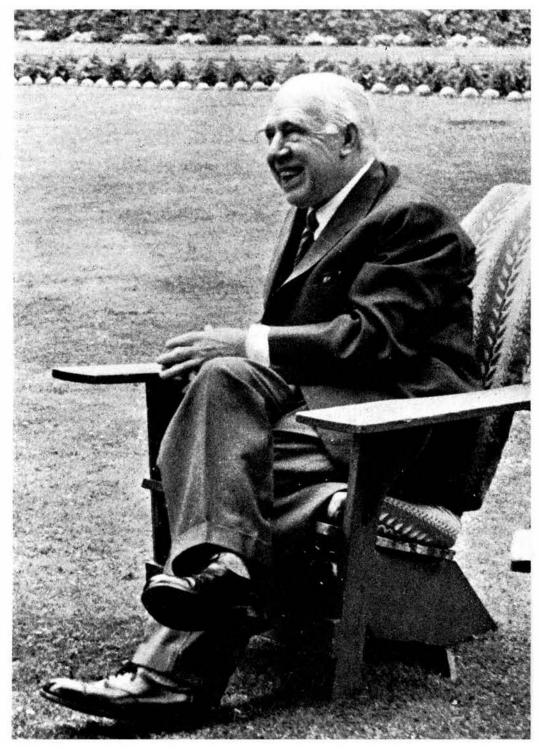
■ 自宅の庭でくつろがれる ボーア先生 (1961年長岡治男氏撮影)



UNIVERSITETETS INSTITUT

eccapaments September 22,1949.

Dear Dr. Kelly.

I am writing to tell how happy we have been here in Copenhagen for the visit of Dr. Nishina who. as you know. worked for years in this Institute, where he won the warmest friendship of all of us. We were deeply impressed by his truly human attitude which together with his high scientific qualifications and untiring zeal should make his activity most valuable in the great and difficult task of restoring conditions in his country. His stay here was an extreme pleasure to us all, and we hope also an encouragement to himself, and we are deeply greteful to you for fecilitating his journey to Denmark, I understand that also a journey to U.S.A. of/a group of distinguished scientists including Nishins has been planned and I am sure that such a visit will have the greatest effect in promoting cooperation in the proper spirit. From American delegates to the meeting of the International Council of Scientific Unions, which Mishins attended here, I also learned that the visit will be most heartfly welcomed in scientific circles in U.S.A. With the same post I am writing to the Secretary of the National Academy of Sciences in Washington, Dr. Bronk, who is a personal friend of mine, to express my pleasure in hearing about this plan and my hope that it will soon be realized.

Yours sincerely.

Wich Bohn

Dr. Herry C. Kelly, ESS/ST. GHQ, SCAP, APO 500, Tokyo, Jepan. 数ボーア博士のこの手紙は、昭和 24 年の故仁科博士の渡欧の後、当時 GHQ におられたケリー博士にあてて送られたもので、その次の年のアメリカのナショナル・アカデミーによる言及し、国際学術交流への日本の音を強く表の温い配慮が文面にあれています。二人のすぐれた科学者の相互の愛情と遊がをよく表わした歴史にとどむべき貴重な手紙であるとして、財団られたものです。

## ニールス・ボーア博士のこと

#### 朝永振一郎

原子の中では、それまでに知られていた物理法則と全くちがった法則、量子力学が支配していることを発見して、近代物理学の基礎を築いたニールス・ボーア博士は、昨年十一月十八日コペンハーゲンでなくなられた。この写真は理化学研究所の長岡理事長が博士のなくなられる前の年にコペンハーゲンを訪れたときとってこられたものだが、実によく博士の暖かい風貌をとらえている。

ボーア博士の量子力学の発見は、物理学界では革命的なできごとであって、アインシュタインの相対性原理の発見と同様、ただ天才の深い洞察だけがつかまえることのできたものであった。しかし博士は、その天才に加えるに、その人間的な暖かさによって、多くの後進を引きつけ、その門下からは優れた学者が雲のように現われた。博士の居られたコペンハーゲンは世界中の学者のメッカとなり、わが国からも、仁科先生はじめ多くの人たちがここを訪れて博士の薫陶を受けたものである。

ボーア博士は昭和十二年に訪日されたことがある。東京大学で講演されたとき、筆者も、仁 科先生のうしろになかばかくれるようにして、おそるおそるこの世界的碩学にお目にかかっ た。このとき、仁科先生の紹介で博士と握手する光栄をになったが、その大きな手のやわらか いあたたかさは今でもはっきりと記憶している。ボーア博士は、その頃筆者が仁科先生の御指 導でやっていた仕事のことに言及されたが、筆者のトモナガという名がとても発音しにくかっ たらしく、タマノーゴと云われて、仁科先生の方を見ながら、ナカナカ、ウマク、イエマセン とでもいうような、やや困惑した表情で、いたずらっぱくその温顔をほころばされた。そのこ とも深く印象に残っている。 こうしてボーア博士にお目にかかった直後,筆者は渡欧したのだが、ヨーロッパに来たらぜひコペンハーゲンを訪ねるように、といわれた博士のおことばも、戦争勃発で実現できなくなった。終戦後はアメリカのプリンストンで博士にお会いし、また一昨年は、ベルギーのある会合でお目にかかり、そのときもコペンハーゲンに来ないかとのおさそいを受けたが、それを果たすことができないままに、ついに博士はなくなられてしまった。こうゆうわけで、筆者は直接博士に接することきわめて僅かであった。しかし間接には、仁科先生はじめ、コペンハーゲンに学ばれた諸先生、諸先輩を通じて、博士の精神、いわゆるコペンハーゲン精神は知らず知らずの間に、筆者の研究生活に強く影響していることが今さらながらひしひしと感じられるのである。

■ 東京大学原子核研究所 (田無)の電子シンクロトロン。電磁石は8個 に分れ現在エネルギー 0.75 BeV がえられて いる。将来1.3 BeV と する。

円形軌道の直径は約11 mである。

*		i e
	œ.	

# 太陽と電離層

中学校・高等学校の理科教員のための講演 1959年9月25日連化学研究所講堂において

#### 青野雄一郎

はじめに

ただいまご紹介にあずかりました青野でございます。

実は今日の講演を依頼されましたときには, この理研という学問のメッカでお話するとい うことに,非常な困惑を感じました。朝永先 生以下,大先生方がおそろいですし,高等学 校の時教えていただいた先生もいらっしゃい ます。しかもふだんから電離層関係の研究で 一緒に勉強している方もおいでなので,はな はだ困るのでございますが,「太陽と電波」



という外国まで名の売れたカラー・フィルム を映写することを先に決めてしまったからそれに割合近い話をするようにとの強いご要望 で、止むなく覚悟を決めたわけでございます。 それで、大先生、諸先輩のことは念頭におか ないことにして、一般的なお話をしてみたい と考えております。

実は「太陽と電波」のカラー・フィルムを 先に見ていただくと話し易い点もあるのでご ざいます。しかしこれは、色が非常にきれい でなんとなくわかったような気になるように できていますが、実体はなにも説明していな い映画であります。ここでは先にお話をする ことになっておりますので、後ほどフィルム をごらんになって私の話はなるほどそうであ ったかというふうに色でもって思いだしてい ただきたいと思います。すでに朝永先生か ら、一番大事な序論の部分——太陽には核融 合のはたらきがあり、そこからいろいろな輻 射(radiation)がでてくるのだ——と紹介され ましたので、もうそれで大体すんだようなものですけれど、それによって地球の大気がどんなふうになるかということを、私がお話しいたします。

上層大気の成分 地表面付近の大気には大体 はいくつかの層 窒素分子と酸素分子が,重 さで 4:1 くらいの割合で 含まれていること,これはもう皆さんご存じ であると思います。そういう大気に対して,朝永先生の述べられました,太陽からの輻射が降りそそいでくるわけであります。大部分は,大体 6000 度という黒体 (black body) からでるような輻射がやってまいりますが,その他に,太陽の上空にあるコロナが大体 100 万度くらいとすれば,この温度に相当するものからでてくる輻射も入っております。

一方,大気中の酸素分子は大体,輻射の中で 2400 Å 以下の波長のものをうけますと,酸素原子に解離してしまいます。実際には酸素分子の性質で,1300 Å から 1750 Å くらいの波長のものをうけたときに,一番よく酸素原子に解離します。従ってこれらの波長のものをふくむ太陽からの輻射の降りそそぐ上空では,酸素分子ではなく酸素原子の形で存在しています。この輻射線はこの解離の作用

をしているうちに、だんだんと吸収されてしまって地表近くには侵入してこないわけであります。それで地表の付近では酸素は酸素分子として存在しますが、ずっと上空では酸素原子として存在していて、この境が大体地表から 100 km くらいの高度であると考えられております。

これに反して窒素分子を解離するエネルギ ーは非常に大きく,従って窒素の大部分は窒 素分子として存在しております。あるいは NO の形で存在しているものもあるといわれ ております。 ところが N<sub>2</sub> と O では, 重さ からいえば O の方が軽いのですから, これが 上空の方の主成分ということになります。つ まり主成分では, 0 が一番上空の方にあり, それから  $N_2$  になって、さらに  $O_2$  と  $N_2$  と が混り合っているというような恰好で地表ま できているのであります。水素やヘリウムは 非常に軽いので, ずっと上空に上昇して強い 太陽の輻射をうけて温度が上がり、その速度 が増して地球の引力にうちかつようになるの で,地球の引力圏から脱出して,地球の大気 の中には混っていない、ということになって います。

大気の成分は太陽 こういう大気の成分に対の輻射で電離する して作用する太陽の輻射には、O2をOに解離するものだけでなく、その他非常に広い範囲の波長のものが含まれておりますから、いろいろなことが起こります。たとえば O, O2, N, N2 の電離に要するエネルギーを、皆さんもご存じのエレクトロンボルトで書きますと第1表のようになります。

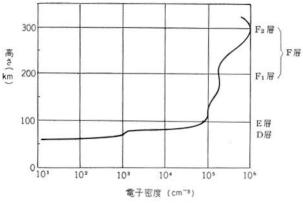
	電離エネルギー	相当する波長(上限)
0	13.61 eV	911 Å
O <sub>2</sub>	12.07	1020
N	14.54	853
N <sub>2</sub>	15.58	796
NO	9.25	1340

第1表 大気中の物質の電離エネルギーと 相当する波長との関係(この波長 より短かい波長の輻射は電離を起 こすことができる。)

この電離エネルギーを与える輻射の波長も書いてあります。ここに書かれた波長よりも短かいものは、それぞれのものを電離することができるわけです。もちろん、電離可能なエネルギーの輻射がやってきても、O,  $O_2$ , N,  $N_2$  のそれぞれに対して、一般に電離断面積という名で呼ばれている電離の確率、つまり電離し易いか、し難いかという性質をも考える必要がありますが、とにかく、これらを電離しうる輻射が全部含まれている太陽の輻射

がやってきますと、大気の原子および分子が 電離され、それぞれから電子が出てくるわけ です。実際には、ずっと上空では大気の密度 が小さくてとび出す電子のもとがありませ ん。それから高さが低くなるに従って、たと えば酸素原子の密度が大きくなり, それの電 離によって出てくる電子の数が増大してきま す。今度は輻射の方からみますと、電離作用 をしたために酸素原子に吸収された形になっ て、電離のはたらきがなくなってきます。す なわち, 高度が低くなってくると, 電離される 原子とか分子とかの密度が大きくなって電子 が増大してくるのですが, 一方輻射の電離作 用は吸収により減少してきます。非常に低い 層では電離作用がなくなってきます。従って ある高さに電子が一番たくさん生成される層 ができるわけであります。さらにこの生成さ れた電子が陽イオンと衝突して中和したり, 中性の原子とか分子に付着して陰イオンを形 成したりして,電子が消滅していくのですが, 衝突する確率は高度が低いほど大きいという ことと関連して、電子の生成が最大のところ より少し高い位置に、電子が最も多く存在す る層ができる。これを電離層といっておりま す。英語では ionosphere といいます。

