

理化学研究所 ニュース

Aug—1969

No. 11

理化学研究所における

エレクトレットの研究

——エレクトレットとは——

1920年頃、わが国の江口元太郎は世界で初めてカルナウバ蠟と松脂を等量に混ぜて熔融し、これに高い直流電圧を作用させながら固化させたところ、電圧を取り去ったあとにも電極と接した両端面にはプラスおよびマイナスの電荷が残留して、外部に永久的静電界を与え、かつ電荷の分布が媒質の内部に及んでいることを発見した。更に、これを空气中に長く放置したり、X線を照射したり、その他水や薬品で洗滌するとその表面電荷は一時的に消失するが、両端を短絡して乾燥すると電荷は再び回復する。その上、これに加えた電場の方向と直角な面で二分すれば、切口はそれぞれ同じ量の電荷の分離が起こって、丁度永久磁石の薄い板を二つに切ったと同じような結果になった。そこで永久磁石（マグネット）に対応して電氣的に永久的外部分極を保持する物の意味でエレクトレットと名付けられたのである。

最近では、種々の誘電体に電場を作用させる以外に、光や放射線の照射、磁場、その他加圧変形などの外力の作用によってもエレクトレット化出来ることがわかって来ている。

——当所の研究活動——

当所では、エレクトレットの研究が1925年頃から行なわれていた。複雑な組成のカルナウバ蠟を単純なエステル、脂肪酸および高級アルコールの成分に分け、その各成分に対するエレクトレット現象を組織的にしらべてゆき、その研究途上で数元伊之助は、(1)液体誘電体中に置かれた他の固体誘電体が静電界の下で回転を始める現象や、(2)クロロフォルムやキシレンなどの有極性液体に電界を作用させると、これらの媒質がプラスかまたはマイナスの特定の電極面に沿って液面の外にはいあがってゆく現象（現在“Sumoto 効果”として知られている）などの大きな発見を行なったのである。この間、海外でも江口の発見したエレクトレット現象の機構を明らかにするための基礎研究や、その応用研究が着々と進んでいる。しかし、現象が極めて複雑なために、今日に至るも未だ完全な説明がついていないようである。

最近、当所の生体高分子物理研究室では、高分子物質のエレクトレット現象をとらえて再び研究を進めている。適当な条件のもとで分極させると、高分子フィルムの表面電荷密度は 20 e.s.u./cm^2 、内部電界は $75,000 \text{ V/cm}$ にも達し、かつ安

定なエレクトレットが出来ることを認めた。また、エレクトレットの分極電荷の凍結状態を明らかにするため、高分子フィルムを種々の温度の下で直流高電圧を作用させながら液体窒素温度まで冷やした後、電圧を取り去り、再びこれを加熱した時に現われる脱分極電流の温度変化をしらべると、脱分極電流は種々の温度域で極大を示す。その温度域は従来から行なわれている粘弾性、NMR、体膨張率等の測定によって見出されている高分子の分子運動や、転移現象を示す温度域に良く対応する外、更に新しい温度域にも電流の極大値が見

出された。それ故、この方法は高分子の分子運動や転移現象を高感度をもって知る熱分析の一手段として、今後役立つものと思われる。

エレクトレットの永久静電界を利用して各種の応用が試みられている。高分子エレクトレットを用いたマイクロフォンはすでに市販されている。当所でも新しい熱解析法の開発のみならず、高分子エレクトレットを用いた圧電気材料の開発研究を進めている。また、血液の凝固を防止するためにエレクトレット化した人造血管を作る可能性も考えられている。(生体高分子物理研究室 高松俊昭)

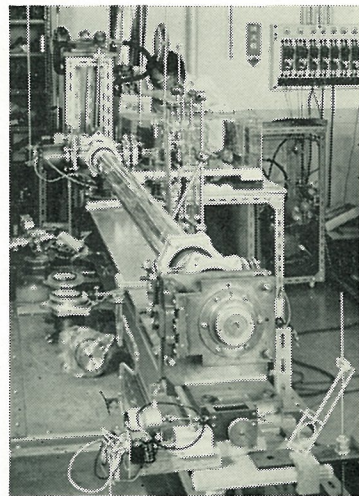
理化学研究所の

レーザーに関する研究 その2

前号に引き続き、当所のレーザーの応用研究につき紹介する。研究の全体的レイアウトは前号第1表で示したとおり、大きく5課題に分類され、そのIだけ前号で紹介したが、以下にII~Vの内容を紹介する。

