事は他の金屬の遠く及ばぬ處だ。スタウトンの言つた言葉に「鐵は最も硬くも最も軟かくもされ、最も强くも又最も弱くもされる。粘性も附與さるれば脆くもなる。溫度によりては著しく膨脹もし收縮もする。そして其質或は熱量の百分の五を變化するだけでなさるると。然し普通の土壤中に含有されてゐる鐵の量は至極微量であるから、鐵を採取して汽罐車の一毫も製作しやうと思へば恐らく東京全市の土を堀りかへさなければなるまい。で專ら之を鐵鑛から採取する。

鐵鑛の主なるものは酸化鐵である。か丶る岩石には種々のものがあるが其含有量が百分の三十五以上のものを製鐵用とする。今一つ多量に產出する鑛石は硫化鐵卽ち黃鐵鑛と言はる丶もので此鑛石は燒いて硫黃を酸化して硫酸の製造に供するが製鐵の原鑛とはならない。しかしこれが工業的に採鐵用となるのも遠い未來ではなからう。

鐵を製するには酸化鐵をコークス及びフラックスと共に、熔鑛爐に入れて熱したる空氣を送入する。此フラックスなるものは普通の場合石灰石であるが、鐵鑛中には鐵以外に珪石や珪酸化合物の多量を含んでゐるから、石灰石と化合せしめて之を玻璃化するので、斯く玻璃化したるものは鑛滓となつて上に浮ぶ。そして酸化鐵の炭素はコークスと化合し炭酸瓦斯や一酸化炭素となる。

熔鑛爐は一度點火すると晝夜を分たず連續作業せねばならぬ。そして鐵は爐底に沈下し鑛滓は

上方に浮き上るがら鑵滓は時々汲み上げて冷却する。そして一日貳十四時間め六回位熔鐵を鑛爐の下方から流出せしめて型に入れる。斯くして得た鐵は銑鐵といはれるものでよく金物屋の前に積まれた蒲鉾形の鐵がそれで、又我々の家庭に使用する鍋釜は此鐵で造られてゐる。此鐵は普通百分の三半から四半位の炭素と硫黄、珪素化合物、其他種々の夾雜物を含んでゐる。そして鑛滓はセメント製造の原料として使用される　又熔鑛爐から放出さるゝ瓦斯中には百分の二二乃至二七の一酸化炭素を含んでゐるから、其三分の一はボイラーの燃料と瓦斯機關を働かすに用ひられ殘餘は動力用として役に立つ。

煉鐵を造くるには精煉法を行ふので、小形の熔爐の中へ銑鐵を入れ酸化鐵鑛、を其下敷として熱を與へる。すると酸化鐵から分離する酸素の爲に銑鐵中の炭素は炭酸瓦斯となつて逸出し　珪酸やマンガン、燐、硫黄等が同時に鑛滓となつて除去される。かくした鐵は粘性を帶び鐵が純良となるに從つて粘性は増してくる。そして鑛滓を汲み取る時に糸の如き狀態となつて鑛滓にからまる。

鋼は鐵と炭素の化合物で、銑鐵との相異は其純粹なる點と炭素が化合狀態に於て含まれてゐるといふ點である。銑鐵中の炭素は化合狀態を呈せず石墨の狀態で混入してゐるのだ。彼の炭化石灰の場合の如く一般に炭化物と言はるゝものは硬性をもつてゐる。鋼に於ても鐵がカーバイドとなつて存在してゐる爲に硬いのである。それ故鐵としては煉鐵が最も純良で鋼は〇•五%から一、五%位の炭素を含んでゐる。

多量に鋼を造る裝置にベッセマー法がある。此方法では高壓を以て壓搾した空氣を熔爐に送り炭素の大部分と夾雜物を除去し、後銑鐵を加へて炭素の含量を適當にするのであるが品質は從つて低下する。

此他に開爐法といふものがあつて、此方法で造つた鋼はベッセマー法で造つたものより良質である。此方法は粗鋼の細片と銑鐵、時には酸化鐵鑛とを淺い熔爐に入れて上方から瓦斯で熱するのであるが、ベッセマー法では五十噸から二百五十噸位の製鋼は僅かの時間で造られるに係らず此方法では十噸二十噸の鋼を製するにさへ長時間を要する。