電離層はいくつか 前に述べましたように、 に分かれている 電子を出すもとの原子と か、分子とかがいくつか違った高さにありま すから、それに応じてそれぞれ違った高さの 電離層ができます。つまり電離層では電子が いくつかの層をなして超高層のところに存在 しているというわけです。大体の様子を書き ますと、第1図のようになります。電子の数



第1図 電離層の成層

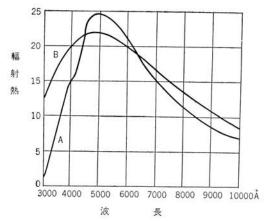
は昼間の一番多い時の値ですが,この一番上にある層が F 層といわれて,下の方にある層に対してはだんだんアルファベット順に下げて呼びます。 F 層は2 つに分かれているばあいが多くて,その時には上の方から  $F_2$ ,  $F_1$  と名付けます。 100 km 付近にE 層,それよりも低いところに D 層というものが存在し

ています。まだ C, B, A など名前は残っているのですが,そういうものは実際にはなさそうであります。そして一番高いところの電離層の  $F_2$  層の辺は大体酸素原子 O から出てきた電子でできている。つぎの  $F_1$  は  $N_2$  が NO かいろいろ説があってはっきりしないのですが,それからできた電子分布が  $F_2$  と区別できる時に  $F_1$  と呼ばれることになっています。次の E 層は  $O_2$ , D 層は  $O_3$  がその電子のもとではないかというように考えられております。

このような電離層の形成が 太陽の輻射はそ 行なわれるので, 太陽輻射 のまま地上には やってこない の強度分布を実際に地表面 で測りますと、太陽を仮りに 6000 度の黒体 とみなしたばあいの計算値(理科年表にもの っている) からはずれております。(第2図) 主として短かい波長の部分は電離層を形成す るために費やされたわけであります。また実 際には、太陽面の爆発のためにできる軟X線 などの波長のごく短かい輻射も, もちろん地 表に入ってこないで、D層付近の異常電離層 をつくることになります。ところで、先に朝 永先生が述べられましたように,太陽が核融 合を行なっているものだとすれば, それから

出る輻射をそのまままともに受ければ、現在 の生物は生きてゆけないはずであることは皆 さんご存じのとおりです。開びゃく以来、こ れらの電離層で吸収をうけたあとの太陽の輻 射下でこそいまのような生物ができ上がり、 また生存している。あるいは、現在の生物は

ワット/cm2·Å・



第2図 地表付近で観測される太陽の輻射強度と太陽を 6000 度の黒体と仮定した場合の輻射強度との比較

曲線 A: 観測結果 (Mt. Whitney, 4420 m, Smithsonian Physical Tables, 1933, 太陽の天頂角零)。

曲線B: 太陽を 6000 度の黒体と仮定した場合の計算値。

図の左端で A が B より低くなっているのは, 短かい波長の輻射が電離層をつくる ため に吸 収されるからである。 おしなべて大気の底にうごめいているものなのだ、海でなぞらえれば、深い海底にいる生物が全部赤い色をしていて、波長の長い可視光線に適合しているように、地表面の生物は、これらの電離層を通った輻射のもとでのみ生存できるようなものが現われ、かつ残存してきたのだ、ともいえるでありましょう。

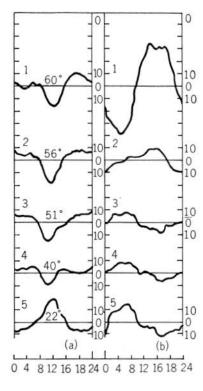
いま述べましたように, 地 大気の超高層 でも風がある 球の大気は、数 10 km か ら先はずっと上まで電気を帯びている。大気 は電離して電子を放出し、分子や原子は陽イ オンになっている。電子は中性の分子や原子 に付着して, 陰イオンで存在している可能性 もある。ことに高度の低いところではそのイ オンの量は多いと考えられております。そし て、これらのイオンは大気の流れにのって移 動しております。大気はずっと超高層にいた るまで,風といいますかその流れがあります。 その風は,数 10 km からずっと上空では, 大体毎秒 100 m くらいの速度であります。 その原因のひとつは、地球の昼と夜の面で温 度が違い、その温度差によって移動がおこる。 また太陽や月による引力で, 海水がみちひき するのと同じように, 大気が潮汐現象を起こ していることに由来するものであります。

電離層の電子の 風が吹きますと、電気をも流れは地球の磁 ったイオンとか電子が流れ場を変える るわけであります。電子というのは、非常に小さいものだから、大気が動いてもざるで水をすくうように、全部あとに残るのではないかと考えられる方があるかも知れませんが、実際はイオンが衝突して、大体大気の動く方向へ電子も動かされていくというふうに考えられております。ところが

地球に磁場があるので、大気と一 しょに動こうとする電子は、磁場 の影響で、両方に直角の方向に動 かされます。そしてそこに、電流 が起こります。電流が起こると磁 場が起こるというようなことで、 これが微少ではありますが地球の 磁場を変動させる原因となるわけ です。

実は、このことは電離層が発見される前から、すでに予測されていたものであります。ずっと昔、物理数学で非常に有名な学者でありこの方面でも有名なガウスは、地球の磁場の強さや方向が各地方でそれぞれ異なることを取り上げ

て、地球の内部に原因があるか、外部に原因があるか、というようなことを解析したのであります。そしてガウスは、大部分の原因は地球の内部にあるのだという結論を出しました。その頃は、測定点が地球全体からみて少なかったし、精度もあまりよくなかったのですが、だんだんと精度がよくなって、地球の磁場の微細な日変化というようなこともわかってきました。



第3図 異なる地磁気緯度における地磁気水平分力の平均 日変化特性

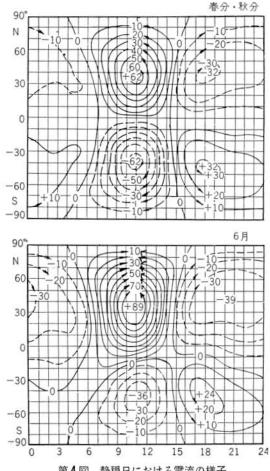
- (a) 静穏日
- (b) 磁気異常の日

地磁気の変化か 第3図はふつうの日の地磁 ら電離層の存在 気の変化であります。図示 が予言された のものは水平分力で、北極 から赤道に近い方に順にならべてあります。 ガウスと同じやり方で、こういう変化はどう

から赤道に近い方に順にならべてあります。 ガウスと同じやり方で、こういう変化はどう して起こるかということをしらべた結果、地 球の磁場の大部分の原因は地球の内部にある ということの他に、その3%くらいは外部か らの影響によるということがわかってきまし た。そして、そのためには地球の上空に電気 を帯びた層がなければならない、というふう に考えを進めた学者がスティワートという人 で、すでに 1882 年にそのことを考えており ます。あとで述べますが、電波で実際に電離 層を確認したのは 1925 年なのです。ですか ら理論的研究から一応こういうものがなけれ ばならないということを予言したのは、それ より 40 年以上も昔であったわけです。

第3図のような地球の磁場の日変化が起こるためにはこういう電流が流れねばならない、という計算があります。(第4図)そのためには電離層がなければならない、というのが予言の内容でした。

電離層は電波によ そして 1925 年以降,電波って確認された によってその存在を確認



第4図 静穏日における電流の様子

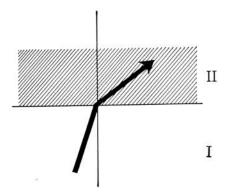
上図は春分, 秋分におけるもの, 下図は6月のものを示す。

縦軸は緯度,横軸は時間で表わした相対的経度(たとえば0と24は太陽と正反対の子午線,12は太陽のほうに向っている子午線を示す)。

されてきたのでありますが、電離層に電波を あてるとどうなるかということを述べる必要 がありましょう。イオンと電子があるときに、 その中に電波が入ってくると、イオンは非常 に重く電子は軽いので、電波の電界の振動で 電子だけが動かされます。イオンの方は重く て、電波の影響をうけないのでありますが、 電子は振動します。

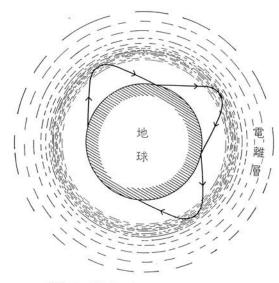
ところが一方、空気の中でもあるいは真空中でも同じことですが、その中に電波という変化する電界があると、そこに変位電流というものが流れる。その電流変化が磁場を生じ、さらにこれが新らたに電界をつくり、これらがくみ合わさって電磁波となってずっと先へ進んでいく。これがすなわち電磁波の進行であります。それで、電離層の中へ電波が入りますと、電子は電界によって運動をひき起こされて電流を生ずるのですが、その流れが変位電流の方向と逆になるので、電波が電離層の中に入ると、それによって生ずる変位電流が真空中(または電離していない大気中)よりも少ないという現象が起こる。そのため、屈折率μを、地球の磁場を無視して計算すると、

(1) 
$$\mu^2 = 1 - \frac{ne^2}{m\pi f^2}$$



第5図 電離層中における電波の屈折 Ⅰは真空(電離されていない空気) Ⅱは電離層。

ということになる。ここで、nは 1 cm³ 中の電子数、eとmはそれぞれ電子の電荷と質量であります。f は電波の周波数です。したがって屈折率 $\mu$ は真空中で1であるとすれば電離層では1よりも小さいということになります。そこで、I を真空中、II を電離層としますと、(第5図)電波の進行方向がIIの方では垂線から遠く離れていくことになります。ですから光でいえば、I は水で、II は空気、そして水から空気へ光が入っていくと同じように屈折するわけです。電離層では真空よりも屈折率が小さいという事実は、いささか奇妙な威じではありますがこれが電離層の大事な性質です。



第6図 遠距離通信の場合の電波の通路

実際には, 上空にいくに 電離層で電波を屈 従って,次第に電離層は 折させると遠距離 通信ができる 濃くなっていきますの

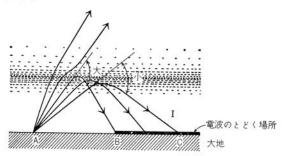
で,電波が入っていきますと,次第次第に角 度が曲っていって, もう一回地球に戻ってき て、大地の上で再び反射します。(第6図)こ れをくりかえすものですから、地球の裏側ま で電波が到達するということも起こります。 電波は光と同じ電磁波であり、したがって真 直ぐ進むはずでありますが、電離層が囲んで いるために, そこで屈折されて, 地球の裏側 まで電波がとどくわけです。そして国際通信

のように、遠距離に電波をとどかせて遠距離 通信をすることができることになります。

電波のまげられ方 できまる

この場合,(1)式に示すよ は電離層の電子密 うに、電離層の中の電子 度と電波の周波数 密度 n と, 使う周波数の  $2 乗 f^2 とが、ちょうど分$ 

子と分母に入り、この関係で屈折率がきまる わけです。ですから電離層の中のnが小さけ れば、f がある小さい値のときに同じ屈折率 になりうるわけです。 実際, 実用通信の場合 に A から C に通信をするとすれば、I のよう な電波を使うのですが、(第7図)もう少し近 距離に通信する場合は, 折り曲げる角度は大 きくなるはずであります。ですから電離層の 方からいえば, 近距離に伝える電波の方が骨 が折れるわけです。 骨が折れるというのは, このnが大きくなければいけないことになり ます。



