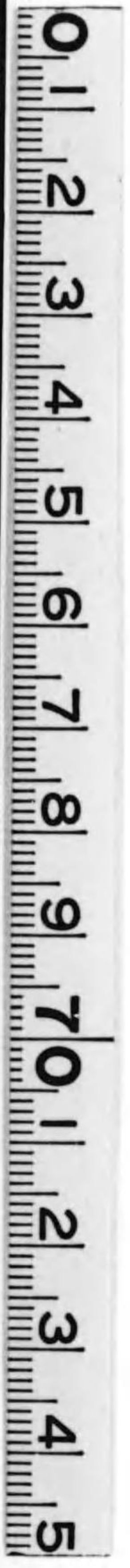


404
TA67

404-Ta67ウ
1200500742197

眼 學 科

理 學 博 士
竹 內 時 男 著



始



107



理學博士 竹內時男 著

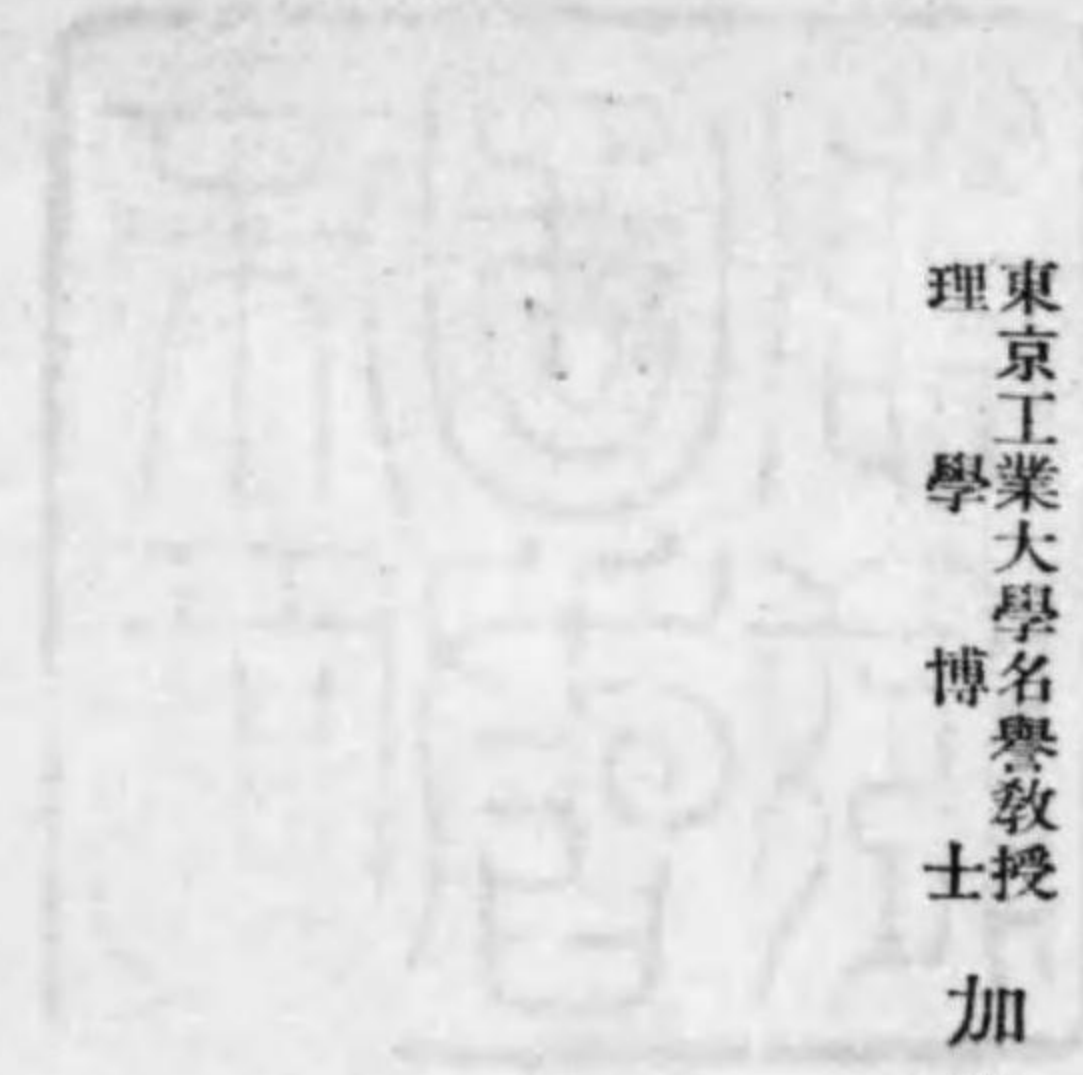
404
TA 67

眼

皇國青年教育協會發行

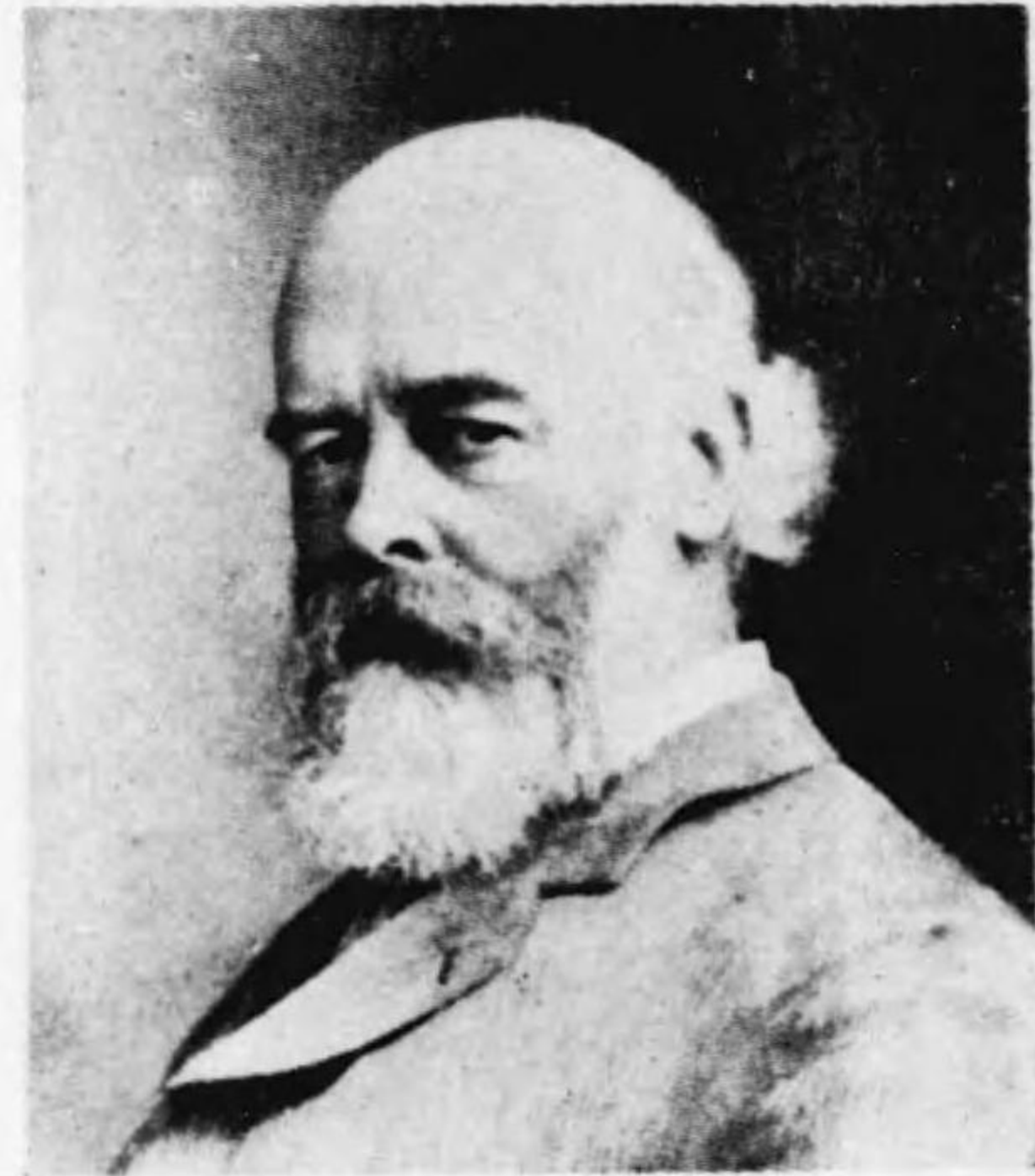


東京工業大學名譽教授
博士 加藤與五郎先生に獻ぐ

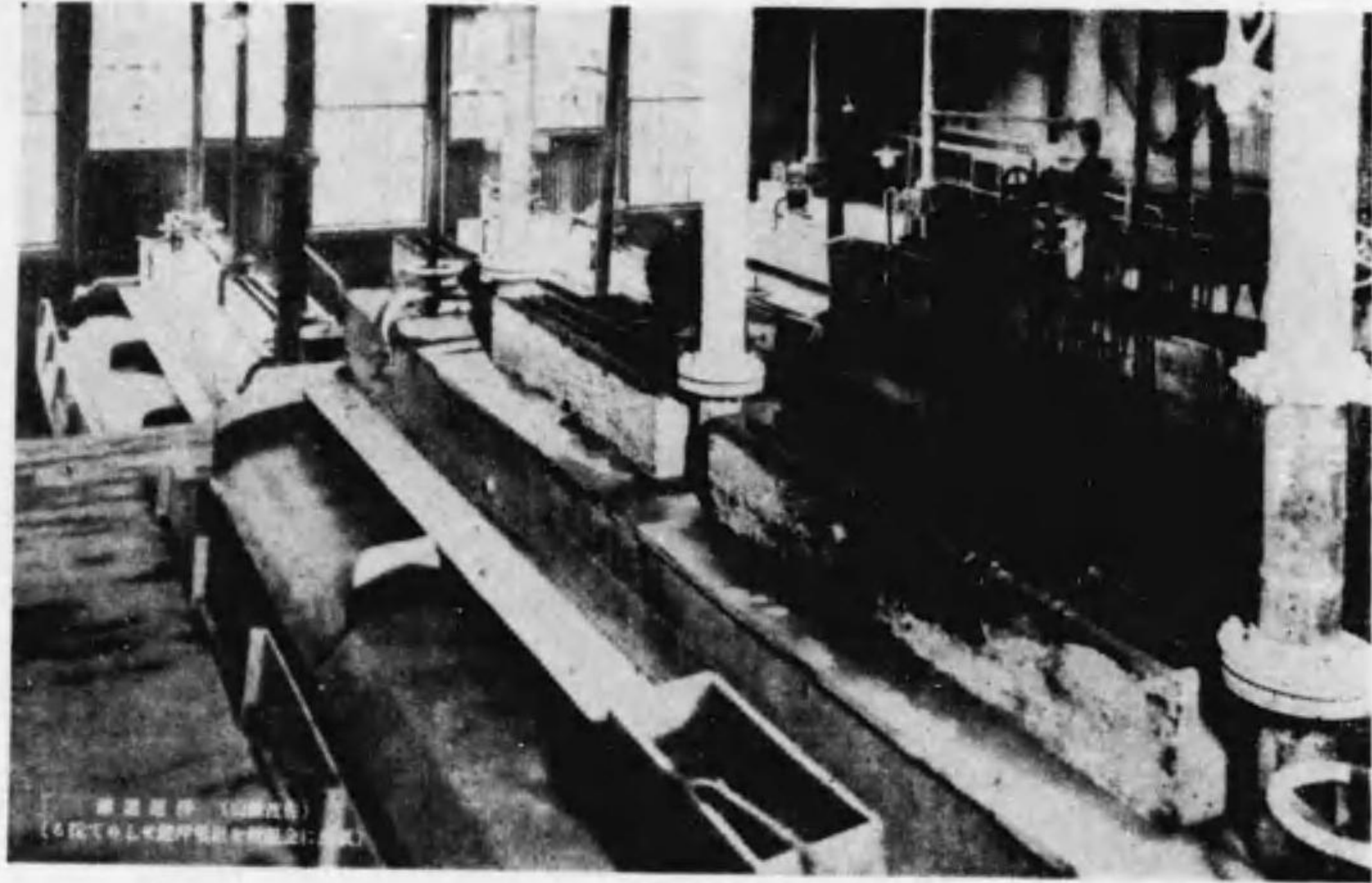


著

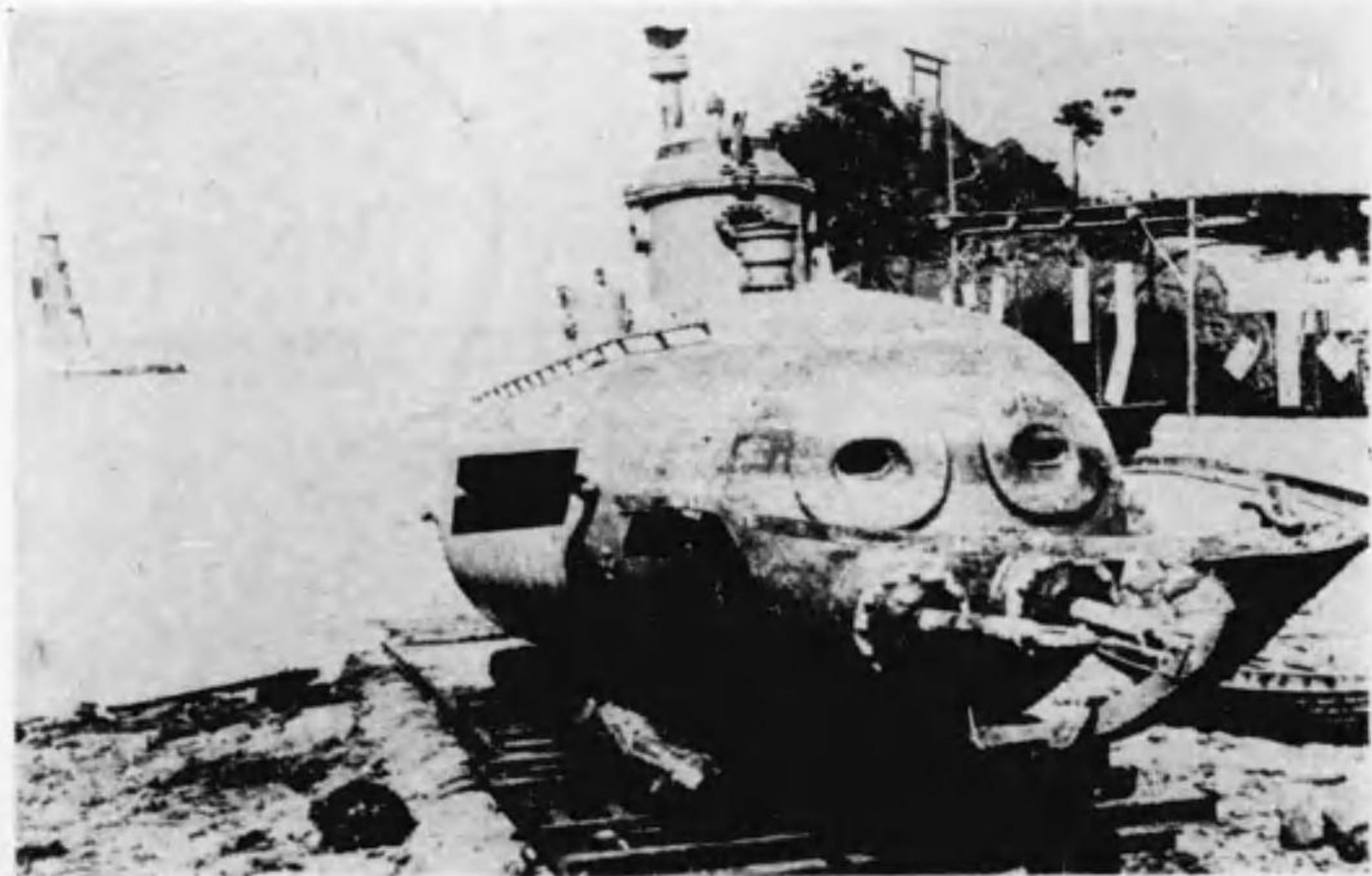
者



上 オリヴァー・ロツヂ
中 「宇宙の謎」のエルンスト・ヘッケル
下 ネルンスト博士（一九三三年、ドイツ工學物
理學協會總會のスナツプ）



上 氣泡に金鐵石を附着浮遊させる佐渡鐵山の新設備



下 豆潜水艇

上 液酸爆薬を用ひ一舉數萬噸を爆破する滿洲大孤山の爆發

下 著者の液酸實驗魔法瓶から硝子瓶に液酸を移す時の煙と瓶の周りの水とを觀よ



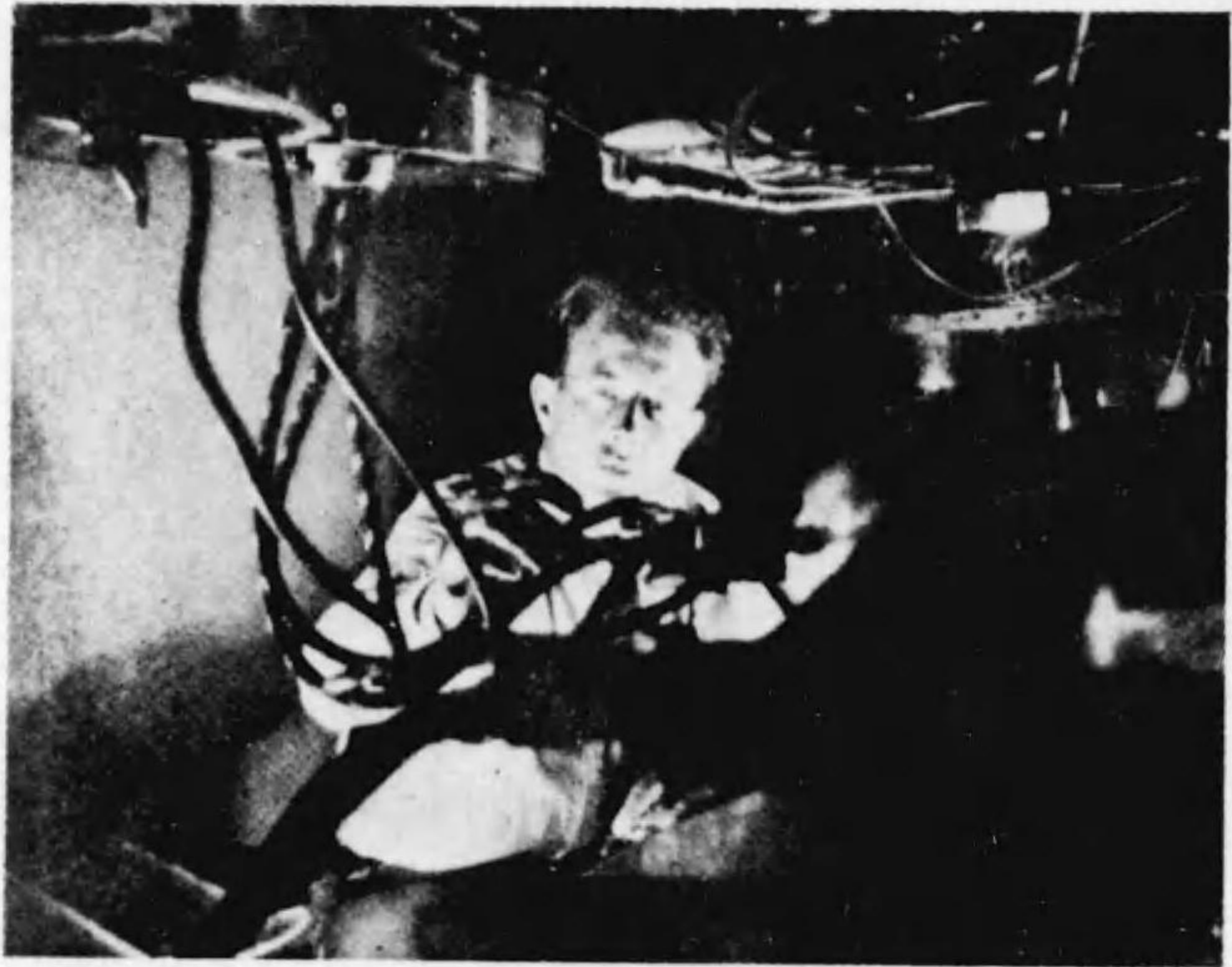
序

心の窓は眼である。即ち科學精神を啓培するものは科學眼であらう。科學の眼を透せば、大自然も人間社會も何の窮屈も無く、朗らかであり、美しい階序を示してゐるのである。その理法を學べ。

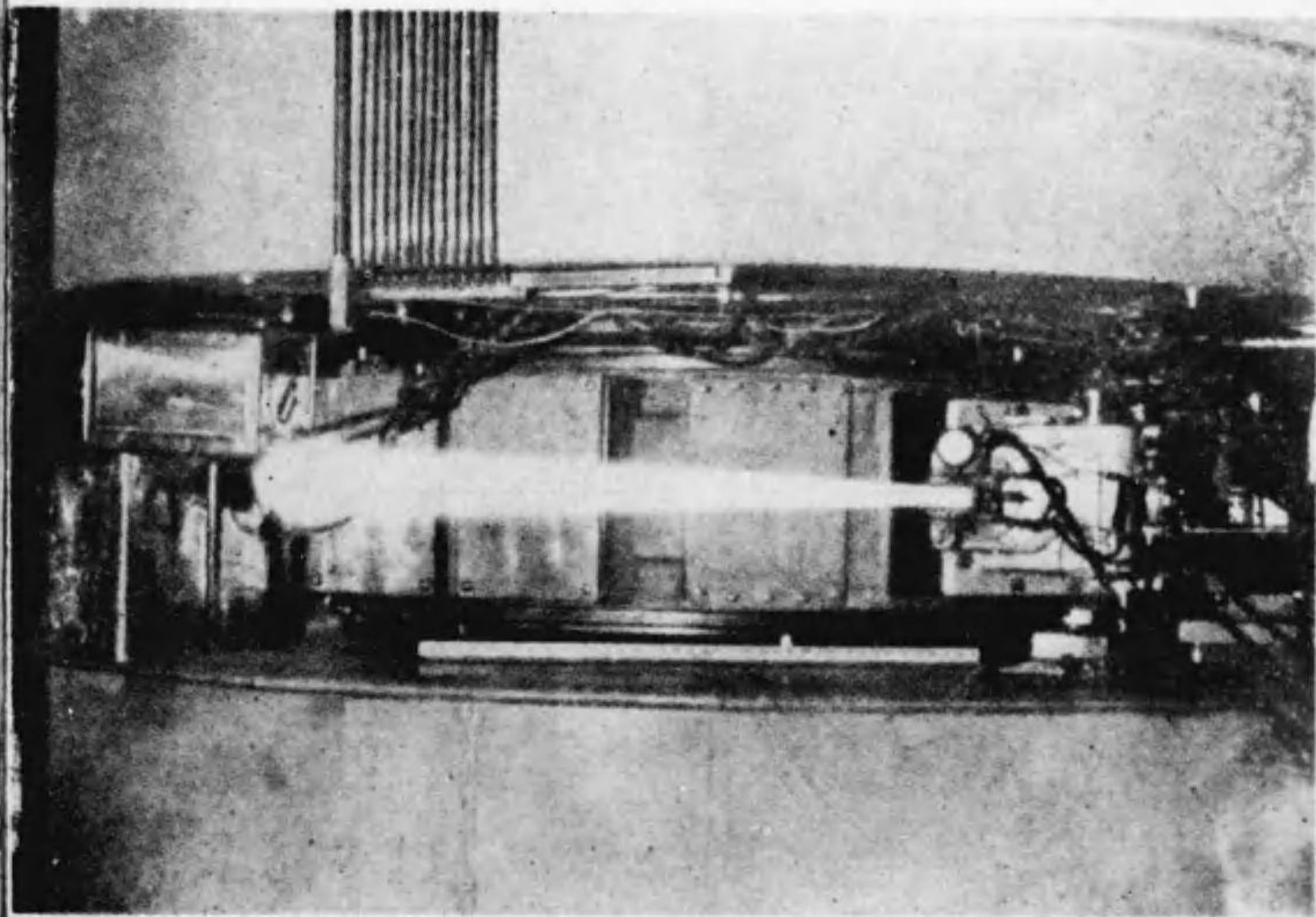
「科學は米飯である。」淡泊にして滋味に富む。心の糧としての科學、科學的良識で一世が蓋はれれば、この大戦裡の日本がどう進み得るか。否、日本傳統の精神を科學に生かせ。それこそ新科學精神であらう。

科學に距離を置くな。學者が身を以て發明し紹介した知識は速かに攝取し、機に應じてこれを閃かせ。用を利し、生を厚うし得るであらう。科學は斯くて始めて行となるのである。

著者識



サイクロトロンと發明者ローレンス



二二〇噸六〇時サイクロトロンから射出する中性子線

目次

水と空気が光	一
涼	六
寒さと氷山	九
熱	一五
ポンプ	一五
エルンスト・ヘツケル	一九
天然力の推算	二八
考へる人	三二
原子エネルギー	三六
スパイ原子	四六

時を測る.....	五
我が日食記.....	五
防空訓練の朝.....	六
大東亞の天文.....	七
方角.....	七
電波の科學.....	九
科學する海底.....	九
マイクロフォンと光電管.....	一〇
電子顯微鏡の驚異.....	一六
夜光塗料.....	二二
火砲の科學物語.....	二五

未來兵器のいろいろ.....	二七
競技と自然との數學.....	二七
科學と算數.....	二五
初等數理教育.....	二五
物理工學の外國雜誌.....	二七
物理學の戸籍.....	二六〇
學生の辿るべき王道.....	二四
ネルンスト教授の思ひ出.....	二六
サー・オリヴァー・ロッチ先生を憶ふ.....	二九
サー・J・J・トムソンの追憶.....	二七
傳説を科學する.....	二六

身邊科學	.....	一八〇
科學翼賛	.....	一九五
科學小話	.....	一九九
科學相談	.....	二〇一
神と共に働け	.....	二〇四
科學者の夢人の工血液	.....	二〇六
短波隨想	.....	二〇九
科學は東方より	.....	二一一
大東亞天文攷	.....	二二三

水と空氣と光



水と空氣と光。この三つのものは、如何にしても私共の生活から切り離せないものである。否、これ無しでは生活は全然不可能ですらある。

人間の生活のみでない。全生物の生活に、この三つの要素は不可欠のものである。實際、天體に生物があるかどうかを判定するのにも、分光器の力を借つて、その天體の放つ光を分析し、果して水蒸氣があるか、酸素があるか等を検する程である。水と酸素とが無ければ、生物は存在しないと結論される。

月宮人は斯くて不可能であり、火星人は全くは不可能ではないのである。

水は「萬能溶劑」とも稱される位に、實に物を良く溶かす。水に溶けない物は少い。水を硝子器に入れて置くと、微量ではあるが、瞬く裡に硝子が水に溶けて行く。金屬容器でもさうである。

水は何故物を良く溶かすのであらうかといふに、これは水の分子の電氣的特性によるのである。

水の分子は、その一端に陽電氣、他端に陰電氣を持つてゐる。即ち學術的用語で申せば、水は電氣

的極性を持つてゐるといはれる。陽電氣の極は、二箇の水素陽イオンより成るのである。水の分子は、誰も知つてゐる通り、酸素一原子、水素二原子より成るのであるが、それが、ヒトラーの「生活地分配」のやうに、大きな酸素原子と小さな水素原子との間に電氣の授受があり、斯く陰陽のイオンとなつて結合してゐるのである。

水の分子は極性を持つてゐるため、分子同志が電氣的に牽引附着し、重合した分子となつてゐる。一種の「聯合國家」である。温度の低い水程、この重合数が大きい。熱せられて水蒸氣になると、この重合連結が解かれて、單一の純粹の水分子になるのである。熱のため分子が振動して連結を斷つからである。

液態の水は、普通、二、三分子が寄り集つて出來てゐる。

水の沸騰點が可なり高いのも、水分子の特異なこの極性から由來するのである。

水は攝氏百度で沸騰するといふ。しかし水の中に空氣が含まれてゐない時、靜かに熱すれば、攝氏二百七十度に昇つても尙沸騰しなかつたといふ記録がある。水の中には、空氣が不純物として含有されてゐるもので、普通の狀況では、これは約五千分の一の割合に入つてゐる。

魚は鰓によつて水中の空氣を吸收する。或魚は、速く泳がないと十分酸素が攝れないなどといふの

がある。

魚はよく流れに溯る習慣がある。鉢の水を環流させると、魚は流れに溯つて泳ぐ。これはさうすれば酸素の新しい補給が出来るからでもある。他の原因として考へられることは、斯くすれば、餌食を求め易いといふことである。

空氣の無い水は、攝氏 $0 \cdot 00$ 二四度が氷點である。

水を空氣に觸れないやうにして冷やすと、攝氏零下二十度になつても凍らない。いや、或人は攝氏零下四十度に下げたが、液體の儘であつたと報告してゐる。これを實驗するには、ベルトウローの管球といふものを使ふが、そんなことをしなくても、天然には、水晶の中に極めて純粹な水を包裹してゐるものがある。一八五八年に、あの氷河研究で有名な、通俗講演や著述でも有名な、大物理學者テインダルが、この小洞孔内の水を攝氏零下二十度まで温度を下けたが、遂に凍らなかつた。

テインダルは、創意の傑出した學者であつた。彼は普通の氷塊にレンズを通して日光の細い光線を送つたところ、その徑の所々に泡が出來、それから美しい六連枝が差し出るのを觀察した。これをテインダルの氷花と稱してゐる。

氷が解けて水になると、その體積が減する。その際、不思議な微音を聞く。

水を管に封じ、注意して熱すると、膨脹して管一杯となる。次にこれを靜かに冷やすと、收縮しよ

うとするが、おつとどつこい、管壁に附着して歸れない。この收縮しようとする力が次第に増加すれば、水が張力を受けた状態になる。この抗張力は錫や鉛以上だと勘定される。遂に切れて可なり大きな音を立てる。

熱い氷といふものがあることを御存じであるか。

氷は、冷たいもの、といふのが常識である。しかし科學には常識は危険である。アインシュタインなども、常識の恃むべからざることを、その相對論に於て證明してゐる。論理と實證とに、常識は服しなければならぬといつた。

水には重い氷等十八種類あるが、こゝにいふ氷は、同一の水の氷のことである。それが六種類ある。氷第一號は普通の氷であるが、氷第二號、三號、五號、六號と溫度を上げ、第七號になると、一番溫度が高く、攝氏の八十度などといふ、手にも載せられない熱さである。

熱い氷。これは二千氣壓以上の壓力を加へなければ出來ない。これ等を空氣中に取出すと、膨脹してザラ／＼した白い第一號氷粉になる。

上の氷の中に第四號が缺けてゐるやうであるが、これは不安定なので、屢々第五號になつてゐるからである。

以上、水に就いて珍奇な譚を致したのであるが、次に移らう。長廣舌に對しては西洋に「水時計の水を飲め」といふ彌次があるからである。

時局である。今までのやうな過剰は許されないのであるが、それでも直ぐに食糧に話頭が飛ぶ。

パンの粉にはトウモロコシが數割混入されてゐる。いや、現在の小麦粉はうどん粉の格である。上等のパンにすべく、粘結力は充分でない。

粉に挽けば魚も骨ぐるみ攝取される。粉食の利點はこゝにある。

パンを製造する場合に、莖外線を照射すると、假令不良質の粉でも、品位と營養價とが向上することを、注意したことがある。この時代であるから、一つ莖外線パンと稱して賣出したらきつと當たるに違ひ無く。

罐詰などを造る場合に、空氣を消毒することがある。これには水銀燈で照射するのである。空氣中の細菌をこの方法で殺すと、壽命の長い罐詰が出来る。

近頃アルゴン電球といつて、莖外線を相當に出す電燈が出來てゐる。これは嘗て相當行はれたネオン電燈と同じく、螺旋に捲いた二電極によつて百ヴォルトの電燈線で點火するもので、放つ可視光の色は青紫であるが、殆ど電力を食はなう。

アルゴン電球は、防空燈火管制中に、夜光塗料を刺戟發光させるのに使はれる。五百米先からは、この電燈の光は視えない。

こんなアルゴン電球の内面に發光塗料を塗れば、無熱の電球が出來ようものと考へてゐる。安價な螢光電球である。

「空氣が變はれば」といふことが、「水が變はれば」と同じ程度の警告となる日が來ないであらうか。東京地方も、晩秋から濃霧が襲ふことが多くなつて來た。空氣中に水蒸氣の凝結核となるべきものが多く浮游するやうになつたせゐである。空氣の汚濁は河水、海水、淨水の汚染したのと同じく、嚴に戒めなければならぬ日が來よう。

涼 光

冷光燈といふ名前がある。供給したエネルギーをすべて可視光に變へる燈を指してゐる。官報に、冷光燈研究が國家重要研究と數へられて載つたのは、六、七年前であらう。私は今から二十數年も前

から、冷光燈に大いに關心を持つたものである。この長い年月の間にさしたる成績を擧げ得なかつたが、しかし外國で發表された發明に、私の着想と同じいものが二つもあり、何れも革新的な型と評されてゐるのである。内地にも一つある。

理科大學三年生の時、中村清二教授の指導で一年間、發光體の研究を、今の九州帝國大學教授伊藤博士と共同したのが始りで、今も尙忘れられぬ縁を持つてゐる。

或日、硫化亞鉛の板——これは確か陸軍の方から中村先生が借用されてゐたものと思ふが——を、陰極線管球の中に置いて放電し、緑白色に光つてゐるものを、液體空氣の瓶に漬けて見た。發光度が増しはしないかとの豫想であつたところ、全く反對に暗くなつて仕舞つた。オヤ／＼と思つて、手に握つて思案に暮れてゐると、暗室なものであるから、微光が板から發し、それが段々強くなつて行くのが解るのである。怪しいぞと、實驗を繰返すと、いつも同様である。湯の中に入れると一時にパツと光を放つのであつた。

液體空氣中に入れて發光を冷凍し、蓄光することが出來るのである——。私は感激裡に、直ぐ、あのガウスの電信機械の寫眞額が二枚、表に懸つてゐた先生のお室へ伺つて、試験管中の燐光體に就いて同様な實驗を御覧に入れた。その晩のコロキウムに、先生は長岡先生等に紹介せられたのである。

この現象が今アメリカで「冷凍光」として評判なものである。董外線によつて種々の螢光體、例

へば螢光液を刺戟發光させて、私は冷光燈を試みたのである。斯ういふ研究の結果を實用的な形にこそ表はしはしなかつたが、私はアメリカ人よりも先に創意し、又發表したのである。

さて硝子管球中に白熱電線の封入してある普通電球は、その發光率や色の點に於て極めて遺憾なものがある。

莖外線によつて發光物質を刺戟發光させることは、發光率が極めて良いのである。この根本的に原理を新しくした電燈は、今、螢光電燈といふが、例へば四十ワット螢光電燈の如き高發光率を持つたものが、最近に出來てゐる。

この螢光電燈と雖も莖外線を先づ發生させるためには、室温より華氏の四十度乃至五十度も温度が高いが、表面積が可なり大きく、入力五十パーセント以上を對流で空氣中に逸してゐる。輻射されるエネルギーの中五十五パーセントは長赤外線によるものである。

千ワットの水銀燈も非常に涼しい。これは毎ワット六十五ルーメンといふ高い發光率を持ち、又そのエネルギーの三分の二以上を循環冷水によつて失ふ。色は青白い。

今黄緑即ち波長五千五百五十オンダストロームの部分に就いて、種々の光源の「涼しさ」を比較して見る。

螢の光は八十二、午の日光は十九、水冷水銀燈は四十三、四十ワット白色螢光電燈は二十一、百ワ

ット・タンダグステシ電燈は三・八である。

螢の光の測定は、アメリカのビュロー・オブ・スタンダードのアイヴスとコブレンツがやつてゐて、これは一千九百年後の同ビュールティンに載せてある。私は先年螢の光のスペクトルを撮り、これを東京工業大學學報に發表した。

その頃螢の光の研究が二、三日本に現はれた。

「冷たい」光でなく、「涼しい」光といふ辭がアメリカで提唱された機會に、涼光の回顧談一席を申上げて御耳を汚した。

寒さと冰山

國民はすべて「有用なる博識」を持つ人でありたい。

ドイツでは、青少年が自轉車を愛惜する。夜間は、タイヤの空氣を抜いて、吊り下げるか、又は地面に横たへて置くと聞く。

空氣の壓力を加へた儘にして置くと、タイヤが疲れることが速いからである。

胃の腑も同じ理由で、腹八分目がいゝに違ひ無い。しかし時には腹一杯ウンと喰べて、胃を強くし弾力を與へることも必要である。

砂糖の害がいはれ出し、砂糖は血液に酸性を與へて、これを悪くすることが叫ばれてゐる。過度に攝取すれば正にその通りである。アメリカは齒科醫術が世界で最も盛んなのは、國人に齒の患者が多いからで、これは、砂糖を攝り過ぎるからだといはれる。

果物や野菜、小魚などを盛んに食べるが宜い。ビタミンC始め、栄養素を充分に含む安價な食物を選ばねばならない。そして有害といはれるものは、この際斷然廢めるが宜い。苦勞して有害無益な物を漁り求めるのは、正に愚の骨頂である。

天然の儘で、餘り加工せぬものが良いのである。日本人全體が頑健な身體の持主になつて、大東亞に廣く住んで欲しいものである。

近頃、南極探檢三十年記念會に臨み、往年の白瀬隊の覇業を追憶したものである。その席上、白瀬中尉の述懐があつた。この探檢を企てるまでに、實に、湯は飲まず、熱を加へたものは食べず、暖は取



當年の白瀬中尉

らず、煙草は喫まず、只管鍛錬したといはれた。こんな耐寒の訓練を経てこそ、あの輝かしい成果が得られたのである。

現今、一部で堪忍生活が唱へられてゐる。宜なりといふべし。暖衣飽食など、この節しようと思つても出來ぬのであるが、冷寒暑熱に堪へる身體にし度いものである。

一食は天人、二食は人間、三食は禽獸といふ。ギリシヤ人は昔、第一食は午餐べたといふ。けれども熱量攝取量は下げられない。北歐の土人は一日四千カロリーの熱量の食物を攝る。そして、ビタミンC保有のため、動物の肉を生食するのである。

衣服のことであるが、身體からの放熱は、裸體の時を百とすると、毛のシャツを着て七十五となりワイシャツを着て六十位に下り、チョッキ、上衣を着て、三十位までに降る。體熱を逃がさぬことは、暖を取ることもよりも先に考へて欲しいのである。

