

# 理化学研究所 ニュース

1968—12 NO.3

## 宇宙線の研究 その1

- ……宇宙線は悠久の昔から、宇宙のどこからとも……○
- ……なく地球に降り注いでいる高速の微粒子です。…○
- ……五感では直接に知覚することはできませんが、…○
- ……実は貴方の体の中を1分間に数百個の宇宙線……○
- ……粒子が貫通しているのです。……………○

フランスのベクレル、キュリー夫妻などによって、ウラン、ラジウムなど地球上の放射性元素からの放射線が発見、研究され始めたのが19世紀の末ですが、それから間もなく、1912年に、オーストリア生れの科学者ヘスによって地球の外から地球に飛来している放射線——高速の微粒子があることが発見されました。これが“宇宙線”です。

宇宙線の本体は発見後も長い間謎につつまれていましたが、次第にその本体が明らかになるにつれて、宇宙線研究の意味と重要性が増し、特に第2大戦後急速に研究が進展しました。

### なぜ宇宙線の研究を行なうのか

宇宙線の研究は特に次の2つの面で重要性和意味を持っているのです。

#### —素粒子物理学と宇宙線—

素粒子物理学というのは、物質はどんな基本的な粒子から成っているか、又同時にエネルギーの根源は何か、と言うような問題を追求する基礎的な科学です。

物質は原子の集りであり、その原子は原子核と電子からできていることは今では大抵の人が知っています。少し前までは、これが物質の究極の姿

だと考えられていました。ところがその後、原子核そのものが陽子、中性子という更に基本的な粒子—素粒子—からできていることがわかりました。(今では重さ、電荷、性質などの異った300種以上の素粒子がみつっていますが、まだ素粒子の世界ではわからないことが多いのです。)

ところで物の構造を知るにはそれを壊してみることが一番です。サイクロトロンなどいわゆる加速器というのは、陽子その他の粒子を人工的に加速して原子核に衝突させて原子核を破壊し、飛び出した粒子をとらえ原子核の構造を調べる装置なのです。そしてぶつける粒子のエネルギーが大きいほど原子核の破壊は激しく、詳細な構造がわかることになります。

そこで宇宙線が重要になります。地球に飛来する宇宙線(これを一次宇宙線といいます)は大部分は陽子であり、そのエネルギーは現在人工的に加速される粒子に比べ桁違いに大きく、30億倍に達するものもあります。この宇宙線は大気圏に突入し、空気の原子核と衝突し、これを破壊します。(破壊され飛び出した粒子線を二次宇宙線といっています。)すなわち宇宙線は素粒子物理学のための天然の高エネルギー粒子源なのです。

前記の300何種かの素粒子のいくつかは、宇宙線の中で発見されたのです。湯川秀樹博士によって理論的に予言された中間子が宇宙線の中で存在が確認されたのも有名なことです。

今後も加速器は進歩するでしょうが、宇宙線のような超高エネルギーの粒子を得ることは殆んど不可能です。超高エネルギー領域の素粒子物理学は、宇宙線研究によってのみ可能なのです。

—宇宙科学と宇宙線—

その昔、宇宙の神秘を探ろうとする人類にとっては光だけがたよりでした。望遠鏡で星の光を観測して天体の運動などを解明してきました。次に1950年頃に電波天文学が登場しました。これは電波を観測して宇宙の様子を調べるのであり、これによって電波を出す星や、星間ガスの性質などがわかってきたのです。そして最近になって“宇宙線天文学”が生まれました。宇宙線は広い宇宙空間の中を、まわりの状況によって様々な影響を受けながら旅路を続け、地球に到達します。従ってこの一次宇宙線を調べれば、それが通ってきた宇宙空間の様子が推定できます。しかも宇宙線は電気を帯びた粒子なので、光や電波では知り得ない宇宙空間の性質も敏感に反映します。宇宙線は宇宙空間の知識を伝えてくれる貴重な情報の担い手なのです。

これまでも例えば宇宙線強度の変化から、太陽から出るプラズマの風が予測され、人工惑星によりその後確認されました。1958年の有名なヴァン・アレン帯（地球を带状にとりまく非常に強い放射線のたまり）の発見も宇宙線観測がその端緒となったのです。

理化学研究所の宇宙線の研究

1934年（昭和9年）わが国で初めて理化学研究所において故仁科芳雄博士のもとに宇宙線研究が開始されました。以後第2次大戦まで、当所は本格的な宇宙線研究を行なう唯一の研究機関として幅広い研究を続け、多くの戦果を挙げました。