II. 可視光および赤外域での物性定数の精密測定による新光学材料の開発

これは、次の三つのサブテーマをもって進められている。i)「高分子によるブリルアン散乱」では、光源として出力50 mWのNe-Heレーザー、試料として高分子、生体高分子、液晶などが用いられ、それらの粘弾性に関する知見を得つつある。ii)「遠赤外レーザーを用いた磁気共鳴の研究」では、光源として出力安定遠赤外ガスレーザーが用いられる。用いられるレーザー発振線は代表的なものとして、波長28, 84, 118, 210, 337, 538, 774 μm などの遠赤外線である。これをNiOや KNiF_3 などの反強磁性体、 $\text{CaF}_2:\text{Ho}^{2+}$ 、 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}:\text{Nd}^{8+}$ などの結晶中の希土類イオン、半導体や金属などに照射し、高磁界の下での吸収スペクトルをとる。高磁界発生には超伝導マグネットおよびパルスマグネットが用いられている。この研究で新しい電磁波材料や検波器の開発が期待される(第1図参照)。



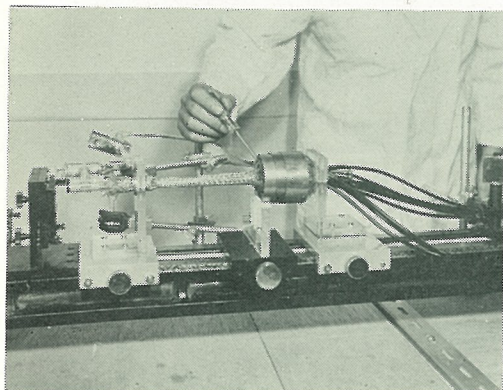
第1図 遠赤外レーザー磁気共鳴装置

iii)「遠赤外レーザーによるラジカル分光」では、高周波電波で色々な気体を放電させ、そこに生ずるラジカル(OH, CN基など化学活性をもった生成分子)の遠赤外磁気共鳴吸収を測定し、励起された分子に関する研究を行なう。

なお、前回紹介洩れとなったので、ここで述べるが、 H_2O 、 D_2O およびCN化合物の遠赤外レーザーの発振機構や発振特性の研究は国際的レベルの高さで研究されている。

Ⅲ. レーザーによる化学合成

ここではレーザー光照射により、従来の加熱法では得られなかった新しい化学生成物を得たり、また、化学物質の励起状態を高密度で得ることを目的として研究が行なわれており、次の三つのサブテーマよりなっている。i)「光反応への応用」ではすでに一例としてルビーレーザー（出力50MW）によりサントニンを照射しており、従来の水銀燈による光反応と比較検討中である。ii)「熱反応への応用」では、有機銅酸塩にルビーレーザー光を照射し、生成物としてアセチレンを得ている。これは在来の方法では得られていない。iii)「窒

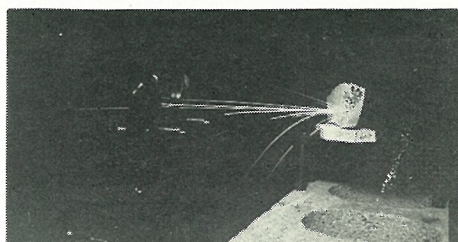


第2図 くりかえしパルス紫外レーザー

素レーザーの開発」では、波長3371Åの紫外領域で尖頭出力1MW、くりかえし20Hz、パルス幅5msの性能をもったN₂レーザーの開発をほぼ完了した。これはわが国で最初の成功である（第2図参照）。

Ⅳ. 高出力レーザーの応用

高出力レーザーはその利用度が高く、一般に使い道も最もよく確立されている。これもやはり三つのサブテーマで構成されている。i)「非線型分光学(二光子吸収分光学)」では出力100MWのQスイッチ・ルビーレーザーを開発し、ピレン、フェナントレン、イオン結晶中の色中心などによる二光子吸収によるケイ光を観測し、それらの系の励起状態を調べている。この研究は光計算機に対する一つの基礎を与える。ii)「レーザーによる加工および熱測定」では、大出力CO₂レーザー(直流出力100W)やYAG:Ndレーザー(波長1.06μm, 直流出力1W)を用いて、ガラス、セラミックス基板、コロイド薄膜などの加工を行なって

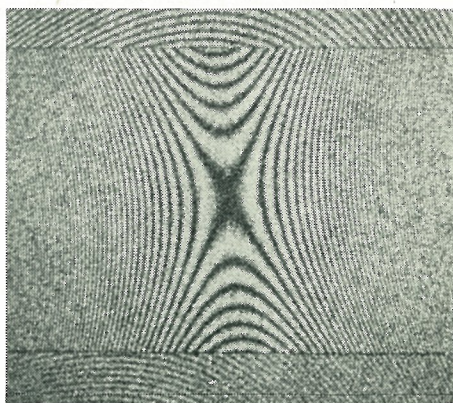


第3図 CO₂レーザーによるセラミックスの穴あけ加工

いる(第3図参照)。また、高温における諸材料の熱定数をレーザーフラッシュ法で測定しており、すでに相当の成果を得ている。iii)「海水中のレーザー光の伝播に関する研究」は、海洋研究のための新しい技術を開発し、海洋開発への基礎資料を提供することを目的としている。青緑色の光はよく海水中を通る。その波長の光としてYAG:Ndレーザーの第2高調波やArイオンレーザーを用いており、従来からの当所の海洋研究の技術を活用し、水中で用いられるレーザー計測の装置を開発しつつある。