で此等の方法を併用して最初ベッセマー法で吹いた鋼を少時間開爐法で處理するので斯くすれば比較的經濟的に良質の鋼が得らるゝのだ。

最近電氣爐で製鋼をなす方法が案出されたが、一旦冷却した粗鋼を處理すれば多くの電流を要するから三重法を行ふ。三重法とは熔鑛爐からベッマー熔爐に移し之を開爐に移して其後電氣爐にかけるもので最も良質の鋼が得らるゝ。

製鐵製鋼の方法は學理として左まで複雜のものではないが、實際上には充分の技術的手腕を要するもので又頗る大規模のものだ。そして鐵の如き需要廣く安價なるものでは大規模の方法で製出するに非れば經濟上引合ふものではない。

鐵に次て分布の廣いものは金である。金は鐵と同じく到る處の土中に多少存在してゐるが、其量は鐵よりは尙一層微量であるから是もやはり豐富なる金鑛から採取する。

金は常に自然金として產出する。其母岩にこそ相違はあれ粒子となつて存在してゐる。其大なるものは小豆大のものあり、蟲眼鏡でなければ見分け難いものもあるが、化合物でないから採取にも手數を要さない。含有分の多い鑛石からは素人でも容易に採取ができる。今より貳十年ほど前に加賀の國に金平といふ金山の榮えた事があつた。此金鑛は五六十尺位の低丘をなして露出してゐたので、村中の者は老若男女を問はず每日錐と金槌を持て採取に出掛け、採取した鑛石を碎いて木綿の上へ流し金分をとつてゐた。此の如き方法はもとより金分の過半を逸し去るから全く愚なる家庭工業であるが、つまり此樣なことをしても採取されうるものは金のみだ。又クロンダイクや技幸の砂金熱の盛の頃は一攫千金を夢見て裸一貫で馳せつけたものが多い。之も金の採取の容易なる事を立證するものだ。そして彼は樺の木の下から一匁の砂金粒を發見したとか、誰は何河の何處で一生の運にありついたと言ふやうな誇大化された流言を眞にうけて、遂には底の底まで零落したものが多かつたのである。世に金鑛ほどに金になるものはあるまいが、又金鑛ほどあてにならぬものはない。砂金は無論のこと充分の調査をやつて大資本をかけた鑛山さへ斷層に出會して一匁さへ出なくなつた例は往々ある。

金を採取するには金鑛を微細に碎いて水銀を混和し、水銀を布いた銅板上に徐々に流下する。すると水銀に混和(アマルガム)されない金分も銅板上の水銀に吸收されて殘滓のみ流れ去つてしまふ。水銀は金や銀と混合してアマルガムをつくる性質をもつてゐる。アマルガムとは他の金屬と水銀との化合物をいふのだ。

然しアマルガム法のみでは尙多少逸出する金分があるから、其殘滓又は貧弱にしてアマルガム

法を行つて利益のない鑛石には青化精煉法を行ふ。青化精煉とは微細に碎いた鑛石の粉末を青酸加里溶液で處理するので、かくすれば金は青酸加里液に溶解して金青化加里に變ずるから之に亞鉛の削屑を入れて金分を沈澱せしむるのである。砂金は多く粒子が大であるから水銀法で採取する。僕は何も君にコロンダイク行や技幸行をすゝめる譯ではないが、金の採取は誰れにも出來、興味の深いものであるからやつて見るも面白からう。鑛石は僕の處にいくらもある。然し大道の眞球貝賣と違ふから出るまで鑛石を買つて行くなどは眞平だよ。

已に金の話をしたから勢ひ銀の話もせねばなるまい。桃太郎のお伽噺でさへ金銀珊瑚綾錦で、金と銀とは附物だ。

銀は自然銀としても産出するが極めて少量で、多くは硫化銀となつて存在してゐる。銀の二原子と硫黄の一原子との化合物だ。之から銀を採取するには硫化銀に食鹽を加へ熱して鹽化銀とし、之に鐵宵と水とを加へ水銀で混汞法を行ふと鐵は鹽化銀より鹽素を奪つて可溶性の鹽化鐵となつて水中に溶け銀はアマルガムとなつて沈む。そして之を熱すれば水銀は蒸發して銀が殘るのだ。

今一つは灰吹き法といふ精煉法がある。此法は方鉛鑛といふ鉛の鑛物に多分の銀が含まれてゐるから之から銀を分つに用ひらるゝ方法である。之には鑛石を熔融し徐々に冷却して鉛を結晶せしめて之を除き、再三鉛を除いで銀分の多くなつた物を骨灰を布いて多孔質とした小反射爐の床上に置いて盛に空氣を吹き込んで灼熱する。すると鉛は酸化鉛の粉末となり過半は熔融して流出し、一部は床に吸收され一部は吹き去らるゝが銀は高溫度に於ても酸化しないから殘留するのである。