第7図 跳躍距離の生じるわけ

屈折電波は跳躍 そして一番深いところ,つ 距離より近くに まり電子密度の一番大きい はとどかない ところまで入ってようやく

Bにとどくくらい屈折できたとすれば、Bは、 それより近いところに電波を伝えようと思っ ても不可能になる限界を示しています。この ときの角度以上では折り曲げられないで電波 は地球の外の方にでていってしまう。する と、AからBまでは電波がおりてこないとい うわけで, かえって近いところの距離に電波 をとどかせるということがむずかしくなりま す。ABを, 跳躍距離 (skip distance) といっ ておりますが, これは電離層の最大電子密度 と電波の周波数とによって変化しますから通 信する相手までの距離をみて、またそのとき のれがいくらいくらであるかということを考 え, 跳躍距離の内部に相手の局が入らないよ うに f を選ぶことが通信のまず第1の要点に なるわけです。

電離層の電子密 そのためには、電離層の n 度は太陽の影響 を知る必要があります。とをうけて変わる ころがはじめに述べましたように、太陽の輻射から電離層ができるわけでありますから、その太陽がどんな状態のときに、どういう電子密度になるか、というこ

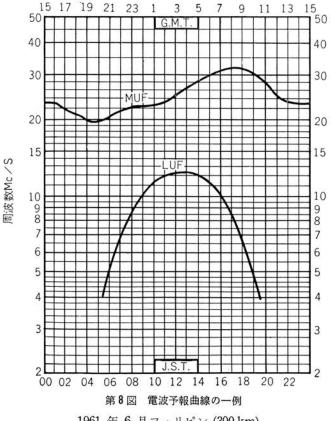
とを予知するのが非常に大事なことになって まいります。実は、無線通信では、いったん 連絡が切れたが最後、目で見えるところ、声 のとどくところにいても電波はとどかない。 手権信号でやれても無線でやれないというよ うなことになるので、非常に不便な点があり ます。ですから通信計画をたてるには、あら かじめ何時何分に周波数を切りかえろという ようなことを、電波の状況のよいときに、ま ず打ち合わせをしておかなければいけない。 あるいは1年も2年も先のことなら、手紙で やっておく、ということにもなるので、いよ いよ電波が通じなくなってから,ああしよう, こうしようといっても間に合わない。こうい う次第で予報が重要なのです。予報というの は、たとえば太陽の黒点と電離層とはどうい う関係にあるか、ということをよくしらべて おいて、 ――太陽の黒点の測定はもう 200 年 もつづいているから将来の予測もたてやすい ――この予測から電離層もどうなるだろうと いうことを予報するのです。この予報にもと づいて通信計画がたてられるわけです。

電波は電離層で それからもうひとつ,電波 吸収もされる が電離層の中に入ります と,いま述べましたように屈折が起こるので

すが、その他に吸収という現象があります。 電波が電離層の中へ入って電子を動かします と, まわりにイオンあるいは中性の原子や分 子がありまして、それに衝突します。そうす ると, せっかく電波から与えられた振動がと まってしまったり, あるいはとんでもない方 向へ動いたりしますから, 衝突で電波のエネ ルギーがなくなっていく, 消耗していくとい うことが起こります。つまり電波が弱くなっ ていくわけです。それを吸収という名で呼ぶ とすれば、電離層の中では屈折だけではなく、 電波の吸収が起こる、ということになるわけ であります。そこで先の第1図ですが、電子 密度からいいますと、F層が一番大きいの で,(1)式からみてもfの大きな電波まで使え る。また高いところにありますから1回の反 射によってとどく距離は大きい。従って、国 際通信などの遠距離通信に対しては、この F 層のはたらきが一番大きく, E層は大体, 国 内通信, あるいは近距離の通信に利用するよ うに使われます。ところが D 層は, n が小さ いので屈折にはあまり、影響がないのですが, この辺ではもう大気の圧力が大分高くなり, 大気密度が大きいので、平均自由行程 (mean free path) が非常に短かくて、振動させられ

た電子はすぐに衝突してしまい,またその数も多いのでそのため吸収の主役はこのD層によって果たされるということになっております。このばあい,周波数が低いほど電子の振動の周期の時間が長くなり,衝突によって電波の消耗する可能性が大きくなるわけです。すなわち D 層での吸収は周波数 f の小さいほど大きいわけです。この吸収と屈折とをうまい具合に使いわけるということが,短波すなわち,電離層で反射する電波を用いる場合の要点になるわけです。

電波通信の予報 次の図は予報曲線の一例です。(第8図) MUF 曲線というのは、maximum usable frequency すなわち最高利用可能周波数のことですが、この MUF 曲線はこれより高い周波数では、電波が電波層をつきぬけてしまって、これより低い周波数でなければ電波を通信に使えないというものを示しております。 LUF 曲線というのは lowest useful frequency すなわち最低利用周波数のことですが、周波数が低くなると電離層の吸収が大きくなるので、受信電波の強度が弱くなってこれより高い周波数でなければ実用に使えないことを示しています。つまりこの両方の間の周波数しか実際に



1961 年 6 月フィリピン (300 km)。 横軸の目盛: 上はグリニジ時

下は日本標準時

は使えないわけです。このような図面を作って通信計画をたてる。たとえば第8図のときの距離に対しては、自分が割り当てられている周波数は、夜と昼では MUF と LUF 曲線の値がひどく変わるので、何時から何時まで

は夜の周波数を使い、それから昼間の 高い周波数に切りかえ、さらにまた夜 のに切りかえる、という計画を、こう した予報曲線をもとにしてたてるわけ です。

電波は国際会議電波を電離層で反射で各国に割りあさせて国際通信に安てられる定に利用するため

に、更にまた他国にまで伝わって他国の通信を妨害するものに対しては、妨害を防いで通信の能率を上げるために、国際会議で各国の電波の使用方法を厳重に規正しています。この規正の対象となる電波は国際的にいって周波数が30メガサイクルより低いもの、波長でいうと 10 m より長いものであって、問題とされる電波は国際放送とか、国際通信になくてはならないものです。従って自国の政策連絡とか宣伝のために各国とも良い周波数のうばいあいを

しております。こういう電波は通信のためには国境を越えて他の国を通っていきますから,国際会議で世界中の国が相談して各国の要求を調整して電波をそれぞれ各国に割り当てて,それをその国の政府がその国の使用者

に使わせるというようになっております。一 国の政府だけの意志で電波が自由に使えるようにはなっておりません。ですから電波の世 界では各国は主権を一部放棄しているような 姿になっております。

とにかく国の政治,経済上非常に重要な電波ではありますが,最近独立してくるような国は使う周波数がないということになり,エチオピアとか,ナイジェリアとか,最近できてきた新らしい多くの国は国際放送をして自国の宣伝をしようにも適当な電波の残りはほとんどないのです。しかし一方宇宙通信の役

このよう

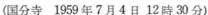
に, 電離

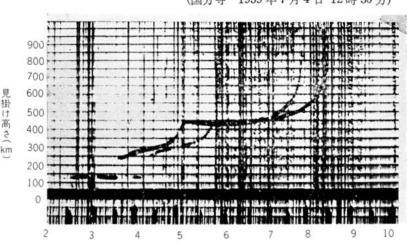
に立つ場合は、それに応じた周波数をあけ、これらの 国の要求を満たしてゆくことができる時代になってきました。

### 電離層の測定

層は実用面では大事なものであります。従って、電子密度とか高さを測定することが非常に重要なことになってきます。この測定を積み上げて電離層の予報を全

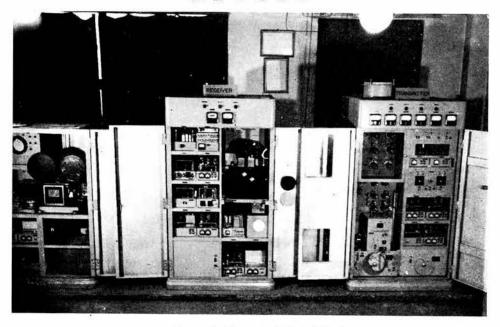
世界いたるところでできるようにしなければならないわけです。さて測定をどうやって行なうかということを次に述べます。この測定では電波を出すところと受けるところと同じにして垂直に打ち上げた電波が、反射して上空から帰ってくる電波を測定します。ここで電波の周波数を1メガサイクルからだんだんと変えていく。波長では300mくらいからずっと短かくしていきます。そして山彦法といって、レーダーと同じように非常に短かいバルス電波を打ち上げて電離層から反射して帰ってくるまでの時間を測るのです。それを





周波数 (Mc)

第9図 電 離 層 観 測 結 果



第10 図 電離層自動観測装置

フィルムの上にとっておくのでありますが, この時間を距離に換算して目盛を入れておき ます。 (第 9 図) そうすると,100 km 付近に ひとつの層がある,つまりこれが E 層であ る。 それから 200 km,250 km くらいのと ころに  $F_1$ ,  $F_2$  層があることを観測できるわ けです。これをとるためには,送信の周波数 をだんだん変えながら,これと同調をとって 受信して,電波が返ってくるまでの時間をブ ラウン管で写真にとるのです。昔は,手でコ ンデンサーを回して送信機の周波数をかえる と、受信機をそれと同調させるということで、15分くらいかかってひとつ曲線をとっていました。この曲線ひとつでやっと上空の電離層全体がわかるのですが、15分もかかるとすれば、15分の間の変動が当然その中に入ってしまうはずです。現在では技術が進步して、非常にうまい方式ができました。超短波の31メガサイクルから55メガサイクルまで変えられる発振機からの電波と30メガサイクルの電波をまぜてその差をとると、短波の1メガサイクルから25メガサイクルの電波が得

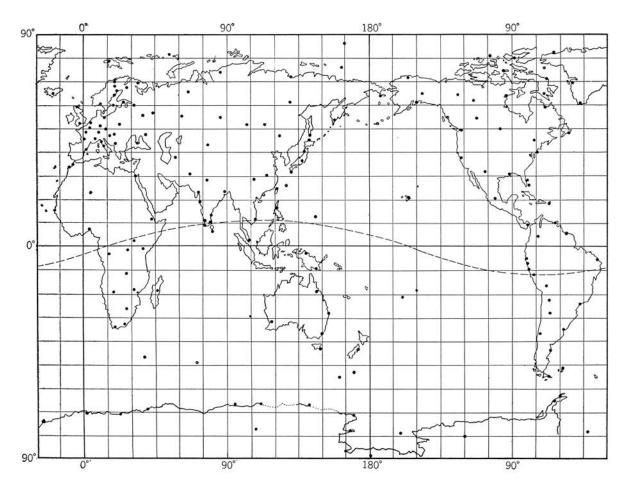
られる。増幅器では同調をとることなしに 10 キロワットまでも増幅できるようにします。 超短波の 31 メガサイクルから 55 メガサイクルまでの発振なら 1 つのコンデンサーの回転でできますし、増幅器で同調をとる必要がありませんから機械的操作が簡単で、大体 3 秒とか,10 秒あるいは 30 秒というところで、1 メガサイクルから 25 メガサイクル、波長でいえば 300 m から 12 m くらいまでの広い範囲での測定ができ、図のような曲線がとれるようになりました。測定装置の全景を第10 図に示します。