終戦後は宇宙線研究に着手する大学、研究機関も次第に増え、今ではわが国の宇宙線研究者の数は約200名と世界で一、二を争う大部隊となっています。そして各研究者、研究機関は緊密な連絡

をとりつつ一定の計画のもとに研究を進めており、その研究水準は世界一流と評価され、時には日本の“お家芸”とさえ云われているのです。

理化学研究所もその中心的位置を占める一員として研究を分担し、航空機・ロケット・人工衛星による観測、地上、山上、地下、海上における観測、南極における観測などを行ない各種の研究を実施しています。そのいくつかを紹介します。

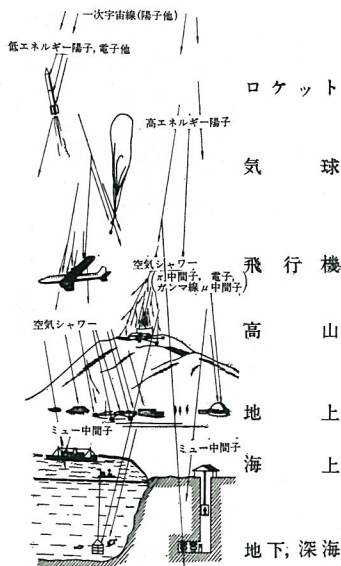
航空機による宇宙線の観測と研究

宇宙線を観測する場合、その研究の目的に応じていろいろな場所で行なわれます（下図参照）。

当所では毎年定期的に航空機に各種の観測装置を搭載し、日本列島上空約1万メートルの成層圏附近を数時間にわたり飛行し、宇宙線を観測しています。本年もこの12月6日に実施します。

成層圏附近は一次宇宙線が空気の原子核と衝突する確率の高くなる場所であり、素粒子物理学的に興味ある現象が発生する所です。例えばその一つに“空気シャワー”という現象があります。一次宇宙線の中でも特別に高エネルギーの粒子が空気の原子核と衝突した時、一度に多数の中間子などが発生し、これがまた原子核と衝突し多数の粒子を発生します。大気層を通過する間に衝突をくり返し、地上に達する頃は数百万個に及ぶいろいろな粒子ができます。この空気シャワーは現在自然界で知られている最もエネルギーの高い現象

で、細かいことはまだ良くわかっていません。発生点の近くでこれをとらえて研究しようというのが航空機による宇宙線研究の重要なテーマの一つなのです。（以下次号）



## 生体高分子の圧電性

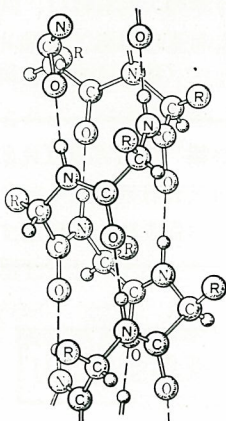
—新しい機械・電気変換素子の開発など—

ある種の物質は一定の方向から機械的な圧力を加えるときまった方向に電気的な分極がおこります。すなわち“力”を加えると“電気”が起るわけです。この現象を圧電効果といいます。これは1880年にキュリー兄弟が電気石によって発見したものです。このような物質は逆に電場を加えその中に分極を起させると、一定の方向に機械的な歪み（伸び縮み）を起します。

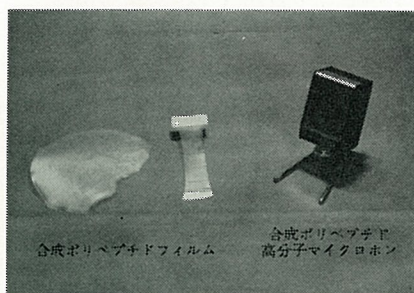
すなわちこのような物質を利用すると、機械的なエネルギーを直接電気的なものに、また、電気的なエネルギーを直接機械的なものに変換することができます。今では例えば電気的振動を水晶に加え、それに機械的な振動を起させることによって超音波を発生させる水晶振動子などの応用をはじめ、各種音響機器の素子や、さらに圧電セラミックの電子ライターなどに広く利用されています

ところで当所では生体高分子や合成高分子の物理的諸性質についての研究を行なっていますが、その一つの結果として、これら物質に圧電効果のあることを発見しました。

木材に圧力や衝撃を与えると電気が起りますが、これはセルロースの結晶の圧電気によるものです。また生体内の骨や腱や皮などに力を加えるとやはり電気が起ることも見出しましたが、これはコラーゲン繊維の圧電気によるものです。特に



ポリペプチドの分子構造例



最近には化学調味料の原料としておなじみのグルタミン酸を重合して造った合成ポリペプチドの延伸フィルムでは、水晶よりも大きな電圧効果のあることを見出しました。圧電高分子は従来の水晶などとことなつた“軟かい”圧電材料としている利用が期待されますが、現在これをマイクロホンやイヤホンなどの音響機器の素子として利用する研究を進めています（写真はポリペプチドフィルムとそれを用いて試作したマイクロホン）