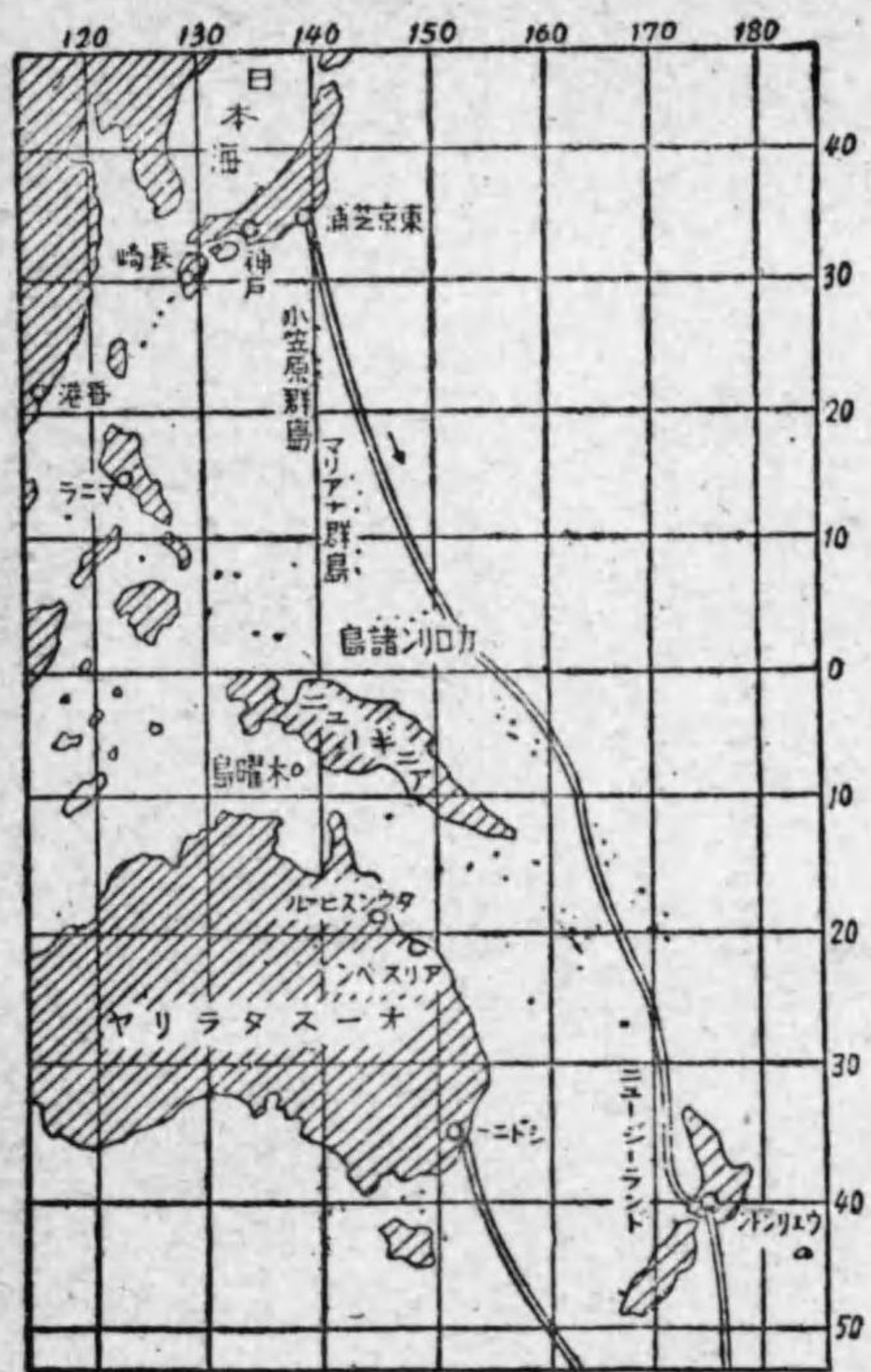
けれども下着と肌との間隔は、少しはあつた方が、空氣の斷熱力が働くので、保温力が大になる。又適當に通風しないと、濕氣や炭酸ガスが溜つて、宜しくない。

衣服が濡れると、寒冷を覺えるのは、空氣は斷熱力が大きい、水分はそれが少いからである。熱の傳導は水の方が空氣より大きい。

支那の「苦力」とは、英語の不熟練勞働者から來た當て字であるが、アんな厭な文字は無い。それ

で日本人も近頃「苦力」の語を廢して「華工」とか「工人」とか呼んでゐる。實際彼等の生活水準を上げてやり、文化の恩恵に浴させてやらねばなるまい。華工と雖も食費は相當使つてゐるさうである。さうでなければ、決して、あの激しい労働には堪へられまい。

日本の戸數は一千五百萬戸もあらう。これ等にもすべて適切な科學化を施し度い。



開南丸航路

エスキモー人の被服は寛裕である。又眞綿を和紙に包んだものは甚だ保温的である。ドイツ軍は、セロファン袋の中に乾野菜を入れ、これを湯に浸して生野菜の如くして食する。これは不凍糧食であるが、ビタミンが少いから果汁粉末を添へる。

醬油は攝氏零下三十度、味

噌は三十二度で凍る。これは還元不可能である。脂肪は食すれば熱を發生するが、それには肝臟粉末がより宜しい。

白瀬中尉の開南丸の航路と成果とは、圖の通りである。要は南方經綫の大雄圖であつたが、英國の鼻息を視はんとした當時の政府は、領有の宣言をしなかつた。

今日、捕鯨船は、遠く、この邊りまで出漁してゐる。日本人の發展力は素晴らしいものではないか。

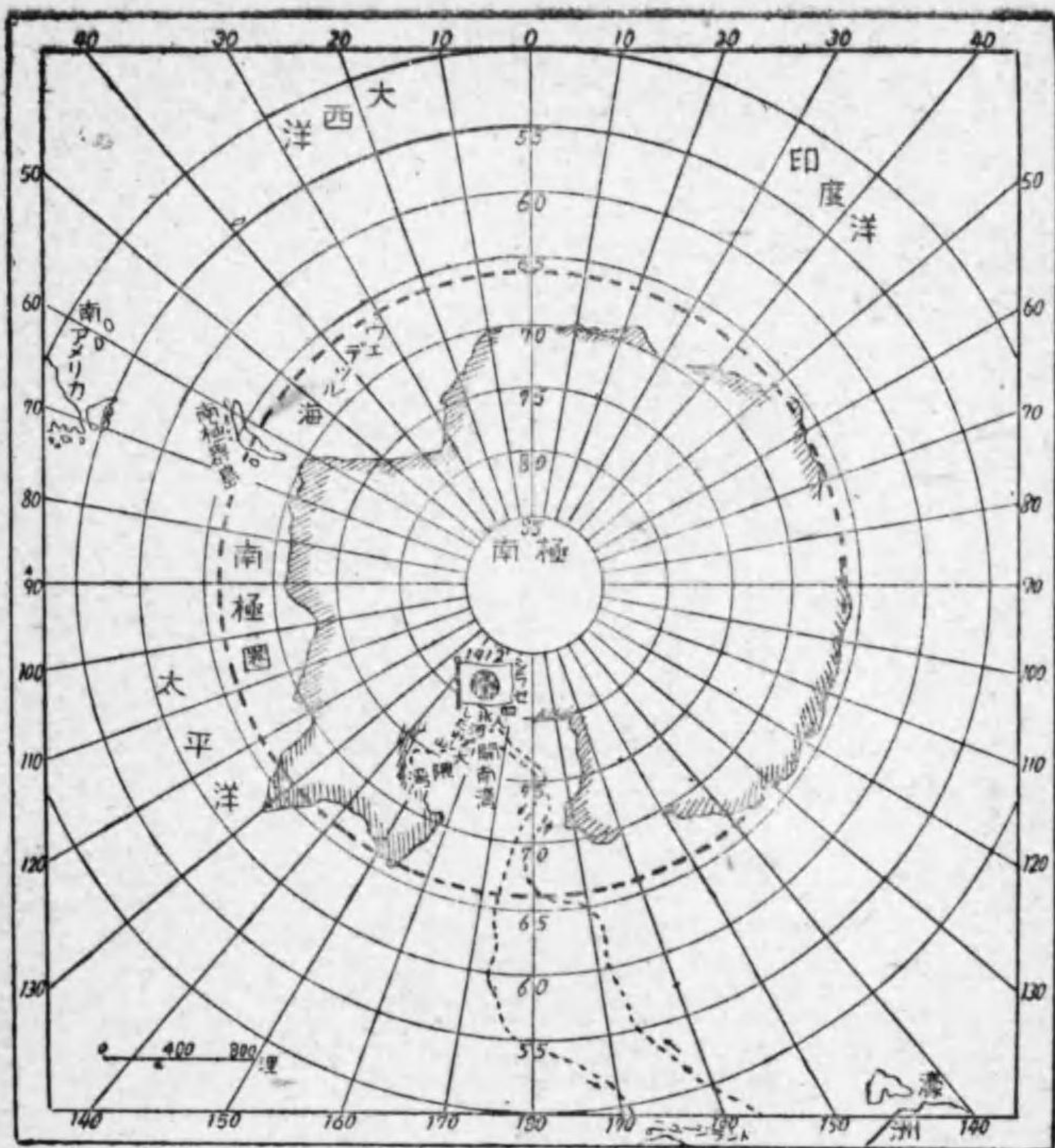
南極地方の氷山は、南極大陸を埋めてゐる陸氷の端が切れたものである。北極地方の氷山は、この反對に、氷河が谷を降つて出來たものである。

南極地方の氷山は、形がテーブルのやうで、高さ七十米長さ二十米などといふのがある。雪が凝り集つたものである。白に青みを帯びてゐる。海中の體積は海面上の部分の五、六倍もある。

陸氷でなく、海水では如何であらう。

日本の北洋漁業の活動帯は、オホーツク海である。ずつと奥の方では氷の厚さが一米余もあるが、千島附近では完全には結氷しない。

海水は、純水の氷の體内に出來た多くの泡の中に、濃い鹽水を抱有してゐる。表面に近い程鹽分が多い。我が近海では、最大八パーセントの値を示す。古い物程鹽分が少い。こんな物は、融かして飲むことが出來るのである。



南極圖

氷山は、これに船が衝突すると、一堪りも無い。豪華な遊覧船が、これで沈められた例がある。氷山は、一種の屏風の働きをするが、夢、警戒を怠ることが出来ない。

氷山の近づくのを電氣的、又は、音響的に探出する方法がある。

日本南極探検隊が先
占命名せる南極領土
大和雪原——南極探検隊長白瀧
瀛、學術部長武田輝太郎、衛生
部長三井所清造、犬橋係山邊安
之助、同花守信吉を以て組織し
たる突進隊は、明治四十五年一

月二十八日南緯八十度五分西經百五十六度三十七分の地點に到着して、恭しく 皇天を拜し、日章旗を樹立しこの地點を大和雪原と命名せり。(面積約百二十平方哩)

開南灣、四人氷河——明治四十五年一月十九日午前十時、白瀧隊長は探検隊第一上陸地點たる南緯七十八度十五分西經百六十二度十分の地點を開南灣と命名し、更に其附近南緯七十八度十七分西經百六十二度五十分の地點を四人氷河と命名せり。

大隈灣——明治四十五年一月二十九日南緯七十七度五十分西經百五十八度四十分の地點を探検したる、一等運輸士土屋友治等は、同地點を大隈灣と命名せり。

したわし山——明治四十五年一月二十三日、沿岸支隊員渡邊近三郎、同西川源藏兩名が、エドワード七世洲に上陸し、アレキサンドル山頂に、日本南極探検隊上陸記念標を樹立したるが、右兩名救助隊として出動したる、書記長多田恵一、事務長島義武、水夫柴田兼治郎、同渡邊鬼太郎の一隊により、アレキサンドル山脈の西方部南緯七十六度五十八分西經百五十五度五十五分を「したわし」山と命名せり。

熱ポンプ

「熱」といふものは、奇怪なものである。——といふと、異なことを申すといはれるかも知れない。「熱」といふものは「熱いものだ」といはれるかも知れない。熱いといふのは、感覚である。熱湯の中に手を入れると、熱いといふ感じを起す。手の皮膚には熱點、冷點といふ神経末端部が来て居り、夫々熱い冷たいの感覚を起すのである。

しかしこれは飽くまで感覺である。理學上「熱」といふのは、エネルギーの一態を指してゐる。エネルギーとは、仕事をなす能力である。普通に熱は、物質分子の振動エネルギーとして現はれてゐるが、時には輻射エネルギーといつて、真空中にも存し得る。丁度これは光のエネルギーに似た形態であるから、真空中にも熱はあり得るといふことになる。そして熱のある所には温度があるのである。

ところが熱は、それを機械的仕事に換へようといふ時、その全部をさうすることは出来ないのである。成るべく温度の高低の差の大きい所を動く時でない、多く仕事に換へられないのである。丁度水が成るべく水位の高低差の大きい所を流れる時多くの仕事をし、水車を廻はすなどすることが出来るのと似てゐる。水量が熱量に、水位が温度に當たるといはいはれよう。しかしこの比喩は正確なものでないこと、勿論である。

熱を低温體から高温體に移す場合は、この反對に仕事が必要。これは吸水ポンプに喩へられ得る。

それで、機械的仕事をなして、空氣の海や、熱機關の廢氣或は水から熱を吸ひ取り、高温體の所に移す装置を熱ポンプといふ。水を低所から汲み取り高所に移すポンプと似た働きをするから、熱ポンプの名があるのである。

熱ポンプの思想は、可なり古くからあつたやうである。しかしこれが最近、熱工業、化學工業方面に注意され出し、又實際にこれが日本の某會社にも使用されてゐるのである。アメリカでは今、より

以上に盛んに行はれてゐる。

先づ熱ポンプの機械の原理を述べよう。

機械に消費仕事 W を加へて、低温體 T_1 度（これは攝氏の温度に二七三度を加へた數で示す。絶對温度といふ）の物體から Q_1 の熱を汲み取り、高温體 T_2 度（同じく絶對温度で示す）の物體に Q_2 の熱を與へるとする。さうすると、この機械の效率は

$$\frac{Q_2}{W}$$

で、これは最大

$$\frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

に等しい。

この證明は熱力學といふ學問に於てなされるのであるから、こゝには控へて置かう。この機械の最大效率が單に熱體と冷體との温度のみに關するといふ事柄は、實に著しいことである。機械に用ひられる作業物質の如何によらないのである。

右の式を見ると解るやうに、温度差が小さい程、效率は大きくなる。

熱ポンプは壓縮機を主體とする。そしてこれに壓縮作用の仕事を加へると、發生した熱量が放熱量

になるのである。これは、發熱と吸熱との兩方を用ひようといふ水泳場と製氷工場とを連結したもので、醸造工場などには殊に妙である。熱ポンプの設計に於ては、仕事一キロワット時に對して幾千キログラム・カロリーの熱量が放たれるかといふことを、先づ知らねばならない。一キロワット時は八六〇キログラム・カロリーの當たるから、燃料費に比べて電力費の安い所は、熱ポンプは非常に經濟になる。一般に熱ポンプは建設費が高むが、それでも有利である。同じ電力消費に對し、電熱の數十倍（効率の値）の熱量が得られるなどといふことになる。低温の外氣を吸ひ込み、これを空氣壓縮機で壓縮し、更に補助壓縮機を経、高温過熱の壓縮空氣として、低温の室内空氣の中を通し、これを加熱するのである。さうすると、室内の空氣は加熱されつゝ流れる。冷えた壓縮空氣は、空氣タービンを通つて、膨脹した低温空氣として排氣される。この空氣タービンは、その動力で空氣壓縮機を運轉するのである。但し補助ポンプの方は電動機で動かす。この式のもは、水の少い地方では空氣の加熱に用ひられる。

熱ポンプの濕式のもが、數年前からスイス、チューリッヒ市の市役所に暖房として用ひられてゐる。これは壓縮機の冷媒として CCl_2F_2 が使はれて居る。一キロワット時當り二千キロカロリーも發生する濕式は、上述の例のやうに、壓縮すると液體になり膨脹させると氣體になるやうな媒質を使つてゐる。媒質として NH_3 , SO_2 , CO_2 等も用ひられる。これに反して空氣を媒質とするものが乾式

である。空氣は普通に壓縮したのでは液化しないから、乾式といはれるのである。これは、效率が低い。蒸發作業等に用ひられる熱ポンプでは、液體を別の熱源で沸騰させ、その蒸氣を低熱源とする熱ポンプを用ひる。壓縮機は蒸氣を壓縮する。さうすると高温になるので、これを以て蒸發作業を行ふのである。

因みに冷凍機としての效率は

$$\frac{Q_1}{W}$$

である。

夏は冷房、冬は暖房になるといふ工夫は、非常の時、特に研究を要する。

エルンスト・ヘツケル

進化的實體一元論の提唱者

—

第十九世紀の終りは、あらゆる思索せんとする者に最も著しい眼界を與へたとは、イエナ大學教授

エルンスト・ハインリッヒ・ヘッケルが、かの有名な通俗書「宇宙の謎」の冒頭に記した辭である。皇紀は新しい世紀の第二に入り、西曆第二十世紀は半ばには未だ遠い。世界は大混亂のさ中にある。この時、「第二十世紀の前夜」に書かれた自然哲學を再讀するのも、強ち無益ではないと思ふ。獨斷論と評價されるが、自然科学者には親しみ深い思想である。殊にエネルギー發見一百年を経た年、彼の實體一元論を回想するのは、動亂の裡に靜かなる一時を持つ趣があらう。ヘッケルの「宇宙の謎」は私の少年時代、廣く愛讀されたものである。勿論、その題名が人を惹く力の多かつたことも原因ではあらう。

ヘッケルは一八三四年「ドイツの林泉」ボツダムに呱呱の聲を擧げた。一八五二年ヴュルツブルクで醫學を修め、二年後ベルリンのヨハネス・ミュラーに師事した。海産動物の研究をなし、一八五九年より翌年に掛け、メツシナで實地研究をしたのである。一八六二年イエナ大學教授となり、系統發生を研究し、又盛んに著作し、進化論を支持した。そしてこの一元哲學を宣傳したのである。一九〇九年大學を退き、一九一九年逝去した。

彼の哲學は、超越的思辯による精神主義や目的論を排撃して、進化的實體一元論一本で行つたものである。

一世紀前の不可能を可能にした第十九世紀は、科學の勝利をば高らかに唱へた時代である。批判的

な又發生論的な研究の道が拓かれ、實體の法則が捉へられた時代である。

日食は紀元前二六九七年に支那に於てすら觀測されてゐる。地球中心説、人間中心説は今や全く不可であり、コペルニクスの宇宙論は、人心に深い革命を齎し、人間を中心とする、舊キリスト教の據つて立つトレミー宇宙系は、覆滅したのである。

一七五五年、青年カントは、宇宙の大法則として進化を觀め、又認識の根源をニウトンに求めた。

ラブラースは獨立的に同じ論據に於て、一七九六年「宇宙體系」を著はした。

一八六〇年ブンゼンとキルヒホッフはスペクトル分析法を發見した。

斯くて同一の法則が無限の宇宙を支配することが判つて來たのである。

二

舊約聖書の初めのモーゼの創造物語に關せず、地殼構造の研究が盛んとなつた。一八一二年、骨の化石に就いてのキュヴィエの研究は、地質學に新しい眼界を展開した。

「人間よ、汝自身を知れ」は「人間は萬物の尺度」の思想を打ち碎き、一八三八年細胞論が確立された。ハックスリーは、「問題中の問題」たる人間の位置を明かにした。

正に五十年前のジアン・ラマルクは、自然淘汰を知らなかつたが、一八五九年ダーヴィンは有機的

創造を唱へ、宇宙の謎は愈々減少した。

ラヴオアジエー、マイヤー、ヘルムホルツ等の理學者が輩出した。

可知なる現象の背後の「物自體」といふ概念は、觀念の幽靈に過ぎない。實在論者は自然を、觀念論者は實體を、信仰家は創造者を尊ぶが、信念は知識に先立つてはならない。一元宗教こそ熱烈に求められねばならないのである。

神とは、人とは、生命とは。これが科學と全く反對側にあつた教會で説かれた状態である。神に人間の型と肉と血とを献げるは、愚である。神が機械師の如く、世界創造をなしたとするのも、蒙昧の致すところである。

熱の力學論は、エネルギーの互換を唱へる。宇宙の存立、生と死との律動は、すべての無限の轉換の相に過ぎないのである。

生命の化學的基礎は成立し、物理學と化學とは同じ焦點たる、物質の法則へと向つた。そして全宇宙は物質とエネルギーとの統合となされた。

一元哲學こそ、宇宙の問題を解決する關鍵である。これは箇々のものに關するものでなく、又進化をのみ重視するので、宇宙は、物質とエネルギー（本體）との永久的な進化となる。この事實は實驗に基づいて確立されたものである。一元的進化こそ第十九世紀の果實であつた。

三

第十九世紀の性格は、新しい科學的文明である。知識は、商工農鑛業に極度に應用された。しかし精神生活は決して豊富にされなかつた。政治及び社會の變革が起つた。これを救ふことこそ、我等の聖なる義務であると、ヘツケルは述べた。

望遠鏡と顯微鏡とは不可視世界を可視的にした。斯くて細胞の中に、全社會の要素的有機體が見附かつた。不死の靈といふ假定は排された。

電信電話は時間を縮めた。寫眞術は、瞬時にして、物體の正しい像を記録し、外科術は、人間の苦痛を大いに和げた。

アルフレツド・ワールスは、科學の進歩に伴ふ應用が所を得ず、社會に害惡を流したことを痛憤した。意志の自由、行爲の責任は、人類學、心理學を修めて、始めて知られる。法律家にこの知識があつて然るべく、又政治家も人間の生命に關する科學を持たねばならないのであるとした。

青年の教育、大學の授業は、この新しい觀點に立つて施されねばならない。中世の僧院の哲學はこれを全面的に棄却し、實踐哲學中の最重要たる倫理學まで、すべて科學的であつて欲しいと述べる。

世界史は、有機的進化の一つの挿話であると、彼は唱へる。

エミル・ヂュボア・レーモンは、一八八〇年、ベルリン學士院のライブニッツ・セツションで演説した。これは有名な世界の不思議に關する。(一)物質とエネルギーとの本性、(二)生命の起原、(三)自然の整序、(四)感覺の起原、(五)意志の自由、等であるが、今や意志の自由のみが最後の謎となつた。

經驗は、ベークン、ミルの如き、現實派の基礎である。經驗と思考との二函數は、互ひに補輓して完全なる體系に導くべきものである。一面觀は最も危険である。ゲーテは現實派であつた。

第十九世紀は科學の世紀である。林を見て樹を見ないのも、樹を見て林を見ないのも、同様に不可である。完全な知識の合理的發展進化こそは、科學と哲學との握手によつて達成され得る。

著者は第十九世紀の子。六十六歳にして漸く一元論者(モニスト)として立ち、知識の熟れた果實をば、今こそ來るべき新世紀に捧げんと刻苦して用意したのである。宇宙の大問題を理解するに最も適當なる時であると、彼は痛感する。そして彼の兩手に持つものは、本體と進化との法則とである。

四

次にこの著書中の項目を拾はう。

生命の宗教觀、第十九世紀の比較生理學、ヨハネス・ミュラー、ヴィルヒョー、生活力、ライブニ

ッツ、創造の神秘、リンネ、キユヴィエ、ゲーテ、ラマルク、ダーヴィン、天變説、カント、ヂュボア・レーモン、比較心理學、ヴント、反射、意識、記憶、本能、言語、意志、精神の遺傳、神經、シヨペンハウアー、デカルト、フエヒナー、細胞、永久の生、魂の實在問題、宗教、進化、奇蹟、創造、宇宙の始終、至上命令、一元生理學、義務は社會本能の基礎、スベンサーの一元倫理學、汝の欲するところを他人に與へよ、利己主義は偉大なる犠牲を説く、來世、墓の彼方、有神論と汎神論との對立、教育改革、エントロピー、偶然、神、ルツターとカルヴィン、迷信、眞善美の三重理想、自然の美。宇宙の大法則は、實體の法則である。この發見は第十九世紀の智的勝利で、どんな自然法則も根本に於てこれに依屬するものである。

一七八九年、ラヴォアジエーが物質の不滅性を確立したが、これは天秤に據つた。

一八三七年ボンのフリードリツヒ・モリア(Friedrich Mohr)はエネルギー不滅の原理を發見せんとしてゐたが、實際には一八四二年醫師ロバート・マイヤー(Robert Meyer)が發見したのである。これと獨立して生理學の大家ヘルマン・ヘルムホルツが發見者である。

生物の物理學、生理學の全野に於ても、この法則が支配するが、これは生力論者、二元論者より反對を受けたことがある。

實體の法則は、因果原理の必要なる結果であることが解析された。スピノザがこれをなした最初の

人であらう。一六七七年の早逝の直後に、彼の著が現はれたが、ラポアジエーの發見に先立つこと正に一百年であつた。彼の宇宙即神論は、最も純粹な、合理的な一元論であり、又最も透명한抽象的な唯一神論 (monotheism) であつた。宇宙的實質、神性 (divine nature) は、二つの面、或は二つの基本屬性として、無限の物質とすべてを抱く靈とを持つ。ゲーテと共に、あらゆる時代の中で最高最深最眞の思想であるとする。我々の認識圏内にある箇々の事物は、この實體の特殊な轉行的な形相であるのである。擴りの屬性の下に見る時、物質であり、物として見る時、エネルギーである。

全宇宙の起原は如何か。宇宙は超自然的な力で創造されたか、或は自然的過程で進化したか。その進化の原因と様式とは如何か。

一言にしていへば、創造の問題である。これこそ最も廣大にして又最も困難な問題である。この最も困難な世界の謎に對して、第十九世紀は、それ以前のどの世紀よりもより多くを解決したといふのである。この問題の鍵は一つの魔術的な語、進化にあるのである。

五

宇宙の起原に關する初期の流行的見解は、幾千ともある奇蹟的な超越的な神話に表現された信念である。しかし自然的進化の概念を持つ大科學者はこれを避けたものである。

一般に創造者は、或設計によつて宇宙を造つたと想像される。創造者は人間と同じ形をしてゐるとする。即ち人格神の概念である。才能ある「技師」の思想である。

神は無より宇宙を造つたといふ。宇宙外に神といふ非物質的な理性のある存在が、前からあつて、宇宙の物質を一瞬一擧にして造つたとする。神は宇宙に進化の能力を與へて後は、これを放棄したか、或は常に支持者、支配者であつたとする。デュ・ボア・レーモンは、この當初の運動は、デュ・ボア・レーモンの所謂第二世界不思議であつたとする。多くの科學者はこれが解けず、これを奇蹟とし超自然的動力とした。

ヘッケルの見解では、この運動は、實體の天賦の性質として見ることに、感覺と同じ。即ち一元的假定である。

ブンゼン——キルヒホッフは、空間にあるすべての物體は、元素から出來てゐるとする。そしてそれが進化の色々の階梯にあるとするのである。

新しき生命の晨は廢墟の上に明ける。人々讀み、以て精神を高揚せよ。

天然力の推算

私はこの頃妙な計算を始めてゐる。

大自然のエネルギーとして、今まで利用されてゐたものは、日光のエネルギーや風力、水力位であらうか。ところが、他種のエネルギーとして中には仲々大きいものがある。即ち地震のエネルギー、暴風のエネルギー、暴雨のエネルギー、更に宇宙線や夜天光のエネルギーなどがある。

地震のエネルギーは、帝國學士院紀要などに、地震學者の計算したものが近頃載つてゐる。震動地域の大きさを考へてのもので、その推定の仕方が仲々興味が深い。これは昭和十五年の同誌を見れば出てゐるのである。

子供の頃に、土砂降りの雨を觀めつゝ、そのエネルギーはどれ位のものかと考へたことがある。雨は海の波を若干叩き伏すといはれる。それは、雨滴が水中を渦輪をなして落ちて行くことにある。渦輪といふのは、川の渡しのポン／＼蒸汽の煙突から出る渦と同じもので、雨滴が水中を落ちる時、斯様な形をなし、これが剛さを持ち、水面の波を叩伏するといふのである。

雨が降るのは、水蒸氣が凝結して水滴になり、それが寄り合つて落ちるのである。今一分間に一種の厚さに雨が降るならば、一平方糎當り一秒間に六百分の一瓦の水が溜る譯である。一瓦の水蒸氣が凝結する時は、五百三十九カロリーの熱を出す。一カロリーは四・二ジウルの仕事量に當り、又毎秒一ジウルの仕事の速さを一ワットといふのであるから、これは大體四・二ワットといふ筈になる。一平方糎當り四・二ワットの熱量が放たれるのである。

これは空中で水蒸氣が發散する熱量であるが、この熱が我々の身體を熱苦しく感じさせるであらう。雨域全體に總計すると一千億馬力にもなる。

雨水が或高さから降つて來る。高さをH米とすると、一分間一耗の雨の持つエネルギーは、毎秒H×百六十三エルグといふことになる。毎秒一エルグは、一千萬分の一ワットである。だからこれはさう大きくはないが、波を叩伏するのは、このエネルギーである。

宇宙線といふ不思議な放射線がある。これは光線ではなく、夜も晝も地上を見舞ふ特別に透過的な放射線である。これは眼に視えぬ粒子の雨といつて宜い。この雨を音にして私は昭和十五年の夏、日本で始めて放送した。この放送には、大變な骨折を放送局に掛けたのである。アメリカで原子破壊の音を聽かしてゐるのだから、日本でもと思つて、宇宙線の放送をした譯である。

宇宙線はポツリ／＼とやつて來るものであるが、箇々のエネルギーは仲々大きいものである。そし

て地上に達する宇宙線の七割は湯川粒子といふ、日本人の名前の附いた粒子の種類である。

夜、晝と無く降つて来るものは、この外に空中上層の發光がある。この光は晝は勿論日光に壓倒されてゐるが、夜ともなればこれが見えて来る。人は星明りといふ。しかし夜空の光は、星光はほんのその一部でしかないのである。

宇宙線や夜空の光を無益に放棄するのは、學者ではあるまい。私共は宇宙線の作用を人體に加へることを研究してゐる。

さて冒頭に掲げた地震のエネルギーであるが、地殻部分の體積をV、その構成物質の彈性常數をE、地殻の歪みをXとすると、この體積に含まれる最大のエネルギーは、 $\frac{1}{2}EX^2V$ となる。EはC・G・S單位系で表はすと、十の十二乗、Xは一萬分の一であるのである。Vは五十軒×百五十軒×百五十軒とすると、このエネルギーは、十の二十五乗エルグ、即ち十の十八乗ジュールとなる。坪井忠二博士の推定である。

C・リヒター及びB・グーテンベルクの推定では、近年の大地震に關し、

年 號	地 名	十の二十四乗エルグ
一九三四	インド	三
一九三三	日本	四

一九二三	SEカムチアツカ	四
一九二二	チリ	六
一九二〇	カンズ	十

となつてゐる。以て地震のエネルギーの限度が解らう。

考へる人

アメリカには、素人が讀んで直ぐ血となり肉となる科學知識を盛つた雑誌が多い。そして、これが百萬大衆の懐中に入つてゐる。實に科學は實踐するところに價値があるので、これを評論するなどは、呆けごとであらう。

私は日本の青年が科學評論などに觸れないで、一心に具體的知識の攝取に努めることを望む。少しでも周圍を便利良く能率良くするやう、常に考へを運らして欲しいものである。生活科學は土臭いとし、手を袖にして科學技術を論じ、あげつらふなどは、科學體制に反する態度であらう。

農村の青年は、自然への接觸が多く、工夫改良する機會は殊に多いのである。

去る日にも、こんな話を聞いた。それは、温泉といふ程温くない鉱泉水を、その中でプロペラを廻轉して、その機械的仕事で温度を高めてゐるといふのである。プロペラは或落差の水で水車を動かして、それを動力にして廻はすのである。

水を掻き拌ぜると温度が昇る。これは、機械的仕事が熱に變つたからである。

昔イギリスにジアウルといふ人があつた。丁度日本の伊能忠敬と同時代の人である。

ジアウルは醸造家出であつた。伊能忠敬もさうであつた。しかもこの二人とも科學に入つたのである。

ジアウルは、本當の呼び方であるが、日本では寧ろジュールといふ方が通つてゐる。ジュールといへば、ハ、ンと合點せられる人も多からう。ジュールの法則などと、彼の名前を冠した法則や單位名ジュールが中等教科書にある位である。

ジアウルは、機械的仕事と熱量との相互轉換を研究した人である。幾何エルグの仕事が幾カロリーに當たるかといふ問題である。

彼は、水の中でプロペラを廻はして水を攪拌し、それによつて水の温度を上昇させた。プロペラは錘の落下によつて廻轉するやうに仕掛けてある。

錘が重力に従つて落下する時、重力によつて仕事をされた譯であり、その仕事がプロペラの廻轉を

さすのである。錘の降下を測定すると、この場合の仕事が勘定出来る。一方水温の上昇から、水中に移つた熱量が計算される。斯様にして、機械的仕事が熱になる場合、幾エルグの仕事が幾カロリーの熱になるかが、直ぐに解るのである。

熱の仕事當量といふのは、ジアウルのこの測定を基にして定められたものである。一カロリーの熱は、四千二百萬エルグの機械的仕事に當るといはれる。一十萬エルグを一ジュールともいふが、さうすれば、一カロリーの熱は四・二ジュールに當るといつても宜い。

カロリーは熱量の單位である。水一瓦を温度一度だけ高めるに要する熱量である。又、一エルグとは、約一瓦の物體を一瓦上げるに要する仕事である。

ジアウルは斯様にして、機械的仕事と熱量との當量關係を定めたのであるが、然らば、何故相互に轉換するのであらうか。

熱は、熱いといふ感覺を起すものである。しかしその本體は何か。これを考へたのはマイヤーとかヘルムホルツとかいふ人である。

これ等の學者によると、熱は結局分子運動によつて外に現はれてゐる。分子は常住複雑極まる運動をしてゐるものである。

泥輪が器の中で動き暴れてゐると、分子運動とは似てゐる。

マイヤーは、バタヴィア通ひのオランダ船の船醫であつた。仕事が大して忙しくなかつたので、船に乗りながら、色々自然の現象を観察したものである。大嵐の時には海水の温度が昇ることを見附けた。この原因を、彼は怒濤の分子運動に歸したのである。

近頃、暴風雨に先立つて、或地方で海水の温度が昇ることが確められたが、これは異水の混入によるものである。マイヤーのは、海水の分子自體が激しく運動するので、水温が一般に昇ると觀たのである。

マイヤーは又、熱帯の土人の靜脈の血の色が赤いので吃驚した。動脈の血の色とさう變らない。これは、外界の温度が高いので、血液がそれ程酸素を與へて熱を出す必要が無いからである。

面白いことを觀察したものである。マイヤーは卓を叩いて、我、自然の大理法を捉へ得たりと叫んだことであらう。

マイヤーは斯くて、エネルギーの相互轉換、エネルギーの不生不滅といふことを確信したのである。

ヘルムホルツは軍醫學校に入つてゐた。喇叭の音に起臥しながら、自然の法則を見出すことに楽しみを持つてゐた。彼もエネルギー不滅を悟り、二十幾歳でこれに關する大論文を草したのである。

少年時代から、自然への憧憬を持つてゐる人は幸である。それは、その人には、神は秘鑰を授けるからである。

泥鰌のやうな運動が熱であるとするならば、熱は機械的工作になり得よう。しかし方向が區々であるから、全部が仕事に變り得ないのである。機械的工作とは、同一方向に力に抗して動くことである。

分子の運動を全部揃へなければ、分子の運動がすべて機械的工作に變らないであらう。そこに熱効率といふ概念が生じて來るのである。

一馬力とは、アラビヤ馬のやうな優れた馬の動力である。日本の駄馬では、二分の一馬力位であらう。人間は十分の一馬力位しか出せないであらう。十人寄つてアラビヤ馬一匹の動力である。人力が動物力や機械力に劣るのはこれを見ても解ることである。人は頭腦を働かして機械を生むのが賢い。

所在には、工夫改良を要することが、山のやうにある。殊に、この頃のやうに諸事物窮屈になればなる程、良智を要する。こんな時代に、考へを運らし、發明をするといふことは、青年の悦ばしい楽しみであつて欲しい。

私の父も叔父も仲々工夫好きで、若干の發明品を残したが、傍で見えてゐて自然、その感化を受けてか、私は考へることが好きになつた。臥つてゐても、歩いてゐても、何かを考へてゐる。忘我といふが、そんな心境になるだけでも利益である。

原子エネルギー

—原子弾・原子眼・原子劑—

物質を形作つてゐる原子を壊したら、どんなことになるか。元素を形作つてゐる原子が變つて異なつた元素になつて仕舞ふ。例へばアルミニウムの原子を壊すと、遂にはマグネシウムといふ原子に變はるのである。

一つの原子を壊すと、何故他の原子に變はるかをお話しよう。物質を形作つてゐる分子の間には幾何かの間隙があるが、分子と分子とはお互ひに作用してゐるために形をなしてゐるのである。であるから、固體でも液體でも外部から機械的の力を加へると、壊れることになる。固體が比較的破壊難いのは、著しい強さの分子力があるためである。これに較べて液體や氣體はこの力が弱いから、器の内部を容易に充たしたり出来るのである。このやうに外部から機械的の力を加へて、原子又は分子の集りの状態を變へることは出来るが、元素そのものは變へることは出来なかつたのである。

原子を形作つてゐる模様を調べて見よう。原子の中心には陽電氣を帯びた非常に小さい粒子がありその周圍には原子番號の數だけの電子が一定の軌道の上で非常な速さで運動してゐる。この電子は陰

電氣を帯びた粒子である。中心にある粒子は所謂原子核で、直徑が一厘の一億分の一の更に一萬分の一位といふ微小な粒である。物質に化學的變化を與へると、電子は反應を起す。又電氣的、磁氣的作用を與へると、電子に影響が與へられるが、中心核の原子核は普通影響を受けない。

原子核は原子の質量の殆ど全部を占めるもので、水素の陽イオンである陽子即ちプロトンと中性子とから一般に成つてゐる。中性子は陽子と大きさも重さも等しいが、電氣を帯びてゐない、即ち電氣的に中性であるといふので、この名が附いてゐる。

元素の原子は上に述べたやうに、電子、陽子、中性子の三つによつて一般に組成されてゐるが、陽子の箇數が異なるに従ひ、元素としての性質が賦與され、物質の種類といふものが出来る。水素の原子では、水素の原子核の周圍を一箇の電子が運動してゐる。ヘリウムの原子では、水素の原子核即ち陽子二箇と、中性子二箇とで核が出来てゐる。

さて元素を壊すといふことは、原子の中心核を壊すといふ仲々困難なことであるが、原子核の陽子の箇數を増すか減らすかすれば宜い。これには非常な速度の粒子又はイオンを原子核に衝擊するのである。非常な速度のこの「原子弾」を以て衝擊すると、原子核が壊れて、中の陽子が弾き出される。或はこの中に留つて、陽子の箇數が殖え、従つて他の元素に變つて仕舞ふ。宇宙線でも同様に原子核を壊すことが出来る。宇宙線が原子に當ると、原子が壊されて原子破壊の現象を起すことがあ

るのである。

ラヂウムやトリウムのやうな放射性物質は、その原子核の構造が不安定なために、自然に變化し易い。その内部からビータ或はアルファ線等を放ちながら自然に他の元素に變はる。そのガンマ線も放射線であるが、これは電磁波である。アルファ、ガンマ線は他の原子を壊し得る。