第9図で、電離層の存在する高さがわかりますが、ある周波数のところで高さが無限大になっていきます。先に書きましたように、屈折率は (1) 式で与えられ、ある f の値に対して屈折率  $\mu$  を零にする f がきまります。 f が次第次第に増していきますと、屈折率が零になる n の値が増していきます。 これはそのとき、電波のエネルギーの伝わる速度、いわゆる群速度が零になってしまって電波は進行しない、とまってしまうことを意味します。電離層で一番電子の多く存在するところでは最大の周波数でこのような状態になりますから、電波がそこでとまってしまうように

見えて、いかにも無限大の高さに電離層があるような形になるわけです。従ってこの周波数fがいくらであったかを見ますと、n の最大がいくらであるかがわかります。ですから、(1)式の左辺を零において、 $\pi$ とかeの値を入れると、

#### $n_{\rm max} = 2.4 \times 10^{-8} f^2$

となります。ここでfはサイクルであらわさ れた値ですが、この f を測ることによって n<sub>ma</sub> がわかり、したがって電離層の状態がわ かることになります。ただ実際の観測では第 9回のようにつきぬけるところが2つみえる のは, 地球の磁場があるので電波が電離層の 中で複屈折をするという現象から起こるので あります。ここで早くつきぬける方を正常波, 遅い方を異常波といっております。この正常 波を使うかぎり、 $n_{\text{max}}$  の計算で磁場がないと したときの (1) 式をそのまま使ってもよいと いうことが証明されております。こうやって F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, E層のつきぬけ周波数を測定すること によって、どの高さにどのくらいの電子密度 の層があるかということがわかります。しか し、層の中で屈折率が1より小さくなること は、電波の群速度が小さくなって遅くなるこ とを意味していて、これを遅緩といっており



第11図 電離層観測所分布図

ますが、この遅くなり方をだんだんと補正しなければ、本当の高さは出てきません。第9図のように直接測定したものは見かけの高さといっています。

こういう電離層の観測結 観測は地表いたる ところで休みなく 果と太陽の黒点との関係 から、電離層の予報ができるのです。電離層 は,ひとつには太陽の活動度すなわち黒点の 影響をうけ、これから経年変化といって年毎 の変化をうける。それと同時に春夏秋冬でも 変わります。さらに1日のうちでも太陽の高 さとか、太陽が沈んでからの経過時間で変化 します。もうひとつは緯度によって変わると 同時に地磁気の影響をもうけ、地球の磁軸と 回転軸とがくい違っていることから,経度に よる変化もあるという次第です。このような わけで、地表面のいたるところで休みなく測 定しておかなければ地球全体の予報、あるい は地球物理学的研究はできないということに なるのであります。

IGY\* のときには、第11 図に示したような 観測所が全世界におかれまして、毎日15分 間隔で全部が步調を合わせて観測を行なった のであります。異常現象が起こるということ が通知されると5分間隔に切りかえて観測を 強化しました。重点としては、ヨーロッパーア フリカの線、それから日本-オーストラリアの 線、北米-南米の線などで、あとは共産圏でう けもってもらう、というようなことにして、 地球を重点的に輪切りにして電離層の研究資 料をとっていったわけです。一番困るのは大 洋で、太平洋、大西洋、インド洋の中に観測 所がない。そこでこういう大洋中の島にわざ わざ行って観測を受け持った国もあったので す。それらの国は IGY が終わったら、そう そうに引揚げてしまって、図には全体で 170 くらいありますが、現在はこれから 20 くら い減っております。

観測はさらにロ ふつうの状態の電離層はこケットや人工衛 のようなもので、われわれ星で としてはこんなふうにして 利用しているということを概略述べたのですが、これは地上から電波を打ち上げて測定できる大体地上 300 km くらいまでのところまでのお話です。ところが実際には、電子とイオンの混在するガス、すなわちプラズマ・ガスはこれまでにお話した電離層から更に上空の、最後は太陽のところまで存在しているので、もっと上の方はどうなっているかという

<sup>\*</sup> 国際地球観測年

ことをお話しする必要があるわけです。最近 ロケットとか人工衛星が飛び、実際に上空で はどういう電離が起こっているかということ を観測してきており、また現に観測しつつあ ります。このような資料をもとにして研究し た結果、まずロケットでわかったことは、以 前は E 層と F 層の間には第9図でも想像さ れるのですが、電子密度の谷間があると考え られていたのですが、これは間違っていたと いうことであります。E 層と F 層の間は電 子の谷間はない、とくに昼間はE層の最大電 子密度と同じような密度でF層につづいてい るということがわかってまいりました。これ は、それほど大したことではないとお思いに なるかも知れませんが, 実はそうではなくて, E 層と F 層の間につまっている電子は上空 に伝わる電波の速度を遅くして、実際には低 いところにあるにもかかわらず電離層を高く 見せたり、あるいは人工衛星からやってくる 電波を屈折させたりしまして、もし電波で人 工衛星の位置を測ろうとすると, かなりの誤 差を生ずるもとになります。

また電離層のF層最大電子密度のところより上がどうなっているかは、電波では測定できません。最大電子密度のところをつきぬけ

た雷波に対しては、その位置以上の高さで反 射する能力のある電離層が存在するわけはな く, 従ってその電波は宇宙に飛び出していく だけであって地上に再び帰ってはきません。 すなわち、地上で受信して観測を行なうこと はできないのです。しかしロケットによっ て、電波では観測できない高いところの電子 密度を測定してみると,最大電子密度の位置 より高いところでの電子密度の減少していく 割合が、従来の理論的研究結果は大分違うこ とがわかりました。理論的に減少率を計算し て, 測定された値と比較してみると, 測定値 の方がはるかに大きいことがはっきりしまし た。このことから、電離層は最大電子密度の 高さより相当上層にまで伸びていると考えら れる。理論的には、1000 km 位の上層では電 離層はほとんどなくなるといってもよいので ありますが,実際の測定では,その数倍も上 昇してなお立派に測定し得るだけ存在してい<br /> るのです。

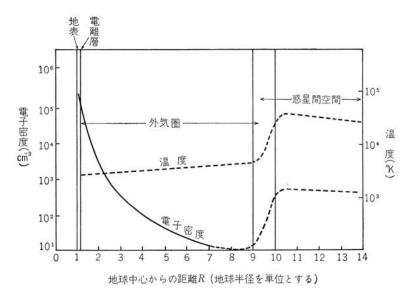
電子やイオンの混在する電離層のような, 低密度プラズマ・ガスの測定は,観測ロケットにより直接観測が行なわれるようになって,地上からの電波による観測では求めることのできなかった結果が得られるようになり ました。プラズマ・ガスの基礎研究が進んでいる我国ではこの方面の研究も発達し、我々が開発したレゾナンス・プローブというロケットによる電離層観測装置は、諸外国で使われていたラングミュア・プローブを、信頼度の点でも、即応性の点でも追い越し、共同実験のもとにアメリカのロケットにものせて、その観測結果がラングミュア・プローブによるものと比較されています。

レゾナンス・ ラングミュア・プローブは電プローブ 極をプラズマ・ガスの中にさし込み、電極に与える電圧を、マイナスからプラスに変化させます。そして電極を流れる電流が電圧とどういう関係にあるかということを測定して電子密度や電子温度の算定をします。しかし電離層のような低密度プラズマではこの関係がはっきりとれません。また電圧を変動させ電流と電圧の関係を求めるにはあまり急激にはいきませんから即応性もないことになります。

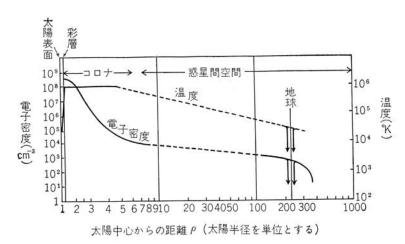
ところが電極に直流の一定電圧を加えておいてそれに直列に高周波電圧をかけ、この高周波の周波数を変えていくと、第1式の $\mu$ =0を与える周波数で直流電流にビークが現われることが理論的にも実験的にも我国の若い研

究者によって証明されました。これがレゾナンス・プローブの原理ですが、この方法が若い科学者の実験から偶然に発見された時に我我は"こんな簡単な実験が大先生の以前の講義にもなかったのかしら? 講義は受けたが忘れてしまったのではなかろうか?"といま一度調べなおしたほどでした。この発見をもとにしてすぐにロケットに搭載して測定する測定器を開発したのですが、このように物真似でない独自の研究が我々の中から生まれ、我国だけでなく諸外国でも電離層の観測に使われてきているのはまことによろこばしいことです。

超高層空間 このようなことは主にロケット観測に関係したことですが、非常に大きなスケールで、想像されていることは次のようなものであります。(第12図) 地球の中心を原点にとり、地球の表面を1と書きます。この上に電離層があるわけで、ここからずっと上空にいくに従って電子密度は小さくなっていき、地球半径のほぼ8倍から9倍くらいの高度までは大体減ってはいくが存在しているらしい。つまり10°位から10°位まで減っていきます。ところがその辺から逆にふえてくる。これが最近の、IGY



第12図 超 高 層 空 間



第13図 太陽と惑星間空間

の終わった後の大体のイメージであります。

### 大陽と惑星間空間 の方から見て書いてみま

す。(第13 図) 温度は図の様に変わると考えております。この 0 を太陽の中心にとり, 1 を太陽の表面にして,太陽の半径を単位にして書きます。するとコロナの位置は 10 位までと考えられており,この辺はまだ 10 位の電子密度があります。ここからさきも減っていって,220 位の単位のところにある地球の位置まできて急激に減る。すなわちこれは地球の大気の中の話です。ですからこの辺から一方は地球の電離層につながっていて,その間に不連続点がある,というのが現在のイメージであります。太陽の方はもう,お前の領域じゃないといわれるかもしれませんが,これも皆電離しているから電離層のつながりだということで少し述べさせていただきます。

太陽のコロナは 太陽のコロナがずっとのび 地球の大気には て、地球もそれに取り巻か 侵入できない れているわけでありますが、そのコロナは地球の大気の中には入ってきません。これは地球が太陽のまわりをまわっており、コロナに対して相対速度をもっている。するとコロナの電離したガスの中で動

いていることになり, 逆に地球から見れば, コロナは電流としてはたらくわけです。とこ ろが地球には磁場があり、電流は地球の磁場 を横切って中に入ってくることはできないわ けです。従って地球の磁場が壁になって、太 陽のコロナの侵入を防いでいるわけです。従 って太陽の大気の中で地球は,地球の磁場に よって、特異点 (singular point) となり、ひ とつの特別な大気をもつことになる。月のよ うに磁場がなかったら,太陽のコロナはその まま地表まで入ってくるでしょう。温度も非 常に高いまま地表面まで入ってくることにな るはずです。ですから地球の磁場の壁によっ て、太陽の電離層と地球の電離層が区別され ている, ということができます。どうしてこ ういうことがわかってきたかと申しますと, 人工衛星がまわっているうちにその落下が昔 考えたよりも早い。つまり大気との間の摩擦 が大きいらしいということがしられ、これは 大気の密度の大きいことを示していた。それ は上空の大気の温度が昔考えていたよりも高 いことを意味する。それはまたなぜかと考え ると、コロナがずっとのびて惑星を包んでい るためであると考えられたからであります。 コロナは地球のあたりの上空で10000度位の