銅は黄銅鑛と言つて鐵、硫黄と化合したもの、硫銅鑛と言つて硫黄と化合したるもの、赤銅鑛と言つて酸素と化合したるものが多く産出する。黄銅鑛の精煉は可なり複雜だが、赤銅鑛は炭と共に加熱して酸素を炭酸瓦斯に變じて放出せしめ、硫銅鑛は盛に空氣を吹き入れて加熱すれば硫黄は亞硫酸瓦斯となつて逸出する。

然し斯くして得た銅は粗銅で尚不要の不純分を雜ふると同時に、金や銀も含有してゐる。で此を精煉しなければならぬ。それには電解法が最も廣く行はれ又最も良い方法で、純銅の薄い板を陰極とし精煉すべき粗銅の板を陽極として、之を硫酸銅の溶液中に浸すと純銅は陰極に附着し、

不純分は泥狀となつて液底に沈むから此泥狀物から金や銀を採取するのだ。

此他に鉛や亞鉛や錫等の採取法も話したいのであるが、之等は他日に讓ることとして今一つ極く手近のものである硫黃の話を少しく述べやう。

硫黃は火山噴火の際にも生成せられ、又其日常の噴出物中にも雜つて出るから、火山の噴火口附近には斜方錐の結晶をした天然の硫黃が存在する。然し多年採取した結果今では生産費の償ふ所には多く存在しないから黃銅鑛、黃鐵鑛の如き硫黃の化合物から副産物として採取する。硫黃の化合物は加熱すると容易に硫黃を分離するもので、空氣のない處に之を加熱し其蒸發氣を冷却すると粉末狀の硫黃が得らるゝ。之が硫黃華である。次に再び之を熔融して型に入れたものを棒狀硫黃と言ひ、熱したる硫黃を急に水中に投ずれば彈性ある黑色の塊となる。又坩堝の中に熔解して冷却すれば針狀の結晶となるが暫く放置すると斜方錐となる。

凡て此等のものは皆同素體で其實質には變のないものだ。硫黃は鑛物化學上酸素に次で分布の廣いもので、金屬は硫化物として存在するものが多い。

硫黃の化合物中最重要なる硫酸は已に述べた通りであるが、今一つ有りふれた化合物に硫化水素がある。此瓦斯は異臭を放つ瓦斯で石炭の燃えた殼を水に投じた時や玉子の腐敗した時、惡臭を放つのは此化合物が存在する爲である。此瓦斯は又硫黃泉と言はる、乳色の鑛泉から、多く放出さるゝから浴客の銀の携帶品が黑くなつたり。鉛白をコテ塗りにした女の顏の黑くなるのは此瓦斯の爲に硫化銀や硫化鉛を形成するので僕等の眼から見ると化學變化を起した貴重の顏の持主だ。

話が偶然鉛白の事に及んだから序に此處に鉛白の製造の事を述べやう。鉛白の有毒の事は昔から知られてゐるのであるが、それにも係らず尚使用の絕えないのは此化合物の粉末が非常に緻密で所謂のりがよくのびがよいからだ。近頃は亞鉛やバリウムの化合物を鉛白に代用し無害鉛白として賣つてゐるがのりやのびのよい事は到底鉛白に及ばない。それ故俳優等の化粧に苦心するものは依然鉛白を使用する。

化學的にも鉛白は製出されうるが其質が緻密でないから、自然の時間的作用にまつものがよく昔から此方法でつくられてゐる。鉛白は鹽基性の炭酸鹽で鉛を先づ醋酸鉛に變じ夫から透導するのだ。で醋酸を少量に入れた瓶の中へ卷いた鉛の板を吊しておく。暫くたつと醋酸の蒸氣の爲に

鉛板は白色の醋酸鉛に蔽はれるから、之を底ぬけ樽の中へ吊して馬糞の中へ斯る樽の多數を積み重ねておく。すると馬糞の醱酵の爲に熱と炭酸瓦斯とを發して炭酸瓦斯は醋酸鉛を炭酸鉛に變ずるのだ。そして充分炭酸化するのを俟つて之を削り落し鉛板は再び醋酸壺の中へ吊るす。六宮粉黛無顏色なんか言ふと文藝的には奇麗にお北粧をした襟足のつくきりと目立つ美人を思ひ出すが僕等は兎角ァ、炭酸鉛かなどゝ思ふから君等から無趣味と言はるゝのかね。