窒素ガスの中にアルファ粒子を通過させると、アルファ粒子に叩かれて陽子を放ち、原子核の轉換が起つて酸素に變はる。

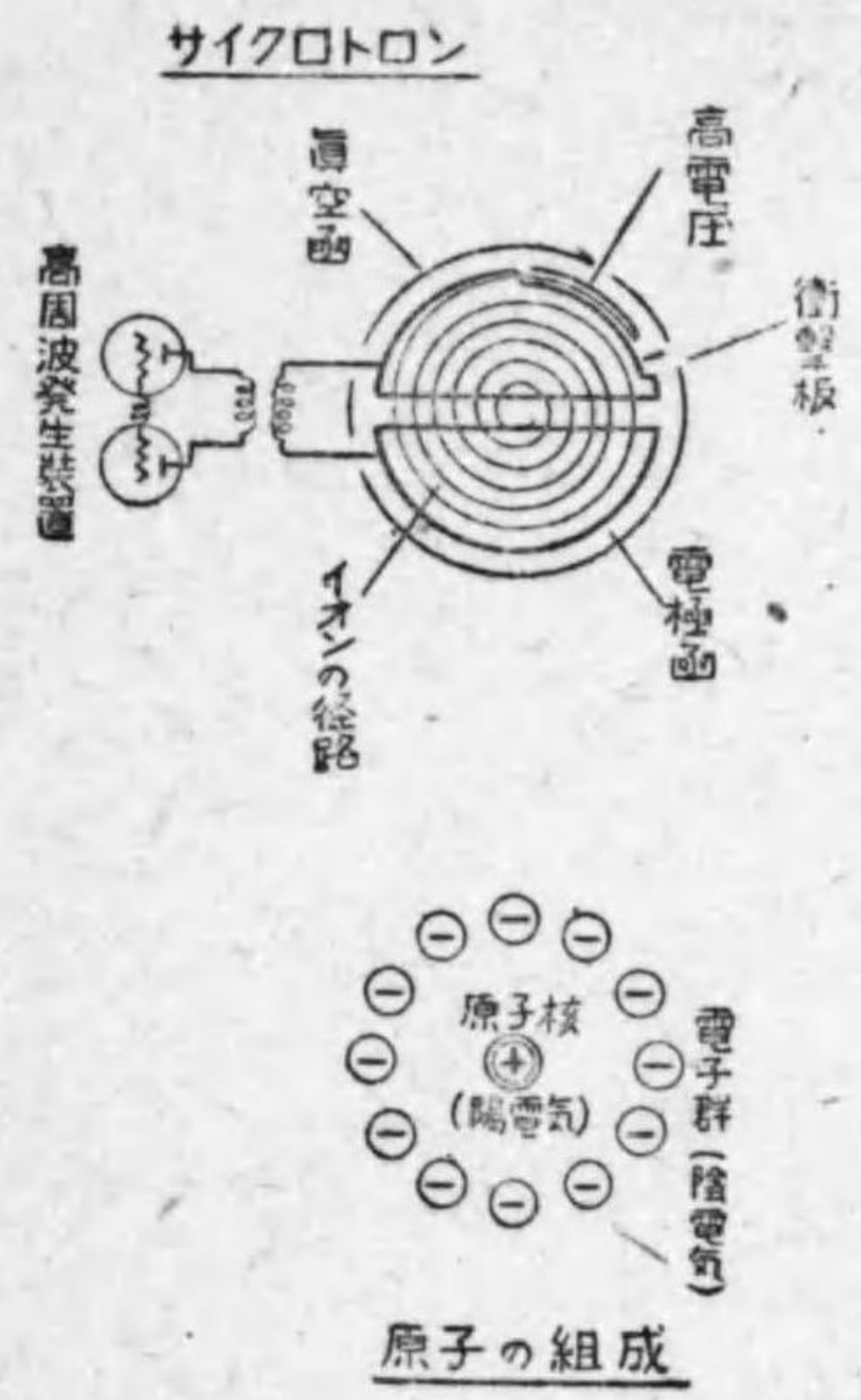
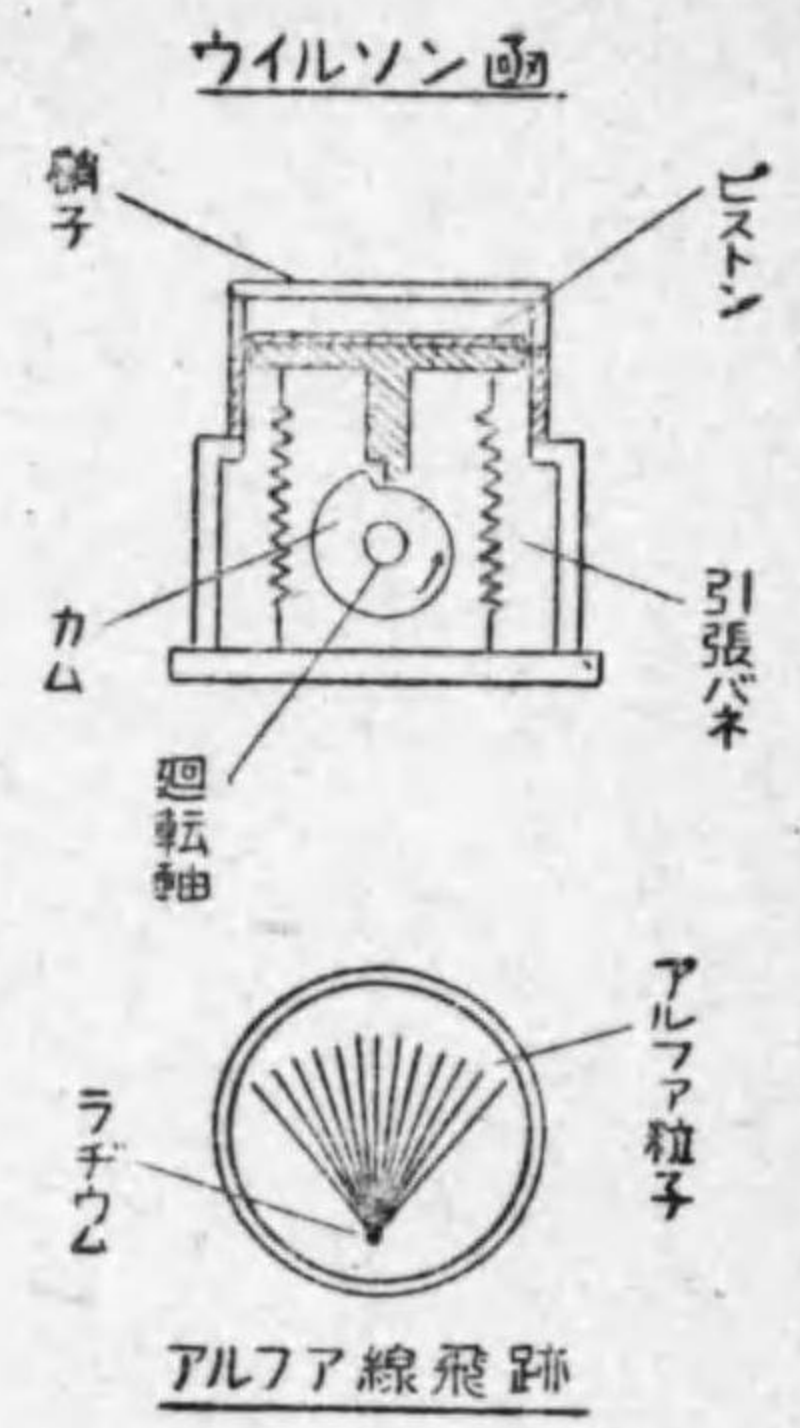
アルミニウムは十分位叩くと、ラヂオ・ナトリウムといつて、人工放射能の一種が出来る。これよりビータ線とガンマ線とを放ち、十五時間半位で、その強さが約半分減り、次第にマグネシウムに變はる。天然のラヂウムは、約千七百六十年経つと、放射能力が半分に減るから、實際上殆ど恒久的である。

今日の物理學者は、人工的に原子を破壊して種々の元素を造つてゐる。元素の人工轉換とか人工ラヂウムとかは、今日物理学の尖端的な研究であり、興味のある實驗である。しかし轉換される量は極めて微量であつて、肉眼で認識される程の量でなく、又價格を云々される程の價値も無い。唯、その放射能力の著しいことに注目すべきである。例へばラヂオ・ナトリウムは天然のラヂウムよりも、もつと強い透過力のガンマ線を出すのである。

高いエネルギーのイオンを造る装置のサイクロトロンに就いて話を進めよう。

サイクロトロンの發明は、原子核物理学の研究に非常に貴重な貢獻をなしたのである。これによつて原子を壊す弾丸が造られ、原子の人工破壊は容易になり、人工放射能の發生も簡單に行はれるやうになつた。即ち人工のラヂウムもこれで多量に造られ得るやうになつた。さてサイクロトロンとはどんな装置であるか。北米カリフォルニア州のバークリーといふ所に、カリフォルニア大學があるが、此所に放射線研究所がある。主任教授はローレンスといふ人で、一九三九年の物理学ノベル賞を受けた。これはサイクロトロンの發明に對するものであつて、リビングストーン等の協力者が研究に努めてゐる。サイクロトロンの本名は磁氣共鳴加速機といふのである。真空の函の内部でイオンの流れに強い磁場を働かせると、イオンは圓形の徑路を採つて運動をする。これに高周波の電場を加へるとイオンは加速されて次第に速くなり、徑路の半径は次第に大きくなつて渦卷形になる。そしてエネルギーが大きくなる。サイクロトロンといふのは、ローレンス教授の研究所の仲間が附けた愛稱である。「イオンの旋風」とでもいふ意味であらう。

このサイクロトロンは我が國に三箇完成してゐる。東京の理化学研究所に二箇あり、大阪帝國大學に一箇備へ附けられてゐる。理化学研究所に於ては、ローレンス教授が懇切な指導と援助とを遙かに寄せて、設計製作されたので、昭和十一年春に建設に着手し、翌十二年春に完成して、運轉を開始し



た。これは我が國最初のもので、直径は六十五
 種。大阪帝國大學のはこれと殆ど時を同じくして
 完成し、直径は七十種である。理化學研究所では
 更に、昭和十三年春大型の建設に着手した。これ
 は直径一米半で、翌十四年春に完成した。今、世
 界には約三十五種あるが、アメリカだけで約二十
 種を持つてゐる。如何に世界一好みとはいへ、科
 學の研究に熱心で、實驗設備の完全を期してゐる
 かが窺はれる。

次にサイクロトロンの実験装置の構造を説明し
 よう。これは大きな電磁石（その磁極の直径がサ
 イクロトロンの直径と略同じ）と高周波発生装置
 （即ち短波發振器）とイオンを加速する圓形の眞
 空函とである。

この眞空函は周圍を眞鍮の厚い板を丸めて作り

上と下との面には厚さ四種（四）の板で氣密に蓋をしてある。函の左右には四種の車輪が附いてゐて、
 電磁石の磁極の間に運び込まれるやうになつてゐる。函の内部を眞空にするために、直径六吋と三吋
 との二箇の油擴散眞空ポンプで空氣を排除する。一秒間に約二百立の速度で、一億分の一氣壓程度の
 高眞空にされる。眞空度は高い程良いのであるが、これ以上に保つことは、函の工作上殆ど不可能と
 のことである。

この眞空函の中央には水冷式の陰極が上下に二箇平行に置かれてある。この先端にはタングステン
 線を直径十耗位の渦巻にしてあり、七ヴォルト、四十五アマペアの直流で加熱して、熱電子を發生さ
 せる。この熱電子は電磁石の磁力線によつて作用される。眞空函内には重水素を電氣分解して造つた
 重水素が封入してあり、この電子の流れが衝突すると、重水素の電子が叩き出されて、重水素原子核
 即ち重水素イオンが出来る。

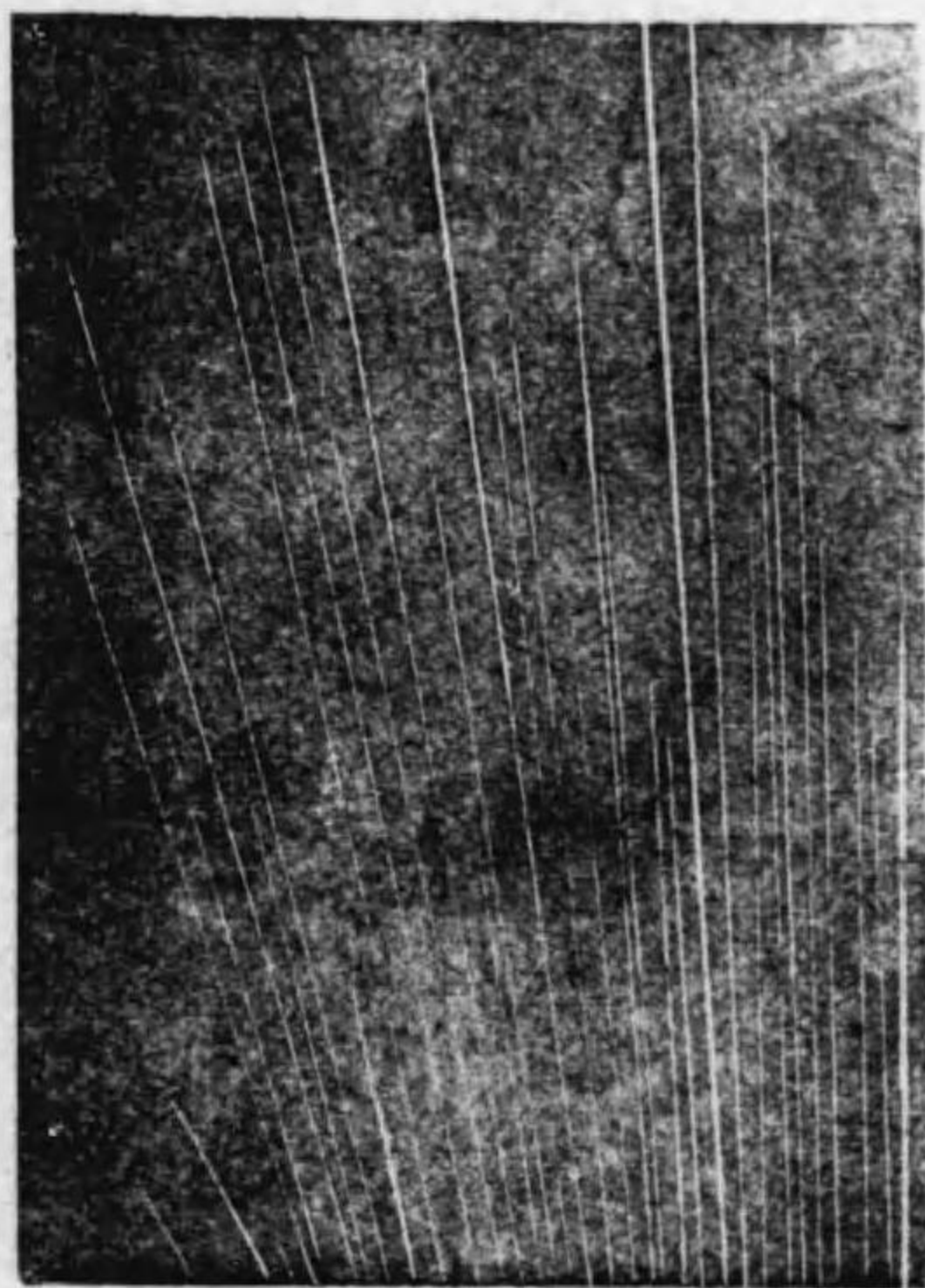
又眞空函の内部には、半圓形の中空の加速用の電極が二枚あり、約二種の間隔で向ひ合ひに置かれ
 る。これを外部の高周波電氣振動回路のインダクタンスのコイルに連結して、一萬ヴォルト位の電壓
 を加へる。この高周波は毎秒一千萬回正負の交代する交流電壓で、波長三十米位の短波のものである。
 すると陰極から出たイオンは、この加速用の電極の内部で磁場のために圓形の徑路を採つて流れる。
 電極の間隙を通る毎に、正又は負の等しい電場によつて鞭を與へられる。その度に半径が大きくなり

半周する時間が一定であるから、次第に速さを増し、渦巻状の運動をして、遂に真空函の周縁に到達する。このイオンの流れが周縁に近づく所に、弧状に反つた電極板を置いて、五萬ヴォルト位の電壓を加へてある。近づいて来るイオンは、この電極のために惹き附けられ、圓形の徑路から外らされて、目的の衝擊板の方へ導かれる。イオンの流れを二十耗四角位のベリリウムの板に衝擊させると、非常に澤山の中性子が造られる。斯くして造られた中性子で、アルミニウムを人工ラヂウムに轉換させるのである。

サイクロトロンの操縦で一番困難なのは、この高速度のイオンを丁度目的の所に出て来るやうにすることであるが、これには高周波の周期を一定にして置いて、磁場の強さを精細に調節することをやる。

直徑六十五糎のサイクロトロンでは、二十三噸の電磁石で、一萬二千エールステッドの強い磁場のものを使ふ。さうすると、三百萬ヴォルトで加速したと同じ高速度のものが得られる。これは一秒間に約一萬五千軒といふ驚くべき速

ウイリソン霧函で見たアルファ線



度である。直徑一米半のサイクロトロンは、ローレンス教授の所にあるのと同じく、現在世界第一の大きいものである。二百十噸の電磁石で一萬七千エールステッドの強い磁場のものを用ひて、最終は二千萬ヴォルトで加速したと、同じ高速度のものが得られる。これは一秒間に約四萬軒の超高速度である。ローレンス教授は更に二千噸の大電磁石を造つて、一億ヴォルトの高速度イオンを發生出来るものを計畫してゐるとのことである。この總經費は約七十五萬弗を要するといはれてゐる。

電子の大きさは、一種の一億分の一の更に一萬分の一といふ超微粒であるから、勿論肉眼では見えない。その重さは一瓦の十億分の一の更に十億分の一の又十億分の一といふ極輕量であるから、如何に精細な天秤でも測ることは出来ない。しかしウイリソン霧函といふ装置による時は、原子や電子の運動した徑路を肉眼で見ることが出来る。これはいはば原子眼ともいへる。ラヂウムやトリウムなどの放射性物質から放たれるアルファ粒子の通つた徑が、肉眼ではつきりと見られる。嘗て、ウイリアム・ブラッグ卿が讚へたやうに、科學界に於ける最も驚異すべきものの一つである。さてこのウイリソン霧函とは何であるか。イギリスのケムブリッジ大學には有名なトムソン教授がゐた。彼は氣體内の電子の運動を理論的に又實驗的に研究した人である。彼の弟子にウイリソン教授がある。この霧函は教授の發明した巧妙な装置で、發明者自身の名を冠してゐる。この霧函は、直徑數十糎の硝子圓筒の上面に硝子板を當て、内部に氣密に動くピストン(活塞)があり、ピストンはカムによつて下方へ急に引

かれるやうになつてゐる。硝子函内の壓力が急に減ると、空氣は冷却して、空氣中に含まれてゐた水蒸氣は凝縮する。函の内部に極く僅かのラヂウムなどを入れて置くと、これより放たれるアルファ線は、函内の空氣中を高速度で通過する。アルファ粒子は原子の内部を通過する時に、電子に衝突してこれを原子から弾き出すから、残りの原子は陰電荷が減り、陽帶電した原子即ちイオンといふものになる。このイオンは水蒸氣を引き附ける力が強いので、函内の水蒸氣はイオンを核として周圍に凝結する。函の内部を外から明るく照らして置けば、光はこれ等の水滴によつて反射されて白く見える。いひ換へると、微細な水滴の列によつて、アルファ粒子の通過した徑路がはつきりと判るのである。この方法で、高速度の粒子で衝撃された板を霧函の中に入れて置けば、これより進むアルファ粒子の軌道を見ることが出来る。アルファ粒子の軌道は直線的である。これはアルファ粒子は重いので、電子と衝突しても影響されず、直進することを示す。この寫眞を撮つて、粒子の進む距離を知れば、距離と粒子の初速度との關係により、その速度が求められ、エネルギーの大きさが知られるのである。

ラヂウムはマダム・キューリーが瀝青ウラン鑛から、ポロニウムと同様に発見したものであるが、ラヂウムの生物學的反應を調べて治療に應用したのは、すつと後である。これから出るガンマ線の透過力は、アルファ線、ベータ線に比べて強く、放射線治療に用ひられる主體であるが、原子劑ともい

ふべきであらう。このラヂウムを厚さ半耗位の白金製の管に入れて治療に用ひる。アルファ線やベータ線は管壁に吸収されて、治療に適當のガンマ線だけが得られるのである。これは食道癌、乳癌などの癌種に對する原子劑となり、治療の効果を擧げる。一時間一疋のラヂウムを用ひた時を用量の目安として、病氣に對して適當の時間と分量とを決めねばならない。

サイクロトロンで高速度の原子彈が人工的に造られる。ラヂウムから放たれる放射線は天然の原子彈である。私共は高速度の原子彈を作つて普通の食鹽を叩き、所謂人工ラヂウムを造つた。人工のラヂウムは放射線を放つので、この水溶液を作り、瘰癧患者に注射して治療をなした。天然のラヂウムは一疋約二百圓で、一瓦が何百萬圓となるが、今は全く輸入は出来ない。ラヂウムのガンマ線とレントゲン線とは非常に似通つて、何れも放射線治療に用ひられる、電磁波のエネルギーであるが、ガンマ線はレントゲン線より波長が短く、透過力が非常に大きい特徴がある。

私共は、有名な宇宙線を放射線治療に利用することをも試みてゐる。宇宙線は四六時中絶えず地球に降り注いでゐる不思議な放射線で、電磁波のエネルギーもあるがこれは、レントゲン線やガンマ線より波長が短く、透過力が大きい。建物の屋根をも貫いて私達の身體まで貫通してゐる。それを以て生物學的反應を研究してゐるが、アルミニウムなどの金屬に當たると、二次的宇宙線が出て来る。これは一次線に比べて、吸収され易い。これで人體の白血球の数が殖えるといつたやうに、治療的

効果を擧げることが出来る。厚さ五糶位のアルミニウム板で造つた二次宇宙線發生装置を用ひれば、無盡蔵のエネルギーで、安價に放射線療法が施されるのである。

スパイ原子

一尾の魚に小さな電波發振器を附し、これを放ち、これが同族と共に周游してゐるとするならば、この目印された魚を追へば、その魚族の運動が解る。原子に於ても、これと同様な事情があり、人工的に放射線を出す原子を、目印のスパイとして用ひてゐる。

原子の構造に關し、日本の長岡博士は古く、卓抜なる理論を提出せられた。この長岡説が遂に今日の原子物理学を築き上げる重要な基礎となつたのである。

即ち、どんな原子も、中心に小さなそして密な又陽帶電の核がある。核外には、陰帶電の電子といふものが若干箇、群をなしてゐる。電子の箇數は原子番號と稱され、原子全體は電氣的中性である。即ち原子核の陽帶電と電子の總陰帶電とが等量なのである。

原子核といふものは、非常に小さな物であるが、この中に原子としての特性がある。周りの電子などは、決して重要なものでない。

原子全體に比べると、原子核や電子の大きさは、その十萬分の一の程度である。又一杯のコップの水の中には、何と原子が百萬の、百萬倍の、百萬倍の、又その二千萬倍といふ箇數がある。

原子といふものは、如何に空虚で、又如何に小さいかが、これで解らう。

原子核は、又若干箇數の二種の粒子から成立してゐる。一つは陽子といつて、陽帶電で水素原子と殆ど同じ目方を持つてゐる。他は中性子といつて、非帶電で目方は陽子のと略同じい。即ち原子核は核粒子の「葡萄の一房」と考へて宜いであらう。

例へば酸素一原子核は、八箇の陽子と八箇の中性子とから出來てゐる。陽子と中性子とは、相互に實際に轉換してゐる。蓋し同一の基本的な、名も無き核粒子の兩面と考へて宜いのである。陽子中性子以外には、核内に他種の粒子は存在しないのである。電子も存在しない。従つて酸素原子は計十六箇の核粒子から成り立つてゐる。

ところが空氣中には、十七箇の核粒子から成る酸素がある。又十八箇の核粒子のものもある。これ等は十六箇のに比べて、存在量は極めて僅かである。これ等の酸素原子を同位酸素原子と申してゐるが、核内陽子はすべて八箇であり、唯中性子の箇數を異にしてゐるに過ぎない。それで核内陽子の箇數が

元素を定めるものと申して宜い。即ち原子番号によつて原子といふものが定り、従つて原子量は二次的な重要さしか無くなつたのである。

最も簡単な原子は、普通の水素原子であり、この核は一箇の陽子のみより成つてゐる。ところがこの外に核内に尙中性子を一箇持つてゐる水素原子がある。何れに於ても陽子は一箇であるが故に、水素であり、原子番号が一であるが、原子量は一、二になつてゐる。後者を重水素と呼んでゐる。

核は斯様にその帯電量によつて、元素の種類を定めるものとなつてゐるが、この核が自ら崩壊するといふ異常性を持つたものが、放射性元素である。天然にはラヂウムその他の元素があるが、近年人工的に普通の原子核を不安定にした、所謂人工ラヂウムが現はれた。従つて同一元素でありながら、安定な同位體と、不安定な即ち放射性同位體とがあることになる。

原子の化學的性質は、主として外側の電子の舉動による。それで普通の安定原子と放射性原子とは同一元素に於ては物理學的、化學的乃至生理學的動作が略同じいと申して宜しい。それで一度この兩者が混ざると、分離することは、非常に困難となる。

鐵原子を放射化したものがあれば、これと普通の安定鐵原子とで硫酸第一鐵を造り、病犬に喰はすと、後に出来るヘモグロピンは、放射性を持つて来る。これを體外から探索するには、ガイガー・ミューラー計數管といふものを用ひる。

放射性原子をスパイ物質と呼んでゐる。放射性、非放射性原子が、一定の割合に混在してゐると、その放射性原子を捕へ數へれば、同時に存在する非放射性原子の量も判る譯である。

スパイ原子の應用こそは、核物理學の大成功の一つである。一九一三年、パネスとヘヴェシーが、天然放射能に就いてこの研究を創始したのである。

一九三四年キュリー、ジョリオが人工放射能を發見し、ローレンスがサイクロトロンを發明するに到つて、人工放射能を以てするスパイ原子の應用が、工學方面にまで及んで來たのである。

スパイ原子は、生物學、地質學、冶金學又醫學に應用されて居る。結局人工放射性によつて一つの原子に刻印をし、それを計數管で追ひつゝ、それと同居する同一種原子の舉動を調べようといふのである。

但し生物學方面の研究などでは、その人工放射能が強過ぎて折角調べようといふ生理學的過程を變化するやうなことの無いことが、必要である。

人工放射性燐を以て、二十日鼠の頭腦を調べる場合には、全放射量は三十六マイクロキュリーといふものを用ひて宜いが、この投與量では、身體の他の部分の狀況を變化するのである。血液や筋肉を調べようといふには、十六マイクロキュリーの燐が用ひられ得る。肝臟の研究には、八マイクロキュリーしか許されない。細胞の染色體を調べるには、八マイクロキュリーでもその三十パーセントが損

はれて来る位である。

人工放射性原子は、スパイ原子として使ふ場合、又その放射能の壽命が餘りに短くても困る。例へば放射性窒素は半減期(半壽命と考へて宜い)が八秒とか十分とかである。こんな物では、蛋白質の研究には不適當である。植物は、根と、土壤中のコロイド微粒子との間で交換作用をなしてゐる。近頃の研究によると、栄養分中の陽イオンは、根と粒子との間を兩方向に動き得るやうである。ナトリウム、カリウム、燐、臭素の化合物は、生きてゐる植物に於て上方に速かに動き、横の方にはそれ程急激に動かない。

健康動物體に於ては、鐵元素が非常に強く絡み附いてゐるが、その吸収は極めて遅い。病的部分では原形質から造血中心へと傳はつて行くと、忽ちヘモグロビンの中へ入る。ヘモグロビンと血液原形質との間では直接の鐵交換は無い。

放射性鐵を含んだ新しいヘモグロビンは、約四時間でもう血液中に検出される。放射性赤血球は、一つの動物から他の動物に容易に移し得るので、斯の方法で赤血球の破壊などが定量的に研究され得る。

放射性硫黄を用ひた合成ビタミン B_1 がある。これで貯藏、使用などを研究したところ、人體のビタミン B_1 は一日で破壊されることが判つた。放射性炭素を以て、グリコーゲンが肝臓に於て

成生される狀況も判明した。

舊式の實驗は、生體を毒害し、又は組織や器管を取り除いて行はれたものであるが、今日スパイ原子を用ひるならば、全く正常の狀況で試験が出来るのである。

冶金學に於ても、スパイ原子の役目があることは、自ら首肯され得るであらう。

時を測る

紀元二千六百年の佳き年、皇國の彌榮の歴史を顧みる時、我等一億民は唯「時」の力強い歩みを思ふのである。この二千六百年も、長いやうでも、宇宙の生命に比べれば、僅かの期間に過ぎない。太陽と地球との距離は凡そ一億五千萬軒あるが、この太陽の光が地球に達するのに、八分二十秒掛つてゐるのである。又、近い所の星の光が我等の眼に達するのに、五十年も百年も掛つてゐることによつて、宇宙の大きさがどんなに廣いか、窺はれる。ましてその光といふものが、一秒間に約三十萬軒といふ素晴らしい速さを持つてゐることを思へば、唯驚くの外は無い。アインシュタインの計算によると、宇宙の半徑は約十一億光年とされてゐる。一光年の距離といふのは、光が一年掛つて到達する距

離をいふのである。我等の生涯は宇宙の大に比べれば、全く物の數ではない。こゝに科學的に「時間」の本質を語らう。

時の單位の基礎となつてゐるのは、地球の自轉である。地球は變らない週期を以て廻つてゐると考へられる。地球の廻轉の目印となるのは、位置の殆ど變らない恒星である。地球が一日に一回廻るといふことは、目印としてゐる星が一日に一回子午線を通ることによつて判る。又地球は自轉しながら太陽の周圍を、楕圓形の徑を畫いて公轉してゐるが、この公轉の週期が一年である。

時間を測るものが時計である。時計は我等の日常生活を規律付けるものであり、科學現象を測定する器械でもある。又地球上の經度も正確な報時によつて決められるのである。

地球の自轉目標に、恒星を擇ぶか太陽を採るかによつて時の單位として、恒星時と太陽時とが分けられる。恒星は前に述べたやうに、非常に遠い距離にあり、その位置は殆ど變らないと考へられる。

恒星時の一日といふのは、恒星が子午線を通つて、次に再びこれを通るまでに經過する時間でありつまり地球の一日に要する時間に等しいのである。恒星時の一日を二十四等分して一時間とし、一時間を六十等分して一分とし、一分を更に六十等分して一秒としてゐる。この一日は次に述べる平均太陽日の二十三時間五十六分四秒一に相當してゐる。

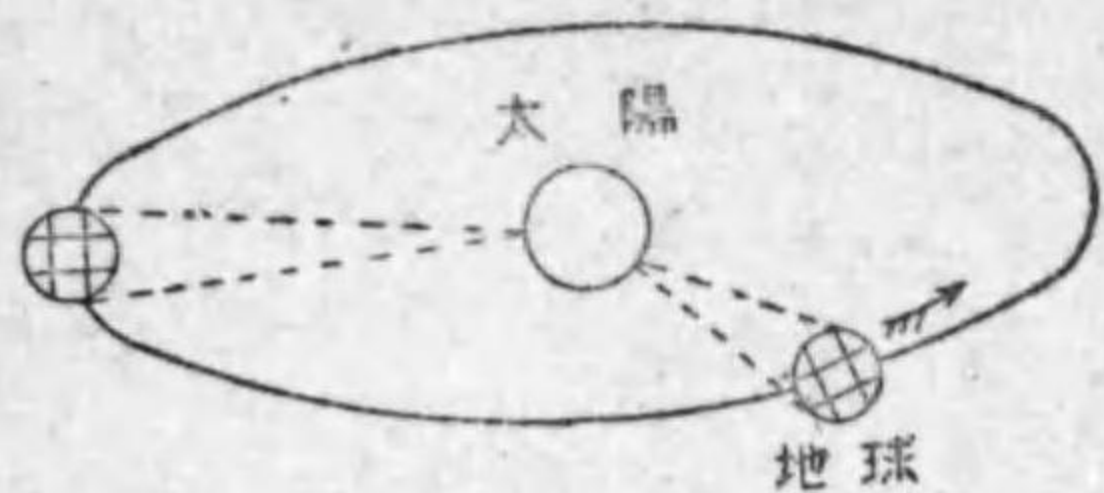
地球は太陽の周圍を楕圓形の徑を畫いて廻り、太陽に近い時は速度が大きく、太陽に遠い時は速

度が小さいと(左上圖)。それで太陽が子午線を通つて再びこれを通るまでに要する時間は一年の内で長い時と短い時とがある。この時間が太陽時の一日であり、太陽時の一日を一年の間に平均したものを平均太陽時といふ。要するに平均太陽時は、地球が太陽を中心とする眞の圓形の道を畫いて廻るものと假定した時のものである。

昔、太陽の日射しを、目盛りした盤上に映して、時刻を讀んだ原始的な日時計は、眞太陽時を示すものである。これは時計ではなくて觀測器とでもいふべきものである。この時代から天體、殊に太陽を以て時を測る標準としてゐたことが判る。日常の時間や科學上の時間の多くは平均太陽時によつてゐる。

太陽の位置は常に移動してゐるが、時の標準としてゐる恒星にも僅かながら移動がある。即ち星自身には固有の運動がある。その内、特に位置の定つた星を選び時を測る目的の星として望遠鏡でこれを觀測して、時計と比べ、曆に照らして始めて正確な時刻が求められるのである。

天文臺には子午儀といふ器械が据ゑ附けられてゐる。これは時の測定用になる器械で、東西の方向に置かれた軸に垂直に望遠鏡が附いてゐて、この望遠鏡で子午線を通る星を觀測し、同時に時計と比べて、その遲速を知るのである。この目



的に使はれる時計を特に恒星時計といひ、地球の自轉と歩調を合はせて進む精密な時計である。その正しさは、千分の一秒までとれてゐる。据付けと取扱には特別の注意が拂はれることは勿論である。

時計は時を刻み、時刻を示す精密機械である。精密機械といふと、一般に時計のやうに細かいものを思はせるが、細かい機械ばかりが精密機械ではない。大きなものでも、大砲などでも、その各部分が精密に造られてゐるならば、精密機械といへるのである。

時計を構成してゐる主要な部分は、先づ第一に動力の源があり、次にこの動力を指針へと傳へる齒車の聯絡、次に指針の運速を調整する振り子や天府の仕掛け、次に調整機から齒車へ規則正しい運動を傳へる操縦機、時刻を指す針がある。携帯用の時計即ち懐中時計、腕時計から、置時計、掛時計、更に屋外に掲出する大時計に至るまで、簡單と複雑、大型と小型、精密と普通の別があるが、何れもこの五つの主要な部分を以て構成されてゐる。精密といふ點に最も重きを置いて造られたものは、何といつても科學用の天文時計である。近頃は家庭に電氣時計が普及して、變らない電流の周波數を利用するやうになつた。天文時計にも、電氣の周波に基礎を置く精密なものも出來てゐるが、後に詳しく説く積りである。唯、電燈線に挿し込むだけで動く交流の電氣時計は、その周波數の變動があると、正しい時刻を指さない憾みがある。昭和十五年初め頃は河水の減水が甚しかつた結果、發電機の周波

數がグツと落ちて、非常に遅れを見せたことがある。

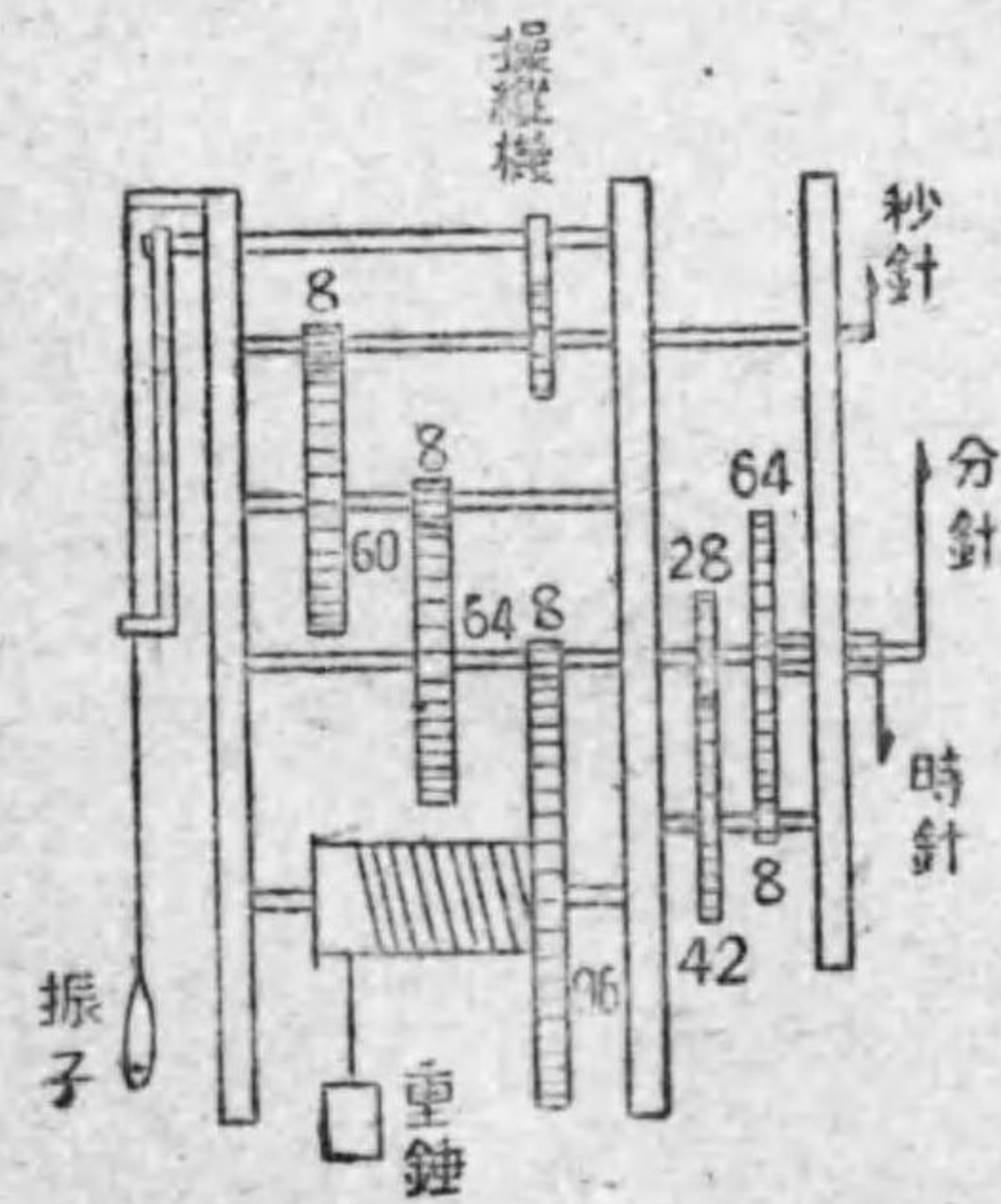
先づ時計の動力を見よう。振り時計では、ガンギ車の軸に捲かれた紐と錘に働く地球の引力(重力)がある。携帯時計と置時計とは、巻紐と錘の仕掛けが出來ない故、ゼンマイの弾性を用ひる。電氣時計では交流の電力を用ひる。重力を動力とするものは時計の形が縦長となるが、紐が解け切つた時は止つて仕舞ふから、鳩時計のやうに時々捲き上げてやらねばならない。精密時計にも重力を動力とするものがあり、電氣仕掛で錘を捲き揚げるやうになつてゐる。ゼンマイは薄い鋼鐵の帯を十數回捲き込んだもので、解ける時の弾力を利用するのである。捲き切つた時と弛んだ時との弾力の大きさに差がある故、弾力の最大と最小との中間の程良い所を選んで、制限して使へば宜いのである。ゼンマイによる動力をスプリング・モーターともいふ。蓄音機などもこの動力を用ひてゐる。電力の供給によつて廻はるものは、圓滑で、カツ／＼と刻むやうな動きをしない特徴がある。同期電動機は、廻轉數にむら無く、一定の速さを以て廻はる。

昔の時計には随分變つた動力を使つてゐた。水時計は水の浮力を利用したもので、滴り落ちる水を溜めてうきを浮べ、齒車を廻はす仕掛である。この水の規則正しい點滴に着目した慧眼は偉いものである。水時計はエジプトや支那などで使用されてゐたが、勿論今日の時計の正確さには比ぶべくも無く、

時計の動力の掛かる所から指針へ運動を傳へる齒車は、どんな時計でも定つた齒數の齒車を使つて

ある（左下圖）。時針と分針との間には一對十二、分針と秒針との間には一對六十の廻轉の割合があり、従つて齒車の齒數もこの割合になるやうになつてゐる。中間の軸には八枚の齒車と四十二枚の齒車とが附いてゐて一緒に廻はる。分針の軸に附いてゐるのは、二十八枚の齒車で、これが中間の軸に附いてゐる四十二枚の齒車と噛み合ひ、この軸の八枚の齒車は、分針の軸に自由に廻はるやうに嵌つてゐる六十四枚の齒車と噛み合ひ、これで分針が十二回廻はると、時針が一回廻はるやうになる。午前午後各十二時間制となつてゐる限り、針はこの割合で動いてゐる。科學用には、午前、午後を通して二十四時間制となつてゐるのがある。例へば天文學では午後一時を十三時と呼び、午後八時は二十時と呼んでゐる。

調整機即ちガヴァナーの役をするものは、振子、天府などである。その内、振子は時計で一番大切な部分で、振子の運動の等時性を発見したのは、イタリアの有名な科學者ガリレオ・ガリレイである。一五八三年ガリレオがピザの寺院で吊り燈明の振れるのを見て、振子の運動が等時的であることを発見した話は有名である。このガリレオは又、一六〇九年に天體望遠鏡を造つて使用した。振子を時計に