温度をもっているけれど、地球の磁場で大気の中へは入ってこない、しかし熱はここで交換されていて、昔単に太陽からの輻射だけによって熱をうけていると考えて計算した温度よりは高いのだというように考えられてきたのであります。以上は平穏時における電離層の考え方でありましたが、もうひとつ述べなければならないのは、異常現象についてであります。

太陽の爆発と電 太陽はご承知のように、ふ 離層の擾乱 つうの光球ではなくて,た えずいろいろな変化をしている, 時々は黒点 の付近から大きな爆発 (eruption) を起こして いて、太陽の中からガス体を噴出するという ことが起こります。そういう時に電離層はど うなるか、あるいは地球はどうなるかをお話 しする必要があります。太陽の爆発が起こり ますと、爆発の時に紅球 (chromosphere) に非 常に大きな温度の上昇が生じ、まず紫外線 や,特に軟X線部に輻射の異常増加が起こり ます。最近のロケット観測によりますと、 そ の時にX線の増加が非常に多い。これによっ てどういうことが起こるかといいますと,1Å 位の非常に短かい波長の輻射は、ずっと大気 の中まで入ってきますので、D層の電離を促 進します。

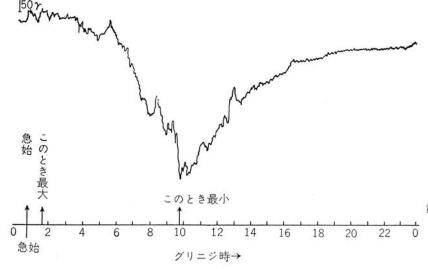
デリンジャー現 さきほど D 層というのは 象と通信の途絶 電波の吸収の主役を演ずる ものだといいましたが、この D 層の電子密 度の異常増加によって、そこを通過する電波 は全部吸収されてしまう。これがデリンジャ ー現象といわれている, 通信が全部途絶する 現象であります。あとで映画にも出てきます が、電離層からの反射波がばったり消えてし まう, 上空から電波が戻ってこなくて全部吸 収されてしまうという現象が見られます。す なわち昼間の方の半球の通信が全部だめにな るということが起こるのです。その時には、 その爆発が太陽面のどういう場所にあって も, その爆発が D 層の電離に異常上昇を起 こして、電波を途絶させるのです。途絶する 時間は大体10分とか1時間という程度です。 現在のところは、こういう黒点は危ぶないの だという予測はできますけれど、この危ぶな そうな黒点の所から何時何分頃, 爆発が起こ るかという予測は、残念ながらまだできてお りません。どうもまだ、勝手に爆発してくる ような状態で、今のところ兆候というものを つかむことができておりません。

この爆発のあとにどんなこ とが起こるかといいます

と,爆発したところからガス体がとび出してくる。太陽面の端の方で爆発を起こすと,その噴出物は地球の方にこないでそっぱの方へいってしまいますが,割合真中のあたりで爆発した時には,噴出したガスは地球の方へやってくるわけです。これがいろいろな電磁気現象を起こすのですが,最も大きいはたらきは,噴出ガスが電離したまま,飛んできますから電流となって,地球の磁場の形を乱します。これに関する説明は最近いろいろと変わってきてまだ定説はありませんが,太陽から

やってくる荷電微粒子の流れによって地球の磁場がおしつめられて顕著な変化が起こる。 すなわち地磁気嵐の急始現象からはじまる異常現象の変化が起こります。(第14図)

オーロラと通信 これと同時に荷電微粒子のの途絶 流れは、地球の磁場は横切れずに磁力線に沿って地球の極の方へ入ってくるわけです。そして北極とか南極の磁極付近では、太陽からの荷電微粒子が実際に地球の大気と衝突して電離作用をするということになるわけです。つまりここに、新らしい異常な電離層ができるということになります。大体高さが 100 km の所までとびこんでくる



第14図 磁気嵐時における地磁 気水平分力の変動状態 (1957 年 9 月 13 日 柿岡 地磁気観則所)

といわれております。ですから、こういう地 方にはその時新らしい電離層, E層ができま す。この新らしくできた層が中和する時に光 を発して、これをわれわれはオーロラとして 見ているのだ、ということになります。です から、オーロラが発生した時には、高緯度地方 を電波が伝わるとすれば、オーロラの原因に なっている異常電離層の影響をうけるわけで す。非常に電波が荒れたり、あるいは電波が 吸収されて途絶してしまったりするのです。 ところが現在の文明国は大体中緯度地方にあ るので、ヨーロッパ大陸、アメリカ大陸ある いは日本もそうですが、それぞれを結ぶ電波 の通る大圏コースは、みんな太平洋の北側と か大西洋の北側とか、あるいはシベリアの北 側というような所を通ります。つまり重要な 国際回線というのはオーロラの危険にさらさ れていることになります。ですから太陽の爆 発に伴なう磁気嵐が起こりますと, 重要な国 際回線の無線通信は途絶することになりま す。その時には大体1日ないし数日間はだめ になるので大きな影響を及ぼします。

電波警報 この場合には爆発が先ず観 測されているので、予報で きるのであります。爆発は天文観測でも見ら

れると同時に、曇っていても太陽電波の異常 に増加するのを観測しますと, どういう種類 の爆発が起こったかということが判ります。 その爆発の性質によって、オーロラを生じた りその他電離層を乱したりするようなエネル ギーを有する物質を放出した爆発であるかど うか、という区別はつきます。それから、そ の位置がどの辺にあるかということで、どの 程度危険であるか, ということが判る。そし て爆発によって生じた太陽からの荷電粒子の 流れは、爆発から1日あるいは1日半たって 地球に到着しますから, まずエネルギーの高 い速度の早いものが北極地方に侵入して電離 層に異常現象を起こし, 従って台風警報と同 じように電波警報というものを出すことはで きるわけです。対策としてどういうことをし ているかといえば、アメリカとかヨーロッパ とかの回線のときには、一応このオーロラ地 帯を通らないような回線、つまりまずアフリ カの方へ送って、アフリカを中継してョーロ ッパへ送る、というようなことをすればよい わけです。従って一回中継しなければならな いのですが、それでも数日間通信が途絶する ことから考えればまだよいのです。しかしこ の場合でもやはり、まず警報を出して中継す

るアフリカの局をスタートしておかなけれ ば、一旦途絶してからスタートさせるという ことになると通信系が混乱してしまって大へ んです。それで警報が大事なことになるわけ です。日本の場合でも、昔、日本とドイツと の回線が非常に重要であったころに、やはり 南方の方へ送ってからこれを中継するという ことを実際に行なっていたのです。現在はこ の方法もとれませんので, 非常に消極的です が、電波警報が出ている時に通信が途絶して も、機械の故障ではないのだから変にいじる な,妙にいじると異常現象が回復しても通信 が回復しないというわけです。そしてただ涌 信の利用者の了解を自信をもって求めるとい うことにとどまり積極的な処置をとる方法を もっていません。



映画「太陽と電 こういうわけで、太陽の異波」について 常現象というものは地球に非常な影響をもたらすのですが、これをどう説明するかということは、IGY の以前とその後現在までの2,3年の間とでは考え方が全く

変わってしまいました。映画「太陽と電波」 の中にカラー・フィルムで、 きれいないろい ろな説明があり、その中に異常時の電離層の 観測結果も出てまいりますが、この映画は 10 年近く前にとられたのでありますし、電離層 の観測というのは、それからもずい分進步し て、今からみると映画の中のものはおくれた もので非常にお恥ずかしい。しかし、とにか く最近の電離層の異常時の観測結果を編集し たものでありますのでこれをごらんになっ て, 異常時の電離層の変化を目で見ていただ きたいと思います。これは大体 10 秒に1回 ずつの観測を撮影し、これを1秒24 コマで 映写しますから、24 時間の変化が 10 分くら いで見えてしまう, そういうテンポの速い変 化で, いかにも大気が呼吸しているような感 じも受けられるでしょうし、 電離層の変化は 絵でかいたように簡単なものではなくて、非 常に複雑なものだ、というようなことがお判 りになると思います。あるいは、デリンジャ -現象が起こったときに、急にすべての電波 が吸収されて次第に高い周波数のものから回 復していくというようなこと, あるいは磁気 嵐のときにどんなふうに電離層は変化する か,あるいは IGY の間にふつう日本では見

られないオーロラが、内地でも見られた、そんな時にはどんなふうに電離層は変化するのか、それらの変化のありさまをおさめた、フィルムのコレクションをご覧願いたいと思います。

フィルムの左端に時計が写りますから分針の動き方で時間的経過が判ります。

 $100 \, \mathrm{km}$  付近にいままで説明しなかった消長の激しい層がありますが、これは  $\mathrm{E}_{\mathrm{s}}$  層と

いって、これがどんな機構でできるか定説は ありません。これからロケット観測などで研 究すべき重要な項目になっています。地球と の間を往復した電波が2段にみえることもあ ります。

大体こんなところで、電離層の大要がお判 りになっていただければ幸いだと思います。



## 日本の観測ロケット

青野雄一郎氏の講演「太陽と電離層」にそえて

### 宮崎友喜雄\*

はじめに

筆者はロケットの専門家で はなく、日本の観測ロケッ

トの製作や打ち上げに直接たずさわってもいない。たゞ早くからロケットを用いる観測グループに参加し、数回の実験を行なう機会にめぐまれたにすぎない。従って日本の観測ロケットについて書くのは、いささか気がひけるが、観測者という立場から、その成長ぶりをながめてみたいと思う。

ロケット観測 昭和 30 年 4 月, 全長 23 における日本 cm, 重量 230 g, "ベンシ の地位 ル"とよばれる超小型ロケットが発射されてから足かけ 7 年, 多くの困難に遭いながらもそれらを克服して, 今日では全長 10 m 余, 重量 1.5 t の K(カッバ)-8型ロケットが, 宇宙空間研究のためのいろいろな測定器をのせて, 200 km 以上の高空に打ちあげられている。

ロケット、人工衛星といえば誰でもソ連とアメリカとを思う。それほど両国はずばぬけた財力と、すぐれた科学技術とをもって、他国をはるかに引き離している。ソ連、アメリカに次ぐ国は一体どこなのであろうか。観測ロケットという部門に限っていえば、ごく公平にみて、日本はイギリスやフランスをぬいて世界の第三位にあるといえよう。イギリスの観測ロケット、スカイラークやフランスのベロニックより、日本の K-8型は、はるかに性能がよく、アメリカの代表的観測ロケット、ナイキケジュンを上廻る性能を示している。

測定器においても、青野雄一郎氏が"太陽と電離層"と題する講演でのべられたように、電離層測定装置は日本独自のものであり、その優れた性能はまことに驚くべきもので、日米協同実験が行われたのも決して偶然ではない。

限られた予算で比較的短時日に, ョーロッ

<sup>\*</sup> 理化学研究所主任研究員宇宙線研究室担当,仁 科記念財団運営委員。

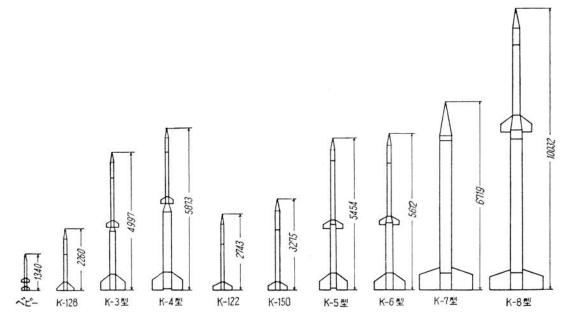
べの水準を抜くことができたのも、研究者と 技術者と産業界との緊密な協力によるもので あって、外国における日本の観測ロケットの 評判はすこぶる高い。