Ⅴ. レーザー光による光計測

レーザー光のもつ特徴の一つに単色性が優れていることを前号で述べたが、これは光波の位相が



第4図 曲げた板表面の等高線を示すホログラフィー写真

揃っていることである。レーザー光のこの性質を用いて、レンズを必要としない写真といわれているホログラフィー写真を得ることができる。当所ではこの技術を、変形の測定や振動物体の解析に用いる研究を行っており、とくに対象物表面が粗であるときに有効な手法を確立している(第4図参照)。

以上、当所のレーザーに関する研究の全体を概括的に紹介するに止まったが、今後、機会をとらえ各研究につき詳しく紹介したい。

—海外だより—

ボリビア便り

鎌田 甲一 (宇宙線研究室・副主任研究員)

ボリビアは南米大陸の中央にある海のない国です。国土の3割はアンデスのけわしい山々に包まれています。日本の三倍の国土がありながら、人口僅か400万。その6割は東洋人の末であるインディオ達です。彼らは4000mの高地にチワナコ文化やインカ帝国を作り、ジャガイモやトマトを発明しました。ボリビアは又、鉱山国としても知られ、輸出の9割までは鉱石です。

それでは、ジャガイモの原産地であり、インディオの住む山国に、何故私共のような物理の研究者が来たか。それは、ここに世界最高の宇宙線研究所があるからです。

ボリビアの首都ラパスは、アンデス山中の丁度富士山頂と同じ高さの所にあります。ここから車で一時間半ばかり行くとチャカルタヤという山があります。その山頂近くに、この研究所があります。標高5200mで世界一、空気は地上の半分しかありません。何といっても5200mという高さは他に比類を見ない上、研究成果も上っているので、今では世界の注目を浴びるようになりました。宇宙線は天から降ってくる粒子ですが、厚い大気層を通る間に、数も性質も変わってしまいます。大気の厚さは水深10m相当ですから、地上での観測は10mの水の底で見ていることになります。チャカルタヤはその半分の深さなので、地上では観測できないユニークなデータが得られるのです。こういう特徴をもつため各国の研究者がここへ来て仕事をしています。地の果のような辺地ながら甚だ国際色豊かで、空気の少い所で元気に仕事をしています。私がたずさわっている仕事は、日本、アメリカ、ボリビア三国の共同実験として始められ、既に8年間続いています。先日日本・ボリビア共同実験を新しく始めましたが、ボリビア大統領夫妻が山まで来られ、開始のボタンを押してくれました。

研究所から見る景色は誠に見事なもので、豪壮なアンデスの峰々が一望のうちです。ボリビア人は人情家で親日的。天国に近いただけあって、酒はうまいし、美人も多い。是非一度訪ねられることをおすすめします。



1969年6月14日、ボリビア共和国シーレス大統領は、日本・ボリビア共同実験開始のボタンを押した。(手前左が筆者)



チャカルタヤ宇宙線観測所

リコー



今日、リコーの名で私共の生活にとけこんでいる、複写感光紙は、戦前、理研における代表的発明品の一つである。当時はリコーなどと呼ばれた名でなく「理研陽面感光紙」といった。目的において同類の青写真が、フィルムのネガを思はせるところから、その対比としてこの名が生れたのであろう。

「理研陽面感光紙」は1927年、筆者の恩師桜井季雄博士の手によってこの世にうぶ声をあげた。

Diaz 化合物が光によって変化することは、1881年、フランスの Berthelot と Ville によって発見され、以後主としてヨーロッパでこの研究がなされた。しかし、つくられた物質がいづれも不安定のため、写真としての実用にほど遠いものであった。先生はこのことに大変興味をもたれ、多年に亘りこの問題にとりくまれた結果、1928年特殊な芳香族アミンの Diaz 化合物と、フェノール、ナフトール類の結合体による優秀な感光剤を創成された。この画期的な発明は、日本、アメリカ、イギリス、およびカナダの特許を得るとともに企業化された。これが今日の株式会社リコーの母体をつくったといえよう。

恩恵の大きいものほど、空気のごとく、日常感じないものである。今日の陽面感光紙もそこまできた感じがする。たのしいことである。(企画部 竹下博)