應用して柱時計を考案したのは、オランダのハイヘンスで、一六五七年のことである。この二人は、時計を機械として發展させた最大の功勞者といふべきである。

振子の運動を少しく観察して見よう。絲の先に錘を付けて振子とする。錘を一方に引いて放すと、錘は地球の引力によつて鉛直の位置に歸らうとする。この時幾らか速度を得るから、慣性によつて鉛直の位置を通り過ぎて反對の方へ進む。すると引力によつて又も引き戻され、再び前の運動を繰り返す、錘は幾回と無く往復の運動を続ける。それで若し絲の吊した點に摩擦による抵抗が無く、又空氣の抵抗も無ければ、振子はいつまでも往復の運動を続けるのである。しかし實際問題として、他から妨碍もあらうし、摩擦や空氣の抵抗もあるから、遂には停止することとなる。

實驗の結果、振子の運動には次の如き關係があることが判つた。即ち週期は振幅の餘り大きくない内は、その大きさに關係が無いこと、又、物質の種類や質量の大きさに關係が無いこと、更に、振動の週期は絲の長い程長く絲の長さの平方根に比例することである。振子の長さを一米とすると、その週期は殆ど二秒である。長さを二十五糎位にすると、週期は一秒になる。二秒より長い週期の振子時計は普通には無い。

振子の體が金屬で造つてあるとすると、時々溫度によつて伸び縮みするから、振子の長さが變はることになり、従つて週期が變はる。例へば鐵製の振子が二秒の週期を以て振動するとし、冬の溫度が十

度、夏の温度が三十五度とすれば、冬と夏とで一日に付き約十六秒の違ひが出来る。膨脹係数の極めて小さい合金即ちアンヴァー又は、水晶で振子を造れば、温度の變化に影響されることが少い。しかしどの時計もこの材料で造るといふ譯には行かないから、科學用の精密を要する時計に限り使用されてゐる。

振子は重力によつて動かされてゐるものであるが、重力の強さが地方によつて異なるので、同一の時計でも地方によつて時刻が狂つて來ることになる。重力の割合は、例へば赤道では九七八・一、東京では九七九・八、極では九八三・三となつてゐる。東京で調整した時計は赤道では聊か遅くなり、極では逆に速くなるのである。又月の引力による影響もあり、これは〇・〇〇〇五秒位の變化を起さうである。

振り時計では振動の影響が殊に大きい。時によると停つて仕舞ふことさへあるから、取附場所に特別に注意をして、汽車、電車などの車輛の地面を傳はる振動を避けねばならない。我が國のやうに地震の多い國では面倒で、東京では人體に感じない地震が一日に二十數回もあるといはれる。

懐中時計、腕時計、置時計は、調整機に振子の代りに天府を使ふ。これは自由に廻轉振動することが出来る。ヒゲゼンマイといつて、燐青銅などの薄い狭いゼンマイを使つてゐる。天府の車を少し動かして放すと、車はヒゲゼンマイの弾力により廻りはり出す。この振動の週期は等時性であるから、時

計の運動を調整することが出来る。イギリスの物理學者ロバート・フックは、一六六〇年頃に、ヒゲゼンマイを考案して使用した。彼は、又數年後に操縦機としてアンカー・エスケープメント（錨形脱進車）を發明した。

操縦機は、時計の運動を正しくするものである。振りや天府は、これを動かしても自然に停つて仕舞ふ。まして齒車を廻はさねばならない故、これにもエネルギーが消耗される。振りや天府に週期的に衝撃を加へてエネルギーを補給してやり、廻はり切らうとするガンギ車の齒を制限して、規則正しく齒車を一枚づつ間歇的に送つてやるものが、操縦機である。

アンカー
ガンギ車



アンカー・エスケープメント（左圖）にはパレットと呼ぶ錨の形をした爪があつて、振子の動きによつて左右に振られる。ガンギ車はいつも巻紐か巻バネによつて右に廻はらうとしてゐる。振子が右に振れると、右側の爪は齒車から離れようとし、左側の爪は齒車に當りアンカーの軸を通して振子に衝撃を與へる。振子はこの衝撃によつて一層右に振れる。すると左側の爪は齒の面を滑つて外れ、振子は戻るやうに動く。

しかし簡単な操縦機で、これでは到底精密な運動を傳へることが出来ない。精密時計では、グレイヤム式、リーフラー式、ストラツセル

式などの秀れた操縦機が使はれてゐる。

リーフラー式天文時計は、ドイツのミュンヘン市のリーフラーの考案に成るもので、今から百年程前から、製造されてゐる。その特徴は、獨特の調整機で、振子とガンギ車の關係的な運動を特に考へてある。振子には線膨脹係數の非常に小さな合金を使い、温度の變化によつて振子の長さが變らないやうに考へてゐる。この合金はニツケル三十六パーセントを含む鋼でアンヴァーといつて、その線膨脹係數は百萬分の一であり、常温では普通の鋼の約十分の一位の値に過ぎぬ。この時計全體を半氣壓位の低壓にした圓筒の中に入れ、恒溫の室に置く。時計の精度は一日に千分の二、三秒といはれ、優秀な時計である。

シヨート・シンクロノーム天文時計とは、イギリスのバートラムの考案に成るもので、シヨートが改良して、シンクロノーム會社で製造されてゐる。この時計の特徴は、振子を極めて自由に振動させるやうにした點にあり、一方エネルギーを供給する装置を持つ補助時計、及びその間にあつて同調させる装置がある。この時計には指針や目盛は無く、三十秒毎に信號を出すもので、これをクロノグラフに自記させて讀み取るのである。

最近、無線通信の發達により、空間に發射される電波の輻射は甚しいものである。殊に短波の利用範圍の擴大に連れ、猫も杓子も短波を使ふので、益々混亂を招き、混信を惹き起す傾向にある。この

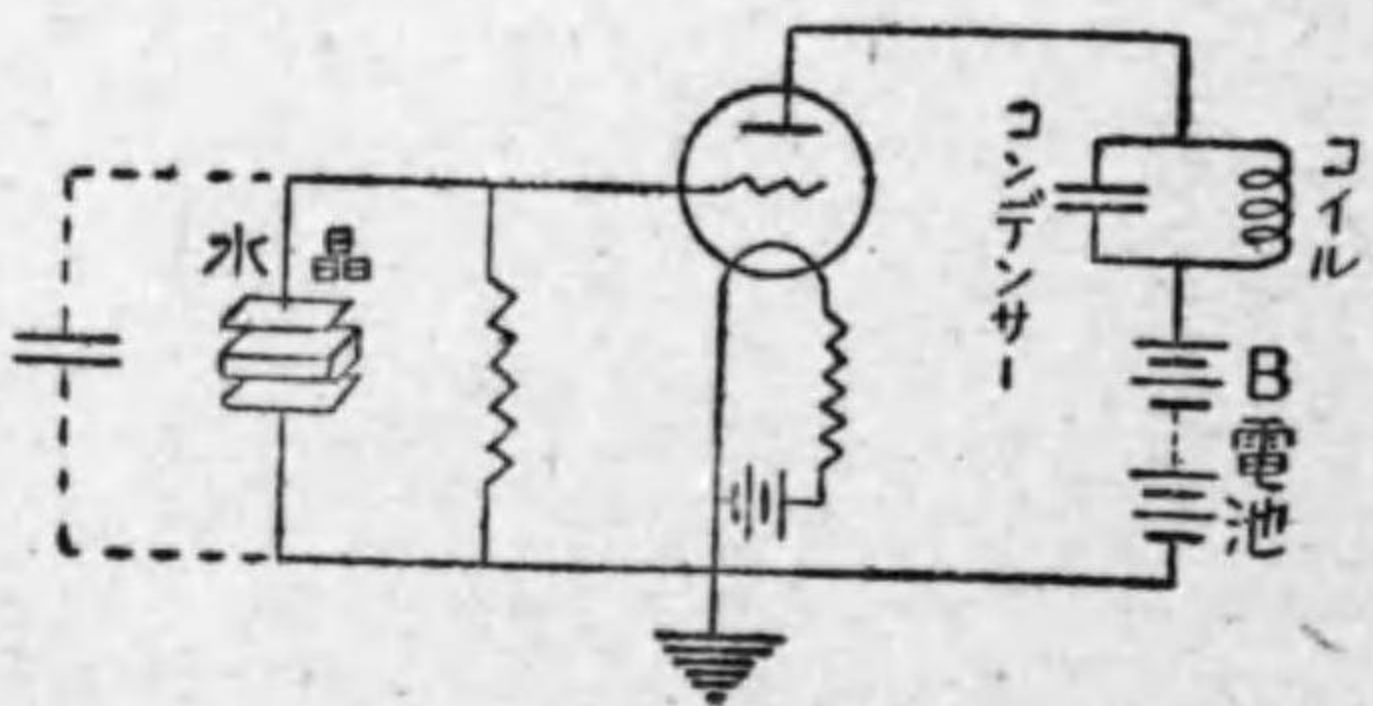
對策の一つとして、割當てられた周波數はお互ひに嚴密に一定範圍内に保つことが必要である。この周波數の標準として精密な時計が要求され、水晶發振器の周波數の一定である原理を應用した、水晶時計が發明された。

我が國では遞信省電氣試験所、東京工業大學、理化學研究所等で研究試作され、世界に誇る優秀なものが出来てゐる。溫度攝氏一度の變化による周波數の變化は僅かに一千萬分の一位であるといふ。

水晶時計の根柢となつてゐるのは、水晶發振器である。水晶片は特殊の切り方で造り、溫度や氣壓の影響を考慮して、密閉器の内に收められてゐる。

水晶板を電極で挟み、一つの三極真空管を用ひてグリッドとフィラメントとの間に結ぶ(下圖)。プレートとB電池との間にコイルとコンデンサーとを

並列に結ぶ。このコイルとコンデンサーとの値を適當にすると、水晶板は獨りで振動を始める。これは水晶板の上に掛かる電場によつて、壓縮されたり伸張したりするので、振動の振幅を持ち續けるためである。この水晶振動子の振動數は毎秒百萬回(百萬サイクル)とする。こんな高い周波數では、時計の機構を直接運轉するといふことは機械的に不可能であるから、真空管によつて毎秒十萬回の振動數に落す。これは普通マルチヴァイブレーターといはれる装置である。更に第二、第三のマルチヴァ



イブレーターによつて十萬回から一萬回、一萬回から一千回に落して、正確に一千サイクルの振動電流が得られる。水晶振動子の振動數に變化が無い限り、この一千サイクルの振動數も一定不變である。この振動電流を増幅器によつて擴大して、フォニック・モーターと呼ばれる誘導型の同期電動機の廻轉子を廻はさせる。この廻轉子は百極であるから、このモートルは毎秒十回の速さで廻はされる。この廻轉を機械的に齒車で減速し、秒、分、時の指針を動かし、又それから秒信號、分信號などを作るのである。

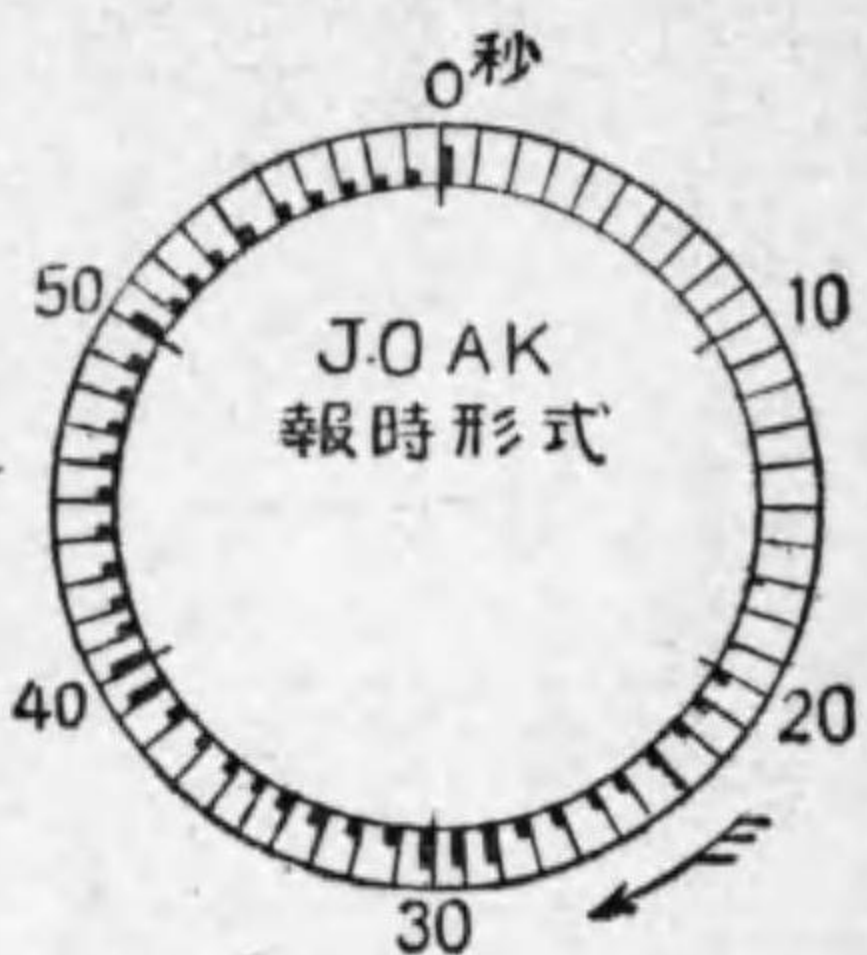
これによつて、振子時計の精度は遙かに向上されたばかりでなく、地震の多い我が國では非常に喜ばれ遂に天文時計となつた。水晶時計の精度は十日間の測定では、一日に四千分の一秒といふ成績を擧げた。周波數標準器は、標準周波數と時計の進行とが正しい比例關係にあるやうに造られてゐるから、正しい時刻によつて時計の進行の速さが決まる。正しい時刻は天文臺から發せられる無線報時によるものである。

以前には世界各地で無線報時を行つてゐた。ドイツのハンブルク天文臺はナウエンから、アメリカのワシントン海軍天文臺はアナポリスから、イギリスのグリニツチ天文臺はラグビーから等、夫々の無線局によつて時刻を報知してゐた。我が東京天文臺の報時は銚子及び船橋の兩無線局から毎日午前十一時及び午後九時の二回に互つて無線によつて行はれてゐる。銚子無線局では主として近海の船舶

に宛てて五百キロサイクル（波長六百米）の電波によつて發信してゐる。船橋無線局では三十九キロサイクル（波長七千七百米）の電波によつて發信されてゐる。それで東京中央放送局の第一放送（五百九十キロサイクル、波長五百八米）のダイヤルを少し廻はすと、銚子からの報時が受信されるのである。キロサイクルは千サイクルの意。

午前十一時（又は午後九時）の報時は十分前から開始される。先づトキーヨー・タイム・シグナル（東京報時）の語を送信し、引き續いて受信機調整の符號ツートン、ツートンを各一分間繰り返す。五十三分四十五秒から送信開始の符號を三回繰り返し、五十四分から探呼の符號を同じく三回、續いて船橋無線局の呼出符號三回、次いで間投符を送る。以上が報時の準備信號で、十時五十四分五十五秒に終る。それから報時に移るが、船橋型では六分前から〇分までは學用報時式を行ひ、〇分から三分までは分報時式の報時を行ふ。

學用報時式といふのは、平均太陽時の一分に六十一箇の短符信號を報時機から自動的に出すもので、丁度分に始まる點に限り、約半秒の長點を送る。分報時式では、一分〇秒、二分〇秒、三分〇秒から各一秒の長點を自動的に出すのである。どちらの場合にしても報時が正確であつた場合は、報時の終了後五秒から約十秒の長點を送り、若し報時が正確でなかつた場合は、短點を送つて終るのである。



右は何れも耳で聴くものであるが、時報の正確を望む時は、報時と時計の時刻とをクロノグラフに記録し、テープ上の長さとして兩者を比較するのが宜い。百分の一秒程の比較が出来る。毎日の報時と子午儀による天體観測による正しい時刻との誤差は一ヶ月分を纏めて、翌月の十五日官報上に公告されるから、極めて正確を望む時はそれによつて校正すれば宜い。

最も簡単に時刻を知るには、午前七時と正午と午後七、十時の四回、東京中央放送局から放送される時報によるのが宜い。これは放送局にある標準時計を、前に述べた天文臺からの時報によつて誤差を校正し、別に備へてある報時計によつて放送するものである。右圖を参照して欲しい。

午前七時（又は正午午後七、十時）の時報は三十秒前から開始される。先づ三十一秒からカツカツの打音を八ヶ送り、三十九秒と四十秒とにボンボンの弾音を二ヶ送る。四十一秒からカツカツの打音を九ヶ送り、五十秒にボンの音を一ヶ送る。終りに五十一秒からカツカツの打音を九ヶ送り、最後の七時〇分〇秒には、ボンと高い音を以て、時刻を報するのである。その精度は大體十分の一秒以下となつてゐる。

から、家庭用の時計を校正するには、便利で正確である。

「時は金なり」といはれてゐるが、今の世の中では、時間程貴いものは無い。人生五十年、これを時間數に計算してみると、ざつと四十三萬八千時間といふことになる。交通機關だけがいくらスピードの記録を挙げたところで、働き甲斐のある時間は如何程向上してゐるか。日常の生活に於て、時間の觀念をもつとはつきり意識して置かねばならないと思ふ。

我が日食記

昭和十五年の暮には、某方面からの勸奨を以て九江の方面に皆既日食観測に出掛ける計畫を立ててゐたが、都合が變り、又公務の關係等もあつて、石垣島へも旅行することが出来なくなつた。それでも當日一週間前になると、心は矢竹のやうに逸り、飛行機で臺灣へでも飛び度い思ひに驅られたのである。

これより先、東京物理學校生徒にして石垣島出身の官良君は、都合で郷里で日食観測をなす由を知り、同君に托して、日食時の黄道光を撮影することにした。装置は例の水晶球カメラで、偏光フィル

ター一双を備へたものである。可搬的で簡易であり、今まで夜間の黄道光撮影に用ひたものである。沖繩縣八重山郡石垣町は、本土との交通決して容易でなく、速達郵便ですら十數日を要することがある。風のある時は船便が無いのである。

宮良君は、石垣國民學校玄關屋上に觀測器械を据ゑ、日食當日九月二十一日は午前四時より三十分間の露出で黄道光を撮影した。

石垣島では、黄道は殆ど鉛直に近い。東地平線上より眞直に仰角二十度迄も、黄道光が伸びて、白く現はれた。石垣島は東京より約一時間も日出が遅いのである。それでこれは全く黄道光と考へて宜し。

レンズ・フードの内外面を黒く塗り、偏光軸を水平、鉛直にし、仰角十度で撮影した。

豫め海軍省軍務局にも出頭し、了解を求めた。同島は、東經百二十四度十分北緯二十四度二十分に位置する。

島民は學問好きらしく、十日前から煤硝子を携帯して、道を歩く程の熱心さであつた。殊に石垣國民學校では校長始め諸教員の熱心な援助があつて、時刻手一人を附けて、觀測に掛つた。カメラは眞上に向け、偏光軸は東西、南北の二方向とした。

皆既後約十秒にして、露出を始め、二分間にして、チラツと、ダイヤモンド光が現はれる寸前に蔽

うた。四、五秒にして皆既は解けた。

當日は朝、空晴れ、正午頃より群雲が飛んだ。但し食中は太陽方向は晴天に恵まれた。

寫眞は小生の電命によつて、同君の叔父寫眞師崎山氏が、午後十一時までに現像した。この寫眞は研究中であるが、先年北海道日食の際、黄道光を發見して學界の英雄と稱された本田實君からも、戦地よりしきりと、結果の良好ならんことを期望せられて來てゐる。こゝに石垣、登野城兩校の好意を感謝する。

東京は、東北帝國大學佐藤學士の計算で、微粒子食内に入るのので、東京工業大學の小生の居室で、日食時に於ける放電率を測定した。これには園田理學士、辻氏の助力を得た。雲が往來して紫外線量の測定は不可であつた。日食の終りに近く、放電率が急に長くなつたのは、空中イオン量の減少を意味する。

小生は東京府臨時視學委員として、都下理科教育改善に努力すべき命を承けてゐたので、報國團科學部の仕事をも視る必要があり、好機として、府立第六中學校天體觀測班の力を借りた。中原、馬淵兩教諭指導の下に、同校備附の口徑十糎、焦點距離一米の望遠鏡を以て、昭和プロセス乾板に分食の經過が一分置きに寫された。

寫眞は絞り五糎、黄色フィルターを以て、露出二百分の一秒で撮られた。

同校は一萬分の一地圖によると、東經百三十九度四十二分三十三秒、北緯三十五度四十一分十秒である。又實測上高さは三十九米。無線電信で時刻を定めたクロノメーターで時刻を測つた。この寫眞中には十四時四十二分〇・〇秒のものがある。

小生は、これ等多數の寫眞により、弦の長さを測り、これと時刻との圖を畫いた。これより外挿法で、初虧の時刻を分の分數まで知ることにした。

氣壓に於ても、よく調べると僅かながら降下があり、これは豊島師範學校の測定に於ても同様であつた。これは翌日同時刻のものと比較しても、日食の影響なるか不明である。

日食には、今や光線食のみでなく、この微粒子食まで問題となつて來た。これは電波工學と關係の深い事柄であり、日食が實生活と關聯を持つ一面である。

ところが、最近着のサイエンティフィック・アメリカンを見ると、太陽縁邊の黒化といふことが、皆既日食時の一新研究題目となつてゐる。

太陽の像を投影すると、中央部に比べて、縁邊が赤黒くなつてゐる。これは中央部に比べて太陽の浅い部分から光が來るため、従つて温度が低く、赤味を持つのである。中央部からの光はより深部

から來るので、青味を帯びてゐるのである。

日食に於て分食が進む時、この縁邊の光を活動寫眞的に撮影して、研究することは、専門學者でなくとも出來さうである。平常でも出來ないことは無論無いが、日食の方が、空氣の動搖的屈折から來る像の躍りが尠いので、好ましいのである。常套的な研究以外に、日食觀測にも新しい獨創的觀測分野を加へることは、考へて置かねばならないことである。それでこそ科學人である。因みに太陽縁邊黒化は、煤硝子を通して見たのでは、背景の明るさとの關係で、不明瞭である。

防空訓練の朝

防空訓練の日昭和十六年十月二十五日は午前三時といふにサイレンで眼が覺めた。東の空に向くと、見える、見える。黄道光が實によく見える。空は晴れ渡つてゐて、雲も無く、星明かである。慾をいふなら、地平が少し暗いやうであるが、望遠鏡で見ると、やはり星が見えてゐるから、霞んでゐたところで、さう大したことは無い。獅子座を左にして、黄道光がパツと廣く立ち上つてゐるのである。

黄道光といふのは、地球軌道の邊りまで、太陽から飛來してゐると考へられる電子の雲に、太陽の光線が反射するものと思はれる。人工燈火の無い所なら、春秋には良く見えるものである。東京は平常は燈火に遮られてとても見えないのであるが、流星に防空日は、地上の燈光は絶えてゐるので、その舌状の光は私をして讚嘆させた。

先頃アメリカ邊りの通信によると、夜間空襲に於て、假令燈火が消滅してゐても、都會の所在は感ぜられるといふ。それは、これが空間に放つ輻射熱を感じるか又は夜天光による識別であらう。月無き夜でも、空に光がある。これは決して星明りではなく、大部分が天蓋としての高層大氣が光つてゐるためである。夜天光の研究が防空方面に應用があることを唱へてから年あり。この宇宙的な研究が國防と結び附くのは、思へば面白いことである。

今回帝國學士院から、黄道光の寫眞測定に關して、小生に研究補助費が下附されることが發表され、今更ながら山本一清博士の今日までの教導を有難く感謝して居る。平山清次博士の推挽もあつたことと思ふ。諸賢の支持助力を受けて、何卒この研究を達成し度いと希つてゐる。

J. A. Fleming の編輯に掛かる「地磁氣及び地電氣」は、一九三九年の版で、この方面に極めて有用なものとしてゐる。Fleming は、ワシントン府のカーネギー研究所地磁氣部長である。この書物

から、一つ二つ覺書を書いて見る。

訓練された觀測者に對しては、海上や郊外の黄道光と對日照とは、好奇心と想像心とを喚び起すものである。大きな望遠鏡は、この薄光を研究するには全く役に立たない。眼鏡を掛けない肉眼が最良の機材なのである。従つて天文臺では、この現象は多く取扱はれてゐない。

黄道光の偏光率を始めて測つたのは、Wright で、一八七四年のことである。

低分散の分光器では、黄道光も太陽光に類似してゐることが示されるやうであるが、高分散の器械では、夜天光や極光に似てゐることが判る。勿論、夜天光のスペクトルが、黄道光のに重疊はしてゐる。これ等には、酸素、窒素等の同じ線が現はれてゐる。しかし黄道光には、極光の綠線（波長5577 Å）は強度が弱い。對日照のスペクトルは未觀測である。

地磁氣嵐や極光が強く現はれる時、黄道光も異常に強いのである。よく教科書にあるやうに、黄道光は、黄道面上に地球軌道を越へてまで、太陽を中心として固形の惑星塵が平たいレンズ状に分布され、それが太陽光を反射するものといはれる。この遊星塵は、太陽の周りを箇々に運動してゐると考へられる。

對日照の隕星説は、三體問題の解から來たもので、或速度の小粒子は、地球―太陽の方向に長時間殆ど閉じた徑を描きつゝあるのである。

地球大氣イオン説では、次のやうに考へる。地球の日照半球からあらゆる方向に高速原子が抛げ出され、それが莖外線でイオン化される。太陽の光壓、地磁力、重力の作用により、三萬軒以上の高さに於て、このイオンが地球の周りに細長い環をなして、約黄道面内に横はる。これが太陽の莖外線で發光するのが、黄道光であるといふのである。さて、太陽と反対側のイオン環部分は長い尾を示す。これを端面で見たものが、對日照であるといふ。日照側では、黄道光のイオン環は幅廣く、そして地球赤道面内にある。夜間側では環は細く、赤道面より捩れ約黄道面内に來り、長い尾を曳くといふ。この發光は、螢光か或は殘光であらう。春分時には、夜の光錐は、黄道の南に、朝の光錐はその北にあり、秋分時には、位置はこの反對である。

さて黄道光の夜の部分と朝の部分とは、相連なる。即ち圓錐の一つの頂點から他の頂點にまで、天空を渡つた、細い帯があるのである。これは約黄道面内にある。太陽より 30° の距離が最近接可視部であるが、帯は 40° 位の幅がある。軸に沿うては 70° 位あらうといはれる。太陽から 90° の所では 20° 位の幅、 150° では 10° 位の幅になり、 180° では、帯が一寸薄く光の節となつて膨れ、對日照をなすのである。

ロシアで七月末、スイスで春分頃に寫した、黄道光の見事な寫眞も載せてゐる。小生は、惑星塵説信奉者である。

中央氣象臺發行の航空氣象報告には、都市の暈光の寫生が出てゐるが、黄道光や夜天光の研究は防空の見地からも重要である。

大東亞の天文

兵用天文書

知り合ひの青年教授が名譽の召命を受け、南方に征くといふ。私はこんな時いつも袖珍兵用天文書を餞別として贈るのである。

夜道に迷つて困ることがある。磁石もあるにはあるだらうが、これがともすれば、誤差を示すのである。異郷にある時の心理的錯覺も伴ふものである。大都市の電車の中でも、強い電流が電路に通つてゐる場合は、磁石の針が變な方向を指すし、鐵材など附近にあると、全く途方も無い方角を與へることは、私共がよく體驗したことである。

先頃ノモンハンの戰場では、磁針が方角を失つて、軍隊が困惑したことがあるといふ。大體大東亞

圏の北方南方磁針の偏角が大きい。日本内地では磁針の北極は眞北より西に四度乃至五度ばかり偏つてゐるが、樺太、滿洲では十度も西に偏つてゐる所がある。けれども、臺灣、南支、フィリッピン、シンガポールは偏角は零で、即ち磁針の北極は眞北を指し、ハワイは反對に東偏十度に及んで居り、濠洲では東偏五度になつてゐる。

兵用天文書を贈るのは、星を見て方角を知り、時刻を測れといふ親切からである。例へば北極星は正北に極く近い方角を示す。これを見て、危地を脱した例が大分にある。ところが今までの天文書は内地を中心にしてあるので、南方に對しては具合が悪い。それで一つ大東亞兵用天文書を編んで見度い氣がする。

大東亞新經度計畫

現在の日附變更線（此所を通過する毎に一日を抹殺し又は飛躍させる）經度百八十度の線は大鳥島とミッドウェー島との間を通過し、大發展しつゝある大東亞の交通に對して、甚だしく不便を感じるであらう。

若し本初子午線を、イギリスのグリニッチを通過するものを廢し、現在の東經四十度即ちメツカ、モスコイ附近を通過するものを經度原線とするならば、東京附近詳しくいへば船橋邊りが東經百度となり、約百八十度線はハワイとサンフランシスコとの間を通過することとなる。斯くすれば大東亞は經度零度と百八十度との間に收まり、これを新東半球と稱し、アメリカ、イギリスを新西半球とせば、最も佳ならんと思はれる。

論者、樞原を通過する經度線を原線となせといふが、此所は現在東經百三十五度と百三十六度との間にあり、變更する場合、換算に不便多かるべきのみでなく、同じ國內に原線を持つのは、その一半が東經、他半が西經となり、繁雜これに若くはなく、天文学上の計算を施す場合に大いなる障害を起すものである。イギリスがグリニッチを原線にして、困り抜いてゐる筈である。

東京は現東經百三十九度近くにある。東京附近を目出度き東經百度とし、國內に原線を持たざるのが、一番の得策である。

ベツレヘムの星

昔、ベツレヘム (Bethlehem) の星と云つて、ナザレ (Nazareth) のイエスが生れた時、バビロニアの天文学者即ち東方の賢者達をパレスティナへ導いた星は、南魚座に現はれた木星と土星との會合であらうといはれる。

先年羊座にこの會合が見られた。百六十年毎に兩星は會合に入るものである。

星を知れ

星の名前を知つて置くのは、色々の點に於て便利がある。アメリカの飛行機には星の名前を附けたものが可なりある。戦地で夜間方向を知るのに、星を便りにした兵士も可なりある。日本では星の常識を授けることが少いのは遺憾である。

方角

方角といふと、何か卜卦か、西洋で申せばこの頃殊に流行する占星術の合ひ言葉のやうに聞えるかも知れないが、事實、方角と人生とは、科學的にも相當な聯關があるのである。

北京の街の方位はすべて同じであるが、それが數度以上も西偏してゐるとのことを、曩頃滿洲の雜誌で見た。街を設計する時には、磁石によつたのであらう。若し星によつてやつたとすれば、さうひ

どく變はる譯は無い。

一體、磁針の示す方向は、眞の南北でなく、各地に於て互ひに相違し、偏角を以て地理學的南北よりフレてゐる。磁石の北極が地理學的南北よりフレてゐる角度を、偏角といふ。この偏角は、日本では西偏してゐるが、所によつては東偏してゐる。そして偏角の量も、年と共にチリ／＼と變化して行く。

日本では海軍の水路部が數年毎に偏角の測定のやり直しをし、海圖でこれを明かにする。航海者はこれによつて安んじて船を操ることが出来るのである。實際、この偏角の發見者は、コロンブスである。

東北帝國大學の中村左衛門太郎博士は、岡田氣象臺長の紹介を以て、帝國學士院に、古市街の方位と地磁氣との連關を論ぜられたのは、非常に興味が深かつた。この論文を讀んで以後、私は、建築物の方位よりその時代の地磁氣の南北を知り得るよすがが無いかを注意してゐるのである。日本のさる古い寺院の方位に少し腑に落ちないものがあることを、古社寺建築の權威、東京工業大學の前田教授から承つたことがある。こんな材料は外にも未だ豊富にあることと思ふ。

火山の噴出物が鐵分を含んでゐると、それが當時の地磁力に感じて磁石となつてゐるものである。

三原山の火山彈に就いて、中村清二博士の研究がある。熱を加へられた時に、分子が自由になり、地

磁力の命令を受けるので、弱いながら磁石になるのである。最も卑近な例では、火鉢の火箸が、下端が北極になつて磁化されてゐるのである。

熱のみでない、打撃によつても、分子が若干自由になり、その時地磁力を受けて、やはり磁石になる。工作場のタガネなどが、鐵屑を吸ひ附けて困るのは、磁石になつてゐるからである。

煉瓦の中に鐵分があり、それが焼かれた時の地磁力を受け、やはり磁石になつてゐることがある。これ等の物體は、概ね移動するものであるから、現在のその位置や、その磁極の方向から、當時の地磁力の偏角を知ることが出来ないが、固定されつゝ加熱又は打撃を受けたものの磁極の方向からは、當時の地磁力の方向を推知することが出来る譯である。

偏角が年代と共にどんなに變化するかに就いては、直接の測定が始められてからさう古くない。よつてこれ等の事實から、心遙けき舊時代の地磁氣に就いて知識を得ることは、有益でもあり、興味のあることである。

近頃又面白い研究が發表された。これは鐵の針を東西の方向に置き、一端を紫外線で照射すると、その部が北極になるといふのである。未だ充分の研究はなされてゐないやうに見えるが、このことは太陽の黃冠の中に見える渦巻或は流線の形を説明するのに役立つと思ふ。

黃冠を造つてゐるものが、粒子であるとする。これに紫外線が当たれば、小磁石となり、従つて太

陽の磁場の命令を受けて、鮮かな磁力線分布を示す筈である。黃冠の中に見える流線の分布は、斯様に説明されさうである。

長友山本一清博士は、太陽の周りを環る宇宙塵又は流星があり、太陽をしてその赤道近くで自轉速度を最大ならしめてゐる事實を説明せられた。流星の運動方向は太陽の附近では、その引力で大いに影響され、それが、反動的に赤道加速を起すものと考へられる。

地球の自轉が地磁氣の起原とその變動とに重大な關係がある。しかしこれは單に地球のみのことではない。宇宙的な現象なのである。

電波の科學

日毎夜毎に聞くラヂオは、世界の寸刻の動きを傳へて、我等の行動を指導する。無線通信は、國際間の關係を調整する。電波の科學こそは、現代の世界を支配する重要な鍵を持つものである。

先年、ベルリンに開かれたオリムピック大會で、我が國選手の活躍振りは放送員の名調子を以て詳しく故國に傳へられた。宛ら眼前に髣髴させつゝ、國民の熱血を、湧き立たせたのである。ベルリン

—東京間約九〇〇軒の距離は、電波を以てすれば、真に一瞬に連絡されるのである。

今、歐洲大陸では獨伊が制覇を賭けた歴史的血戦が展開されてゐる。又日本の偉業は如何。その目覺しい電撃戦が、文字通り電波に乗つて世界の隅々にまで傳へられてゐるのである。

電波の勢力は、無線電信に限らず、無線電話に、ラヂオに、航空標識に、寫眞電送に、電視（テレビジョン）に、行くところとして可ならざるは無い、偉大な貢献をなしてゐる。

電波は電磁力の波である。X線や、ガムマ線や、宇宙線の一部は、電波と同じく電磁波の一種ではあるが、波長の非常に短い（X線は約一〇〇〇〇〇分の一、透過力のある線である。電波の波長となると、三〇〇〇〇米の長さの所謂長波といふのがあり、又かの短波にしても數十米、極超短波では數十厘の波長のものである。

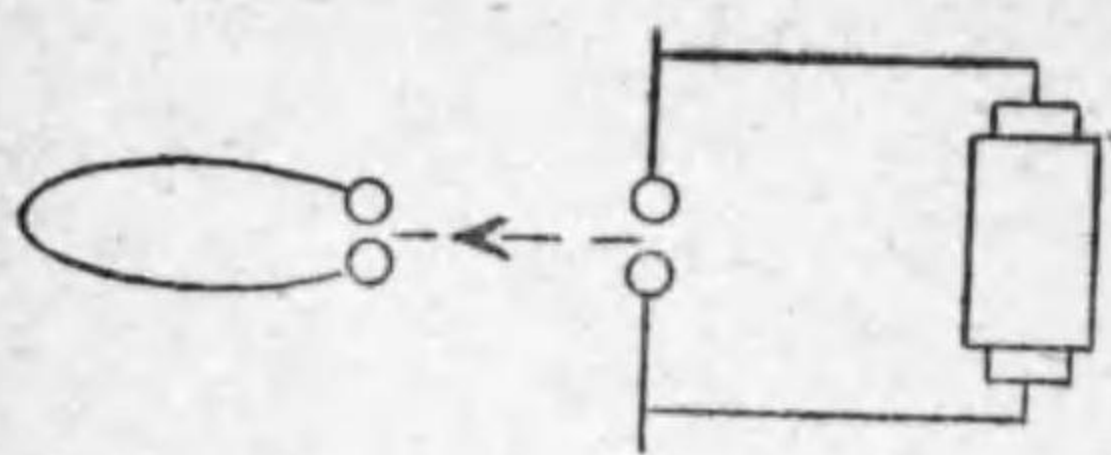
電波が空間を傳はる速さはどの位かといふと、大體光波と同じく、一秒間三〇〇〇〇〇軒といふ驚くべき大いさである。無線電信では、一分間に一〇〇〇字位の通信を電波に乗せ得るから、日本にゐる人と歐米にゐる人とも、丁度對ひあつて話しをするのと違はないのである。

ラヂオ聴取者の數を見ても頷かれるが、放送局のアンテナと自家のアンテナとの間に、電線の連絡が無いにも拘らず、電話線で連絡されてゐるかのやうに、講演や演奏を明瞭に聞き得るのである。

この、電線の無い所にも電氣が流れる、即ち電波が空中を傳はるといふ問題に就いては、今から七

十七年前に、イギリスのマックスウェルといふ大學者が、電磁波説といふ理論を立てて説明することに成功した。

關東地方では、電燈線に流れてゐる電流は、五〇分の一秒の周期を以て振動してゐるものである。この場合、周波數は五〇サイクルであるといふ。即ちサイクルとは、一秒間に交流の方向の變はる度數の半ばをいふのである。關西地方のは六〇サイクルである。周期の短いもの程、周波數は高いのである。振動電流は針金の周圍の空間に電波を生ずる。丁度音波が物體の振動で起るのと同じである。無線電信電話に使はれる電波の源である振動電流は、凡そ一〇キロサイクルから三〇〇〇〇〇キロサイクルといふ高い周波數のものである。



發振器

共振器

さてマックスウェルの理論を裏書きして、電波が實在することを證明したのは、今から五十四年前の、ドイツのヘルツといふ學者であつた。これには、ヘルツ發振器といつて、感應コイルの兩端に、金屬球の附いた金屬棒を向ひ合はせに絡いだ、簡単な装置を使つた。球間に發する火花放電は、コイルに振動電流を起し電波を空間に擴げる。ヘルツの製つた受信器は、金屬線を圓形に曲げ、その兩端に金屬球を附けたもので、發振器から出た電波に感應して火花を出すものである。

この実験によつて、振動電流の周波数が數十キロサイクルから數萬キロサイクルといふ大ききになると、即ち周波数の高い電流になると、電氣力は空間に電波となつて四方八方に傳はるといふことが判つた。波長は光波のに較べて甚だ長いものであるが、光波と同じく直進し、反射し、屈折も干渉もする。そして空間を一定の速さで傳はつて行くといふことが知られた。

電波を波長の長さによつて分類すると、長波、中波、中短波、短波、超短波、極超短波の六種となる。その波長と周波数との關係を示すと、下表のやうになる。

波	長 (米)	周波数 (キロサイクル)
長波	30000—3000	1—100
中波	3000—200	100—1500
中短波	200—50	1500—6000
短波	50—10	6000—30000
超短波	10—1	30000—300000
極超短波	1—0.1	300000—3000000