日本の観測用 昭和 30 年 4 月,日本の観 ロケット 測用ロケットは "ペンシル" という名で呱々の声をあげた。全長僅かに 23 cm,重量 230 g という超小型であったが,ロケットの持つ主要要素はすべてもっていた。ロケットに関する基本的な諸問題を解決

するため、百数十発が発射され、その結果、 ペンシルをそのまま寸法だけ引きのばした全 長 1.3 m の "ベビー" が生まれ、昭和 30 年 8 月はじめて大空にむかって発射された。

第1図にベビーから年をおってロケットが どのように成長していったかを示した。左か ら右に年代順にならべてあり、ロケットの横 の数字は mm 単位の長さである。

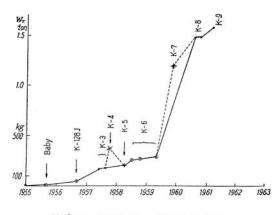
観測ロケット 日本のロケットの発展には 発展の段階 1. ペンシル, ベビー時代



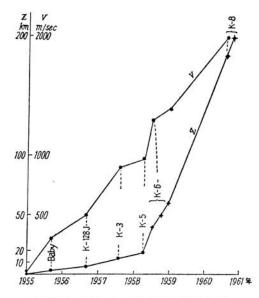
第1図 観測ロケットの名称と全長

2. 一段式ロケット, 3. 二段式ロケット, 4. 観測 という四つの段階がある。

一段式ロケットには外径 128 mm, 122 mm, 150 mm の三種類があって, それぞれ K-128, K-122, K-150 と名づけられた。これらは昭和 31 年後半から昭和 32 年にかけて飛しよう実験が行なわれ、機体の空気力学, 構造力学的研究が行なわれた。それと同時にテレメータ, レーダー, 計測器の研究が平行して進められた。一段式ロケットはあまり技術上の問題を起こさなかったが, 二段式になって多くの問題が起こった。すなわち一段ロケットでは順調に燃焼したが, 二段式となると点火しなかったり,燃焼が中絶したりした。また燃焼が順調であると機体のある部分が損



第2図 各種ロケットの重量の変遷



第3図 各種ロケットの速度と最高高度

傷するなどであったが、研究に研究を重ねて K-5型が成功し、昭和 33 年 6 月、K-6 型に よって日本最初のロケット観測ができた。 K-6型を用い、気温、風、太陽輻射、宇宙線、気圧などの観測が行なわれた。その後更に大型の K-8 型が完成し、現在の主要な観測ロケットとなった。

ベビーから K-8 型までのロケットの種類とその重量が年とともにどのように成長していったかを第2図に示した。第3図でロケットの最高到達高度と最高速度が年とともにどう変っていったかがよくわかる。

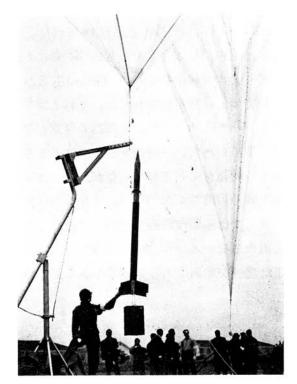
サマの住む地球は、厚い空 気層でとりかこまれてい

る。地上から発射するロケットは、この厚い 空気層をぬけるために、莫大な燃料を必要と する。もし何等かの方法でロケットを空気の うすい上空までもち上げ、そこで発射すれば、 比較的小型のロケットでもかなり高空にまで 達する筈である。今から十数年も前に、アメ リカのヴァン・アレン博士(地球をとりまく 強い放射帯の存在を発見した)は、大きな気 球で小型ロケットを地上から十数 km まであ げ、そこで発射するというロックーン(ロケットとバルーンの組み合わせという意味)を 考案し、数多くの実験を行なった。

我が国でも主として経済的な理由からロックーンが研究されたが、種々の技術的困難にあい、日本独特のロックーンを開発した。一般に大気球を放球の際、少しでも地上風があると、気球が流されるために、それにつけたロケットが地表と衝突する。これを避けるために考案された日本の方法は、大小二個の気球を用いるもので、先づ小気球でロケットを空中に保持しておく。次に大気球を放球して、引き綱が十分のびきった時に小気球を放すので、大気球が完全にロケットを浮揚させ

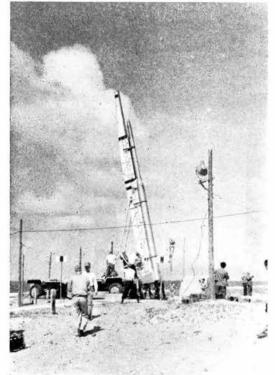
た時に、小気球は切り離してしまう。 第4図にロックーン飛揚の実況を示した。

小気球に引き上げられたロケットが支持台で



第4図 ロックーン打上げの実況

支えられているところが見られる。右側が大 気球で、ロケットを地上数十 km の高度まで もちあげることができる。ロケットの高度と 向きは地上でわかるようになっていて、所定 のところに達したら、地上から電波で指令し て点火, 発射させる。昭和 36 年 6 月, 全長約 3 m のシグマ 4 型ロケットを 20 km の高度で発射し、高度 105 km に達し、宇宙線及び気圧の測定に成功した。



第 5 図 K-8 型観測ロケット このロケットには電離層,宇宙線の観測器が つみ込まれ,高度 200 km までの観測ができ た。

今後の課題

日本の観測ロケットは国際 地球観測年(GY)を目的と して発展し、極めて大きな成果を得た。昭和 33 年以来観測のために打ちあげられたロケットは K-6型が 13 機、K-8型が 10 機にも達した。この2つのロケットは観測用として今後も用いられるであろうが、K-8型は 200 km までしかあがらない。研究目的によってはもっと高くまであがるロケットが必要である。そのために、すでに 350 km まで達する三段式ロケット K-9 型が開発され、更に 750 km までとどく L(ラムダ)-2 型の研究が進められている。地球をとりまくヴァン・アレン内側放射帯に達するロケットが完成するのも、それほど遠い将来ではない。

昭和 39 年 1 月から 40 年 12 月まで,まる二年間おこなわれる太陽活動極小期観測年 (IQSY) においては, IGY の成果を更に高めるための観測計画がなされている。

自然の中に住むわれわれは、絶えず自然の 恵みをうけている。この恵みを更にゆたかに しようと科学者はたえず努力をつづけてい る。ロケットによる宇宙空間の研究からどん な恵みがもたらされるかまったく予想もでき ないが、けだし想像外に大きなものであろ う。

## 財団のあゆみ



財団設立記念講演会の壇上に立つ発起人会副会長亀山直人博士

1955 年 12 月 6 日 山葉ホールにおいて発足の記念講演会が開かれました。写真は、発起人会の募金の経過報告をしておられる亀山直人博士。このあとで、朝永教授、畑中教授の記念講演がありました。

### ● ざいだんのあゆみ

#### 仁科記念室で故博士を偲ぶケリー博士

米国科学財団副理事長ケリー博士は,終戦後経済科学局のスタッフとして故仁科博士と接触し,日本の復興,ことに研究所の再建に対する故仁科博士の熱意に敬服して肝胆相照す仲になられました。写真は日米科学会議の委員長として 1961 年来日されたおりに仁科記念室を訪問されたケリー博士。



#### 

1953 年秋, 国際理論物理学会議に出席のため来朝された各国の指導的原子物理学者たちは, 仁科記念財団の設立に賛同していちはやく御寄附下さいました。写真は, 故仁科博士追悼会における学者たち。第二列目左からオンサガー教授(アメリカ), メラー教授(デンマーク), 最右端ペラン教授(フランス)等の顔が見られます。



#### 日本の研究者と歓談する クライン教授

諸外国の指導的原子物理学者たちは、殆んどみな故仁科博士と親交があり、それらのかたがたが来日される機会があると、財団は、講演をお願いし、また日本の学者たちとの懇談の集まりを催します。写真は故仁科博士と共著の研究をされたクライン教授が来日のおりの懇親会。1956年10月1日駒込六義園内茶亭において。左から石井千尋、宮崎友喜雄、クライン教授、豊田利幸の諸氏。

### ざいだんのあゆみ



#### 理科教員のための講演会

中学校,高等学校の理科教員のかたがたのための講演会は、定例仁科記念講演会とともに財団の科学普及の事業として好評を博しています。写真は NKZ 第1号に載った朝永教授の講演

上は演壇に立つ朝永教授 下は講演後陳列品を見る聴衆





#### 仁科記念賞受賞者をか こむ懇談会

仁科記念賞の受賞の発表は定例 仁科記念講演会のおりにおこなわ れるならわしであり、受賞者が講 演会に列席されるばあいは、聴衆 に紹介し、さかんな拍手を受けま す。写真は、講演後、財団運営委 員とともに歓談する受賞者および 講演者。

左から三人目より,小田稔 (講演者),福井崇時 (受賞者),松原武生 (受賞者),宮本重徳 (受賞者), 丹生潔 (受賞者)の諸氏



#### 仁科記念賞の贈呈

写真左は 37 年度受賞者の一人 佐々木 亘氏。(もう一人の受賞者 高山一男氏は公務の御都合で講演 会の当日は来られませんでした)



# 談話室



### デンマークと日本

澁澤勒三\*

90 年前の明治 4 年, 海底線でバルト海, 地上線でシベリヤ横断, ウラジオストクからまた海底線で長崎まで電信線をつないだのはデンマークの大北電信 (グレート・ノーザン) 会社である。あのころ画期的にわれわれの蒙をひらいた恩は忘れてはならぬ。その後数十年欧州との通信に貢献した。大正中期から長波さらに短波と無電の発達著しく, 海底ケーブルへの依存度は前ほどでなくなったが, それでも確実さの強味を持ち続けた。ロシア革命初期何年かの不通を隠忍しつつ何とか再開した辛抱強さは日本人も学ぶべきだ。戦時中一時軍部に没収されたが,終戦後再度活躍した。国際電電会社設立後, 領海内のケーブルおよび陸上諸施設を挙げて同社に譲ったのは

大北代表スウエンソン氏であった。デンマークと日本とは電信なる特異な窓口から結ばれたが、90年後 SAS 北極まわりが成功、30時間でコペンハーゲンに着くので今度はいきなり隣国の観を呈した。

水力電気・石炭等エネルギー源に乏しいデンマークは農業や軽工業の改良発達に努め、マスプロ製品はほとんど無税で輸入、高級農産、ビール、工芸品等を輸出してバランスをとり、王様を尊敬しながらの社会福祉国家としてたつ。若い人を人口に比し多数海外に派遣、わが国だけでも約100人くらい将来にそなえて勉強に来させている。

あちらの国民高校も有名で, 人格養成を主 とし, わが国からも随分修学した。先日来朝

<sup>\*</sup> 仁科記念財団理事長

されたステーマン女史 は多数の日本人を実に よく面倒見たこと前後 実に 30 年に及び、そ の功に酬い外務省は招 待したが、すぐ帰ると 思ったら来春まで滞 在、日本語その他を学 ぶ由。15 ヵ国語を駆 住する能力とその気は くに驚いたが、それに もまして女史はすでに 70 歳なのには二度び っくりした。

(昭和 34 年 10 月 18 日 朝日新聞「きのうきょう」 欄中より)



クライン教授歓迎宴における渋沢理事長

スエーデン,ストックホルム大学教授クライン博士は,故ニールス・ボーア博士のもとで,有名なクライン・仁科の公式を導き出した学者であります。写真は左から朝永常務理事,渋沢理事長,クライン教授,山崎理事および嵯峨根理事。