十二　護謨

A。お蔭で僕も餘ほど自然と親密になつたやうな氣がする。今後も君の處へ來て白金さんやラヂウム君にお目にかゝる機會があるだらうが、僕はもう一つ君に訊ねたい不思議のものがあるそれは護謨だ。他の物は皆氣體、液體、固體といつたやうにキチンとして誰れの目からも無生物的だが、護謨のみは一種違つてゐるね。退屈の時小供のゴム球なんかを棒で叩いてゐると恰も生命があつて我々の仕打に抵抗してゐるやうに見える。僕にはそれが實に面白く感ぜらるゝね。

B。君は每日社會の俗事に忙殺されてゐるやうだが案外話せる處がある。と言つては失敬だが實際護謨は面白い化合物だ。

護謨は熱帶に產する或種の植物の汁液即ちラテックスと謂はるゝものゝ中の炭化水素を凝固させたものだ。此汁液を產出する植物は七十種もあるそうであるが、現今廣く栽培されてゐるのは其中の二三種である。此植物はもと南米のアマゾン河附近に自生してゐたものであるが、現今は廣く南洋の各地で栽培されてゐる。

護謨のはじめて應用されたのは主として消し護謨で其次が防水布である。一八二三年にスコットランドのマッキントッシユと言ふ人が始めて防水布を製造したが熱に遇へば粘着し寒氣に遇へば硬化して破れるので實用としては効果がなかつた。此發明者の名から防水布にマッキントッシユといふ名が生れたのである。然るに其後米國で護謨に硫黄を混じて高溫度に熱し寒熱に變化の少い質のものを發明した爲に防水用として應用さるゝやうになつた。そして又硫黄の量によつては硬質護謨も出來るやうになり和硫法の進步と共に護謨の需要も頓に增加したのである。

ラテックスは牛乳に似たる白芭の液體で其一種を分析したものによると、

水　分　五一九、〇%

護謨	三八、五%
蛋白質	三、〇%
樹脂	三、〇%
鑛物質	〇、五%

を含んでゐる。ラテックスを採集する樹木は野生なれば十五年以上、栽培なれば五六年目に幹の四分の一に切り付けを行ひ、流れ出たる汁液は醋酸を加へて凝固せしめ、壓搾して板狀となし後燻煙法によつて乾燥せしむる。之が所謂生護謨である。

生護謨は其夾雜物を除く爲にローラーを以て揑ねながら溫湯で洗滌し三〇乃至四〇度位の溫度で乾燥する。乾燥後は再びローラーを回轉して揑和を行ひ配伍料を加へてよく揑り合はせる。配伍料には柔靱性を附與する亞鉛華、マグネシア、滑石、硝子粉末等より色を附する鉛白、亞鉛華、硫酸バリウム、白亞、硫化アンチモン、鉛、煤、骨炭、硫化鉛があり、和硫劑には硫黄華、鹽化硫黄等を用ふる。

和硫法には冷式と熱式とあるが冷式は表面的和硫法で織物等を防水的にする時のみ應用さるゝ熱式和硫法は軟銅で作つた罐中へ護謨と硫黄華の混合物を入れ水蒸氣又は熱氣を送つて一二五度乃至一五〇度で、一時間より三時間位まで加熱するのである。軟質護謨は六乃至二五%までの硫黄を混和し硬質護謨は三〇乃至五〇%の硫黄を混和する。和硫法は護謨の彈性を增し溫度の變化による粘性の變化を減少し、或種の溶劑に不溶にするのだ。

護謨製品中長く空氣中に放置すれば硬く脆性となるものがあるが此は遊離硫黄、石灰等を含む劣等品である。護謨は一般に稀酸に對しては比較的安定でアルカリには著しく安定であるが、濃酸に遇へば炭化せられ、そして亞鉛華、酸化アンチモン等の、アルカリに作用せらるゝ物質を含有する護謨は甚しく其品質を傷けらるゝのだ。

此の如く護謨は和劑法によりて變性せらるゝので、其和劑を促進する物質に就ても研究せられ促進劑も多數發見されてゐるが、孰れも窒素含有物たる事は注意すべき點だ。促進劑の主なるものはアニリン油、チオカルバニリイド、アムモニア化合物、アミノ化合物、ピペリヂン、キノリン其他殆んど百種近くもあらう。此等促進劑の作用に就ては面白い多數の研究があるが、全く專門的であるから說明を省く。