重ねていふやうであるが、一波長といふのは、電流の振動する一周期の間に、電波の進んで行く距離である。

空間を傳はる電波の速さは、光波の速さと全く等しい。波長を米で表はし、周波数をキロサイクルで表はせば、 $\text{波長} = \frac{300000}{\text{周波数}}$ の式がある。しかし電波の速さは、眞空以外の媒質に於ては、一定不變のものではなく、波長も亦變り得るから、電波は、周波数で表はすのが普通である。例へば、東京中央放送局の第一放送は、波長五〇八米であるが、周波数五九〇キロサイクルといふやうにする。電波は金屬球の間ばかりでなく、平らな金屬板の間からも、眞直な針金からも、空中へ輻射されるものである。

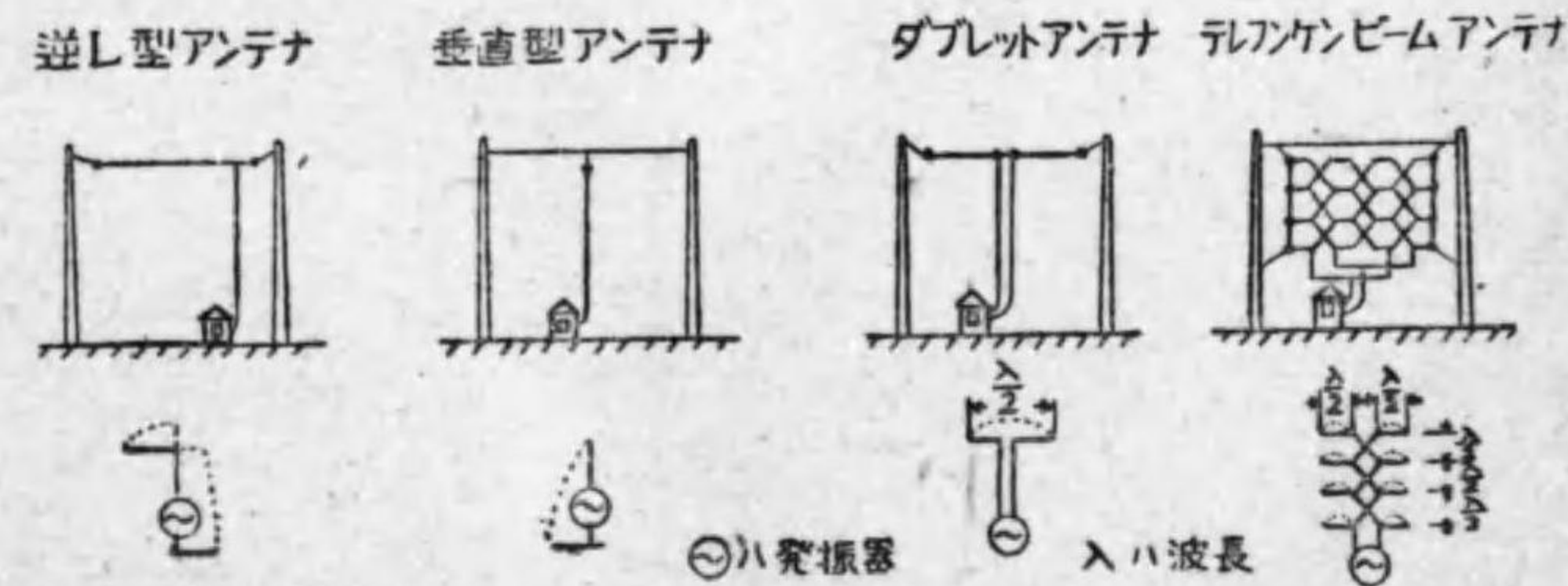
ヘルツの實驗した電波を、通信に利用することを研究して成功したのは、今から四十五年前のイタリアのマルコーニである。空中線を高くすればする程、又波長を長くすればする程、電波が遠くへ到くといふことを確めた。それ以來波長の長い、勢力の大なる長波は、無線通信に活躍することになり、我が國でも昭和三年頃まで、一〇〇〇〇米とか二〇〇〇〇米とかいふ大變に長い長波を使用して、専らアメリカ相手に通信をなしたのである。五〇〇キロワットの大電力の發電機を設備したり、空中線に一二〇〇〇〇アムペアの大電流を送るなどの計畫も立ててゐた。それで當時は大アンテナとか大發電機とかを有する大無線局が、世界各國に競つて建てられたのである。

ところが電波の傳播に關しての研究が進んで來て、皮肉にも、實驗の初期に使はれてゐた短波が、却つて遠距離へ到くものであるといふことが、判つて來た。技術上の實績によつて見るに、短波の方

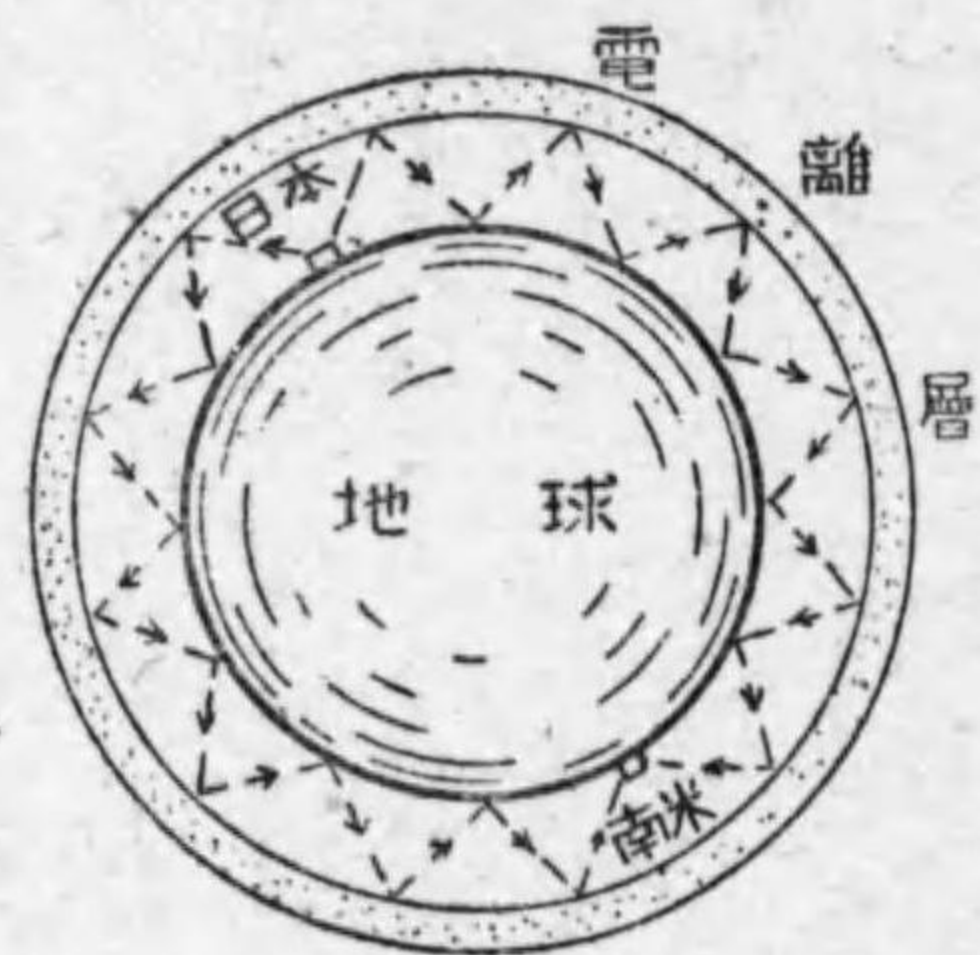
が能率が良い。短波の方法による時は、電力は小さくて済み、従つて空中線も機械も小さくて宜く、経済的である。又操縦は容易になり、大速度で通信を行ふことが出来るのである。

市街に網のやうに張つてある電燈線や電話線に流れてゐる電流は、低い周波数の電流であるので、電線から空中へ電波が散らばることは殆ど無い。しかし高い周波数の電流になると、電線から電波となつて空中へ散つて行く。送信所の空中線は、電波が空中に散り易いやうにしたものである。太さの様な導線を鉛直に立て、大地を金屬板として利用した接地式の空中線とする。斯様なのを垂直型といひ、放送無線通信用の送信と受信とに使はれるものである。この空中線を送信機の電源に接続して、振動電流を送ると、電波の強度は、空中線の先の方では少く、基礎では一番多くなるのである。

右は長波や中波に使はれる空中線であるが、短波の方では使はれる空中線はダブルレット空中線といひ、接地しない式で、波長の約二分の一の導線を水平に張つたものである。圖のやうに、電波は、丁度洋傘を擴げたやうな形に分布して、中央が高くなつてゐる。又ビーム空中線といふのが考案され、現在



電波の傳播



最も廣く使はれてゐるが、これは、各導線を含む平面に垂直に、電波を輻射するものである。

さて、ラチオのアンテナへ眼を移すことにしよう。空中線のことをアンテナといふが、アンテナとは、觸角とか觸毛とかいふ意味で、電波を捕捉する働きから名附けたものである。受信に最も適したアンテナは、Lの字を逆さにした形に張つたものである。大體高さを五米から十米位にし、水平の長さを十米位にすれば、適當である。

電波が空中を傳はつて行く模様は如何か。アルゼンチンのプエノスアイレスや、ブラジルのリオデジヤネイロは、日本から約一八五〇〇軒あるが、我が國とは丁度、地球の對蹠點（裏側）に當つてゐる。それなのに、日本からの電波が達する。どうして電波は地球を廻はるのであるか。

この問題は次のやうに解決される。圖に示したやうに、地球を取り巻いてゐる大氣の上層には、電波を反射する、電氣を帯びた空氣の層があるのである。これを電離層と呼んでゐる。地上から發射された電波は直行して上空に到り、この電離層にぶつかつて、光波が鏡に反射するやうに、或角度を以て反射され、再び大地へ歸つて来る。大地も電波から見ると、反射面であるので、再び反射して上

空に向ひ、又電離層へぶつつかるといつた具合に、數回電離層と大地との間を反射往復し乍ら、次第に遠くへ行く。このやうにして地球の裏側へも廻つて行くのである。

大地と或角度を以て空間を進んで行く電波を、空間波といふ。この空間波の他に、電波は又、大地の表面に沿うても進んで行くが、これを地表波といふ。初期の無線技術者は、専らこの地表波にのみ氣を取られてゐたのである。電離層といふものがあつてそれが作用することに氣が附かずにゐた。地表波は、遠くなる程勢力が弱くなるものである。

電離層にぶつかつた電波は、光波と同じやうに、その勢力の幾分かは消費されて電波が弱められることは明かである。この勢力を出来るだけ失はないやうにすることが、大事である。それではどういふ性質の電波を使つたら宜からうか、幾何の電力が適當であるか、周波数は、空中線は、といふ問題が起きて来る。結論の詳細は省略するが、結局、周波数は高い方が宜い、所謂短波の方が宜いけれど又餘り高い周波数のものと、電離層を突き抜けて行つて仕舞ふ處れがある。又電離層密度といふものは、所により、時により、一定でないので、一定の周波数を求めることは、實際上不可能である。それで適當の範圍の周波数のものを準備して置いて、時により所により、選擇して使用するが宜いのである。日本からベルリンへは、大體一九〇〇〇、一六〇〇〇、一〇〇〇〇キロサイクルの三種、又ローマへは大體一九〇〇〇、一四〇〇〇、八〇〇〇キロサイクルの三種の周波数と空中線とを用意し

て置いて、適當に切り換へて用ひるのである。

我が難波博士は電波の傳播する特性を研究して電離層といふものを作つた。これによつて、各時刻に於ける受信地點の電波の強度を求めることが出来る。地球上の二地點間で、無線通信を開始しようとする場合に、適當な周波数を選定する時に使はれる。

電離層の密度を調査した結果、大體、春、夏、秋の晝間は高い周波数が宜く、冬の晝は、比較的低い周波数が宜く、冬の夜は最も低い周波数が宜いといふことになつてゐる。

電波が傳播して受信點に達する途中で、勢力を消費され弱められることは、前に述べた通りである。この他、種々の自然界の妨害を受けるのである。受信音が段々「かすれる」とか、「うすくなる」とかいつて騒ぐのは、この妨害である。これには空電、フエーディング、磁氣嵐、デリンジャー現象などを擧げることが出来る。これ等の妨害の對策としては、豫め適當な周波数を用意したり、又中繼局を経由したりするのである。それで現在では、二十四時間中、完全に自然界の妨害を避けて、安全な通信を行つてゐる。

次に電波を反射する電離層に關して、少しく説明をしよう。

この電離層の本質を知るとは極めて必要であるが、何しろ、地上を昇ること八〇斤から數百斤といふ高い上空にある氣層であるから、仲々容易の仕事ではない。現在の成層圏飛行機の昇り得る最高

點は、地上一六千位であり、氣球では、二二・五千に達した記録がある。人の乗らない探索氣球では、記録は三五・二千といふのである。

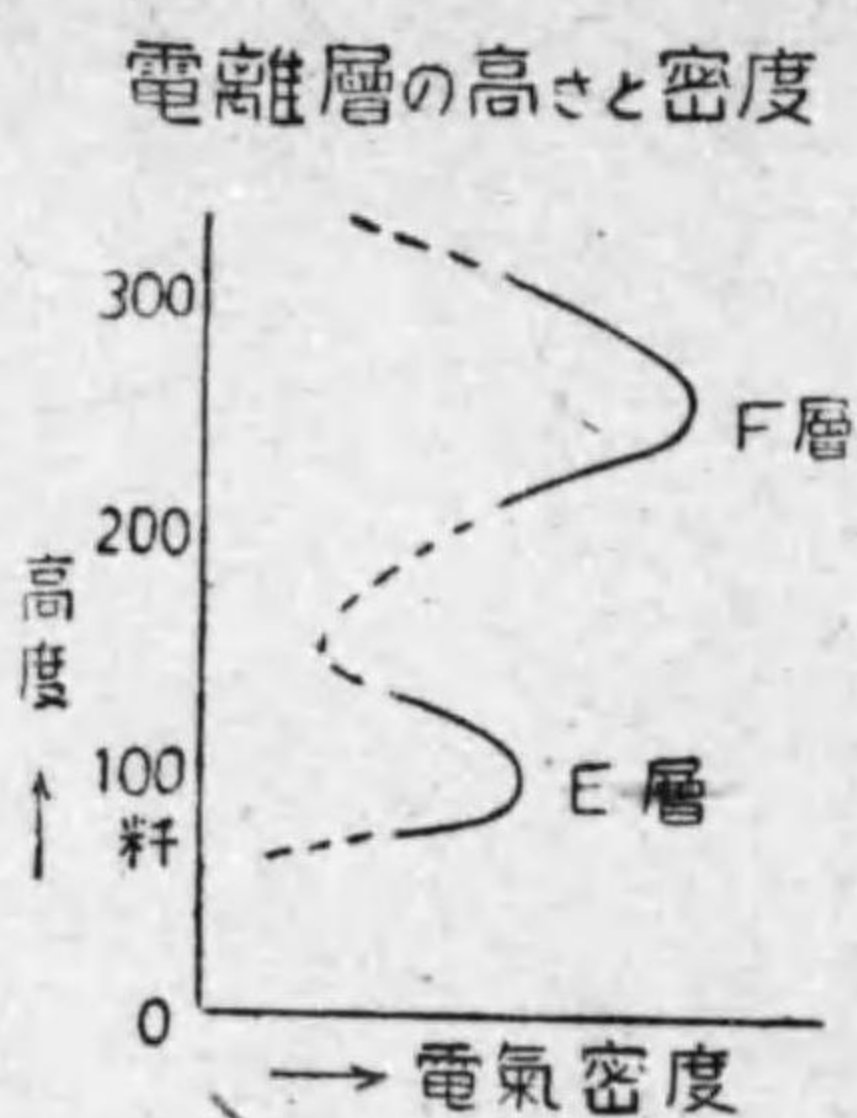
この電離層の存在は、一九〇一年、我が長岡博士によつて世界に魁けて發見された。後年ケネリー、ヘヴィサイド兩人が各別に發見したが、この電離層のことを一般にケネリー・ヘヴィサイド層と呼んでゐる。

上空に現はれる流星とか、極地方に現はれる極光とかの天界現象は、一一〇千邊に時々起る。

電離層は、高さ地上から、大體一〇〇、二〇〇、三〇〇千にあり、地上から一〇〇千の所では、氣壓が僅かに〇・〇六七耗といふ、真空に近い状態であり、溫度も極めて低いのである。此所では太陽の紫外線、その他波長の短い線が非常に多く來て居り、酸素とか、窒素とか、水素とかの氣體は、一部分電氣を帯びてゐる。即ち高さ一〇〇千邊の空氣は電氣の良導體となつてゐるのである。

電離層は、時によつてその高さが變はる。一日の中でも日出、日没、晝間、夜間に於て高さが變はる。又太陽の活動即ち黒點數の増減により密度が變はる。宇宙線も電離層と何かの關係を持つやうである。然らば、この電離層の高さとか密度とかは、どうして測るか。

發信點から尖鋭な電波を一〇〇〇分の一秒位の瞬間、鉛直に上方へ發射して、それが受信點へ反射して返つて來る電波を受け、又地表波を受けて、その到達時刻の差を計算して、電離層の高さを知



るのである。これは實驗的方法であるが、又實際の通信状態の經驗からも知ることが出来るのである。發信點と受信點との距離、發信の角度、受信の強度などから知るのである。

このやうな研究によつて、電離層の高さと電離密度との關係は圖のやうなものであることが判つた。地上一〇〇千附近にE層があり平均二五〇千附近に密度の更に大きいF層がある。

最近に尙、一〇千以下にも、微弱ではあるが、電波の反射層があることが、實驗的に判つて來た。この邊は所謂對流圈（天氣現象——雨、雲などの現象の起る所）で、成層圈よりも低いので、氣球に乗つて上昇することは出来る。これをC層と呼んでゐる。C層の成因は、上層のやうに帶電粒子の永久存在によるのではなく、對流圈にある雲に、空中電氣に原因した靜電氣が加はる場合などに著しく現はれるやうである。

次に電波は、この電離層によつて如何にして反射されるかを述べよう。

圖に於て、送信所から出た周波數の高い短波は、先づE層に達し、その儘E層を突き抜けて、F層に達する。F層はE層より電氣密度が大きいので、電波は此所で進路を下方へ曲げられ、再びE層を通過して地上へ歸つて來る。電波はE層を通過する時に主として、その勢力が弱められるのである。

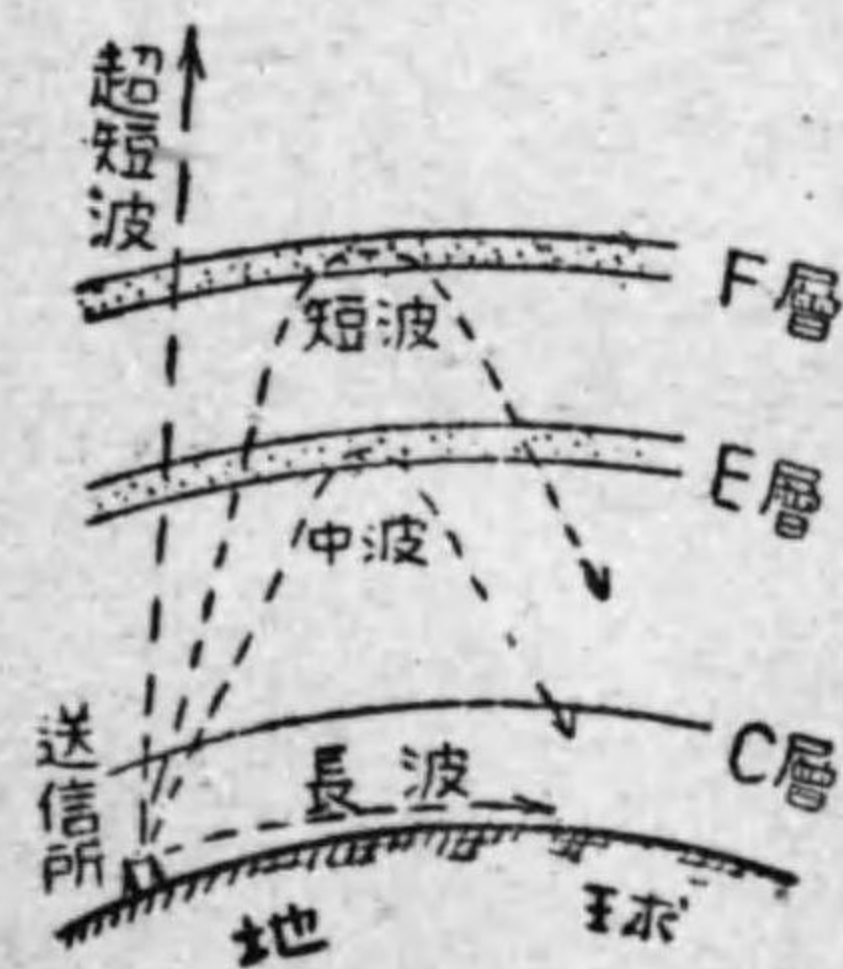
電波の周波数を低くする即ち中波程度にすると、E層に達して直ぐ曲げられ、下方へ反射する。又周波数の極く高い、波長一米といふやうな超短波では、E層は勿論、F層さへも電波を曲げる力が無く、F層を突き抜けて一直線に、遙かの天空へ逸散して仕舞ふ。

このやうに、電離層による反射の作用が判つて來たので、短波は専ら遠距離通信の寵兒となつた觀がある。しかし長波や中波は、無用となつた譯ではなく、夫々の長所は生かして、短波と併用されてゐる。空中電氣攪亂の多い極地方の通信にも、中距離の通信にも、放送用としても、活動を續けてゐる。

無線通信に於て利用されてゐる電波の周波数は、現在に於て莫大の數に達してゐる。約一〇キロサイクルから三〇〇〇〇〇キロサイクルにまで及んでゐるが、無線電信に、電話に、寫眞電送に、放送に、テレビジョンに、夫々用途に従つて、最も適當の周波数を使用するやう割當てられてゐる。

であるから、一度決定した周波数は、出来るだけ嚴密に保守しないと、混信を來し易いのである。類似のもの、又は非常に隣接した周波数があつても、受信は明瞭を缺く。それで一つの

電離層による電波の反射



周波数を嚴密に保守するといふことは、送信點から受信點へ一本の線路を設けたと同じやうに、一種の電波のみ使用するのであるから、通信は絶対に安全に保たれ得る。

國際電波會議は、無線に關する學術上の問題や、技術關係の問題を議決する機關であるが、電波の割當をも協議決定する。先年はエヂプトのカイロで開催され、我が國からも參加した。

現在の短波の利用部門は非常に多い。國際間の商用に、通信に、引張り凧の形であり、我もくと短波の周波数を使用し度いと當路へ申込む。真空管さへあれば、小電力で能く遠距離に通信出來、空電による妨害も少い。一方向へ指向しての通信が可能である。このやうな理由で、短波の世界は混亂を招き易く、統制を必要とする現状となつてゐる。

長波(一〇—一〇〇キロサイクル)、中波(一〇〇—一五〇〇キロサイクル)は、地表波として傳播すると、能率が良いので、近距離通信に適當する。ラヂオやラヂオ・ビーコンに利用されるのは、この中波長帯である。

中短波(一五〇〇キロサイクル—六メガサイクル、メガサイクルは千キロサイクル)短波(六一—三〇メガサイクル)は、空間波として傳播すると能率が良いので、電離層反射を利用し、長距離通信に適當する。

超短波(三〇—三〇〇メガサイクル)は一方向を指定しての通信に適し、機械は簡單で、海峡を隔

てて送受話するのに、好都合である。先年、函館市外常別と青森縣石崎の間に開通した無線電話は、この短波長帯を用ひてゐる。

極超短波（三〇〇—三〇〇〇メガサイクル）は、波長一米—一厘のものであるが、一方向を指定するのに最も適するので、秘密通信に宜く、現在盛んに研究が進められてゐる周波數帯である。

素人無線家に提供される周波數帯も、國際會議によつて決められてゐる。一八〇〇キロサイクル邊りから六〇メガサイクルの間に五、六種の周波數帯が規定されてあつて、無暗に電波を發射することは嚴禁されてゐる。

一つの周波數を忠實に守ることが出来れば、混信の虞れはなくなる。これには勿論技術が向上しなければならぬ。一つの周波數を二、三の局が同時に使用しても、お互ひに混らないやうにするには、空中線電力を變更して操縱するとか、空中線に指向性を持たせて、發信方向を限定するとかすれば、宜しいのであるが、これは未だ實現してゐない。

新しい真空管が發明され、送受信機が改良されれば、これに適當な、全く別の周波數帯が誕生するであらう。遞信省では、真空管専門の研究所を建てて、研究を開始するといふから、近い將來に新形式の真空管が出現することであらう。

科學する海底

我輩は海底電線布設船である

本船は十九年前に建造された國産の海底電線布設船である。碇泊中に一千噸の石炭とバラスト・タンクに六百噸の淡水を積み終へた。布設されんとする電線（ケーブル）は四ヶ所の貯線槽に、通信の重大な役目を待機の姿勢でゐる。

寒さは今日は一段と厳しい。

船は愈々錨を抜いて出帆である。耳を聳するやうな轟音が一しきり、汽笛と共に靜かに棧橋を離れた。

本船は普通の貨、客船と異なり、官命の工事船であるので、別れを告げる情景とて無い。港を出ない内から、もう作業の準備が始つてゐる。汽關士は甲板のドラム運轉用の汽機の手入れをやつてゐるなど。

布設及び引揚げに、ケーブルを捲き付けるドラムが、左右に一ヶ宛ある。直径が二米のものと三米のものとして、夫々汽機によつて運轉するのである。萬一汽機や聯動装置に故障でも起るやうでは、定に困る。オイル・カップには上等のモビール油が充たされる。

このドラムは引揚げの時に、一海里當り二十五噸の張力のあるケーブルを捲き揚げる力を持つてゐる。布設の時は、汽機と聯絡を斷つて、手働ブレーキを掛けるだけで、空轉されるのである。

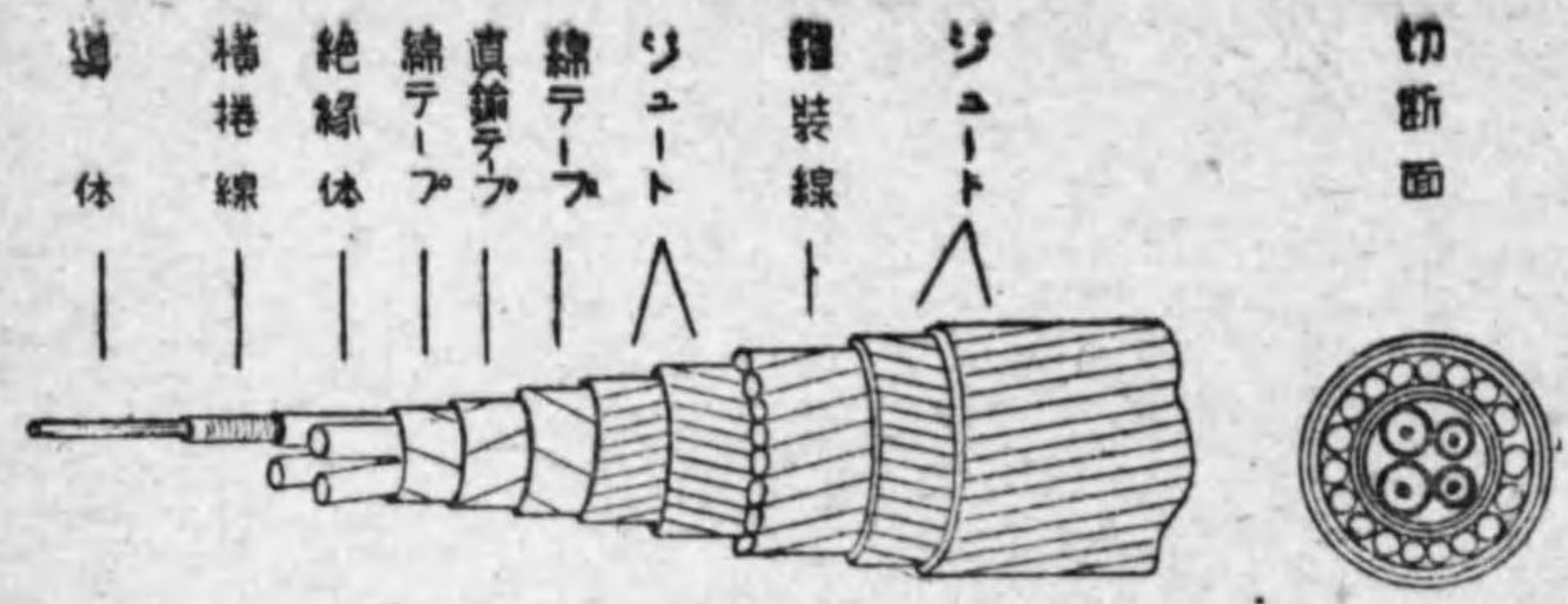
船はもう山影の見えない沖合に出てゐる。船長は工事長と海圖室で測量圖に就いて打合はせをやつてゐる。

もう作業の準備はO・Kである。間も無く開始される合圖を待つべく、工夫は受持の部署に就いてゐる。

舷側では水深測量が行はれてゐる。この測量機は、海の深さと海底の物質と温度とを測るものである。ピアノ鋼線の先端に、握り爪が附いてゐて、これに三貫位の重錘が附けてある。少し上部には特殊の寒暖計が結び附けられてゐる。小さいドラムからスル／＼と海中に下ろす。これが海底に到くと、その衝撃で爪が閉ぢ、海底の物質を握つて来る。二百尋もある深海では、線を回収するに骨が折れるから、お手許の汽機で一氣に捲き上げられる。

ケーブルの置場は大きな樽の形に造られてゐるが、ポンプで海水を汲み入れてゐる。ケーブルを成

切断面



るべく海水に浸す必要があるからである。槽の大いさは凡そ一千立方メートルのことだ。

船は次第にスピードを落して徐航の様様である。水夫長は操舵機を盛んに廻はし始めた。

採砂の結果は、泥土又は細砂であつて、火山質の物は含んでゐないことが判つた。潮流の速さも極く緩慢で、水夫長の話では、漁場ではないとのことだ。

愈々布設作業の信號が上つた。前方を見ると一つのブイが浮んでゐる。これは前に布設したケーブルの終端の位置を示すものであつて、今日の作業はその地點から開始されるのである。

ブイは直径一米位のゴム引布で造られた風船であるが、六十五貫の重さのケーブルを引き吊して、その三分の一が水上に出てゐる強力なブイである。

ブイに附けられてゐたケーブルは汽機によつて、海中から甲板に引き上げられる。船内のケーブルは貯線槽から引き出されドラムに三回捲いて、トリリー張力計などを通つて、甲板に取り出されてゐる。両方のケーブルの先端

は鋸で切り、鍔を掛けて、一本毎に入念に手入れが施され、電氣的の試験が行はれてゐる。熔接工は接合を始める。

工事長の號令で、愈々布設である。船は動き出して次第にスピードを上げる。トロリーから走り出るケーブルは船の進航に伴はれて、スル／＼と海中に没して行く。感激の萬歳が上がる。

張力計の針は、ケーブルの張力に應じて目盛を指示してゐる。これを見乍ら、手働ブレーキを掛けて、走り出る速さを加減してゐる。

貯線槽から繰り出されるケーブルは故障無く、布設は好調に進んで行く。船は一時間八海里の航行を續けてゐる。

海底ケーブルの構造

海底電線は一般のケーブルと同じく、導體となる心線と保護装置とより出来てゐる。心線はいふまでも無く銅線であつて、適當に撚つたものである。一本のケーブルにはこれが一本乃至十數本入つてゐるのである。その上を絶縁體のガタ・パーチャとかバラタ、ゴム、紙などで包む。

保護装置は實に丁寧嚴重を極めたもので、先づ鉛被を以て二重に被覆するか、綿テープ、眞鍮テープ、タール浸紙テープで包む。その上をジュートといつて、タンニンの液を浸した防腐用の布で、こ

れを捲いて、次の鎧裝線に適應する太さのものとするのである。

鎧裝といふのは、鐵線を亞鉛鍍してタールに浸したものを十數本集めて、右撚りに捲いたもので、機械的の強さと重さを與へるためである。

鎧裝線の外側は更にジュートを二層、交互反對の方向に捲いて仕上げとなる。

心線の數は、電信ケーブルでは一、二、三、七心で、電話ケーブルでは二、四、八心となつてゐる。

海底電線が現在の域に進歩したのは、絶縁體のガタ・パーチャの出現に負ふものである。これはマレー半島、ボルネオ地方の熱帯に産する樹から採るもので、液汁を凝固させた炭化水素物と樹脂とから出来てゐる。この絶縁物は永く海水中に浸しても、變質したり浸水したりしない。

深海の底で水圧が高く、水温の低い所程絶縁抵抗が良くなるといふ、誂へ向きの特質を持つものである。

バラタ、バラガツタなどは、ゴムを主成分とする合成物であるが、安價に得られる。

ケーブルの装荷の材料には鐵が多く用ひられてゐたが、金屬學の研究の進歩に伴れて、もつと導磁率の高いパーマロイ、ミュー・メタル、パーミンヴァール、インヴァリアント、我が國の超パーマロイなどの、鐵とニッケルとを主成分とした合金が發明されて、高速度電信ケーブルの實現が可能になり、大洋横斷の有線電話の出現も有望となつて來た。

そこでケーブルの仕上りはどの位になるかといふと、直径は凡そ五十耗乃至七十五耗で、重量は一海里につき七噸から三十噸位のものである。

海底ケーブルの修理

極めて初期のケーブルは、故障を起した時これを修理の仕様が無く、空しく放棄したといふ程、技術は幼稚であつた。

現在では障害の地點が大體認知出來ると、その地點へ布設船を航行させて、修理を行ふのである。

ケーブルの障害の原因は、潮流と海底とによるケーブルの摩擦、長年月による腐蝕、絶縁物の變質、殊に船の錨が引き掛つたり、漁撈の綱などで損傷を蒙ることなどである。障害地點でケーブルを探すためには、探錨を入れて、一時間一海里の緩い速度でケーブルと垂直方向に走るのである。

すると水深が百五十尋位までであると、錨綱を持つと手應へを感じる。ケーブルが見附かれば、綱を捲き上げて、船の眞下に持つて來る。

水夫によつてケーブルを縛り付け、新品と取換へる作業を行ふのである。

但し海の荒天の際は、非常に危険な作業である。

無線の電波は四方へ傳播するので、軍事上、外諜上尠からぬ懸念がある。海底電信が無線電信と相

袂け相補つて、始めて海外通信の機能を充分に發揮するのである。

海底電信事業

通信は海に陸に空中に。

アメリカの海外通信事業は、三つの海の底を這つてゐる海底電信から發展したものである。

即ちヨーロッパとアメリカを結んで大西洋を横切るもの、南北アメリカを結ぶもの、アメリカとアジアを結ぶ太平洋海底電信の三つである。

後者は我が南洋の群島中に介在するグアムを経由するもので、時節柄重要な意義を持つものといへよう。

抑々海底電信は、アメリカが先鞭を附けたものである。

今から八十四年前に、アイルランドとニウ・ファウンドランドとの間に、始めて海底電線を布設した。何しろ水深三百尋といふ深海もあることとて、未だ誕生間も無いケーブルは保ち切れなくて、やがて不通になつた。

しかも、この短い期間乍ら、海外通信の事業は、どんなに偉大であるかを示したのである。

カナダから二箇聯隊を印度へ派兵する手筈の調つた時のこと、イギリス政府からの海底電信は派兵

の中止を命令して來たのである。

海外との通信も交通も帆船によつてゐた時のこととて、この電信は出帆の間際に偉大な役割を果したもので、約五百萬圓の損害を救つたといはれる。

浦鹽と上海とを連絡する海底電信は、長崎に陸揚げされて、我が國の海外通信事業の先驅をなしたものである。

これは、今から七十一年前のことで、デンマルクの大北電信會社の所有であつたが、昭和十五年、我が國に回收運用されることとなつて、名實共に、東亞通信の自主權を獲得することとなつた。

日露戦争の講和談判がポーツマスに開かれてゐる時のこと、我が小林全權が日本政府の訓令を受けてゐるが、それをそつくりロシアのウイツテ全權に知られてゐたといふことが、後になつて判つたのである。これは重要な電信さへ、デンマルクとイギリスとの海底電信を経由せねばならなかつた事情のためであり、口惜しいことであつた。

現代は無線通信の活躍時代である。

しかし最近優秀なケーブルが陸續と發明されて、一回線で樂に三百話も可能である、といふ驚くべき性能のものが、アメリカに出現してゐる。

長距離高速度通信も實現して、滿洲及び支那の主要地を結ぶ通信網は、強固なケーブルによること

となり、新興アジアの大動脈となつて、更に遠くへ伸びて行くことであらう。

マイクロフォンと光電管

マイクロフォン

講演會場で、講師の聲を數千の聴衆に徹底させることは容易でない。聲の小さい人は勿論のこと、聲の大きい人でも種々に歪められて響くので、聞き難いものである。

これは講堂の構造によるので、天井や壁などによつて反射されて耳に入る聲と、直接に耳に入る聲とが、或遅れを持つてゐるためである。但し反射されて來る聲も、或程度までは必要なのであつて、これは潤ひを與へる。

近頃は大抵の講堂にスピーカー（擴聲器）の設けがあつて、講師の聲はマイクロフォン（微音器）を通して、間接に聞かれるやうになつた。それで昔のやうに、大聲で話をしなくても、又前の方の席に位置しなくても、満足に話を聞くことが出来る。

放送局の講演や演奏が、吾々の家庭で明瞭に聞かれるのは、無線科學の進歩したお蔭であるが、放送者の前にあるマイクロフォンが大切な役割を務めてゐることを、忘れてはならない。放送局に於てなされた一人の挨拶が、日本全國に於て聞かれるのはいふまでもないが、これが又世界の隅々にまで達し得ることを思ふと、形こそ小さいが、マイクロフォンの働きは偉大なものである。

話をする人の聲を器械に捉へて、音のエネルギーを電氣のエネルギーに變へる。電氣のエネルギーにすれば、どんなに遠い所までも運ぶことが出来るのである。又同じ調子の儘で大きくしたり小さくしたりすることも出来る。マイクロフォンは電氣音響器械であつて、電話に使つてゐる送話機の研究から發達したものである。

音聲は空氣の振動であるが、この波が耳の鼓膜に達して振動させ、聽神經を刺戟して音聲の感覺を起さしめる。鼓膜や聽神經には一定の感度がある。人の耳に聞くことの出来る範圍は、一秒に付き三十から一萬位の振動數の音であつて、それ以下或はそれ以上の振動數の音は感じ得ない。

マイクロフォンの理想である超マイクロフォンは、この範圍に制限されず、すべての振動數の音を強さ、調子、音色に應じて忠實に電氣的エネルギーに變へ得るものである。

マイクロフォンが今日の状態にまで進歩したのは、眞空管による増幅の方法が發達して、感度が向上されたこと、又音響學者と電氣學者との提携によつて、電氣音響學が開拓されたためである。實驗

と理論との研究が進み、適當な材料と優れた工作技術によつて、精巧な器械が生み出されたのである。

マイクロフォンの原理

音の變化が電氣の變化に換へられる有様を簡単に説明しよう。今マイクロフォンを考へる。膜の上面と下面との中央に、對ひ合つた炭素の棒が附いてゐるとする。音の波によつて膜が振動すると、二つの炭素の棒の間の壓力が變はる。そこで二つの膜を電池の兩極に結んで置けば、壓力が變はるに従ひ、電氣の抵抗が變はり、従つて電流の強さが變はる。強い音が膜を壓せば、炭素の棒の間の壓力が大きく、従つて流れる電流は大きくなる。反對に弱い音が膜を壓せば、壓力は小さく、従つて電流は小さくなる。これが極く簡単なマイクロフォンの動作原理である。