さらに生体高分子の圧電気は医学の面からも注目されているのです。骨に電流を流しておく、その部分の骨が早く成長することがすでに知られています。これは骨折の治療などに効果があることが臨床的に確かめられました。聴覚や触覚などの力を電気に変換する感覚器官の機能も生体高分子の圧電気と関係があるかも知れません。

また当所で開発した複素圧電率の温度分散の研究は高分子の性質を調べる新しい方法になっています。以上のような生体高分子の圧電気の各種研究は外国ではまだ殆んど行なわれておらず、当所が中心となって推進しているわが国独特な研究分野の一つで、国際的にも注目されています。

### アクリル酸の新製造法

当所高分子化学研究室においては、高分子化学研究の一環として有用高分子モノマーの新製造法の開発研究を実施していますが、その一連の研究のうち、プロピレンよりアクロレインを経てアクリル酸を接触気相酸化により製造する工

程に関し、その触媒の開発に成功し、極めて経済的なアクリル酸の製造法を確立しました。

この技術は、現在、国内化学会2社においてパイロットプラントの建設過程にあります。このたびこの技術を米国ダウ・ケミカル社に技術輸出することができました。

## ◇理研シンポジウムのお知らせ

この12月には次の2件のシンポジウムが開催されます。ふるってご出席下さい。(本件に関するお問い合わせ先は図書・発表課編纂係です。)

### ◆テーマ 深海研究

**とき** 12月6日(金)、9時30分～17時  
**ところ** 日仏会館(千代田区神田駿河台2-3)  
**講演者** 根本敬久、和田英太郎、木村政昭  
 (以上東大海洋研)、西条八束(名大)、山川宜男(気象研)、佐々木忠義、竹松伸(以上当所)の各氏  
 一討論者—鎌谷明善(水産大)、杉浦吉雄(気象研)、中条純(地質調査所)、茂木清夫(東大地震研)

### ◆テーマ 電子線の応用

**とき** 12月7日(土) 9時30分～12時30分  
**ところ** 当所会議室  
**講演者** 沢村浩光(北海道教育大)、和田弘昭(無機材研)、中山忠行、大坂敏明、押田良機(以上早大)、青山芳夫、加藤広之(以上鉄道技研)、山口成人、大塚陸郎、宇田応之、竹下博(以上当所)の各氏

いると思う。芸術的な価値はさておくとして、余韻嫋嫋として鳴りひびくという点からだけ考えてもなかなかよくできている。形や大きさ、肉の厚さなどを含めたデザイン、材質、鑄造法など日本古来の経験技術の粋であると云うことができよう。鐘の材料は約20パーセントの錫を含む青銅である。金や銀をおまじない程度加えると音色がよくなると云われている。また鑄造の時の冷却条件などが不適当だと音色が悪くなる。それは冷却条件などが変わると、顕微鏡的なマイクロ組織が変わるからである。

余韻を長く残して鳴りわたるために、もう一つ必要な条件は、鐘の振動における内部摩擦が小さいということである。内部摩擦というのは振動のエネルギーが、振動している物体の内部で熱エネルギーに変化して失われることである。内部摩擦の原因は十指に余る程ある。その多くは結晶体(金属はもちろん結晶である)の中の原子的な傷(格子欠陥と呼ばれている)が振動することによってエネルギーが失われるために生ずる内部摩擦である。私どもの研究室でもいくつかの新しい内部摩擦の原子過程を見出すことができた。

今年の大晦日には、例年になく内部摩擦のことも考えながら、除夜の鐘を聞くことにしようか。(橋口隆吉 金属物理研究室主任研究員)

## 除夜の鐘



毎年除夜の鐘を聞きながら、私は私達の金属の振動の研究のことを考えるなどと云ったら、それはうそを云ったことになる。除夜の鐘を聞きながら私が考えることは、元日から出かけるドライブのコースのこと位だからである。しかし私が除夜の鐘と私達の研究のことを結びつけなければならない羽目に陥ることはしばしばある。それはたとえこのような原稿を頼まれるからである。

日本の梵鐘はいろいろな点で非常によくできて

**訃報** 当所客員(元研究員)黒田チカ博士は11月8日におなくなりになりました。謹しんでお悔み申し上げます。



前号においてお知らせしたとおり、本号で当所の委託研究生の制度について紹介する予定でしたが、紙面の都合で次号にまわさせていただくことにしました。悪しからずご了承下さい。