然るに現今の如く護謨の需要が盛になつては、新しい護謨のみでは其需要に應じ切れず、從つて其價格の昂騰も免れないので一度使用した護謨の廢物を再製する事が研究された。

古護謨を再製するには最初之を粉末に碎き磁石にかけて鐵分を除去し、次に吹き分け操作により羊毛綿絲等の纖維を除き、高溫度に熱して、脫磁法を行ひたる後板狀にするので、其製品は和酸を行はざる護謨に似てゐる。

今一種の方法は化學的方法で混入せる纖維をば稀酸又はアルカリで分解し、之を洗滌して充分に除去する。そして以後は脫硫法を行ふので此點だけが器械方法と異つてゐる。

再製護謨は如何なる護謨製品の廢物からも製出されるが、唯再製前、等級を區別して同種のものを集め、夫に應ずる再製法を行ふ事が必要で、最近迄は古ゴム靴が再製護謨原料の主位を占めてゐたが、今では自働車タイアの廢物が第一位を占むるやうになつた。

長時間泥土にまみれた自働車のタイアが飲料水のゴム管となり、多年油と汗にまみれた職工の古洋服が資本家の外套になるやうになつては化學ほどデモクラチックなものはなからう。若し君が少しく化學の智識を養つて物質變化の有樣に眼を注げば、君が日常愛讀するシヤルロツク・ホルムスの探偵奇談以上に珍奇なる出來事が澤山ある。職工の古洋服がたとへ資本家の外套になつたとて何も不思議はない。自然は我々の厭ふような廢物をも立派に役に立て、廣大無邊の因果律の下に循環させる。自然の下に自然の恩惠に浴しつつある我々はよく此法則を呑込み、此法則に反せざるような心がけが肝要であらう。如何に社會の思想は變化し事態は渾沌の狀態に陷らうとも、我々自然に親しむ者は一道の光明を認めてゐる。我々はそれに鞭韃され、それに激勵され、それに慰籍されて長へに人生を樂しむ事が出來るではないか。疲れたる人よ、惱める人よ、速に來つて自然の友となれといはうよ。

A。どうも有り難う。お蔭で僕の常識も今日一日で一大進步をしたよ。

——(完)——

元素表

記號	名稱	原子量	原子價	沸騰點	摘要
Al	アルミニウム	27.1	3	1800	夙ク知ラレテ居ル輕キ金屬．粘土．長石．ボキサイト等ノ鑛物ニ含マレ廣ク分布ス．627°ニ於テ熔融ス。
Sb	アンチモン	120.2	3. 4. 5	1400	銀白色．金屬光澤アル固形體．普通砒素ト伴生シ砒素ニヨク類似ス．熔融點6[illegible]9°
Ar	アルゴン	39.9		−186	空氣中ニ存在スル不活潑ナル元素ノ一種．空氣中ノ含量百分ノ一以下．化合物ヲ作ラズ。
As	砒素	74.96	3. 4		鋼灰色金屬狀．其化合物ハ凡テ激毒性．古來岩見銀山ト稱シテ毒殺ニ使用サレタルモノハ此元

Ba	バリウム	137.37	2		素ノ酸化物．100°ニ於テ熔融セズシテ昇華ス。
Be	ベリリウム	9.1	2		アルカリ土類ニ屬スル金屬．カルシウムト同屬．硫酸化合物ハ製紙．顏料ノ配伍料トシテ使用セラル，熔融點850°
Bi	蒼鉛	20.80	3. 4. 5	1420	銀白色ノ稀金屬寶石ベリル中ニ含マルマグネシウムノ如ク延展ス．約960°ニ於テ熔融ス。
B	硼素	10.9	3		名稱ノ如ク着味チ帶ビタル鉛ノ如キ固體．砒素．アンチモント同屬ナレドモ毒性ナシ。210°ニ於テ熔融ス。
Br	臭素	79.92	1. 3. 5 .7	59	褐色粉末．硼砂即チ硼酸曹達トナリテ天然ニ產出ス．熔融セズ電氣孤光ニ於テ稍蒸發ス。褐色ノ液體．揮發性．ハロゲン