さてマイクロフォンによつて、音の變化が電氣の變化に換へられるが、この變化を受けた電流は微弱であるから、強い電流にしなければならぬ。これには三極眞空管を利用して増幅すれば宜い。三極眞空管のグリッドに、電壓が掛かる。するとグリッドに於ける微弱な電壓の變化は、プレートからフィラメントへの大きな電子電流の變化となる。このやうにして増幅されるのである。

マイクロフォンには、色々の型式がある。その動作原理によつて次のやうに分類される。

一、可變抵抗型——炭素マイクロフォン、液體マイクロフォン
 二、靜電型——蓄電器マイクロフォン
 三、動電型——可動線輪マイクロフォン、バンド又はリボン・マイクロフォン
 四、壓電型——クリスタル・マイクロフォン
 五、直接型——サーモ・マイクロフォン、グロー・マイクロフォン

最後の直接型と云ふのは、音波の振動を、振動膜の機械的な伸介を一應經ないで、直接に電流の變化に變へるものである。これは理想的な方法であるが、未だ實用化してはゐない。將來のマイクロフォンとなるものである。

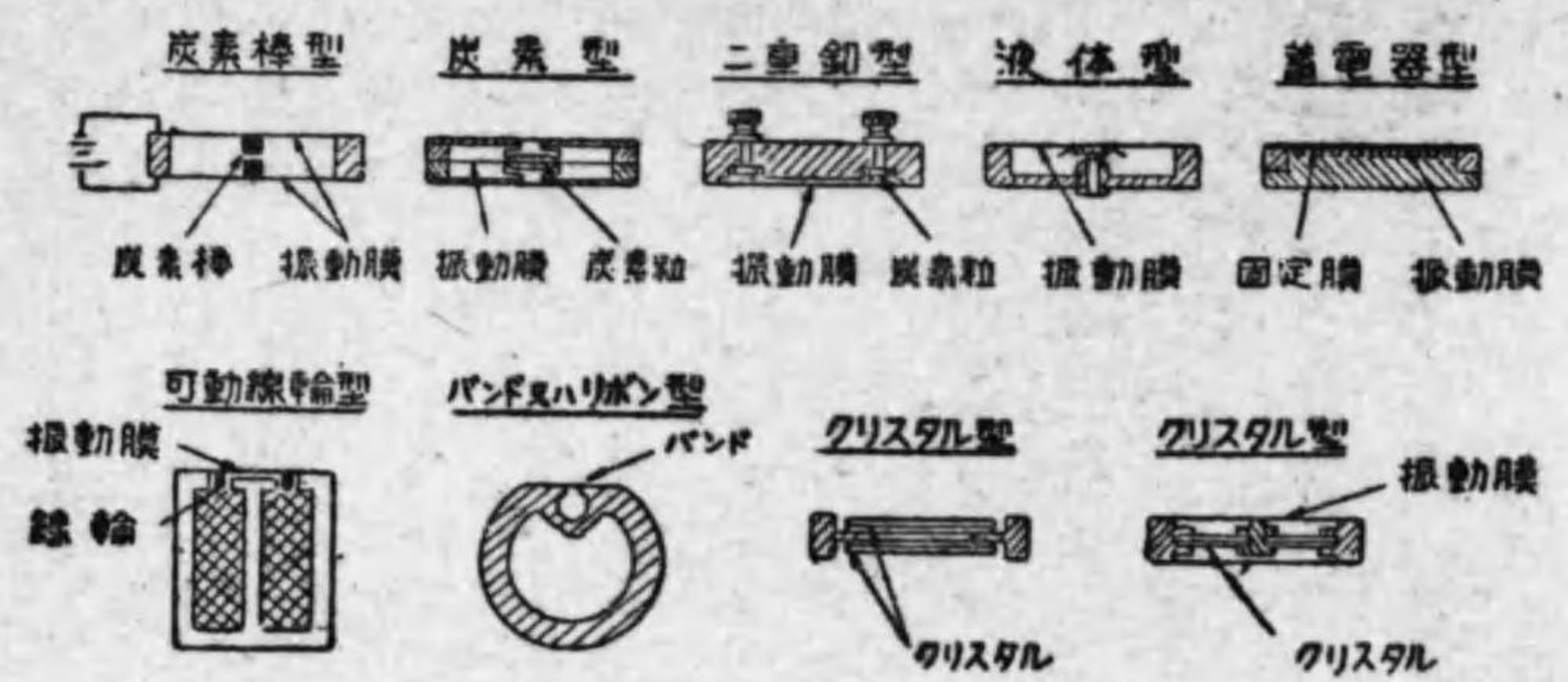
マイクロフォンの色色

炭素マイクロフォン

これは電話の送話機に使はれてゐるものである。薄い金屬の圓板を強く張つて、その兩側から、炭素粒を入れた函で挟んだものである。感度は良いが、明瞭な音を送らない。

二重鉤マイクロフォン

これは、それ自身で増幅の働きをするので、感度が大きい。大理石に四角の凹みを造つて、細かい



炭素粒を入れ、二本の炭素の棒を通して電極としたものである。アメリカのウエスタン電気會社が始めてこれを製作したが、代表的なマイクロフォンといふべきである。

液體マイクロフォン

これは、振動する膜に炭素の棒を接觸させる代りに、液體を噴出して接觸させるものである。膜が振動すると、液體との接觸する面積が變はる。従つて抵抗が變はり、電流の大きさが變はるのである。

蓄電器マイクロフォン

これは、蓄電器の原理によつて、所謂靜電容量の變化を利用したものである。二枚の膜を極めて接近させ、破れない程度に強く張つたものである。音波が振動膜に達すると、膜は振動して他の一枚の固定膜との距離が變はる。

それで二枚の膜の間の靜電容量が變り、これに應じて電流が變はる。二枚の膜の間には空氣がある。振動膜としては、雲母板にメツキしたものや、チユラルミンを使い、厚さは二耗位のもので、振動膜と固定膜と

の距離も、同じく百分の二耗位になつてゐる。一八八一年に考案され、一九一七年以來ウエント式が現在の型となつてゐる。

可動線輪マイクロフォン

これは、圖のやうに、振動板に小さい線輪を固定して軽く支へたものを、電磁石の磁界内に置いたものである。この可動線輪に音波が当たると、振動して磁力線を切るから、内部に電流を誘發する。誘發される電流の大きさは、磁力線を切る速さに應ずるのである。振動膜としては、極く薄い軽いアルミニウムの板を用ひる。近頃、電磁石の形を球状にして、音波の廻り折れる影響を少くしたものが出来てゐる。マグネトフォンとも呼ばれ、マルコーニ會社で作つたものは有名である。取扱ひが便利で、感度が良い。

バンド又はリボン・マイクロフォン

これは電氣動力の原理を應用したものである。圖のやうな磁石の極の間に、幅二耗位のアルミニウム箔の帯を懸垂したものである。音波がこれに当たると振動して、磁力線を切るから、内部に電流を誘發する。その誘發される電流の大きさは、音波の強さに正比例するのである。帯は波状にしたものを用ひ、七十五厘位の重さがあつて、それ自身の重さで張つてゐる。このマイクロフォンは毎秒八十振動附近では帯の共振を利用し、四百振動附近では中央の空所の共振を利用してゐる。ドイツではシ

ーメンスやハルトマン會社のものが盛んに使はれてゐるが、我が國では未だ一般に使はれてゐない。

リボン・マイクロフォンは一九三一年、オルソンの考案した速度マイクロフォンがある。一本のリボンの上方が壓力部分となつて働き、下方が速度部分となつて働く、幅五耗位のアルミニウム箔のリボンを自由に、又兩面を空氣中に開放してある。この箔の厚さは千分の五乃至六耗である。アメリカのベル研究所では、リボン型と可動線輪型との組合はせに成るものを發表してゐる。

クリスタル・マイクロフォン

これはロツシエル鹽といふ結晶の壓電現象(壓すと電氣の起る現象、ピエゾエレキ)を利用したものである。これに二つの方式があつて、音波の振動を直接に結晶に當てるものと、別の振動膜を用ひて間接に結晶に傳へるものがある。機械的な強さは充分ではないけれど、感度が良く、雑音が殆ど無く、従つて増幅も比較的大きく出来る。

水晶も壓電氣結晶として有名である。ロツシエル鹽は水晶より壓電氣發生率は高く、人工的に造ることが出来るので、喜ばれる。水晶の三十分の一位の廉價で求められる。但し水に溶け易い結晶である。又溫度が急に變はると、ひびが入り、殊に四十度以上になると影響が甚しい。しかし、マイクロフォンにはこれは差支が無いので、現在盛んに使はれてゐる。その他、スピーカーやピツク・アツプ

(録音機)などにも使はれる。

サーモ・マイクロフォン

これは、電流熱を利用したものである。長さ二十耗位の白金線に電流を通して、赤熱に近い温度にまでする。音波がこの白金線に当たると白金線が冷やされる。すると電気抵抗が變り、電流の大きさが變はる。このやうに音波は、振動膜などの仲介によらないで、電流の大きさを變へるので、極めて忠實なマイクロフォンである。

グロー・マイクロフォン

これは、電子の電流を應用したものである。ウエーネルト陰極といふものを、電池で或温度まで熱すると、陰極から陽極に向つて流れる電子の流れが出来る。音波が壓力を及ぼすと、この電子電流の大きさが變はる。別名を陰極マイクロフォンともいひ、サーモ・マイクロフォンと同じやうに、仲介物無しであるから、直接型である。

光 電 槽

マイクロフォンは音波のエネルギーを電氣のエネルギーに變へる装置であるが、光波のエネルギーを電氣のエネルギーに變へる装置がある。

テレヴィジョン（電視）は、實用の域に近づいてゐる。寫眞の有線及び無線による電送は、すでに

活動の域に入つてゐる。トーキー（發聲映畫）はいふまでも無く、全盛の時代である。これ等の最も大切な部分は、光を器械に捉へて、光のエネルギーを電氣のエネルギーに變へる装置である。これはフォト・セル（光電槽）やフォト・チューブ（光電管）などの所謂光電装置である。

我々が物體を認めることの出来るのは、物體から来る光が、眼の瞳孔を通して網膜を刺戟し、光の感覺を起すからである。物體の面の明暗の差は、その部分から反射して来る光の量の多少によるのである。

光電装置は、光の量を電流の大小に變へるものである。この進歩は、光電學の研究の賜物である。

一八七三年に、イギリスのダブリウ・スミスは、セレンの表面に光を投射すると、セレンの電気抵抗が變はることを發見した。一八八七年に、ドイツのヘルツは、火花間際に莖外線を投射すると、放電が促進されることを知つた。

光電槽に使はれるセレン（セレニウム）は一八一七年に、スウェーデンのベルツェリウスが發見したものである。スミスは、セレンを一度熱して、青味を帯びた灰色の結晶にすると、それが光に感じ易くなることを發見した。

一體、セレンは電氣を通し難い物質であるが、灰色にしたものは、熱を加へると電気抵抗は増し、光に會ふと電気抵抗が變はる性質を持つてゐる。即ち光が強いと電気抵抗が減る。従つて電流は大き

くなるのである。赤い色の光はこの作用が強いのである。

圖のやうに、金屬膜、セレン層、鐵板を重ねるとする。光を上面に照射すると、鐵から電線を通じて金屬膜へ電流が流れる。これは何故か。金屬膜を通つた光は、セレンから電子を放出して、光電流を發生するからである。

又、セレンの粉末を小さい磨硝子や磁器板に塗つたものを、エボナイトなどの函に入れた光電槽がある。

セレン槽(セル)は、十萬分の一米燭までに感ずるといはれ、星の光の測定などに使はれる。一米燭の明るさとは、一燭の光源から一米離れた所の明るさをいふ、この光電槽は赤い色の光や赤外線に感ずる。

しかし、光線が當つて、電氣抵抗が減るのに、或時間が掛かるのが缺點である。又光線を遮つて、電氣抵抗が元の値に戻るのにも、時間が掛かる。即ち光に感じて動作するのに、いつも或遅れが出るのが、缺點である。

光電槽の電氣は増幅するのに餘り適當しない。次の光電管(フオート・チューブ)によるのが得である。

光電管

テレヴィジョンの心臓といはれる光電管に就いて話さう。

或金屬に光を當でると、その表面から電子を放射する。この現象はヘルツが発見したものである。この光電効果は後に、エルスター及びガイテル等によつて、實驗的な研究が進められ、有名なアインシュタインによつて理論的な研究が行はれ、光子説によつて説明されてゐる。

ナトリウム、カリウム、リチウム、ルビヂウム、セシウムなどのアルカリ金屬、及びカルシウム、バリウム、ストロンチウム、マグネシウム、ベリリウムなどのアルカリ土類金屬は、光に感じ易い物質である。

光電管は、真空にした硝子管球で、その一側に丸く透明にした部分を残し、光線の入る窓とする。球の内壁にはアルカリ金屬の水酸化物を薄く塗つて、陰極とする。球の中央には別の金屬線を以て輪を作り、陽極として封入してある。この金屬線には、ニッケル、アルミニウム、モリブデン、白金が使はれる。

光は、透明の窓を通つて、金屬の表面に當たると、この表面から負の電子が陽極に向つて放出される。この電子の流れを光電流といふ。即ち光電管は一種の二極真空管である。



陽極の形は輪形にするのが、普通である。窓から入る光線が、妨げられないで陰極に達するやう、又陰極から放出される光電流を受け易い形にしてある。

光電管を電池に結んで、電流を通すとする。これに光が投射される間は、光の量に比例して電子の群が陽極から陰極に向つて放出され、その電子の群に比例して電流が流れるのである。従つて光の量により電流が増したり減つたりする。

唯こゝに注意しなければならないことは、光電管は、窓から入つて来る光線の中でも、一番明るい光の部分に最も多く感ずるものであることである。故に太陽の光とか、電燈の明りとかは單純であるから宜いが、物體や人物や風景などの明暗は、明るさの異つてゐる光線の集りであるから、複雑である。こゝにテレビジョンの技術の困難があるので、出来るだけ細かく光を分けて、別々にして光電管に感じさせるやうにしなければならぬ。

光電管の内部に少しのガスを封入したものがある。このガスは、大氣中にある稀有瓦斯で、例へばアルゴン、ネオン、ヘリウムなどである。光電子が陰極から陽極に向つて放出されると、ガスはこの電子流とぶつかつてイオン化され、陽イオンと電子とに分れる。陽イオンと電子とは夫々陰、陽極に引かれるのである。

光電管の感度

ガス入の光電管は光に對して感度が高いが、真空の光電管は高度の真空に保たれてゐるので、光に對して迅速に、又忠實に動作する特性がある。

光電管は、色のある光に對しどんな感度を持つてゐるかといふに、各色に對して決して同じ感度ではない。光の波長によつて感度が變はるのである。波長の短い光、即ち青(〇・〇〇〇四三纏)とか紫(〇・〇〇〇三八纏)の光は、光としてのエネルギーが大きいから、光電作用も大きい。これに對して、橙(〇・〇〇〇五九纏)とか赤(〇・〇〇〇六四纏)の光は、光電作用は一般に小さいのである。

光電管は、陰極に使つてある金屬の種類によつて感度が變はる。カリウムの水酸化物は、青、藍、堇、堇外線の部分に對して感度が良く、そして最も廣く使はれてゐる。ナトリウムの水酸化物は、堇の部分に對して感度が良い。セシウムの水酸化物は赤、赤外線の部分に對して感度が良い。

光電管の内部の抵抗は非常に高く、その電流は普通微弱である。それで適當の大きさに増幅しなければ實用にならない。電圧は一ヴォルトの百万分の一といふ程度であるから、大體、百萬倍位の大きさに増大しなければならぬ。この増大装置を光電増幅器といつて、三極真空管を用ひ、抵抗と容量

との結合によるのである。

アルカリ金属の水酸化物の薄膜であるから、光電管は温度を餘り上げると、層が蒸發し、感度が低下される。攝氏五十度位以上昇らないやうに注意せねばならない。

陽極の電圧や電流が多過ぎると、青い色のグロー（發光）が現はれる。これはガス放電を起したため、感度を低下するものである。光電管に或濾光板を掛けて使ふと、眼で見た感じに良く一致する光電流が得られる。

光電管の應用

光電管は近年、真空管の發達に伴つて著しい進歩をなした。テレビジョンに、トーカーに、寫真電送に、各種のリレー（繼電器）に用ひられてゐる。又照度計に應用される。これは電源の要らない光電池で、その場所の明るさに比例して光電流が發生し、接続された電流計の指針を動かすのである。指針の指す目盛によつて照度を知ることが出来る。

寫眞撮影の際の露出を知る露出計がある。これは被寫體の明るさに比例して光電流が發生し、電流計の指示目盛で露出時間を知るものである。葦外線量の測定器がある。葦外線は健康線ともいはれ、健康上有用な働きをする光線である。この量を測るものは、光電管と葦外線濾光板とを併用したもので

ある。濾光板を使ふから感度が一應低下するが、増幅器で完全に補つてある。

機械の動作を自動的に制御する装置がある。これは投光器と光電管との組合はせによつて行ふリレーを用ひるのである。投光器から投射される光の一部分又は全部が遮られると、リレーが働いて自動制御をするのである。

光電リレー（フォト・リレー）は面白い働きをする。計數装置によつて入場者の人數を算へたり、製品の筒數を計つたりする。

扉の自動閉閉装置は、ホテルや自動車車庫に取附けて便利なものである。外の明るさに應じて電燈の點滅を行ふ装置は、曇天の夕は早く點き、曇天の朝は遅く消えるといふ合理的なものである。

赤外線と光電管とを併用すると、自動警報機が出来る。これは、眼に視えない赤外線を投射して置いて、これを遮る者があつた場合に警鈴が鳴るといふ仕掛けである。銀行や倉庫などの不休番人の役をする。

又光電装置を應用し、太陽光線から發電したりするなど、科學者の夢が多分に織り込まれるのである。

電子顕微鏡の驚異

圖は、オランダ、ミッデルブルクの硝子眼鏡屋のヤンゼン (Zacharius Janssen) の肖像で、今から三百五十年も前、始めて五十倍の顕微鏡を造つた人である。水滴の中に棲む生物、植物の細胞、昆虫の解剖などが、これによりどんなに驚異を以て探見されたことか。



ヤンゼン

ドイツのツァイスとアッペとは、顕微鏡内の光線の徑を研究し、光學機械の可能性を極度に又正確に定めた。そこへシヨットが適切な硝子材料を造り出し、こゝに光學家の夢が實現した。

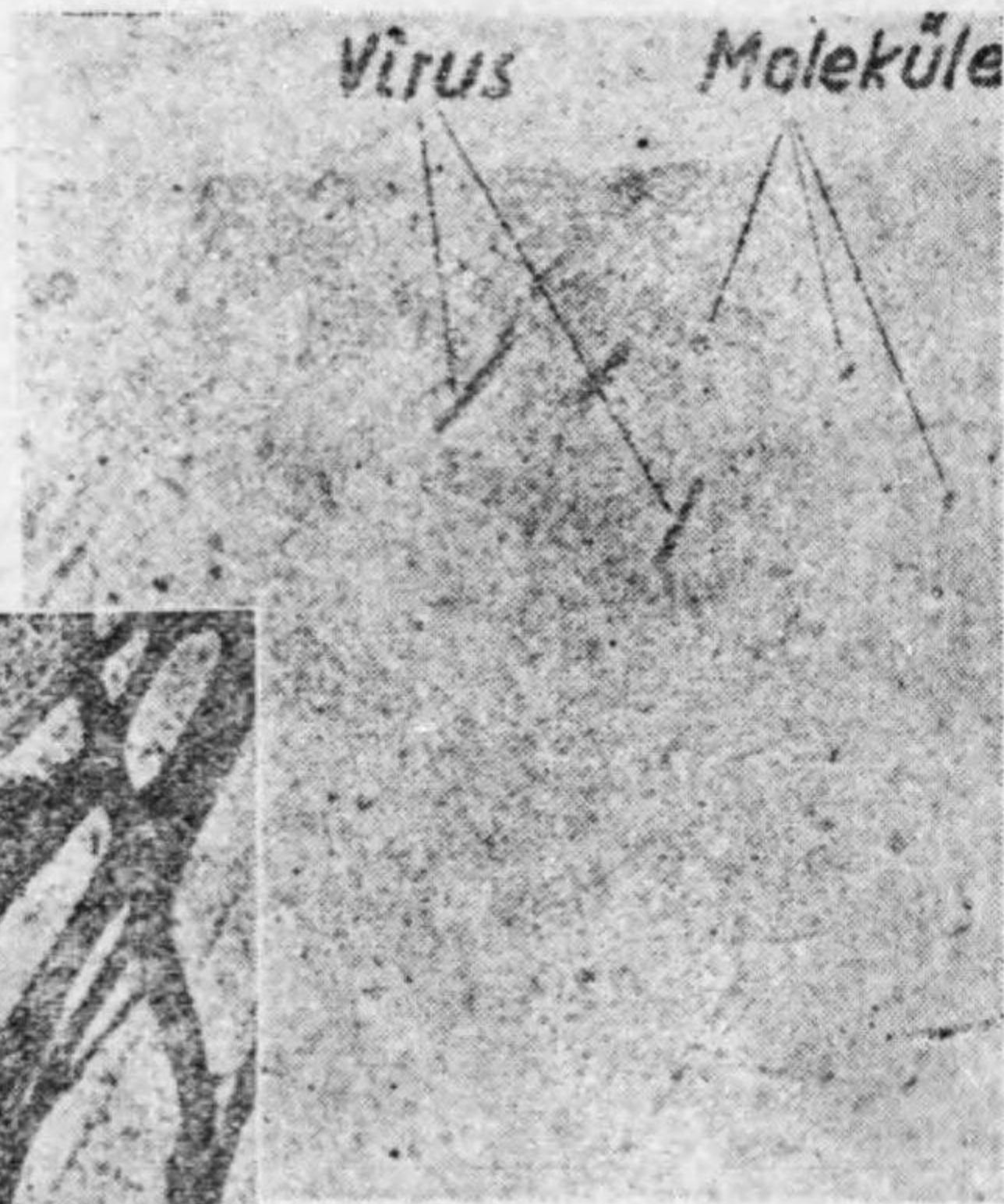
けれども顕微鏡は、飽くまで光の「波」を用ひるので、光の波長以下の小物體は、これでは觀られない。例へば葦外線を使つたところで、一耗の一萬分一以下の物は駄目である。

約十年前から、光波の代りに電子波を用ひることが行は

れ出した。電子波は光波の約千分一も小さいから、これでバクテリアなどが觀られ得る譯である。人間の嘗て視得なかつた瀰過性病原體(ウイルス)や分子までが見られるのである。これが電子顕微鏡の偉力で、ドイツ科學の勝利である。

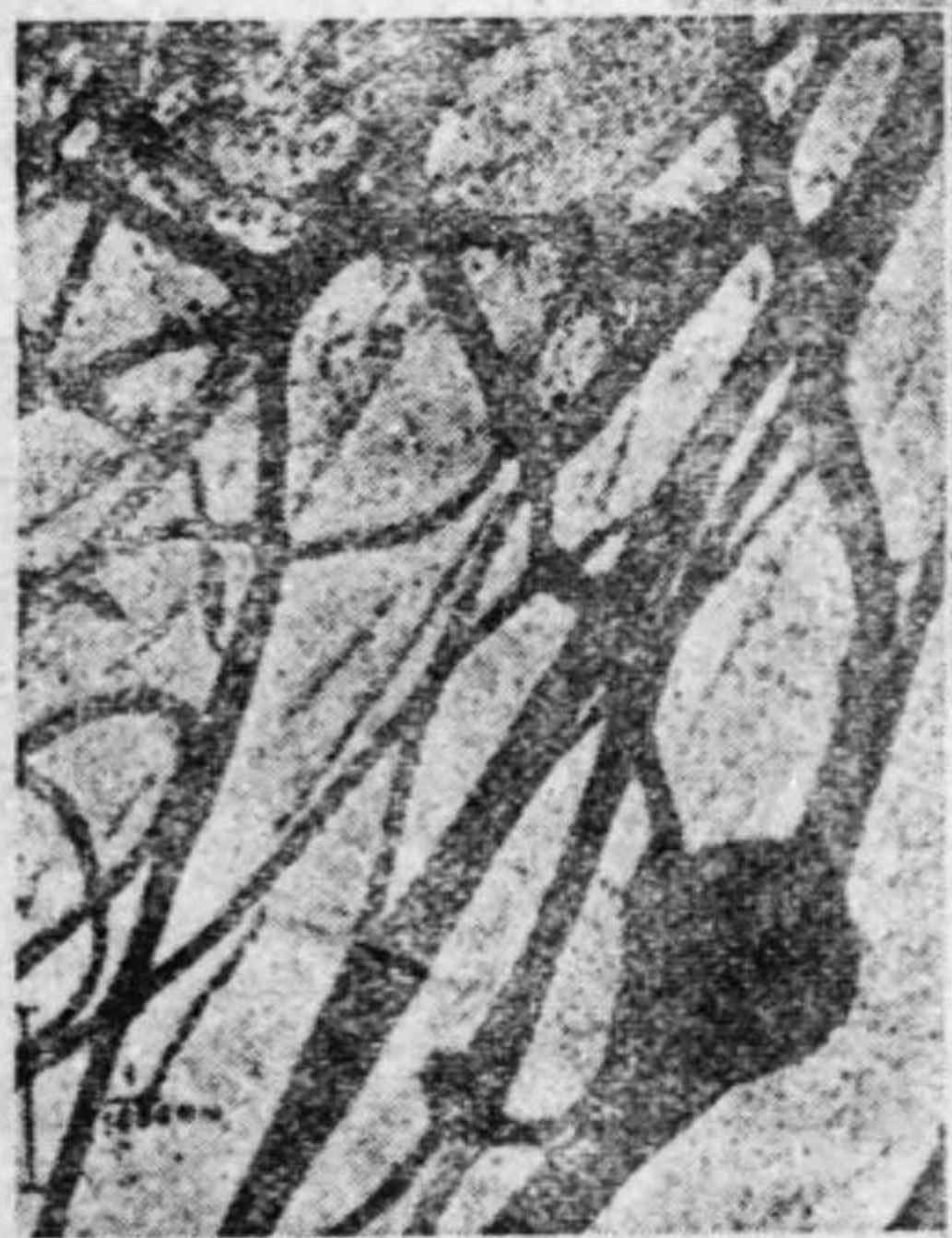
珪藻は、古くから顕微鏡の能力を調べるのに使はれてゐた。それは、その構造が鮮細で規律的であるからである。次頁上は低度の光學顯微鏡で觀た場合、下は、上部の四角部を電子顯微鏡で(左下)觀たところ。箇々の殼の實際が解るであらう。

一一九頁は、三つの寫眞何れも小圓狀白血球が楕圓狀

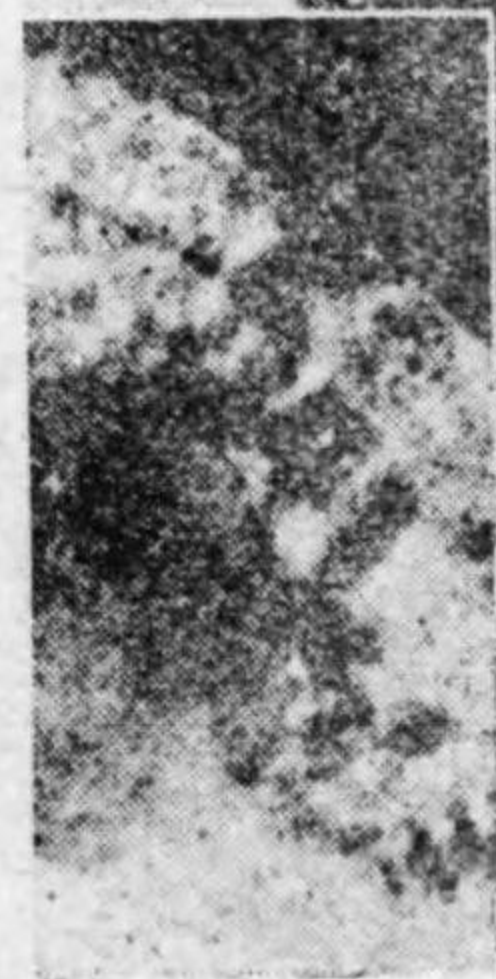
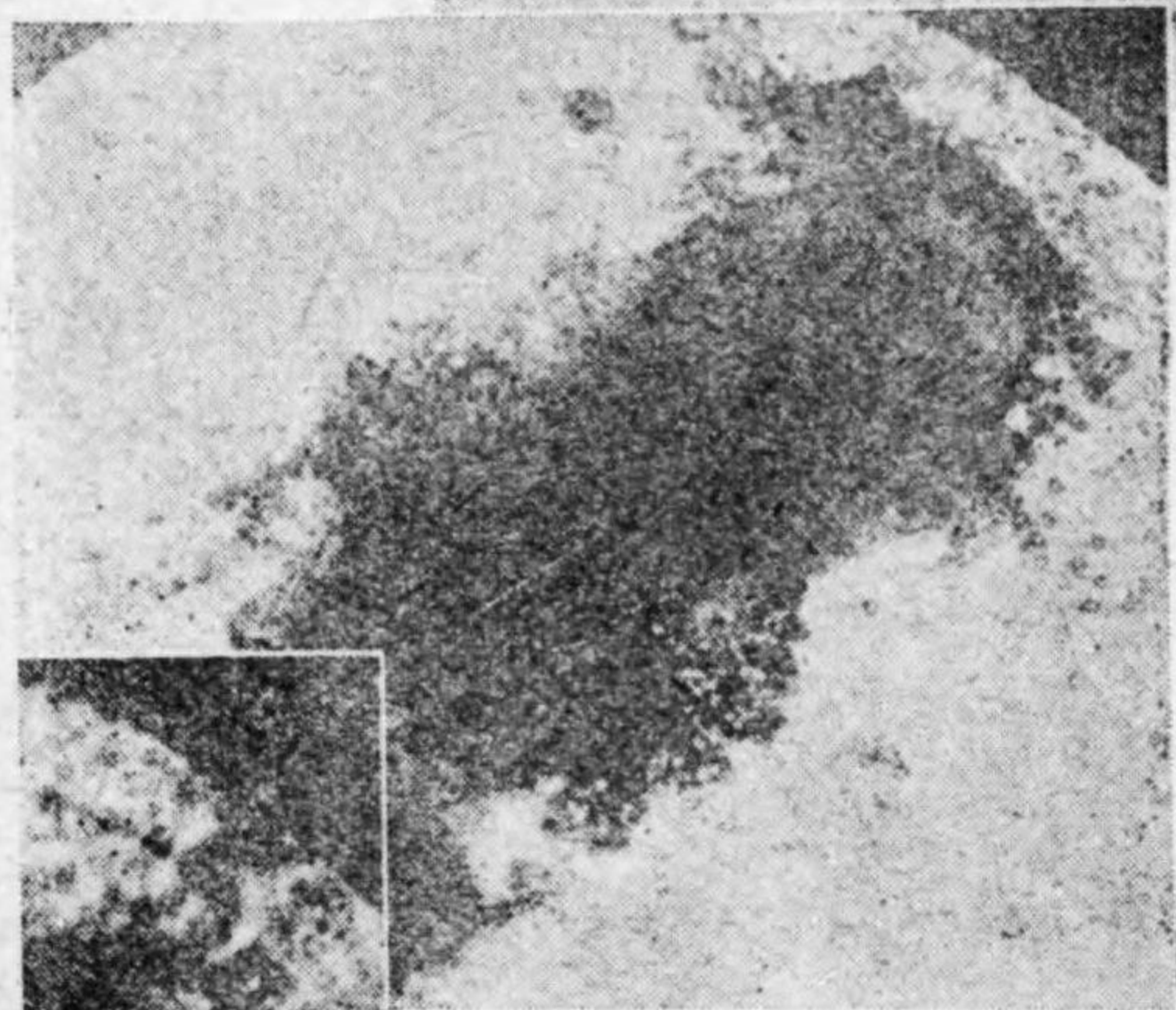
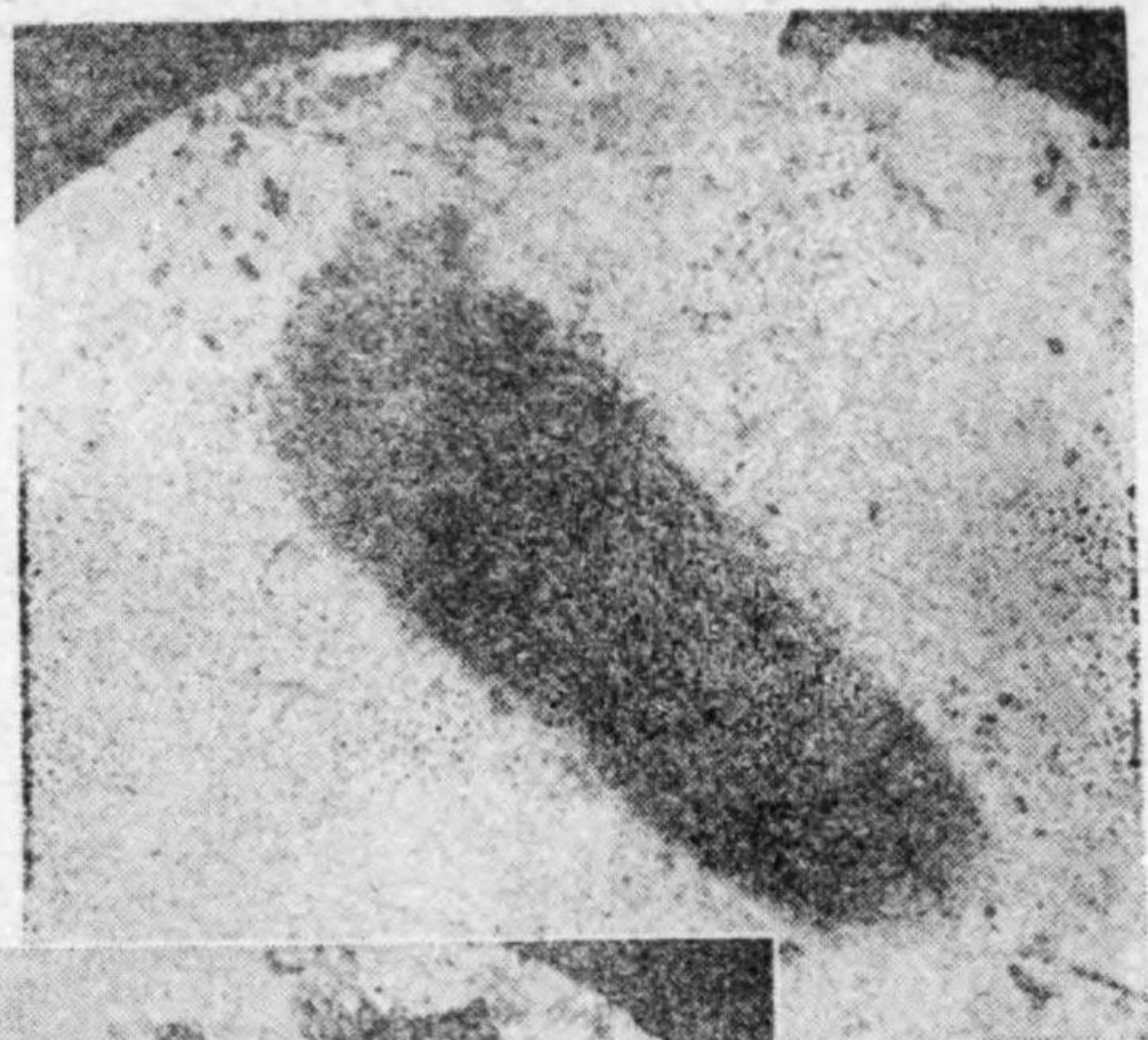


上 電子顯微鏡で見たウイルスと分子

下 電子顯微鏡による或生物組織



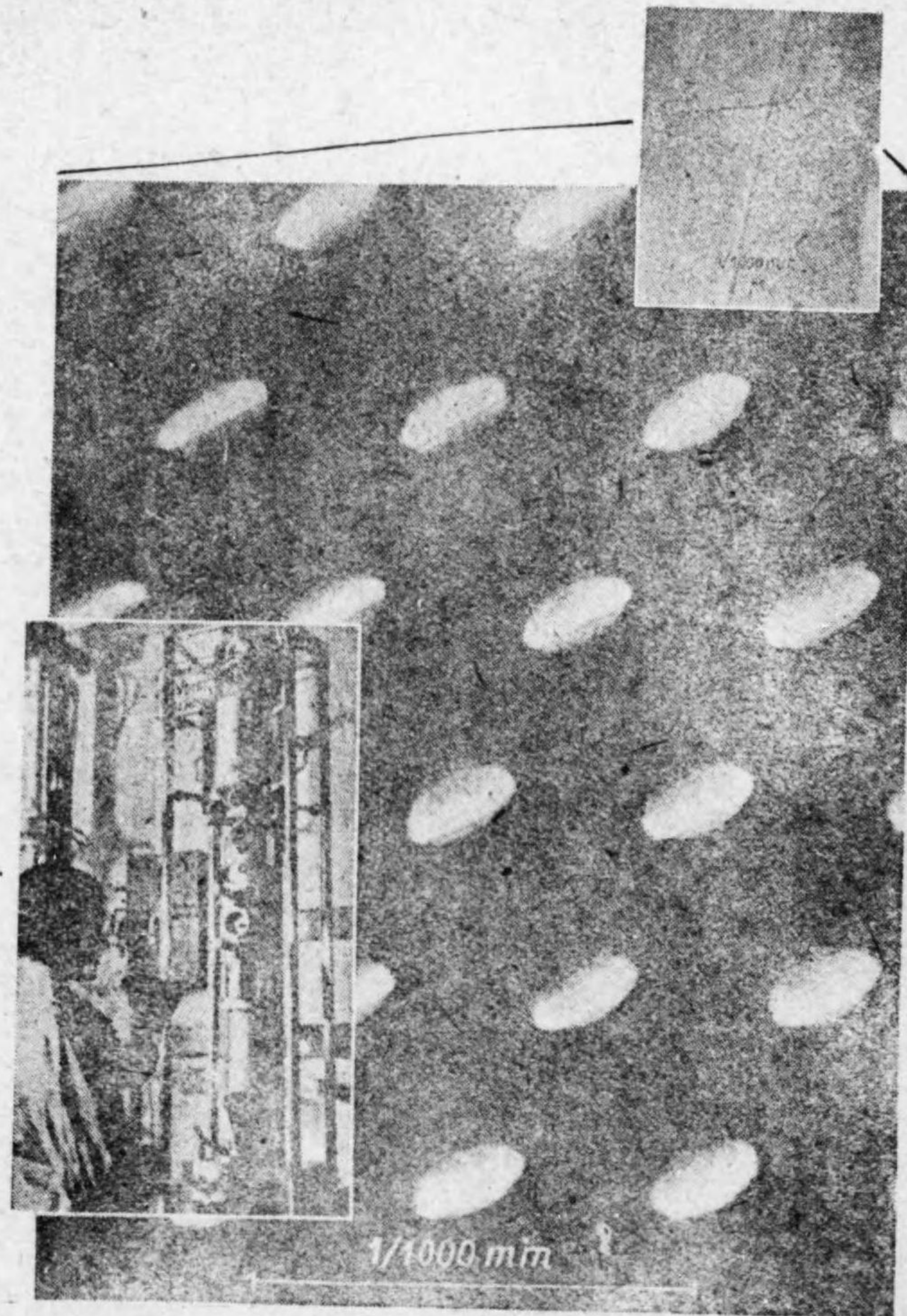
小さな立方結晶が長鎖のやうに絡つてゐる。
電子顕微鏡は五十萬倍の擴大力がある。娘さんをこの割合に擴大すると、ハムブルクからヴェイナまで伸びる。(一二〇頁上)