編集係より――前号に予告いたしましたように財団に御関係の各界のかたがたから、短かいお話を御寄稿いただくことを企て、理事長に先鞭をつけることをお願いいたしましたところ、さきに朝日新聞の「きのうきよう」欄に掲載された随筆の中から選んで転載するお許しを得ました。デンマークは、仁科博士の恩師ニールス・ボーア博士のお国であり、また電信事業は本号掲載の青野博士のお話とも関係が深いので、この一篇を選んだ次第です。

## 理研の現状と抱負

長 岡 治 男\*

はじめに\*\* 仁科記念財団の当局から私 に対して「理研の現状」or

「理研の抱負」といふ題目で原稿を書くやう にお話がありました。

扨て此の財団と理研とは仁科先生を契本として切っても切れない縁があります。イヤ私から日はせて頂くと仁科先生でなく仁科君なので、単なる形式の先生でなく戦後の受難時代の中段まで、戦前から戦争を通し仁科君の步んだ道、理研の中心として努めて来た道は理研自体から見て一番その影響が今日迄、所謂「現状」の根底になって居る時代であり、且未だに理研の総合的な面でも又個人的な面でも何等かの形で直接又は間接に体験中に残って居るのが私に痛切に感じられます。私が四年前に全く夢にも考へられない理研の理事長などといふ職責を負はされる――又負ふ様になったのもこれが一つの大きな因果となって居ります。従って仮りそめにも此の原稿を書

くに当って私が人間として, 先づ第一に世間 体の事は書けません。又その私が理事長とい ふ公職に在り、同時に仁科君の戦後の悪戦苦 闘の足跡を感得する時,此の崇高な運命に--生の最後を死の床迄献げ尽した友人を憶ふ時 に一個人的な感覚では到底此の原稿を書く訳 には行きません。公人として進むには公職と しての範疇から責任上逸脱する事が許されな い事は理の当然であります。従って私は何で も日ひ度いが理事長となると言ってはならな い制肘を持ちます事を一応冒頭にお断りさせ て頂き度いのです。秘密があると誤解されて は困ります。そんな問題ではないのです。私 の申し上げたい事は見るにつけ, 考へるにつ け私の個人の話であり, 又それと同時に理研 にこんな理事長が居るし、その見方考へ方が 客観的に理研に及ぼす影響が非常に大きいと いふ事を承知の上で書きますが, それは飽く 迄理研理事長個人の観察であり考察であり又 希望に過ぎないといふ事を是非共御諒承置き 願ひ度いといふ前提の下に書きます。

<sup>\*</sup> 理化学研究所理事長, 仁科記念財団理事

<sup>\*\*</sup> 小見出しは、編集者の一存で付け加えました。 本文仮名づかいは原文のまま。

外から見た理研と 私は戦後の理研――その名 内から見た理研 称は科学研究所と呼ばれや うが又その組織が株式会社であらうが今から 四年前まで、即ち終戦後十五年間を受難時代 と申して居ります。現在の特殊法人が良いか 悪いかは別にして此の間の苦労があったれば

こそ今日の理研が存在して居るのであります。私は仁科君が金融工作に歩いて相手の銀行の当事者の前で用向を話してから後は相手からyesといはれる迄全く無言で黙って坐り続けて居られたといふ其の姿を,その崇高な学者の姿を,相手になった人達から驚嘆と尊敬と

「お気の毒で見て居られなかった」といふ結 語で今も聞かされて居ります。

理研人には一つの特徴があります。失礼な 例を引きますが前田侯爵——加賀様——百万石といふのが今でも前田家の御当主に接して も若主人に会っても必ず附随して意識される 様に,石川県人,金沢,といふとその人御自身 も,亦之れに応待する人も,此の聯想が附き纒

ふのが常だと思ひます。之れと相似的に理研の人達も戦前の理研を何処かに,又何かに結び附けて居る事が感じられます。理研外部の人でも必ず理研を知って居る人は立派な研究所とか,理研コンチェルンとか,その内容を的確に摑んで居る人は別にして,何か聯想する

ものがあるのです。理研 の現状となると之れを知 って居る人は理事長自身 ですら解らないものが多 いし又想像外の事に屢 いし又想像外の事に屢前 の理研を知らない人は理 研光学の親類か合成酒か 青写真の特殊なものか何 かと各々考へ,誤認して 居ます。新規採用に応募

して来る若い学生に尋ねて見ても、その本体を幾分でも知って居る学生は担当の先生から聞いたか教へられたか、さもなくば仁科先生の名で知って居たという程度で内容や特徴を摑んで居るものは全く稀であります。理研の現状を報告するならば研究室が四十幾つかあって、物理、化学、農学、いや、バイオ・ケミストリー、抗生物質、とか、種々と案内書に印刷し



てある様な事は日へます。研究者の定員が約 三百, 事務系百余, 試作部が又約百名, 総計五 百の定員の他にアルバイト其他食堂人口でい へば,七百とか,又定員といふのは給与その他 がお上の定められた方式でやる。研究者の中 には主任があるとか、副主任といふのも居る とか,統一的の職制のやうであり,又研究陣に は百人以上が博士号を持って居るとかいふー 面に研究室が廃止になって其の所属員の所属 先が定まらなかったり, 形式的には一応解っ たと思ふと内容的には全然見当が外れて居 たり, 元々理研自身が各般の学問の自由な研 究をする場であるといふ大事な目標はあって も所謂受難時代の金銭的方面の苦い経験は今 でも委託研究を受けて研究費を充実しようと 考へる傾向が残存するのも不得己儀と考察し なければならない。必然的体験遺伝がその跡 を顕す事もあり得る次第です。大河内先生の 書き遺されたものゝ中に「理研の生命は研究 以外に何物もない」というのがあります。処が 此の研究というのが果して基礎的なものなの か、それ共又応用方面迄発展させて行く可き ものなのか、議論をすれば種々と説が出て来 ます。理研法によると「綜合研究」といふ言葉 も出て来ます。之れは理研には種々な分野の

研究が行はれて居りますから特定の目的を持った研究所と異って当然現れて来る結果でせう。然し何も議論や規則で研究をして居る訳でなし或る形を示したに過ぎないものがそれが恰も義務であるかの様に取扱はれる場合もあり、又逆に当然連絡協力があってよい場合にも無連絡にといふか人に触れられる様な感覚からでせう、孤立独善に走って行くのではないかと心配になって来る場合もあります。他人の事は考へないといふと酷ですが自分の処だけが良ければそれでいゝといった方が良い様な風に見える場合もあります。私の曲視かも知れません。

此の取り留めのないモヤモヤに予算とか、 給与とか金の面,更には身分だ職分だと世間 上の体面も話だけなら良いとしても真面目に なって論議される。人の世の中の理研である 以上当然の事であることは否めませんが,そ れが研究といふ主眼,本分を忘れ,又は軽視 し,又都合上その精神を解って居ながら触れずに所謂 Nebensache と Hauptsache を混 同でなく,混惑させて行く傾向が現れると感じる時私はナサケなくなります。「顧みて他 を謂ふ」,己を忘れて居るのでなく,己は現 状の儘にして置きたい,その可否,価値に対 しては敢えて触れないといふ傾向といふより も一つ習性の一片です。

私は此所迄ボヤキました。つまり何時の間にかボヤキ屋になって行くのです。然し私がボヤキ屋と自分で申す様にいくらボヤイでも理研はボヤキ理研で終ってしまふでせう。理事長がボヤク事は一研究員のボヤキとは違ふ事は私にでも解る事です。人間はボヤク事はボヤクがボヤキ切れる程偉い人間が居ない事も解ります。

理研は今変態(メタモル 理研はいま変態 中である。 フォース) して居ると私 は観察します。又して居ります。組織の変っ たのも, 飛んでもない理事長が出て来たの も一それは何かの変化を呼び起して居ます。 遅配の月給が幾等かでも人並に近くなったの も,組合諸君の言葉を借らないでも「理事長 の働いた為めでも何でもない」事相です。理 研は科研の末期より幾分にも明るくはなった でせう。私は昔の暗さは体験して居りません からその明るさの度は解りません。私は暗い とは感じませんが然し明朗ではない、前にボ ャイた様に何かモヤモヤ靄々が低迷して居る 感を受けます。 晴雨曇快は人の世の常事, 理 研も人の世の一部, 之れは不可避です。 唯願 ふ処はその明るくなるといふ事が暗闇の行燈 でない事、今は螢光燈の時代――錯覚なしに 晴雨を見分け, それに対処する心の判断を持 てる澄明な研究情念を持って貰ひ度いし---又人の事でない私自身が先づ之れを持って 居るか,果して持ち合はせて居るのか,その 覚悟が主眼であると私は観じて居る人間の一 人です。そのテストは先づ一言、先づ一步、 初心である。それが自分で感得出来れば誤問 化すなといふ事になる。自分を誤間化したら 方向が解らなくなる。方向の判断は研究と同 じく尺度がなければ測れない。人の世の尺度 位難しいものはない。例へば金儲け位難し いものはない。私にそんな寸法が有る訳はな い。それなら人の助を借りたらどうだ。自分 の金儲けが人の言葉で出来る道理はない。さ りとて人様に伺はなければ寸法は解らない。 然しその物指しを読み、判断する事は絶対に 私が自身でやらなければならないし人様や世 の中のセイにする訳には行かない。之れを考 へて先づ一步といふので苦しんで、楽しんで 居るのが理研の理事長であり、そういふ理事 長を理研が何の因果か持ち合はせて居るとい ふのが偽らざる理研の現状でありますと申上 げます。

抱負といふ事になると之亦 半減期の長い 「七光り」 何と申し上げてよいか喋々 多弁の私が困ります。理研の「理事長たる可 き者」といふ稀しい辞令を突然頂いた。今は その人事の名を忘れて居りますが創立委員会 か何かに出席を命ぜられて(四年前の事です) 新理事長はどんな方針で理研をやって行く か、といふやうな御質問を受けた記憶があり ます。その時、申し上げた事が三つある。 (1) は科研と長岡との関係, 即ち個人関係, 親爺の半太郎が死んでから何か私物を科研に 残して置いた、その処置に就て弟の正男とい ふのが科研の幹部の方と喧嘩した揚句トラッ クを持ち込んで無理やりに持ち出して来た。 「喧嘩は昔から両成敗」、之れで打ち切りと致 します。(2) 老生小学校以来作文は此の年迄 散々致しました。作文はお断り致しますと同 時に経理勘定は小学校程度誰にも判る計算, 予算と決算とピタと合はせる様な技巧は致し ません。(3) 胡瓜の作り方をお百姓に尋ねた ら足跡で作れといはれました。幾等肥料や畑 の知識を知ってゝも足跡が附かなければ胡瓜 は出来ない道理, 歩く事と喋る事は未だ出来 ますからそれでやりませう」と之だけお答へ して置いた。之れは抱負の実現方法でせう。