Cd	カドミウム	112.40	2	780	屬ノ一種．化合物ハ寫眞上ノ應用廣シ。
Cs	セシウム	132.81	1	1670	錫．鉛ニ類似シタル金屬．黃色ナル亞硫酸化合物ハ素トシテ．應用廣シ320°ニ於テ熔融ス。
Ca	カルシウム	40.07	2		アルカリ金屬ノ一種．產出稀ナリ26° ニ於テ熔融ス。
C	炭素	12.005	4		アルカリ土類中ノ一種．石灰石大理石トシテ產出多ク動物ノ骨ノ主成分．分布廣シ．780°ニ於テ熔融ス。
Ce	セリウム	140.25	3.4		ダイヤモンド．黑鉛トシテ產出ス．生物中ニハ必ズ存在ス。稀土類ノ金屬．瓦斯マントルノ製作ニ使用セラル．熔融點623°
Cl ·	鹽素	35.46	1	−33	綠黃色ノ瓦斯體：食鹽ノ主成分．化合物ハ火藥寫眞チ始トシ應用

					甚ダ廣シ。
Cr	クロム	52.0	6	2200	鋼灰色金屬. 鋼ヲ硬質トナスニ用ヒラル. 化合物ハ繪具トナル 熔融點1520。
Co	コバルト	58.97	3. 4		硬キ白色金屬. ニツケルニ酷似ス化合物ハ繪具トシテ用キラル 熔融點1478°
Cu	銅	63.57	1. 2	2300	鐵ニ次デ重要ナル金屬. 延展性強ク電氣ノ良導體. 1082° ニ於テ熔融ス。
Dy	ヂスプロシウム	162.5	3		稀土類金屬ニ屬ス。
Er	エルビウム	167.5	3		稀土類金屬ニ屬ス。
Eu	ユーロピウム	152.0	3		稀土類金屬ニ屬ス。
F	弗素	19.0	1	−187	黄綠色ノ瓦斯體. ハロゲン屬ノ一種. 螢石中ニ存在ス. 作用强烈. 弗化水素酸ハ硝子ノ腐蝕劑トシテ使用セラル。

Gd	ガドリニウム	157.3	3		稀土類金屬ニ屬ス。
Ga	ガリウム	70.1	3		アルミニウムニ似タル稀金屬。
Ge	ゲルマニウム	72.5	2. 4		銀. 鉛等ト伴生スル稀金屬。
Au	金	197.2	1. 3	2530	化學上ヨリハ社會的ニ必要ナル元素. 青酸加里液. 王水ニ熔解ス。鹽化物ハ廣ク鍍金ニ用キラル. 熔融點1064°
He	ヘリウム	4.00		−27	岩石中ニ密閉サレテ存在ス. 大陽雰圍氣中ニ多ク存在ス. 不活潑. 化合物ナシ。
Ho	ホルミウム	163.5			稀金屬。
H	水素	1.008	1	−152	最モ輕キ瓦斯. 水ノ容積ノ三分ノ二ヲ占ムル主成分. 酸類ノ主要部ナリ。又酸素ト共ニ鹽素ノ主要部ヲナス。
In	インヂウム	114.8	3		稀金屬. ガリウムノ同屬。
I	沃素	126.92		184	紫黑色ノ固體. 金屬光澤. 海水

Ir	イリヂウム	193.1	2. 3. 7		及ビ海草中ニ存在ス．ハロゲレ屬中最モ重キ元素．化合物ハ醫療．寫眞上ノ應用廣シ。 灰白色ノ金屬．白金ニ酷似ス．白金ト混合シテ精密ナル器械ヲ作レバ温度ノ爲ニ生ズル誤差少シ。
Fe	鐵	55.84	2 .3	2240	最モ用途多キ金屬．地上到ル處ニ見出サル．熔融點1530°
Kr	クリプトン	28.92		−152	空氣中ニ存在スル不活潑ナ元素空氣ノ1000容中僅カニ 0.00005存在スルノミ。
La	ランタン	139.0	3		稀土類ニ屬スル金屬。
Pb	鉛	20720	2 .4	1525	灰白色ノ軟カキ金屬．硫化物トナリテ最モ多量ニ産出ス．化合物ハ凡テ毒性アリ．日常最モ親シ化合物ハ鉛白。

Li	リチウム	6.94	2	1400	アルカリ金屬．加里，曹達ト同屬．金屬中最輕量ノモノ．水中ニ投ズレバ水ヲ分解シ水素ヲ放出ス。熔融點186°
Lu	ルテシウム	175.0	3		稀土類ノ金屬。
Mg	マグネシウム	24.32	2	1120	甚ダ輕キ銀白色ノ金屬．化合物ハ煙火．醫療ニ用キラル。熔融點632°
Mn	マンガン	54.93	2.3.6.7	1900	灰色ノ金屬．鐵ヨリ堅シ，鐵ト配合シテマンガン鐵ヲ作ル．化合物ハ陶磁器ノ着色料トシテ用キラル．1245° ニ於テ熔融ス。
Hg	水銀	20.6	1. 2	357	銀色ノ液體．多クノ金屬ヲ溶解シアマルガムヲ作ル．毒性．−39° ニ於テ固體トナル。
Mo	モリブデン	96.0	2.3.4.5.6		黒色金屬．鋼ト合金シテ高速度鋼ヲ作製ス．日本ノ古刀ニ含有