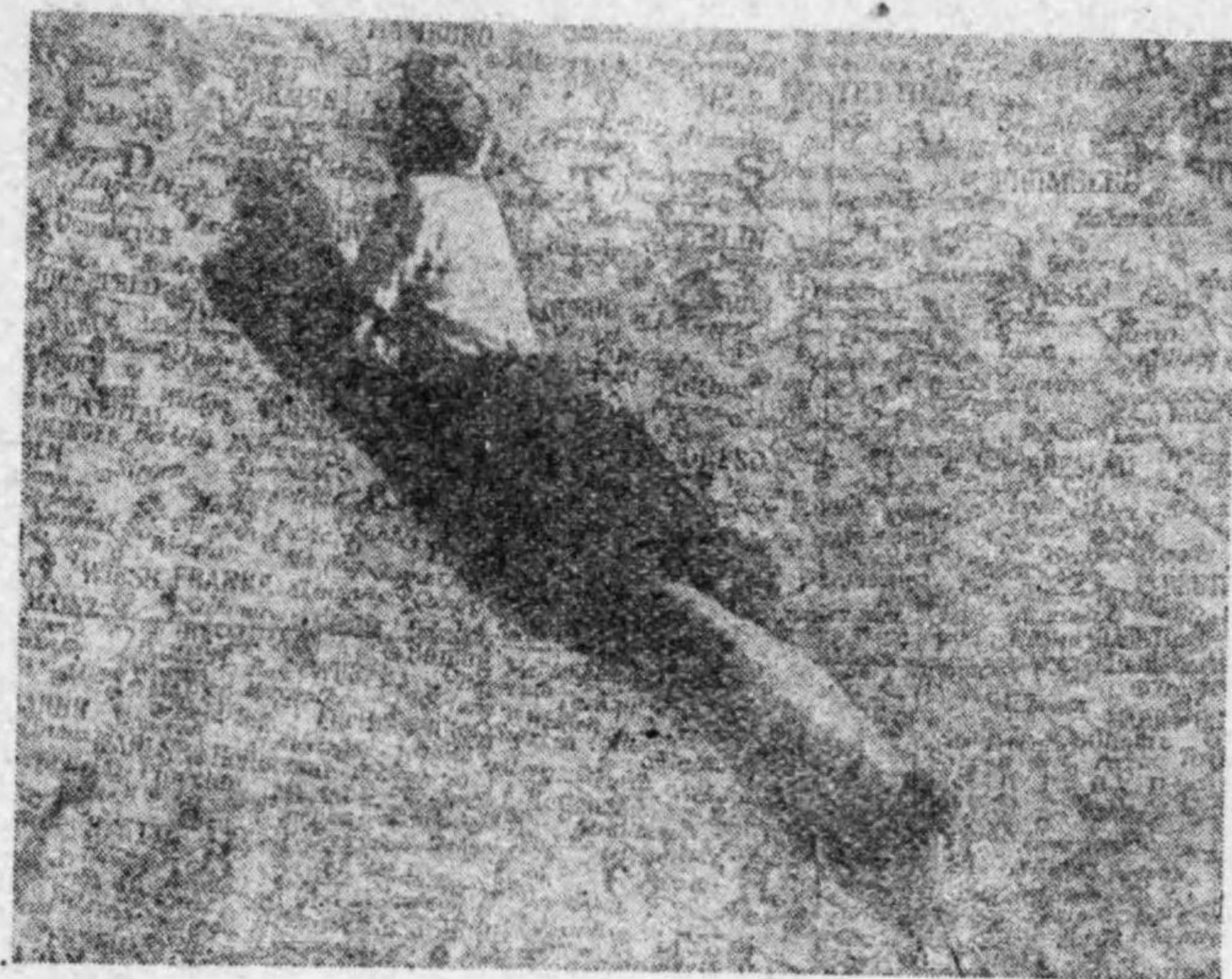
白血球と細菌との戦
(電子顕微鏡)

の細菌の表面に集り来て、これを喰つて原形質が流れ出てゐるところ。

一二〇頁下は、寫眞のマグネシウムの粉を観たところで

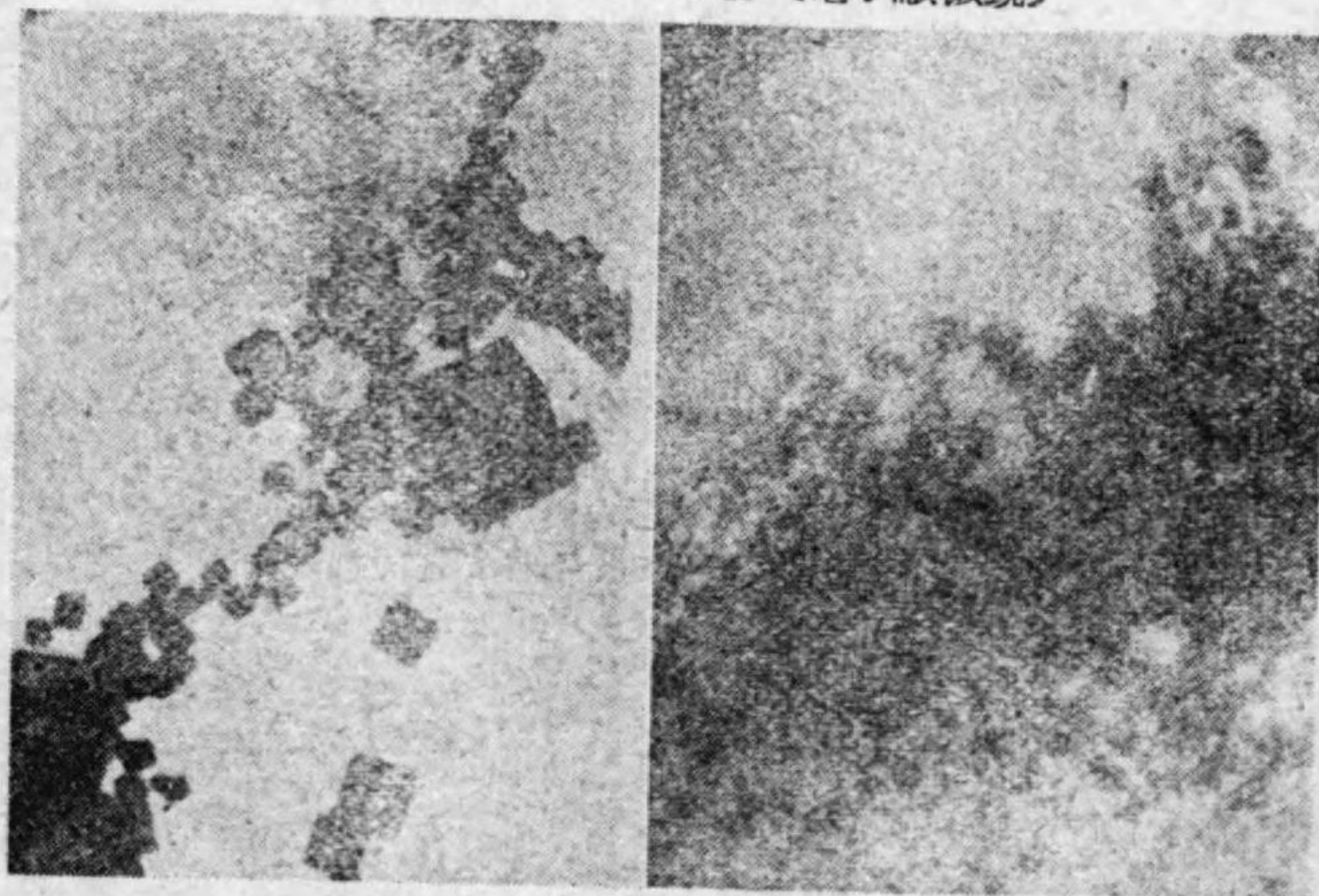


上は光學顯微鏡で見た珪藻
下は上圖の四角部を電子顯微鏡で見たもの
左は電子顯微鏡



電子顯微鏡の擴大力

撮影用マグネシウムの粉（電子顯微鏡）



夜光塗料

イギリスの工業化學雜誌を見ると、屢々夜光塗料のことが載つてゐる。又ネーチュア誌を見ると、夜光塗料委員會といつたものが組織されてゐることが判る。

夜光塗料などといふものが、何の注目すべき價値があるかと、一般の人は疑ふことであらう。しかしこれが戦時に於て、實に重要極まるものとなるのである。

夜光塗料が戦時に應用されたのは、恐らく第一次世界大戰に於て西部戦線の夜の塹壕中に於て、兵士が突出時刻を見護つた夜光時計などが始めてでなかつたらうか。あれ以來、夜光時計は、私共の枕頭に夜の闇を衛つてゐたのである。

又自動車のメーター、飛行機的高度計その他、各般の機器に夜光塗料が應用されて來た。

私は今より約十年前、ドイツに留學してゐたが、その頃はローマ字板を夜光塗料で作し、自己の姓名を表はし、以て室の入口や家の玄関口に貼り附けることまでが、未だ物珍しかつた。私はライブチガー・メツセに於てこれを見、ベルリンの製造元を態々訪ねて、一組を購入した位である。當時、同

じく出張中であられた平山信先生は、夜天下に於て天文観測をなされる場合に、望遠鏡裡の十字線を照らすのに普通は蠟燭や豆電燈を使ふのを、この夜光塗料を鏡内に塗り、以て目的を達せられ得ることを以て、同様この塗料を買ひ求められた。

その頃は、應用が誠に微々たるものであつた。これは主として硫化亜鉛の燐光塗料に、微量のラヂウム鹽を混入したもので、従つて相當高價であつた。又文字板などは、これをセルロイド板で蔽ひ、空氣中の濕氣に遭ふことを少くしてある。蓋しこの種塗料は、水分によつてその性能を減却する懼れが多いからである。

ラヂウムの代り、メソトリウム鹽を入れたものはあるが、やはりラヂウムが一番工合が良い。けれども、ラヂウム鑛は、さう世界に澤山産地がある譯でない。キューリー夫人がラヂウムを發見した鑛石は、ボヘミヤのヨアヒムスタールから産したものである。此所は元オーストリアの土地であつたがドイツに先年併合された譯である。

ベルギー・コンゴには豊富な産地があり、以前は主として、これより供給を仰いでゐた。然るに最近、カナダに最も富裕なる産地が見附かり、そのためラヂウムの價格は大いに下つたのである。それでも、元素一ミリグラム百數十圓のものであつた。

ラヂウム入夜光塗料は、何等他の刺戟を要すること無くして、暗中に於て微光を放つのである。こ

の光を以て、文字を読み、地圖を按じ、鍵孔の在所を知り、又それ自身戦野の標識として役立つこと甚だ大きいものがある。又自體發熱しないものであるから、火藥庫裡その他火氣を嚴禁される場所の照射に用ひて、頗る便利である。

今次、この夜光塗料が第一線の兵器に用ひられ、已に著功を現はしてゐる。小さな容器に入れたもので、充分働きをするものである。

斯くの如く、利用範圍が擴大したので、ラヂウムの輸入が實に軍用のみとして多量になされたのである。ラヂウムの醫療及び學術研究用に廻はされることは、全く禁ぜられてゐる。ラヂウム産地を持たざる日本軍部の切齒扼腕したところであるが、これは、恵まれざる國として致し方が無い。今やベルギー、又更に最近はカナダからの輸入は絶望になり、ボヘミヤ産を頼りにせねばならないが、ドイツも自國用に相當使つてゐるであらうから、割愛する餘裕はさうあるまい。

人工放射能成生のサイクロトロンがこんな時にお役に立たないものかといふに、人工放射能は、多へ壽命の短いものである。恐らく、近い時期には、非常時のお役には立つまい。

日本は今の所貯藏分を以てその用に充ててゐるのであるが、東亞共榮圏内にラヂウム産地の一つも見附かれれば、實に大したものである。

それ程夜光塗料は、現代の科學戰に於ける有力なる間接武器である。イギリスが研究委員會を置く

のも、理の當然である。

ラヂウムを含まないこの種塗料は、蓄光塗料と稱されるのである。これは、晝間日光又は夜間人工燈によつて一時刺戟すれば、残光を持つものであるが、概ね光度微弱で、發光壽命も亦短いのが缺點である。

黒色莖外線燈で絶えず照射しつゝ、その放つ可視螢光を利用して、地圖、ダイヤ、階段標識などを讀むのは、昭和十六年來盛んになつた。莖外線を容易に百ゾルト電源より得るアルゴン電燈といふものは、最近軍需に大いに供される。これはイギリスに於ても同様であることが見られる。

アルゴン電燈とは、透明なる硝子製の小電球で、アルゴン・ガスが放電發光されて、暗紫色の微光を放つ。この光は、飛行機上その他遠距離からは認められぬが、同時に出る莖外線は、螢光塗料を充分刺戟發光させるので、以て暗中標識に使用される。

夜光塗料は、斯く、小さなもののやうであるが、近代戦野に缺くべからざるものとなつてゐる。一種の光學兵器とも稱すべきか。記して諸賢の参考に資する。

火砲の科學物語

大砲の威力

戦争の勝敗を決するものは、兵員の戦闘力と、兵器の威力とである。兵器は科學を背景として、絶えず改良が續けられ、少しでも優れた性能のものを生み出さうと努力されてゐる。

我が國には昔から、武士の魂と崇められてゐる世界無比の日本刀がある。切れ味は極めて良く、外國人が科學力を以てしても、一寸眞似は出來ないといふ。秘傳めいた鍛錬法によつて造り出されるものである。敵と味方との接戦の多かつた昔の戦場では、いふまでも無く、今日も尙、雌雄を決する白兵戦には、無くてはならないものである。

現代の戦争は、極めて初期に於て敵を制することが必要である。人馬や建物を破壊する砲撃は、敵味方遠く離れてゐる内から開始されるので、大砲の役目は閑却されてはならない。

一方に於て、飛行機が發達したため、輕爆撃機、重爆撃機、或は急降下爆撃機、長距離爆撃機など

の各種の爆撃機が出来て、大は數噸の爆弾を落して、敵陣地を破壊する時代となつた。見透しの附かない遠距離は、大砲よりも飛行機によつて適確に投弾が出来るやうになつた。しかし、飛行機による目覺しい効果に眩惑されてはならない。

大砲は必ずしも爆撃機に劣るものでなく、砲弾の効果は、一概に爆弾に見劣りするとはいへない。飛行機を撃ち落す高射砲があれば、戦車を破壊する對戦車砲もあり、いつの世にも大砲は戦場での立役者である。殊に敵前上陸をなす場合には、軍艦などから味方の援護射撃をして呉れる大切な兵器の一つである。

火砲とは何か

さて、火砲といふのは火薬の爆發する力を以て、彈丸を射出するもので、いはば大砲のことである。海軍では砲煩といつてゐる。銃砲も同じやうに、火薬を使つて彈丸を射出するものであるが、これは小銃といつてゐる。

我が陸軍では、口径十一耗以上のものを砲とし、以下のものを銃として區別する。小銃は、六耗半から七耗位の口径のもので、一人で携行されるが、大砲は、重量もあり、二人以上で運搬又は操縦される。飛行機に載せられる機關銃とか、戦車に装置される機關砲とかは、この口径十一耗を境として

銃又は砲といふのである。

大砲の大きさは砲身の長さで三種に分けられる。臼砲と榴弾砲と加農砲とである。

臼砲といふのは、その名の如く太くて短いもので、十二又は十三口径（口径は後に説明する）以下のものである。榴弾砲は榴弾を使用するものであるが、臼砲よりは長くて、二十口径位までのものである。

加農砲は、英語のキャノン（大砲の意）で、榴弾砲よりは長くて、二十口径以上のものである。

幾口径といふのは、砲身の長さが口径の何倍あるかをいひ表はす數である。即ち、二十口径といへば、砲身の長さが口径の二十倍あるものである。前の大戦でパリを砲撃し、今の大战でロンドンを砲撃したといふドイツの長距離砲は、百七十口径といふ素敵に長い加農砲であつて、この長い砲身は、鋼線によつて吊されてゐる。普通の加農砲では、最大五十又は六十口径のものであるから、實に破天荒の巨砲といへる。

初速度はどれ位か

砲身に砲弾を装填して火薬に點火すると、燃焼して、大なるガス壓力を生ずる。この壓力は三、四千氣壓にも達する。砲弾の後部にある箍の銅帯が、ガスの前方に漏れるのを防ぐ作用をする。

或壓力に達すると、銅帯は、砲身内部に刻まれてある旋條の山に喰ひ込み、押し廻はされて、非常なスピードで廻轉し、砲口から飛び出して行くのである。

従つて、砲弾は砲身内で壓力を受ける時間が長い程、飛び出す時の初速度は大きい。従つて着弾距離は遠くなる。臼砲では、初速度は毎秒二百米又は三百米位であつて、榴弾砲になると、毎秒三百米又は四百米位となり、加農砲になると、一躍毎秒九百米位の初速度で發射される。例の長距離砲は毎秒千六百米即ち約一哩といふ、驚くべきスピードを持つてゐる。

大砲は何時造られたか

初めて大砲を造つたのはイタリアで、一三二六年、今から算へて六百十七年前に當たる。當時は勿論口径は小さく、軽いもので、火薬は使つてゐたが、唯近い距離に石の彈丸を投げるものに過ぎなかつた。初期の彈丸は、字の如く丸い球彈で、砲口より差し込む式になつてゐた。

火薬は、これより數年前に發明された黑色火薬であるが、火薬があつて始めて、大砲が考案されたことは確かである。

大砲の砲身は、初めは専ら銑鐵で造られてゐたが、一三七八年になり、フランスで青銅で造つたものが出来、永い間砲身の材料として重用されてゐた。青銅を一名砲金といふのも、このためである。

る。

砲金は銅九、錫一の配合にした合金であるが、質は緻密で、丈夫である。機械の製造材料として鐵銅に次いで多く用ひられることによつても、その丈夫なことが窺はれるであらう。

どう發達して來たか

マホメツト二世の大砲——千四百年代（五百四十年位前）になると、大砲も次第にその口径が大きくなり、所謂臼砲が造られるやうになつた。これに従つて、石彈は鐵彈に代り、彈丸の威力を加へて來た。

一四五三年、オスマン・トルコのマホメツト二世が、東ローマのコンスタンチノブルを攻めた時に使つた大砲は、口径が六十三糎、重量が二萬斤といふ巨大な臼砲であつた。

如何に當時の造砲術が大仕掛けであつたかが判る。しかし、それは敵に脅威を與へるに過ぎずして運搬、操縦上に不便なことが多かつたであらうと思はれる。

ドイツで造られた後込め式——一千六百年代には、ドイツで後込め式、即ち砲弾を砲口から装填しないで、後部から装填する式のものゝ發明され、現代の後装砲の先驅をなしたのである。砲弾は球彈であつたから、砲腔内で燃焼ガスの洩れが多くて、相變はず壓力が足らず、砲弾の初速度を大きく

することが出来なかつた。

一千八百年代の大砲——一千八百年代に入ると、大砲を製造する技術上の研究が行はれ、一方、砲彈の空中を飛行する模様、即ち彈道に關する學問上の研究も行はれた。それで、火砲の世界は、時代を劃する大きな發達を遂げた。

イタリヤで發明されたもの——一八四五年に、先づイタリヤで砲身の内部に螺旋狀の溝を刻むことが發明された。これは、現代の大砲や小銃に施されてゐる旋條であるが、彈丸に廻轉運動を與へて、空中を飛行する時にその進路を一定に保ち、正確に目標に向はせるものである。矢は羽毛によつてクルクル廻はされながら目的物に當たる。爆彈は、後尾にある翼によつて、倒れず眞直に落下される。又この時代になると、砲彈の形が變つて、圓筒形となり、空氣の抵抗は球形彈の約四分の一に減つて、速度を増した。燃焼ガスの洩れを防ぐため、鋼の箍が後部に嵌められるやうになつた。

普佛戰爭の大砲——一八五四年に、イギリスで後裝用の完全な尾栓が發明された。これは兵器製造會社として著名なアームストロングの製造に成るものである。斯うして大砲は次第に改造されて、現代の域に近づいて來た。砲彈も尖頭彈になり、先の方が尖つて鈍栗形になり、空氣の抵抗は更に減らされて、飛行速度を大變に増して來た。

ドイツのエツセンにあるクルツプ製鋼所は、又有名な兵器製造會社である。一八二〇年頃、後裝式

の大口径の砲を造つて名を擧げた。

一八九〇年頃には砲身の材料として、ニッケル鋼を使用することに成功し、大なるガスの壓力に堪へしめることが出來た。

兵備の充實は、戰爭を誘發するものである。果して一八七〇年、プロシヤはフランスと戈を交へて壯烈な砲戰を展開し、勝利を博した。

ノベールの無煙火藥——一八七八年、スウェーデンの科學者ノベールは黑色火藥に代はる無煙火藥を發明して、火砲の世界に新しい威力を加へた。それ以來大砲は日進月歩の發達をして、目的に應じた色々の大きさの大砲が出來るやうになつた。

重砲はその名の如く、重量のある巨大な大砲で、大きな砲彈を使用し、従つて火藥を多量に使用するものである。

輕砲は比較的輕小で、移動と操縦とが便利に出來てゐる。

日清戰爭より歐洲大戰へ

我が國の下瀬雅允は一八九三年即ち明治二十六年に、爆發力の強大な下瀬火藥を發明し、世界の化學者をして驚嘆せしめ、間も無く起つた日清戰爭には、これは利用されなかつたが、砲彈の炸藥とし

て比類無き威力を發揮した。

日露戦争に於ては、大國ロシアを一蹴して、その猛烈な爆發力が讃へられた。

日露戦争は又、近代の大戦として兵器界に色々の資料を提出し、これが進歩の刺戟となつたこと尠くない。

次いで一九一四年、第一次の歐洲大戦が勃發するや、新式の兵器は總出動して、その威力を競つたのである。中でもドイツの四十二糎攻城砲、長距離砲、高射砲、戦車砲などの火砲は、花々しい活躍をなし、戦に敗れたとはいへ、完全に敵を制壓する威力を示してゐた。

第二次の歐洲大戦が、その戦端を開くや、新兵器の出現が期待されてゐた。漸く、ドイツ軍の電撃的攻撃が始り、疾風迅雷的に北歐の諸國を席捲して仕舞つた。

秘密兵器が魔術のやうに戦線を荒したとか、或は殺人光線、火焰砲、音響爆彈の如き兵器の出現を傳へてゐる。しかし事實は、在來の兵器をより強力に改造したといふに過ぎないのであり、奇抜にして、人の意表に出るといふやうなものは、多く使用されてゐないのではないかと考へられる。

今度のドイツ軍の大勝は、高性能の兵器を合理的に驅使することによつて得られたものである。爆撃機の連続爆撃と、重戦車の群集突撃とによつて、堅固な要塞も持ち堪へ得なくなつたのである。大砲は使用するに連れて、砲身内が摩り減らされて、砲彈の効率を減少する缺點がある。この時砲

身を削り直せば、外徑の大きい砲彈を使用することが出来る。又別に内管を設けて、これだけを取換へて、何回も使用する方法が考へられた。非常時向きの節約型といへる。

進歩する冶金工業

冶金工業界も一日／＼と進歩をなし、軍用材料の研究が進み、強力な鋼合金、例へばニッケル鋼、タングステン鋼、クロム鋼などで造砲されるやうになり、著しい貢献がなされた。

化學工業も強力な火薬を生み出すやうになり、ニトロセルローズ系やニトログリセリン系のものが多く、トリニトロトルオール等の猛火薬が盛んに使用される。

僅か半匁の藥量を以て、大木を根こそぎ吹き飛ばし、その上に土砂を跳ね返して埋めるといふ物凄い爆薬が出来て、流石のノベルも顔負けしさうである。

一方、砲術用の計測器が進歩して、野戦用の測距儀や、便利な計算器も現はれ、飛行機射撃用の算定具といふ、随分進歩した理學計器まで出来てゐる。

さて次に小銃は、空氣銃より先に發明されたものである。アラビヤ人が黒色火薬に點火して、石を遠くへ飛ばしたことが歴史に記されてゐる。

一千五百年代に火繩銃があり、一千六百年代に燧石式の發火装置があつた。これは鐵板を廻はして

黄銅鑛と摩擦させ、火花を出さすものである。その後、撃針で打撃を與へる式のものとなつた。

銃弾も砲弾と同じく、初めは銃口から装填してゐたものであるが、千七百年代から後部から装填するやうになり、そのために銃身と銃床とが中間で折れる、今の獵銃のやうなのが出來たこともある。現在の元込式撃針銃は、今から丁度百年前に、プロシヤで發明されたものである。

我が國の鐵砲の由來は

我が國に初めて鐵砲の傳へられたのは、天文十二年八月二十五日で、大隅國種子島にポルトガル人が持つて來たと傳へられてゐる。

しかし、鐵砲の洗禮を受けたのは、これより二百七十年前の文永十一年の蒙古襲來の時である。種子島の島主、時堯が火繩銃の使用法を傳受して以來、鐵砲の鍛冶技術と火藥の合成法との研究が起り外國の砲術に關して調査をする學者も多かつた。

文化天保に至つて、長崎町の年寄であつた高島秋帆は、最も熱心に研究した一人で、その弟子の伊豆萑山の代官であつた江川太郎左衛門は、有名な反射爐を築いて、我が國で初めて大砲の鑄造を試みた。

村田銃は我が國が世界に誇る精巧な軍用銃である。村田經芳は天保三年、時恰も砲術研究の盛んな

鹿兒島に生れた。藩主は科學者として有名な島津齊彬公である。この地この主の下に育つた彼は、鐵砲の研究に興味を持ち、官命によつて小銃の改良に従ひ、遂に明治十三年に、先進國の製品を凌駕する優秀な村田銃を發明した。

もとより苦心慘愴、寢食を忘れて改良に没頭したのである。當時、我が陸軍の歩兵はイギリス製のスナイドル銃を、騎兵と輜重兵とはアメリカ製のスペンセル銃を使用してゐたが、村田銃の卓技な威力はこれ等を追放して、制式となつた。

明治三十八年式の村田銃は、殊に秀れた性能を具へてゐた。一分間に十八發の發射能力を有し、初速度は毎秒四百二十五米に増し、銃身は小さく、しかも一千五百米以内は確實に命中するといはれ、銃丸の侵徹力の大きいこと世界一であつた。これを一般には三八式といつてゐる。

現在の小銃で最も幅を利かしてゐるものは、自動小銃である。これは連發式で、發射速度が大きく口徑は小さいが、近距離に有效である。

普通一般の小銃を一瞥すると、銃身内には右廻はりに五、六本の旋條があり、口徑は、六耗五乃至六耗八で、銃身の長さは、八十口徑乃至百十口徑となつてゐる。全長は、一米一乃至一米三、銃の重量は、四疋半が標準で、これなら一人の肩で携行するに不自由は無い。

怖るべきドイツの長距離砲

さて、ドイツの長距離砲の正體を語らう。この長距離砲は、第一次歐洲大戰の末期に現はれた巨砲で、クルツプ製鋼所で製造された。一九一八年三月、パリを驚かした銃弾は、國境から百二十軒を飛んで來たのである。全長が三十六米あり、十六米と二十米との二部分に分かれ、十六米の部分の砲身内には、六十四條の旋條が刻まれてゐる。口径は二十一糎、砲弾の長さは九十糎、重さは百二十五噸で、これを發射するには約二百五十噸の火藥を要する。

この大砲を五十五度の仰角にして目標の上空に向けて發射すると、砲弾は毎秒千六百米といふ素晴らしい速度で飛び出す。約三十秒経つと成層圏に入り、地上四十軒の空氣の稀薄な所を飛行し、約三分経つて落下し、目的の地上に着弾する。

このやうなエネルギーの大きい弾丸の大砲では、砲内のガスの壓力が非常に高く、射出される砲弾の速度が大きいので、砲内の摩擦が早く、壽命は、約五十發位でもう射てなくなる。小銃の壽命が四、五千發も射てるのと思ひ合はせて、如何に費用の掛かる大砲であるかが判る。

この長距離砲は、成層圏の中を飛行するから、成層圏砲ともいふ。成層圏は將來の航空路としても注目を要する區域である。新しい長距離砲として傳へられてゐるものは、二百五十軒の射程距離を有

するといふから、歐洲大陸の對英沿岸から、ロンドンは勿論東南部一帯はその射程に入る譯である。日本に置き換へて見ると、大體天龍川から東京へ届く譯である。

國民奮起のとき來る

現代の戦争は國家總力戦である。優秀な兵器はもとより必要であるが、國民も亦、國防科學に對する深い認識を持たなくてはならない。

そしてこの兵器は、常に質の改善と量の生産とが大切である。今や世界の各國は、優れた兵器を多量に造ることに血眼になつてゐることを思へば、我が國民は常にそれ等に劣らないやうに緊張し、明日の戦に對して、心の準備をおさ／＼怠つてはならない。

未來兵器のいろ／＼

空想と科學

イギリスにH・G・ウェルズといふ有名な小説家がゐて、「航射機」とか「宇宙戦争」などといふ、

色々の面白い科学小説を書いてゐる。

勿論小説だから、何れも空想であるが、未來の戦争を取扱つたものの中には、現代の軍事科學者が頭を捻つて造り出さうと試みてゐる兵器も現はれて來る。

例へば殺人光線だが、これは大分前に、グリンデル・マシウスといふ人が實驗して、近い將來にきつと強力な兵器にならうといつたものである。

この光線は要するに、一種の電磁波であつて、これを投射すると、忽ち軍艦は沈み、飛行機は墜落し、兵舎は焼き拂はれるといふから、兵器としては一番強力で怖るべきものである。

しかしこれは未だ實現を見ない。といふ理由は、實際問題として、この強力な電氣の源を得ることが出來ないからである。

ドイツ軍の怒濤のやうな猛烈な攻撃には、流石のマジノ線も粉碎されて仕舞つた。その第一の原因は、不屈のドイツ魂にあるのはいふまでもないが、又飛行機と戦車との特に目覺しい活躍がその一因をなしてゐることを、見逃すことは出來ない。しかしどちらも珍しい兵器ではない。それ等の威力が高度に發揮されたに過ぎない。

未來の兵器にしても、人の意表に出るやうな奇想天外なものは、空想として考へないこととし、ここでは現代の兵器から進歩したもの、少くとも、科學的に首肯される程度のもを、擧げて見度いと

思ふ。

超 戦 闘 機

先づ豫想出來る未來兵器に超戦闘機がある。これは十噸或はそれ以上の搭載量を有し、必要な燃料と機關砲の彈丸と、爆彈とを載せ、乗員は操縦士唯一人で充分である。唯一人の操縦士が、航行、射撃、投彈の諸動作を、完全にやつてのけるのである。

左右の翼の前面には、十數箇の機關銃が並んでゐて、操縦士が挺子を引くと、一齊に火を吐いて敵機に猛射を浴びせるのである。

戦闘の頃合良しと見て、機首を鉛直に下げると、數千斤を一氣に急降下する。そして地上數百米に達した瞬間、操縦士がペダルを踏むと、數噸の爆彈は、弦を離れた矢のやうに一齊に投下される。

そして爆彈の投下が終ると、自動的に機首が上つて、水平の姿勢に立ち返る仕掛なのである。

これは單なる空想兵器ではない。科學的に充分實現の可能性がある。そして、斯うした超戦闘機が現はれる時代には、軍用機は勿論、あらゆる飛行機は、今盛んに研究されてゐる成層圏飛行をやつてゐることだらう。

では、その成層圏とは何か、成層圏飛行とはどんなことか。

成層圏飛行

成層圏といふのは、地上二萬一千米以上の高空のことである。此所には霧も無く、雨も無く、雲も無い。天候は始終良く、いつも質の良い西風が吹いてゐる。

だが、こんな上空は空気が稀薄だから、過給機を付けた馬力の大きな機関が付けられ、操縦士は酸素マスクを掛けなければならない。

此所では、空気の抵抗が少いから、氣持の良いスピードが出る。我が國から歐洲諸國まで、僅か數時間で行くことが出来るのである。

この成層圏飛行が實現され、斯うした超戦闘機がどん／＼現はれたら、未來の空中戦は、どんなに目覺しいことになるであらうか。それと共に、地上の戦法も恐らく甚しく變はることであらう。

赤外線探知機

將來飛行機が益々發達して、音の速さ（一秒間に三百三十米）に近いやうになるかも知れない。

そんなことになる、これまで爆音を聽いて、飛行機を發見した聽音機は最早役に立たない。そこで赤外線探知機が現はれる。これは飛んでゐる飛行機の排氣管、氣筒から出される熱線（赤外線）を受して、眼に入らない二十四軒も先の飛行機的位置を發見するものである。これなら充分に防空陣に警報を發する時間がある。

赤外線探知機は、拋物線形の反射鏡の焦點に、鋭敏な熱電對を置いたもので、實驗によると、二軒先の一本の蠟燭の熱にも感ずるといふ。

超 戦 車

輕砲や高射砲を有する砲臺に、戦車のやうに無限軌道を付けたものが超戦車である。後部には地均らし用のローラーが附いてゐて、後から進んで來る軍隊の通路を開いて行く。重さは百噸にも達し一時間に百軒の速さで進み、數門の輕砲と高射機關砲とを有する他に、火焰放射機をも持つてゐて、火砲としては完璧なものであるから、その戰鬥力の強さは例へるものが無い。

陸上勿論宜し、水上も敢て辭さない。

こんな物凄い怪物が、十數臺の並列行進を以て慕進したら、どんな堅固なトーチカでも、忽ち蹂躪されて仕舞ふであらう。

次に、奇襲艦といふものが考へられる。大體水雷艇に似た恰好をしてゐて、水中では、昇降舵と、方向舵との運動によつて、自由自在に潜航することが出来るものである。

兵装としては、機關砲と高射砲とを有する他に、磁氣魚形水雷を持つてゐる。發射されたその水雷は、強い磁性によつて敵の軍艦の艦底に引き附けられるから、堪らない。數萬噸の巨艦も、數分のうちに海底に姿を消して仕舞ふであらう。

又艦上には小型の氣球を上げて敵艦を見張り、小型飛行機を飛ばして偵察し、しかもその形は小粒で敏捷だから、敵の軍艦は仲々その姿を發見することが出来ない。

斯うした奇襲艦が現はれて來ると、現在潜水艦を發見するため用ひられてゐる集音機なども、勢ひその模様が變つて來ねばならない。

斯うした兵器は前にも述べたやうに、決して空想に止まるものではない。科學的に可能なのだ。近い未來の戦争に、或は遠い未來の戦争に必ず現はれて來よう。

海深測定機

海中を潜航してゐる潜水艦を發見するためには、現在水中集音機といふものが用ひられてゐる。

これは水中を傳はつて來る音波の傳導によつて、敵の潜水艦の位置を測るものである。潜水艦が水中を潜航してゐる時は、機關の響がこれに傳はつて來るのである。

又、潜水艦が靜止してゐる時でも、若しその場所が、水深數百尋もある所だとすると、そんな深海の底は水壓が大きいために、潜水艦は、とても海の底まで潜ることは出来ない。勢ひ或程度の深さまで潜つて、宙ブラの形で海面と海底との途中にジツとしてゐなければならぬのである。海流があればそのためにはやはり機關を掛けた儘であるかも知れない。だからこの場合も亦その機關の響が集音機に來るから、その位置は容易に判る。

では、若し潜水艦が、水壓の影響を受けない程度の水深に平衡して、機關を止めてジツとしてゐたら、どうしてそれを發見するか。

こゝに於て「海深測定機」なるものが活躍を始めるのである。

先づ警戒船は、この機械によつて、船底の發信機から、凡そ一秒おきに海底に向つて音波信號を送る。海底に達した信號は直ちに反射されて又船底の受信機に返つて來る。その間の時間を測れば、音の水中での速さは一秒間に千四百五十米だから、海底の深さが知られる。

斯うして警戒船は、潜水艦の隠れてゐさうな海面を連續往復して、深さの記録を作つて行く。

そして若しその記録に急激な曲線の變化が現れば、忽ち、潜水艦の存在が探知されるのである。

発見と同時に、警戒船は附近の海面一帯に、強力な爆雷を投下する。するとその激しい爆発の振動で、潜水艦は歪んで浸水し、沈没するの他はない。

魚形機雷

軍艦から射出された魚形水雷は、萬一命中しない場合はどうなるか。不發の儘にブカ／＼海上を浮遊するばかりである。発見されたらそれでお仕舞ひ、あべこべに射撃されて爆発するか、簡単に取除かれるのがオチである。

ところでこゝに述べる未來兵器「魚形機雷」といふのは、魚形水雷の機能を更に完全にしたもので、若しも發射されて命中しなかつた時は、その進行が止まると同時に、自動的に外の殻が割れて、同時に内部から數箇の機械水雷が現はれる。そして、夫々錘の附いた繫留索が附いて、その儘海中に沈没する。この小機雷は、上部に數箇の角の附いてゐる普通の機械水雷であつて、いはば、親魚雷の面目を雪がんとする子魚雷ともいふべきものであり、その構造は、今や喧しい親子爆彈（モロトフのパン籠）に類似してゐるともいへよう。

磁氣地雷

海の水雷に對應するものは陸の地雷であるが、それを埋設した地點を敵が通過しなかつた場合は、單に不發に終るだけではなく、これを掘り出して收容することも、仲々危険な仕事である。

そこで磁氣地雷といふものが考へられる。

これは鐵分に感應しさをすれば直ちに爆發するもので、たとへ埋設された地點を通らなくとも敵の砲車、戰車はもとより、歩兵の靴金、軍馬の鐵蹄等、苟くも磁氣に感ずるものが、その磁氣の作用する範圍内の地上を通過すれば、先づ地雷内の磁針が、鐵分の作用によつて傾斜し、電路が閉ぢられて電流が通じ、繼電器によつて信管の炸藥に點火され爆發するのである。

無人兵器

軍艦や、飛行機や、戰車の無電操縦は、豫てよく唱へられてゐながら、今度の戰爭には一向現はれさうもない。

この無人兵器といふのは、飛行機や戰車を、遙かの後方にあつて、無線の電波で自由自在に操り、どん／＼敵を攻撃しようといふのである。

先づ發信機から信號を送ると、それ等の兵器に装置されてある受信機がその信號を受け、繼電器によつて、前進、後退、變速、射撃等の動作を、いとも鮮かにやつてのけるのだ。

斯うした無人の兵器がドン／＼實用に供されたら、尊い勇士の命に別狀が無くて至極有難い譯だし科學的にも至極可能なのだが、しかし餘りにも機械力のみに頼る兵器は、何と無く手の届かぬ點が多くて不便なのであらうか、實戦には未だ姿を見せてゐない。

原子砲

現在のところ、銃弾や砲彈を發射するには、是非とも火藥の力に待たねばならない。その火藥といふものが甚だ高價なので、以前から火藥の要らぬ大砲が屢々考へられた。空氣銃のやうな仕掛けの空氣砲、電流を利用した電氣砲、物理学でいふ遠心力を利用した遠心砲（機械砲ともいふ）等、色々考へられたが、どれも火藥の力による大砲に及ばざること甚だ遠い。そこで近頃、原子砲といふものが考へられてゐる。物質はすべて原子から出來てゐるが、その原子の持つてゐるエネルギー（力）といふものが大變な大きな力を持つてゐる。話が一寸難しくなるが、原子の科學の實驗では、中性子といふ中性の粒子を、或原子の中心の核に打ちつけて破壊し、その原子を他の物質の原子に變へることを行つてゐるが、例へばこの中性子を、一米立方のウラン（金屬元素の一種）原子にぶつけると二億電子

ヴォルトといふ大きなエネルギーが出る。斯うした力を、何かの方法で、火藥の代りに用ひれば、或は原子砲も可能かも知れない。

競技と自然との數學

「百萬人の數學」といふ名前は、「人工ラヂウム」と同じやうに大いに社會の反響を呼んだのである。近頃ネーチュア誌の書評欄を見ても、一般大衆への一生物學書の紹介に、見出しは「百萬人の生物學」としてある。その書物には本名が無論あるのである。和本「百萬人の數學」は實際忙しい間に書いたもので、もう少し詳しく書き度い所は澤山あつた。しかし將來も時間があるかどうか知らない。とても、閑地にて筆で生活してゐる人のやうには行かないのが、残念である。

トーナメントとリーグ・マッチと各箇挨拶

参加チームが多い時はトーナメントになり、第一回戦で勝つたものが第二回戦に入るといふ譯であるが、参加チームが少いと、各チームが互ひに競争出来る。これがリーグ・マッチである。この數は