三木長官には「恋愛の熱情でやりませう」 といってスキーに出掛ける事だけ条件にして 就任を受諾しました。

新聞記者に初会見をした時に初めて「抱負」 といふのを聞かれた。私は「抱き負けか、そ いつはいけねェ」といって記者が苦笑したの を覚へて居ます。

扨て私一理事長の事になるが、いつも申し 上げる通り、親爺の名前を言はなければ世の 中で通用しない人間だと見えて人に紹介され るのにも必ず「長岡半太郎先生の御長男」と いふ枕言葉が附く。私は万葉が大好きで万葉 狐が附いて居る気狂といはれる。此の枕言葉 といふのは単なる形容詞や副詞よりも遙に適 格で正確で且「百聞不如一見」、眼の確実な感 覚に訴へて居る,「久方の」……「光」「ヌバ玉 の…里・暗」その言葉が耳の感覚でなく 拡大して行く環境の聯想を誘ふ効果が私に 取っては非常に強く感じられる。国文法な ど、理屈や配列を学問と心得ると折角に人間 に備った叡知を殺してしまふ。人間が生命力 を失ってしまふ。処で此の「長岡半太郎先生 の御長男」、親の光、七光り、といふが私の 場合に私が計測すると千萬光で, 而かも近代 語だと放射能なのか, 而かもその半減期が長 いらしい。だから此の同位元素かアイソトープか知らないが、理研の為めに、いやもっと広く深く使って貰ふがいゝし、又自分で使ふ義務がある。「放射能で御座います」と自分で言って見ると、言はれた人も何か解り且感じるらしい。四年間の経験でそう申上げられる。だから理研の人達にも理事長を使ってくれといふ事を屢々申上げる。之れも一つ私の抱負である。今は抱負になって居ます。

過去の理研の栄光 扨て一寸具体的で又抽象を追うことは考え 的な話になるが抱負の一ないが、しかし… 端として私は理研、昔の理研の持って居た栄光を追ふやうな事は毛頭ない、今は時勢が変って居る。

又理研コンチェルンといふ様な自らの事業 体の組合はせで特許を開発し事業化し又一面 それから研究費を吸収する形態は取らない事 は産業界に対しても私の責任に於て明言確約 して居ります。理研の立場から見ても営利観 念は研究それ自身に対して往々にして弊害的 効果が多いからです。従って自らの収入等は 本質的に法制的にも明確に規律して置かなけ ればならない。

理研の存在価値は研究以外に何ものもない といふ大河内先生の遺訓を私は固く守る。そ

の基は人であり、設備であり、金であらう。 然し忘れてはならない事は此の第一番の人で あり此の三者は同位に聯立させてはならな い。第一の人は「主」であり、他の二者は 「客」である。主客顚倒は許されない。そこ で私は初めて研究の自由といふ事を主題にし て居る。何故なら現世的現状に於て, 特に日 本に於ては私の知る限りで科学に限らず学問 を促進するとか推進するとか広言されても主 客の顚倒があるからであり、徒らに細かく言 へばヤレ兼務は許さないとか, 又は題目を規 律したり, その現世的顚倒に気が附かず学問 する人ですらその逆流に引き込まれ更にはミ イラ取りミイラになって居るのではないか, 此の人の世で最も此の「人本位」の研究の出 来る, 研究の本来の姿を実現し得る可能性も あるのが, 大学や特定乃至業界の研究所では なくて理研それ自身であり,又今の処 理研以 外には類例がないのではないか。然らば理事 長の任務は重大である。

「主」の方は自らの為すが故に「主」である。「客」の接待——金は、設備は——そんな用向きは出来るだけ私が勤めます、私がやらずともそういふ人が必要なのです。そういふ方向に組織にしませう。之れを私のやうな

理事長にやらせる事が自主研究の眼目方法で はないか, といふのが私の今迄申した事の一 つの結論です。

(但し<u>自由と独善</u>とは本質的に逆行して行くものだと私は考へて居る事は註釈致します。)

研究の自由とは? 研究の自由の場といふ事 私はこう考へる。 は研究者自らが自らの責 任に於て自ら労作する場と私は考へて居りま す。之れに従属的に必要な設備や経費は当然 同位に重要性がありますが前者は他から造り 上げる事は出来ません,自らが自ら育成する 以外に創造出来ないのが本質です。後者は程 度の問題で何人でもそれを巧拙の%で計れる 事務的のものです。特に設備といっても基は 金になります。金位恐ろしいものは人の世で はありません。地獄の沙汰も金次第といふの が通り相場,いはんや現世に於ておやです。 有れば有るで,無ければ無いで。貧乏敗けに は勝てますが金持敗けに勝つ事は私が七十年



一咋年訪欧の際, ボーア夫妻と歓 談する長岡氏

の一生の経験と判断では先づ勝てる人は稀と申したい。同ずるのも和するのも、争ふのも、 疑ぐるのも妬むのも何処かに金の臭があります。之れを公正にする事は何よりの難事です。そして又不可欠の信頼の――自ら楽しく仕事をする事の出来る基調です。不平を平衡に正す基盤の努力です。それには先づ自らの仕事を出来得る限り満足する自主自働の、自分の、仕事に自らを打ち込んで行く事だと思ひます。こんな境地が自由の場の基調でせう。私が理事長として、此の方向に障害になるもの、対外的に加へられるもの、対内的に発生するものに敢然と立ち向ってそれを除去する方向に一步でも進める力があればと希う心が涌いて来いと願ふのは当然です。

幸か不幸か理研の移転先の敷地は現実に戴ける(政府現物出資)段階になりました。「境は心を新にす」。但し新しいものになる必然性があるといって良くなるか悪くなるかそれは解りません。建築の予算も附いて参りました。五ヶ年計画の第二年度に今我々が来て居る実情です。然しそんな事務的段階や予算は抱負でも何でもない。坂口先生が常に言はれた様に「理想的な研究所に作り上げよう」。「昔の理研が十五年かゝって此所まで転落し

たのだから最善の努力をしても昔の理研迄行 くのに十五年(或は十年といふ記憶もある)は 掛るのは当然だし。我々、少くとも私も坂口 先生も昔の理研の栄光を追って居るのではな い, 唯段階的の一例に引用したに過ぎない。 基礎から応用迄、凡そ研究ならば何でも宜敷 い,自由の場という事,取りも直さず独善でな い事, 格調がある事, 研究者の楽園である事, それを理研人に限らず天下の理研として創造 する不断の努力の場にし度い事之れが私の念 願であるし, 又之れも毎時毎日の努力で創作 を続けるのがその楽園の楽園たる所以であっ て出来上って居る聖書の楽園でなく, 楽園を 毎時毎分創り出す場が即楽園であるというの が私の夢であり理想でありそれを抱き負う一 人の人間として私は現に生きて居ります。ボ ヤイたり, 歩いたり, 喋ったり, 字を書いた り, 悲しんだり, 喜んだり, 考え込んだり。 「仁科君, これで良いかい?」 之れが結びの 言葉です。

Bohr 先生が突然逝くなられました。次の 電報を Bohr 夫人に打ちました。

Die traurige Nachricht hat uns in tiefen Schmerzen niedergeworfen, doch begeistert durch die friedvoll-tätige Persölnhichkeit Dr. Bohrs sind wir erstanden, weiter vorwärts zu gehen, auf dem Wege der grundlichen Wissenschaft zur Beförderung der Wohlfahrt der ganzen Menschheit.

Haruo Nagaoka, Riken.

#### 一〈追記〉一

上記の弔電に対して Bohr 博士夫人より次のよう な御礼状がまいりました。 併せて掲載させていた だきました。 Den 6. Dezember 1962.

Lieber Präsident Nagaoka,

Nehmen Sie herzlichen Dank für Ihre warme Anteilnahme an meinem tiefen Schmerz beim Hinscheiden meines geliebten Mannes und für die ehrenvollen Worte, die Sie seinem Wirken und seinem Andenken widmen.

Ihre ergebene

Margrethe Bohr

## ブリストル大学 H. H. Wills 物理学研究所

小出昭一郎\*

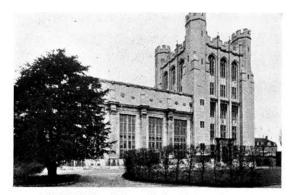
ブリストルはロンドンから国道 A4 号線にそって西へ 120 マイルばかり行ったところにある,人口 40 万余りの市です。ここで日本人を必要としたら,大学の物理学教室を訪ねればよいということになっているそうです。必ず一人か二人の日本人物理学者がいるからです。

その物理学教室の入っている建物が、写真のような Henry Herbert Wills Physics La-

boratoryです。もとは数学教室も同居していましたが、それは他へ移ったので、今では物理だけでこの建物を使っています。Willsというのは、タバコ製造業者の名前で、大学の後援者として多大の貢献をした一族です。この建物の他にも、Wills Hallという名の寮があったり、教授のポストにも何々Willsの名を冠したものがいくつもあります。日本人が月給を貰う場合にも、何々Wills Associate 等という肩書きをつけられることがあるようです。

建物は,市内の小高い岡の上, Royal Fort

<sup>\*</sup> 東大教養学部助教授。1957~58 年仁科記念財団 留学生として理論物理学研究のためブリストル 大学に滞在。現在ジュネーブ大学物理学教室に 出張中。



H. H. Wills. Phys. Lab. Univ. Bristol.

と呼ばれるキャンパスの中にあります。昔ここに町を守るための砦が築かれ、その後、この辺の領主か何かの館になっていたので、このような名があるようです。館の建物は、今でも物理教室に向かい合って建っています。構内には芝生や池があり、栗鼠などもいて、静かな環境を作り出しています。夏の天気のよい日には日光浴、冬の雪の日には学生の雪合戦なども見られ、のんびり散步するのにも適しています。

砦の形を模した塔の頂上は、ブリストル市 内で最も高いのだそうで、ここに登れば市内 を一望の内におさめることができ、遠くゆる やかに起伏するサマセット州の丘陵を望むこ ともできます。これが建てられたのは 1927 年といいますから、あまり古くも新らしくも ありませんが、セミナー室に掲げられている 旧スタッフの写真の中には、ハイトラー、フレーリッヒなどの顔も見られます。初代の所 長はチンダル教授という人で、退職後も絶え ず顔を見せ、Phil. Mag. の編集顧問として所 員の投稿に便宜をはかっていましたが、最近 亡くなりました。 次の所長は N. F. モット教 授で、衝突論や固体論の著書で有名です。現 在はケンブリッジに移り、その後を襲った M. H. L. プライス教授が現在この教室の主任 です。

イギリスの大学の常として、教授と名のつく人は極めて少く、プライスのほかにはバウェルとフランクの二人だけです。プライスは数学出身の理論家で M. ボルンの弟子、素粒子や原子核方面の仕事もありますが、常磁性塩のスピン共鳴に関する研究が有名です。 F.C. フランク教授はあごひげが特徴で、気さくな面白い人です。固体の格子欠陥の方面で多くの仕事をしています。 P.C. バウェル教授は、ノーベル賞受賞者として、街中に一番よく知られている学者ですから、「物理学教室にいる」といえば「バウェル先生のところか」とすぐきかれる程です。

バウェル教授の研究室は4階にあります。

くたびれかかったリフト(エレベータ)で昇りますと、その辺り一面にビニールか何かがいっぱいひろげてあります。何の工場だろうと戸惑いするくらいです。これは宇宙線観測用の気球の材料です。塔のうしろ、3階建の屋上に「屋を重ねて」仕切りをした研究室には、宇宙線の写真乾板の中の飛跡を探す顕微鏡が沢山あって、scannerのお嬢さん方を含めて多数の研究者が追跡をしています。ここの

宇宙線グループの研究は、 $\pi$ と $\mu$ の2種の中間子の存在とその自然崩壊を確認したことで有名で、我国との因縁も浅くはあまりせん。 1959 年に出版された「Photographic Methodによる素粒子の研究」という大著は、この一派の研究を集大成したものです。

以上の三教授のほかにも幾多の優れた研究 者がいて,固体論や低温物理学などで活躍し ています。