					スト言ハル。化合物ハ繪具ニ使用セラル。
Nd	ネオヂム	144.3			稀土類金屬。
Ne	ネオン	20.2		−233	空氣中ニ存在スル不活潑ナル元素.空氣10000容ニツキ含量0.015化合物ナシ。
Ni	ニツケル	58.68	2		銀灰色金屬. コバルトト兄弟. 銅ト合金ヲ作ル. 其他貨幣ヲ造ル等用途多シ. 1452° ニ於テ熔融ス。
Nb	ニオビウム	93.5	3. 5		タンタル. ト伴生スル稀金屬. コルンビウムト命名サレタリ. 熔融點1720°
Nt	ニトン	222			ラヂウムエマナチオンナリ。
N	窒素	14.008	3. 5		空氣ノ五分ノ四ヲ占ムル瓦斯. 元素ハ不活潑ニシテ化合物ハ活潑。
Os	オスミウム	191	2. 4. 6		イリヂウムニ類ス白金屬ノ一種熔融點2300°
O	酸素	16.00	2	−182	空氣中ノ五分ノ一ヲ占ムル氣體ナリ. ユピテル. マキミシムト稱セラレタリ。
Pd	パラヂウム	10.67	. 4. 6		白金ノ元素. 熔融點1549°
P	燐	31.04	3. 5	290	白色蠟質元素. 燃燒シ易ク危險赤燐ナル同素體ヲ作ル. 動植物岩石中ニ廣ク存在ス. 燐寸ノ製造ニ欠ク可ラザルモノ. 44° ニ於テ熔融ス。
Pt	白金	195	2. 4. 6	2450	金銀ヨリ硬シ. 酸素或ハ酸類ト容易ニ化合セズ. 故ニ貴金屬ノ王ト呼バレ或ハ精密ナル器械ノ製作ニ使用サル. 熔融點2753°
K	カリウム	39.10		700	白金蠟狀ノアルカリ金屬. 燃燒シ易ク. 水中ニ投ズレバ苛性加

					里ヲ作リテ水素ヲ放出ス．陸上植物ノ重要ナル體素．化合物多ク曹達ニ次デ應用廣シ．金62°
Pr	プラセオヂム	140.9	3		稀土類金屬。
Ra	ラヂウム	22 6	2		空氣中ニ黑變スル白色金屬．極メテ稀ニ産出ス．放射能ヲ有ス．熔融點約700°
Rh	ロヂウム	102.9			白金屬ノ金屬．熔融點200°
Rb	ルビヂウム	85.45	1	696	稀ニ産スルアルカリ金屬．セシウニム類ス．熔融點38°
Ru	ルテニウム	101.7			白金屬ノ金屬．稀ニ産ス．熔融點約2000°
Sm	サマリウム	150.4			稀土類ノ金屬。
Sc	スカンヂウム	44.1	3		アルミニウムニ類似ス．甚ダ稀
Se	セレン	79.2	2.4.6	688	灰色ノ金屬ニ似タル固體．褐色粉末ノ同素體アリ．硫黄ニ伴生ス．金屬ノ性質ヲ有シ日光ノ下

					ニ電導力ヲ増加ス．性質アンチモンニ類似ス．電池．硫酸製造等ニ用キラル。
Si	珪素	28.3	4	約3000	褐色粉末或ハ暗灰色結晶．土壤ノ四分ノ一ヲ占ム．酸素ニ化合シタルモノハ砂ナリ．硝子．陶磁器ノ製造ニ用途廣シ．熔融點1500°
Ag	銀	107.88	1	約1350	有史前ヨリ知ラレタル白色金屬銅ヨリ良ク熱及電氣ヲ傳達ス．延展性强ク彈力アリ．硝酸化合物ハ寫眞醫療等ニ用途廣シ．熔融點962°
Na	ナトリウム	23.00	1	877	アルカリ金屬．チーズト．略．等硬ナリ。空氣ニ曝セバ酸化ス鹽素ト結合シテ食鹽トナル．化合物ハ加里ヨリ一層用途廣シ．