幾何となるであらうか。

今3組あり、甲乙丙と名付ける。さうすると對として

甲入乙 乙入丙 丙入甲

が先づ考へられるが、甲―乙は乙―甲に、乙―丙は丙―乙に、丙―甲は甲―丙と同じいのであるから6對は3對に還元される。

この3といふ數は、甲乙丙を三頂點とする三角形の邊



の數に等ししことを注意して欲し。

4組ある時は、



甲乙丙丁を四頂點とする四邊形の邊の數と對角線の數との和を對の數とする。即ち6對である。一般にn組ある時には、

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

對が答となる。nが3、4組の時夫々3、6對となり、前の答となる。

これと同じことは、n人を包容する團體が互ひに箇人挨拶、例へば祝詞とか賀詞とか年賀とかを交換する場合にもいはれる。

二百人居るとする。この時の數は一九九〇〇となり、一回の挨拶に一秒としても、總計約五時間半要することになる。但し各箇の損失は一九九秒である。即ち三分餘で宜しい。

ファイボナッチの級數

今から七百年前にファイボナッチ (Fibonacci) といふ數學者が面白い級數を見附け出した。それは一つの數がその前の和であるやうな、級數である。

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \frac{34}{89}, \frac{55}{144}$$

の分母、分子の數は、共に、この性質を持つてゐる。これ等の分數は

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \dots$$

を第一項、第二項、第三項と止めて行けば、得られる。即ち

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2+1} = \frac{1}{3}, \frac{1}{2+1} = \frac{1}{5}, \dots$$

又同様に $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \dots$

$$\text{は } \frac{1}{3} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \dots$$

から得られる。

日廻りの花、松毬（かさ）の渦巻にこのフィボナッチの級数を見る。

この級数を擴張して、一数が前二数の積であるやうにすることも出来る。これは前の級数を十の幂にすれば宜し。

科 学 と 算 数

明治時代の算数教育は、和算時代の影響を受けてか、藝としての算数といふことに教育の主眼があつたやうである。無論読み、書き、算盤は生活教育の第一義であつたが、その算数教育方針には多分に技藝的な分子があつた。これは一方に算数を尊重する氣風を育てたが、同時に他方に算数を嫌忌する風潮をも惹起した。

私は算数教育は、生活科學に直結して授けらるべきことを強調するものである。算数が如何に吾人の日常生活に關係が深いかを示すことが、極めて必要である。この意味で、私はアインシュタインの唱へる如く、經驗又は直觀主義による教授を切望する。火の試鍊が無ければならぬのである。

科學教育と同じく算数教育には、遊藝的な分子があつてはならぬと思ふ。徒らに空なる論理に走るならば、これは往年の通弊を繰返すことになる。今こそ積年の論理主義を取除いて、實驗と生活とに算数教育の主眼を置き度いと希ふ。

科學教育は、觀察と測定とに根據附けられねばならない。測定には、算数の概念が必要である。幾

何學も三角術も、實際測量に應用されて、始めて意味を表はすことと思ふ。死學でなく實學、活學でなければならぬ。

秀吉嘗て信長の命を以て、松林の樹數の數へ方を行つた。他人は一本、二本と數へたらうに、秀吉は三百本の繩を造り、これで片つ端から樹幹を縛り、餘つた繩の數から樹木の本數を知つたといふ。仲々良い頭腦である。象の重さを測るに船を用ひた話と一對に、誠に敬服すべき逸話である。蕃人は歌ふに五夜も掛かる一群の歌を覺え得るが、算數は全く不可能である。科學と算數との教育には、この機智と天才とを求めらるものである。

科學は實生活から遊離してはならない。日本の科學は今尙實生活から多く解離してゐるが故に、科學國として世界制覇に乗り出し得ないのである。現實には奇蹟は無い以上、科學と算數との教育の刷新再建が望ましい。

單なる數の羅列としての級數でなく、自然現象と關聯を持たしてこそ、始めて級數の興味が生れ來るであらう。

イタリアのフィボナッチが面白い級數を見附けた。これは葉の付き方にも見られる級數である。即ち、1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ……と云ふ風に、任意の一數はその前の二數の和で表はされてゐる。この一般項は

$$\frac{1}{\sqrt{5}} \left\{ \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right\}$$

であるこの級數は一名ラーメ級數とも呼ばれる。

一ヶ月毎に一對の兎を産む。それが二ヶ月で出産するとする。さうすると二ヶ月後には1+1=2對となり、三ヶ月後には2+1=3、四ヶ月後には3+2=5對となる。この對の數が丁度上の級數になつてゐる。我が國では、鼠算に對してこれを兎算と呼んでゐる。

舊日本では舶來の數學をも實生活に翻譯して使つてゐる。和魂洋才といふか、この考へ方を何所までも發展して行けば、日本の青少年が各々一角の科學者、數學者となり、日本をして世界一の科學國たらしめ得よう。

初等數理教育

今更申し述べるまでも無いが、理學や數學の教育には、論理が重要である。けれども論理主義一點張りで行くと、色彩を失つて、乾燥なものになり終る。

この反動ともいふべきは、實驗主義的數學教育である。しかしすべて實驗で數學を教育するとすれば、今までの數學教育の精神は無くなつて仕舞ふ。

それで少くとも兩者の中間を行くのが、最も穩當であらう。論理にのみ走らず、直觀に墮せないと

いふ遣り方を、私は最も採り度いと思ふのである。

今日の中等學校教科書には、要目の點もあり、紙數の關係もあつて、この主義の實現は到底不可能ではないかといふ人もある。けれども、其所に幾分の技術上の困難はあるにしても、全く編輯に困難を感ずるといふことは無いと思ふ。

私は斯ういふ主義を表現した書物の逸早く世に出ることを希望してゐる。しかし世上には未だにその風が出ないのである。

副讀本底の良數學書は相當出てゐる。研究社の發行に掛かる數學雜誌や書物は、中等學生の好んで讀むところで、非常に有益であると思ふ。又他の書肆からも興味深い數學書が出て居り、何れも數學の趣味を鼓吹するに充分である。

數學教育には、殊に趣味と實益とを強調することは、一般の數學嫌惡を匡正するに大いに役立つと思ふ。

日本の和本の數學教育書は、この意味に於て充分價值を持つものと思ふ。自分の家に傳はつてゐる

古い數學書の香を嗅ぎながら、土藏の中で數學の面白さと嚴格さとを味つた若き日を思ひ出す。

頃者、某科學雜誌の編輯者に、頗る數學好きの二人があることを知つた。常に面白い問題を捉へては數學の頭を練ることを忘れないのを、感心したのである。最近にはフィボナ級數と同じ問題を獨創して余に示された。即ち或數が、その前の二數の和に等しいやうな級數の任意項の値を出すことであつた。

斯ういふ風に世上には随分數學の好きな人が居るが、これは元來全體として日本人は數理愛好の精神が燃えてゐるからであらうと思ふ。

嘗て新渡戸博士が、頭を練るには幾何學の問題を解くのが宜いといはれた。頭が散漫になり來つた場合には、初等幾何學の一問題に數時間を費すのは、強ち時間の空費とはいはれない。初等幾何學は最も頭腦を精確にするに適すると思ふ。

物理學は數學の論理的なるに比して、寧ろ實驗的である。實驗主義的な立場にある。望遠鏡の原理は簡単な凹凸レンズ二枚で説明出来る。實際、凹凸レンズ一組を懷中にして、古本屋を覗いたり、講演會に來られたりする先輩がある。高い棚の上にある書物は、これで充分探すことが出来、又掛圖の細かい部分も明瞭になるであらう。中村清二先生や賀川豊彦先生が實にこの懷中望遠鏡である。

石鹼泡の物理學は、數學の極小面積の理論に關係する。石鹼泡を吹けば實に簡單に、極小面積を具

現出来るのである。

數學殊に、初等幾何學や三角術に測量題材の一端を採擇するのは、極めて結構である。しかし餘りに本式の測量器材の圖などは出さぬ方が、寧ろ教育的なものでなからうか。粗朴な器具を以て、生徒自身が實際に計測するやうに指導すべきである。

電池なども自作させると、興味深々たるものがあらう。今は一寸材料が無いかも知れぬが、平時なら資材は實に澤山ある。こんな製作をやらせる風潮が興れば、蓄電池の改良なり、或はこの頃の空氣電池などの發明が、民間から起るかも知れない。

物理實驗は、測定のみを終始すると、案外興味を殺ぐかも知れない。初めは定性的な、製作的な教育が要るのでなからうか。

銀鏡を製ることや、尺度を作ることを教へる時間を持ち度いと思ふ。この鏡や物指は、家庭への土産にもなり、生徒の座右に置くのにも宜い。

面白さから次第に定量教育をやるのが、捷徑と思ふ。

物理工學の外國雜誌

従前、物理學徒が一番先に飛び附く外國雜誌はイギリスのネーチュアであつたらう。ところが、これは戦後も來てゐたが、とても薄くなり内容も貧弱になつて、讀む所が殆ど無くなつた。又毎週の科學講演の題目が無くなつたのは、戦争状態で會合を廢めてゐるのかも知れない。

ネーチュアの編輯者は自由主義者や左翼の傾向を持つてゐる者のやうである。ドイツでは、この購讀を禁じてゐると聞いた。屢々日本人の論文を拒絶するし、コンナ雜誌には日本人は絶対に寄稿しないことにし度し。

樞軸關係もある。ネーチュアを利用しないことにし度い。

アメリカのサイエンスはネーチュア以上に内容が良くなつた。日本の科學雜誌もネーチュア振りを廢め、サイエンスを参照するやうにしたら。

フランスのコントランジュが久しく顔を見せなかつたが、先頃可なり前のものがドカ／＼と入つて來た。見得る部分が極めて少いし、有力な學者の名前が見えない。ルイ・ドゥ・ブローイが毎週のや

うに活動してゐたのが、全然無いのは、どうしたのであらう。ドウ・ブローイは右黨であつた筈である。

ドイツの應用物理學や數學の方は相變らず盛んである。しかし所謂ユダヤ科學的な論文は極度に少くなつたので、その方面に興味を持つ者には、ドイツの物理學は駄目だといふかも知れない。米澤高工教授の大久保理學士の論文が應用力學及び數學誌に見えた。

アメリカのフイジカル・レビュー！が取つて代つて、賑かに、太鼓入りで新物理學をやつてゐる。魅力は確かにあるが、宇宙線の觀測や原子核の計算の長たらしいものを、毎號連ねてゐるのが厭である。

工學の方ではエンヂニアリングが紙を薄くした以外、他はそれ程變つたことが無いやうである。

外國の科學雜誌は、外國圖書よりは大切であることは、誰も否む者はあるまい。出来るだけ雜誌だけは輸入することを努めねばならない。

學術界に於ては、圖書になる時分には、もう事項が固定して仕舞つてゐる。大略決定したものは最早勝敗は明かである。學界は恰も戦場の如くで、僅かの油斷が大變な誤算を起すものである。

外書の輸入は情報局に申請を要することになり、科學書が優先權を持つたのはさもあるべく、この危急存亡の場合に、文化だの、文藝だのと、生温るいことをいつて居られるのは不思議な位だ。

文化の永遠性とか行とか、尤もらしいことをいつてゐては、國民として相濟むまい。喰ふか喰はれ

るかの時である。片時も科學を忘れては相成るまい。

科學も、自由主義時代の生活分離の科學では駄目である。科學は生活の契機でなければならぬ。外國雜誌の中でも、生活科學に屬するものは出来るだけ輸入するやうにし度い。

戦火の下にある外國の經驗がどんなに我が國に役に立つか。これは眞に國を憂ふる者の一考すべきことである。

さてこの生活科學であるが、イギリスには家庭理學の良い雜誌がある。これにも近頃は常に防空防火のことが載つてゐる。参考さるべきである。

イギリスの週間飛行雜誌は、その週間の敵味方の飛行機の損害數を繪にして比較してある。

又空襲科學といつた記事も甚だ多い。空の懸橋として先達新聞を賑はしたあの、飛行機の造る雲の現象も、ロンドンでは屢々經驗されることも、私は已に知つてゐた。

いやこの現象は今から二十年も前にアメリカの雜誌で見、雜誌「理學界」にこの現象の説明を掲げたものである。

イタリアの飛行雜誌も仲々豪華である。寫真等も、充分精細である。

イタリアの航空學は相當發達してゐるやうである。イタリア語學ぶべし。(十六・四)

物理學の戸籍

物理學は、自然科学の王座を保つてゐるが、これはその方法論と目的論との點からである。

方法として、物理學では、その數量的研究を、精密測定と數理計算との兩刀で行つてゐる。些細な人目に附かぬ所謂「アキレスの踵の弱み」を自然の現象の中に求め、新事實と新原理とを發見するのである。眼に視える分野の研究は已に終つてゐると人がいふ程で、従つて研究は益々微に入り細を穿つて來る。數量的研究が重んぜられるものは、そのためである。

それで、測定論といつて、測定技術に根據を與へる學問が必要になつて來る。最小自乗法といつて測定の数値を整理する學問や、觀測の誤差を論ずるのが、この一般測定論である。

實地物理學といふのは、實驗室に於ける實際物理學で、昔はこれを實驗物理學といつてゐたが、これでは實驗的探求を主として物理學を論ずることと混同され易いので、斯く名付け度いのである。

分光學は一時盛んな學問であつた。即ちスペクトルを調べて原子の構造を論じたものである。ゼーマン効果、シュタルク効果といつて、前者は磁場が、後者は電場が光源に働いて、そのスペクトルを

分裂させる現象であるが、これが分光學の主題目であつたことがある。今日では、ラマン効果だのスペクトルの微構造、超微構造などが論ぜられてゐる。

X線によつて、物質内部の粒子配列、組織を調べることは、可なり古いことであるが、現在も、益益盛んになり、今日では合成物特に合成纖維類の分子配列が論ぜられる。

電子波分析は十年以來のものであるが、これより、物質表面とか透明薄片や油膜の構造が研究される。陰極線を當てて調べる譯である。

原子轉換や人工放射能は、宇宙線と共に、尖端物理學に屬する。

理論物理學は、實驗物理學と對蹠的で、ペーパー・プランを建てて、それを實驗物理學者に實際に證明して貰ふことが必要である。紙と鉛筆、黑板と白墨があれば出來るといふのが、この學問であるが、數理的に論ずるので、數學の堪能な運用が必要である。以前は、偏微分方程式が扱へ、球函數だの、圓筒函數だのが扱へれば足りたのであるが、新量子力學が出てから、マトリックスといふ厄介な演算子の數學が必要となつて來た。

マトリックスといふのは、高等代數學で取扱はれたものであるが、以前は、數學者すらさう重要視しなかつた。ところが、量子力學が生れたため、どうしても物理學者にも不可缺の數學となつた。相對論でテンソルといふ解析が必要になつたと好一對である。

物理學

理論物理學

一般測定論
 一般實地物理學技術
 分線分析
 X線分析
 電子波分析
 原子轉換
 放射線
 宇宙線
 應用微分方程式論
 一般力學
 熱體力學
 流體力學
 統計力學
 彈性論
 音響學
 理論電磁氣學

實驗物理學

熱力學と統計力學とは蓋し同一目的を持つが、一は古典的であり、他は原子論的である。物質の原子、分子、電子論を基として、集團の性質を論ずる。

流體力學と彈性論とは、「變形可能物體の力學」といふ名前が附けられるものであるが、工學の基礎としても、重要なものである。最近はこれに可塑物體論が附け加へられる。可塑物體とは、弾性的でなく、粘い物體である。固體でも、加へる力により又はその物體の性質により、粘さを持つて來るのである。

音響學はレリー卿以來發展を見た學問である。

量子論と波動力學とは今日では、量子力

應用物理學

理論光學
 量子力學
 波動力學
 原子核論
 相對論
 氣象學
 地球物理學
 天體物理學
 航空力學
 物理冶金學
 電子光學
 一般工學物理學

學の名前の下に唱へられる。

原子論以上に原子核論が魅力のある問題で、これには當然量子力學が關與する。

相對論は、申すまでもなく、アインシュタインに始まる。學者の常識とすべき部分と、再検討を要する部分とがある。

應用物理學といふのは、新しく興らんとする分科で、これには應用數學も關係し、寧ろ「應用物理學及び數學」と稱したらいいかも知れない。兎も角も純正物理學を高級の實用に供する部分である。

學生の辿るべき王道

受験の王道といへば、正義であり、至誠である。この道必ず羅馬に通じ、長安に到るのである。正義と至誠、これ以外に受験道は無い筈である。これありと思ふのは錯覺である。又これ以外に道を求めてはならぬのである。

筆答を高校中校の入試に廢せよと叫ぶ教育家の一群がある。余はこれに全然賛成しない。内中とか家庭の詮衡とかは、聽て不公平を起すであらう。若し學力を無視し、試験成績の順位を度外視して入學を決めるならば、これ程不公平なことはあるまい。今の入試こそ最も公平なものであり、然るが故に、多数の子弟が刀折れ矢盡きる時は、潔く去つて次の決戦に望みを掛けるのである。教育家の新しい方法が、上流の子弟に阿諛して下流の兒を排してはならぬ。

今更いふまでも無く、偉人は多く微賤より起つてゐる。貧兒にして始めて克く困難に堪へ得るからである。一難去りて一難來るも、動ぜず、信念を變ぜず、己の眞に正しと信ずるところに進まねばな

らぬ。

この正しといふことは、但し妄斷であつてはならぬ。客觀的に正しいことであらねばならぬ。

所謂社會正義を行ふとて、青年が大罪を犯したことは、その例決して少くない。社會正義無論これを行ふべし。しかし、それは己のみ然信じ、他がこれを否定するものであつてはならぬ。

この意味に於て、余は倫理に於ける自然科学的見解を尙ぶ。凡て自然科学程客觀的なものは無い。自然科学の法則は、國の中外を問はず、時の古今を論ぜず、常に行はるゝ眞である。所謂人間性脱離の洗鍊を受けたものである。客觀の最上のものである。

ニウトンの力學法則は、千古に力を揮つてゐる。これは誰が見ても何時見ても正しいものであり、特殊性を持たないのである。

新時代の倫理は、自然科学的客觀性を備へるために、あらゆる健闘が望まれる。

自然科学は、人間に正義の觀念を植ゑ附ける。ジュネーヴの國際聯盟の建物に、「正義を立てざれば平和は得られず」と誌されてある。正義を主張せずして、自己の利害を打算して行動するは、唾棄すべし、男子ではないのである。

すべての倫理は正義と至誠とから出發すると思ふ。しかも正義感、深く天地の理に通じたものでなければ、得られぬことである。

「天地の理を知る人にして始めて共に人世のことを談すべきなり」とは、蓋し至言である。重ねていふ正義を行ふべし。しかしそれは飽くまで客観性を持ったものでなければならぬ。學生諸君、余は諸君にフランクリン自叙傳一卷の讀了を薦める。

フランクリンは、アメリカが持った最大の賢人であつた。大學者であり大政治家であつた。しかも彼が貧賤より身を立てた物語程讀者の血を沸すものは無い。徒歩山を越え河を涉り、職を求めて都指して勇む青年フランクリンの姿。それが實に簡潔な名文に書かれてあるのである。ともすれば、怯する青年の心を引き立たすに充分である。

余は又、自助傳一卷を提讀することを薦める。自助傳はセルフ・ヘルプを中村正直先生が譯したもので、往年青年必讀の書であつた。今の諸君に對しても、決して古色を持たず、千年尙新鮮である。煩悶を懷く時は、これ等の書に就け。能く、諸君の相談相手となつて解決を下して呉れるであらう。

ネルンスト教授の思ひ出

ウォルター・ネルンスト教授が、シレジア地方のマスカウ近郊で昭和十六年十一月十八日、享年七

十七歳で逝去したと報ぜられる。

ネルンスト教授は、一九二〇年ノベル化学賞の受領者である。ベルリン大學の教授であるが、物理學にも物理化學にも造詣深かつた。ドイツ應用物理學會、物理學研究會長をも勤めてゐた。

あの元氣のハチ切れるやうだつたネルンスト博士が未だ〳〵活動を豫期されながら、遂に逝去せられたことは、遺憾の極みである。

ネルンスト博士印象記を、「科學知識」誌上に、誰かが書いたものを面白く讀んだものである。その頃の「科學知識」は、今でもさうであるが有益な記事満載で、實に天下を指導してゐた。

ネルンスト博士を訪問して、ネルンスト博士が扉を開けて入つて來られるのを待つところの、若い學者の心の動きが、如實に記載されてあつた。

それから暫時して、私もドイツ留學の恩命を受けた。そしてかの訪問記事の回想を深く懷いて、ネルンスト博士に會つたものである。

その折の記事もザツと「科學知識」誌上に認めたことがある。こゝにはそれと重複しない點のみを掲げ、聊かながら博士を弔ひ度いと思ふ。

ネルンスト博士は、私は青年時代には、化學者とのみ信じてゐた。然るにベルリンへ來て見ると、ナンと物理學、しかも實驗物理學の王位にあつたのである。

さういへば、ネルンスト博士には、物理學上にも幾多の學業があるのであつた。アインシュタインの理論を裏書するやうな實驗や着想も仲々多いのである。

スナツプで見るやうに、一言居士であり、人指し指を特性的に前方に出しながら、寧ろ小太りの軀に精力一杯瀕らし、赭顔に鼻眼鏡の紐を垂れて、立ち上り、遠慮無く質問せられる。これは、ドイツ議事堂に近い、ベルリン大學實驗物理學教室のコロキウムの光景であつた。

日本の大幸博士と親交あるかに見え、私にオホカサ博士を知れりやと尋ねられたことがある。日本人で大幸博士の名の読み方を知らない人が多いのにと、驚いたものである。ネルンスト博士こそ、ドイツ學界の典型でないかと思ふ。溢るゝばかりの愛嬌を湛へて、しかも深く藏して示されないのである。

ネルンスト博士が、ネルンスト燈を發明せられた青年客氣の時代のことを、長岡博士から承つたことがある。

ゲツチンゲンにゐたネルンスト博士が奥山へ自動車を驅り、その機關で、發電機を動かし、ネルンスト燈を照らし、その下で踊り狂つたといふのである。このネルンスト燈は、一時は、學界に重寶されたものである。

膨脹宇宙論に關し星雲の光のスペクトルの赤方變位を、光量子論から説明せられたのを、ネルンス

ト効果と呼んでゐる。

サー・オリヴァー・ロツヂ先生を懷ふ

オールバックのあの懐しい風毛のロツヂ先生も、遂に昭和十五年夏自邸で死んだ。九十歳の高齡であるといふ。

ロツヂ先生は、無線界の先驅者であり、數學にも力量を持つたが、晩年心靈學に沈淪してから學界への寄與を絶つた。しかしイギリス思想界の巨人であり、屢々放送講演に人を魅了して止まなかつた。

サー・オリヴァー・ロツヂ (Oliver Joseph Lodge) は、一八五一年六月十二日、イギリス、ペンクハル (Penkull, Staffordshire) に生れた。彼は始め事務家になりさうだつたが、科學が好きで、一八七二年にロンドンのユニヴァーシテイ・カレッヂ (University College) に入つた。一八七五年にはベッドフォード (Bedford) 女子カレッヂの自然科學講師になつた。一八七九年には、ロンドンの母校の應用數學の助教授になつた。二年後には、リヴァプールのユニヴァーシテイ・カレッヂの物理學の教授となつた。そして一九〇〇年には、新設のバーミンガム大學初代總長に選ばれた。一九〇

二年にサーの爵位を得た。

彼の獨創的研究には、雷、ヴォルタ電池の動電力、電解現象、イオンの運動速度、電磁波と無線電信、地球の近くのエーテルの運動、霧と煙との防止に對する電氣應用がある。

一九一〇年以後は、心靈研究の第一人者となり、死人と語り得るものと強く信じてゐた。又科學と宗教との和合にも大いに努力したものである。

第一次世界戦争で戦死した彼の息子より「受取つた」通信をば載せたものは、「レーモンド、一名生と死」(Raymond, or Life and Death)の書である。一九一六年に出版されてゐる。

一九二〇年總長を辭してから、アメリカを廣く講演行脚した。その後、通俗科學書を多數著はした。一九一九年には、無線電信の先驅者としての功績により藝術學士院からアルバート賞牌 (Albert Medal) を受けた。

イギリス學術協會、物理學會、心靈研究會、ラヂオ協會、レントシエン會の會長を勤めた。一九〇二年には F.R.S. (イギリス學士院客員) となつた。

ロツヂの著書は非常に多い。次にその書名を掲げる。

- 1、初等力學
- 2、電氣の近代的概念
- 3、科學の先驅者
- 4、針金無しの通信

- 5、避雷
- 6、學校教授と學校改革
- 7、兩親と教師との數學
- 8、生命と物質
- 9、電子
- 10、物質の近代の見解
- 11、信仰の實在性
- 12、人間と宇宙
- 13、空間のエーテル
- 14、人間の不死
- 15、親と子
- 16、理性と信仰
- 17、近代的問題
- 18、戦とその後
- 19、レーモンド、生と死
- 20、クリストファー、人格の一研究
- 21、人間の創造
- 22、原子と光線
- 23、エーテルと實在
- 24、相對性
- 25、電氣沈澱
- 26、無線線譚
- 27、レーモンド (改訂版)
- 28、進化と創造
- 29、近代的科學概念
- 30、科學と人類の進歩
- 31、一學者の自然科學
- 32、何故私は人格の不滅を信ずるか
- 33、エネルギー
- 34、幽靈

最後の「物理學以上」は近代の波動力學にまで言及し、哲學及び心理學の近代的概念を擴張することを試みてゐる。一九三〇年版で、即ち八十歳の時の著書である。

サー・J・J・トムソンの追憶

サー・オリヴァー・ロツヂが死んだ後、幾干も無く、八月三十日八十三歳を以てサー・J・J・トムソンがケムブリッジで死んだ。トムソンはO.M. F.R.S. その他多くの學位稱號を持ち、周知の如く電子論の大立物であつた。嘗て有名なりしフィル・マグ(Phil. Mag., Philosophical Magazineの略稱)はトムソンとロツヂとが編輯主幹であつた。

ロツヂとトムソンとの間に、類似もあれば相違もある。ロツヂは元來、事務家になる積りであつたので、彼の科學知識は、始めは非常に困難な條件の下で、得られたのである。トムソンは、この反對に、殆ど最初からアカデミックな教育を受けた。元は技師になる希望であつたことは、彼の述懐にあ

る。ロツヂの發見は無線工學といふ大きな建築を造り上げた。トムソンは電子を發見して、科學の進歩に對して、より大なる貢獻をなしたのである。

トムソンは熱心と遠望と忍耐とを持つてゐた。故ラザフォード卿始め幾多の大科學者を生んだのである。

ジョセフ・ジョーン・トムソン(Joseph John Thomson)は、一八五六年の十二月十八日マンチェスターの近くのチーサム・ヒル(Cheetham Hill)で生れた。十四歳の時オーウエンス・カレッヂ(Owens' College)に送られ、技師の卵になる日を待った。オーウエンス・カレッヂは當時良教師を以て聞えてゐた、有名なロースコー、バルフォア・スチュアルト及びオスポーン・レーノルヅがゐた。學生にはシュスター、ポインティングなど後來大物理學者となつた人達がゐた。このことは六年位前にトムソンがロイアル・インステイテウシヨンで述べてゐる。トムソンはこの寮園のために、技術から物理科學の方に興味を移して行つた。次いで一八七六年ケムブリッジのトリニテイ・カレッヂに入り、スカラシップ(給費)を得た。最後の二十二年間はトリニテイ・カレッヂのマスターであつた。

一八八〇年はセコンド・ラングラーでスミス賞受領者であつた。ラーモアはシニア・ラングラーであつた。この年このカレッヂのフェローに擧げられたことは、彼の大いに誇りとするところであつ

た。一八八三年には、數學の講師となり、次年には、二十七歳の若さで、實驗物理學のキアヴェンデイツシュ教授 (Cavendish Professor) となつた。この教授の椅子は一八七一年クラーク・マツクスウェルが始めて占めたものである。この後はレーリー卿が襲いだ。このレーリー卿を襲いだのが、トムソンで、トムソンの後がラザフォード卿が繼いだ。

レーリー卿は、グレーズブルーク及びビヨアの助力で、必要な實驗研究の基礎は置いてゐた。トムソンは此所に一九一八年まで椅子を占め、この年トリニテイのマスターとなつた。又名譽教授ともなつた。その後も、キアヴェンデイツシュ實驗所で活動を続け、又後輩を激勵して彼の足跡を踏ましました。

教授としての初期の十年間は、マツクスウェルの開いた徑を固めるために、電磁論、物質構造論に全力を注いだ。一八九三年には有名な *Recent Researches in Electricity and Magnetism* が出た。

ガス中の放電は、液體中の電流とどんな關係にあるかを、トムソンは大いに研究した。次に陰極線を研究して、電子を発見した。一八九七年ロイアル・インスティテューションで、この「粒子」 ("corpuscle") と呼んだものに就き始めて述べるところあつたが、直ちには受け入れられなかつた。しかし臆て電子論は、近世理學の根本となつた。

第一次大戦には、一九一五年に發明及び研究局の一員として、潜水艦檢出の方法を發見した。素人

發明家の提案をも審査するので、多大の時間を費した。このことに就き、先年出版された *Recollections and Reflections* に記載がある。又政府委員長として、自然科學的教育の建直しをやつた。

一九〇八年サーの稱號を得、數年後にはオーダー・オブ・メリットに叙された。一八八四年ロイアル・ソサイエテイのフェローとなつたが、これはキアヴェンデイツシュ教授となつた年である。一八九四年にはこのソサイエテイのロイアル・メダルを得、一九〇二年にはヒュース賞牌を、一九一四年にはコプレー賞牌を得た。N.P.L.の創設に盡力し、又科學及び工業研究省の建設にも功勞があつた。

一九〇五年ロイアル・インスティテューションの教授となり、この年ノベール賞を得た。教授は一八八八年まで續いた。

一八九六年、一九三一年英國學術協會のA部の部長となり、一九〇九年には協會長となつた。一八九四年にはケムブリッジ・フィロソフィカル・ソサイエテイの長となり、又オックスフォード、ダブリン、ロンドン、マンチエスター、コロムビア、ケムブリッジ、ダラム (Durham)、パーミンガム、ゲッチンゲン、リーヴ、オスロー、パリ、エディンバラ、リーディング (Reading)、プリンストン、グラスゴー、ジョーンス・ホプキンス、アテネ、クラコフ、フライデルフィアの大學の名譽學位を得た。エディンバラのロイアル・ソサイエテイの名譽會員でもあつた。一九二四年土木工學會、一九三二年機械工學會の名譽會員となつた。一九〇七年電氣技師協會の名譽會員となつた。そして最後の會から

一九二五年フアラデー賞牌を受けた。一九三八年ケルヴィン賞牌を得た。その他外國より、フランクリン、スコット賞牌などをも受けてゐる。

トムソンは驚く程、實技が不熟練であつたことを嘗ての助手、ノベル賞受領者F・W・アストンがタイムズに書いてゐる。しかしそれにも關はらず、確かに實驗に對する天才を發揮したのである。以上に於て、エンヂニアリング昭和十五年九月六日號を参照したところが多いが、筆者又ケムブリッジ・マンたりしこともあり、聊か弔詞の代りとして認めた。

傳説を科學する

プロツケン山の名は「プロツケンの妖怪」(プロツケン・ゲスペンスター)を以て世上に聞えてゐる。ドイツ・ハルツ山脈中の峻峰で、高さ一一四〇米ある。

「プロツケンの妖怪」は、登山者の姿が折からの霧に影を投じ、又影の周りに輪狀の縞が見えるものである。

この山では木霊が著しく、これを山幽靈の怪音としたものである。中世紀新教樹立のアウトグスチン

怪僧は、若い頃、此所で修行したのである。詩人ハイネは二十八歳の時此所に遊び、ハルツ旅行記を書いてゐるが、ハルツに關する傳説や怪異を記した。彼は「プロツケンの妖怪」の像をメフェイス博士の姿とし、木霊を博士の聲と信じたものである。

サハラの沙漠に、夕日が落ちると、砂丘に怒濤の如き怪音を聞くことがある。この音が隊商の枕邊に押し寄せる時は、驚き怪しみ、銃を持つて天幕から飛び出すといふ。これは砂が砂丘から迂り落ちる音であらう。

極地で北光が現はれる時、よくシュツシュツといふ音がするさうである。これは人間の呼吸の音ともいふし、或はセルト・エルモの火と同じ原因の刷毛放電の音ともいはれる。

傳説を科學する第二の問題として、浮島がある。

「四方の山海波靜かなるしるしにや心も浮きて遊ぶ島かな」

或は

「島遊ぶ夢の行衛や霧時雨」

など夫々、藤原實方及び芭蕉の詠であるが、これは山形縣大沼の浮島を歌つたものである。

大沼は一萬坪ばかりの湖である。白鳳年間、役の小角がこの地に来て毒蛇を法服したといふ、湖沼

的な傳説がある。この沼には徑數米の大體長方形の島が大小六十數箇ある。天平年間僧行基が此所に來て、日本六十餘州に喩へて島々に名を附したといふ。

島には葦が密生し、平常は汀に寄り添つてゐるが、時には夢見る如く、迂る如く動く。昔はこれの動く方向で吉凶を判斷したといふ。

これは、雜草が腐敗してガスが発生し、この氣泡が浮袋の働きをし、島を浮遊させるものと考へられる。丁度現代最新の選鑛法たる浮游選鑛法と同じ原理である。そして水面の空氣と水との溫度の分布が、島の動く方向を定めるのである。

橘南谿の東遊記後編卷四の終りに「塔倒影」がある。即ち信州諏訪明神に七不思議あり、その一つは、諏訪の塔の影が下諏訪明神の拜殿に映るといふのである。

京都東寺の塔の九輪寶鐸までありくと塔の東の家に差し込むといふ、記載がある。朝日に照らされた結果である。

馬琴もこの種の見聞を記してゐる。即ち三河國新堀の木綿問屋で、納戸の戸の節孔に紙を一尺手前に當てると、十間ばかり先の泉水草木悉く映り、五色は五色に、六色は六色に寫るとある。

カメラ・オブスキュラが何故日本に出來なかつたか。科學する心が足りなかつたからか。

不知火は、舊曆八朔の未明に九州八代海に現はれる光現象で、これは景行天皇の御代から知られてゐる。已に一世紀前に不知火考があり、南橘の西遊記にも載つてゐる。

不知火の現象中に、飛火として横に光が飛び明滅することがある。空氣中の柱狀渦動は光の分裂屈折を現はすのである。不知火が漁火の異狀屈折によることは、可なり前から一部に知られてゐたが、その以前には夜光虫説もあつた。

福島縣に妙見山とて海拔八百米の山がある。曇天の夜十一時頃に山頂から見下すと、赤味を帯び明滅する光が數十箇不氣味に現はれる。御龍燈といはれる。これは郡山市の燈光の異常屈折現象である。

江戸の王子稻荷には「毎年大つもごりの夜、諸方の命婦この社へ集り來る。その點せる火の連り續けること、そこばくの松明を並ぶる如く、數おほくの螢を放ち飛ばしむるに似たり」とある。江戸名所圖會にこの繪があり、大狐、小狐飛び廻はり、口から火を吐いてゐるものもある。川柳にもこの狐火を歌つてゐる。恐らく、かけ取りの商人が御参りする提灯の火であらう。

諸國里人談、怪異譚には、鬼火、狐火、火柱、人魂、ふらり火などが多く傳へられてゐる。

夜陰に、狐が骨を含んで妖火をなすと考へられたこともある。

「狐火やどくろに雨のたまる夜に」の句は、磷が燃えることをその原因と見做すが、磷の化合による光はそんなに遠くから見えるものではない。

身邊科學

日光浴

動物の組織の中にエルゴステリン又の名エルゴステロールといふものが廣く分布し、それが三三三ミリミクロン（一ミリミクロンは百萬分の一ミリメートル）以下の波長の紫外線で變化して、新物質になる。これがビタミンD様物質である。この物質は、血液中の磷とカルシウムとの量を正常にするもので、即ち腸からの吸収を良くするので、クルー病が起らなくなる。

日光浴の必要なこと、如上より解るが、これも過度では宜しくない。

日の強く當たる所で働く農夫や水夫の手、足、背、顔が赤くなり、水泡を生じ、甚しい場合は腫瘍に轉化する奇例が、内地、外地、西洋にある。されば、職業痛の一種としてこれが擧げられてゐるの

も、首肯される。

これは食物と日光との併合作用で起るらしく、ポルフィリンのある食物が原因をなすことは、獸醫學上の問題とされる。

營養と人體

マルガリンといふのは、普佛戰爭の際フランスで造られたものである。ナポレオン三世の時のことである。牛や豚の脂などで造つたことがある。

飯が儘でないやうにするには、成るべく早く冷やすが宜い。

營養物ビタミンCは攝氏の百度以下で破壊されるが、ビタミンBの方はずつと強い。

キヤベツや松葉、緑茶の中にはビタミンCが含まれてゐる。冬、野菜が不足する時、茶を喫むのは、非常に宜い。北國地方では冬に茶を良く喫む。蒙古の沙漠地方では、茶が唯一のビタミンC供給者である。粉茶は、體積が小さくて運搬に便である。

緑茶は、レモンなどよりも多量にビタミンCがあるが、カロチンといつてビタミンAの作用をする物も含まれてゐる。しかし後者は湯に溶けないから、抹茶を用ひなければ、攝取されない。カロチンは視力や神経を保護して呉れるものである。

カロチンといふのは、人参の赤い色素である。プロビタミンAといはれ、動物体内に入つてからビタミンAに變はるのである。ビタミンAは葉緑素の中にある。ネギ、キャベツなども、白色箇所にはビタミンAは無い。ビタミンBは種子の中に最も多い。

ビタミンCも種子の中に最も多い。佝僂病といふのは、イギリス病ともいはれる。骨格形成時に石灰質が充分沈着しなかつたからである。これは日光に當ることが少い人に起る。日光の紫外線が人の健康に大切なのである。

黒人がニウ・ヨークなどの塵埃の多い都市で、この種の病氣に罹ることがあるのは、皮膚が紫外線を反射するからであるともいはれる。

動物性脂肪にはビタミンAが多い。

ゴマ油は永く持つが、米糠油はさうは行かないものである。油は酸化させないやうに貯蔵しなければならぬ。ゴマ油、大豆油にはビタミンAが無い

ビタミンは栄養物であるが、ホルモンの方は栄養物とはいはない。

波長で二七〇〇オングストローム（一オングストロームは一億分の一センチメートル）といふ紫外線を牛乳に照射すると、ビタミンDといふものが出来る。これが佝僂病の治療剤になる。我々の皮膚に分泌される或種の物質に、この紫外線が當ると、Dが出来るのである。日光浴が衛生上宜いので

はそのためである。しかし日光浴をしなくても、Dの多い食物を攝れば、同じことである。洞窟にいても、Dを攝取することを怠らなければ宜いのである。

十萬燭といふ強い光の水銀燈が出来てゐる。それから出る紫外線で、皮膚に日焼を起すと、これは一年以上も消えない。産院などで、多数の小兒を區別して置くのに、皮膚に紫外線で印を付けるのが宜しい。

水は、咽喉が渴いても、飲み過ぎない方が宜い。それは水分を攝り過ぎると、血液が稀釋され、身體に宜くないからである。熱工業に従事する人でも、一度に多量の水を飲まず、少し宛飲むが宜しい。

それ程、水は血液の中に入り、全身を循環し易いのである。飲んだ水が直ぐ小便に出るのでない。渴して水を欲するのは、血液の鹽分が濃くなるからである。汗になつて鹽分が外に出るが、これはさう多くない。

砂糖を攝り過ぎて下痢したなど、以前はあつたものである。これは腸を刺戟するからである。

流感は二十五年乃至三十年の週期を以て流行するといふ。これは体内の免疫抗體が無くなるためであらう。十二支ふた巡りのハシカは重いといふのも、同じ週期を物語る。

免疫抗體は動物には強く現はれるが、昆蟲などには殆ど出来ない。しかも流感は動物實驗が出来な