Sr	ストロンシウム	87.5	2		熔融點97°
					アルカリ土類ニ屬スル金屬．化合物ハ火焔ニ紅色ヲ與フルガ故ニ煙火ニ用キラル．熔融點800°
S	硫　　黄	32.06	2. 4. 6	44	黄色ノ粉末．黄色結晶．褐色固體等種々ノ同素體アリ．甚ダ廣ク分布ス．火藥．硫酸ノ製造．護膜ノ配伍料トシテ用途廣シ．熔融點114°
Ta	タンタル	18.15	4. 5		灰色金屬ニシテニオビウムニ伴生ス．電燈球内ノ線條ヲ作ルニ用キラル．熔融點850°
Te	テルル	127.5	2. 4	1390	銀灰色ノ金屬光澤ヲ有ス．セレニウムニ酷似ス熔融點453°
Tb	テルビウム	159.2	3		稀土金屬。
Tl	タリウム	204.0	1. 2		ガリウム．インヂウ類似ノ稀金屬。
Th	トリウム	232.15	3. 4		稀土金屬．五プロセントノセリウムト共ニ瓦斯マントルヲ作ル熔融點甚ダ高シ。
Tu	ツリウム	168.5			稀土金屬。
Sn	錫	118.7	2. 4	2275	廣ク分布スレドモ量多カラザル金屬．鉛ト合金ヲ作リ「ハンダ」ヲ作ル．家庭用小器具ヲ作ルニ用ヒラル．熔融點232°
Tl	チタン	48.1	2. 6		到ル處少量ニ見出サル．鐵ト合金シテ强靱ナルチタン鐵ヲ作ル．日本ノ古刀ニ含有スト稱セラル。
W	ウオルフラム	184.0	2.4.5.6		モリブデンニ似タリ．電球ノ線條ヲ作ル．熔融點2450°
U	ウラニウム	238.2	3.4.5.6		モリブデン．ウオルフラムト同屬．化合物ハ螢光硝子ヲ造ルニ用キラル．熔融點1500°

V	ヴアナヂン	51.0	3.5		銀色金屬．銅ト合金シテ硬度ヲ増ス．熔融點1720°
X	クセノン	130.2		−190	空氣中ニ存在スル不活潑ナル元素．空氣ノ1000容中0.000006ヲ含有ス。
Yb	イテルビウム	173.5	3		スカンヂウム．ウラニウム等ト同屬甚ダ稀ニ存在ス。
Y	イトリウム	89.33	3		前者ト同様。
Zn	亜鉛	65.37	2	916	青白色金屬．熔融點418°
Zr	ヂルコニウム	90.6	4		稀土金屬．トリウム．セリウムト共ニ用キラル熔融點甚ダ高シ。

==はがき用入御一錄目總書圖◇

往復ハガキにて御申込次第送呈いたします◇

化學の話
奥附

大正十一年十二月十五日印刷
大正十一年十二月廿四日發行

〔定價金壹圓貳拾錢〕

編纂者　平栗要三
發行者　茅原茂
東京市小石川區柳町二十六
印刷者　古田市郎平
東京市本郷區弓町一ノ二十五
發行所　世界思潮研究會

發賣所
東京市本郷區弓町一ノ二五
日本評論社出版部
振替東京九六七八番
電話小石川（二一九一番）（三六九七五番）

吾等何を學ぶべき乎

第一期刊行目次●毎月一回刊行

(1) 文學士 淺野利三郎著 宇宙の話 —既刊—

(2) 文學士 淺野利三郎著 文化の話 —既刊—

(3) 納武津著 社會の話 —既刊—

(4) 松本悟朗著 哲學の話 —既刊—

(5) 理學士 大久保祖彦著 進化の話（生物篇）—既刊—

(6) 理學士 大久保祖彦著 進化の話（人類篇）—既刊—

(7) 理學士 大久保祖彦著 遺傳の話 —既刊—

(8) 理學士 大久保祖彦著 科學の話 —既刊—

(9) 文學士 淺野利三郎著 心理の話 —既刊—

(10) 理學士 大久保祖彦著 化學の話 —既刊—

(11) 安島健著 宗教の話 —一月刊—

(12) 法學士 早坂二郎著 經濟の話 —二月刊—

◇定價各冊金一圓二十錢均一●送料各冊十五錢◇

全卷十二冊の詳細なる内容見本御入用の節は二錢切手封入御申込下さい！

505
35

終