

THE HITACHI Scientific Instrument NEWS

April, 1964 Vol. 7. No. 1

 Hitachi, Ltd.

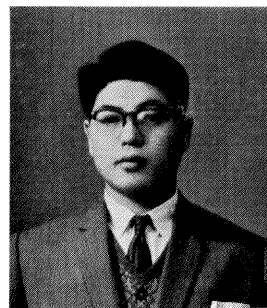
目 次

1. 細胞顆粒の磁気化学的研究 (I) 電子スピン共鳴吸収の生物学への応用…坂 岸 良 克・岡 部 哲 夫 …… 1
2. FIS-1 形遠赤外分光光度計偏光器……………松 本 孝 一・岩 橋 勲 …… 1
3. キャピラリーカラムによる香料の分析……………福 田 十 三 雄 …… 1
4. 日立レーザについて (第2報) ……………青 木 哲 …… 1

細胞顆粒の磁気化学的研究 ……〔I〕

——電子スピントン共鳴吸収の生物学への応用——

坂 岸 良 克 岡 部 哲 夫



電子スピン共鳴吸収 (ESR) が化学反応の機構を解明する為に用いられるようになって、既に10年余りになるが、その成果は装置の改良と性能の向上に併なつて、次第に多彩になりつつある。

ESR 装置の生物医学方面への応用は、Ingram⁽¹⁾ らに負う所が大きい、その有用性が明らかになるにつれ、ESR の方法が生物学研究に欠くことの出来ない手段であることが認識されてきている。ここではまず生物学における今迄の成果と応用の方向を記述し、私共の2、3の仕事の応用例として示したい。

現在のところ、私共生物物理の学徒が目指している ESR の応用面は大略次のように纏められるように思われる。

1. 遊離基の追跡
2. 生体内金属の働き
3. 生体の酸化還元反応 (電子伝達系)

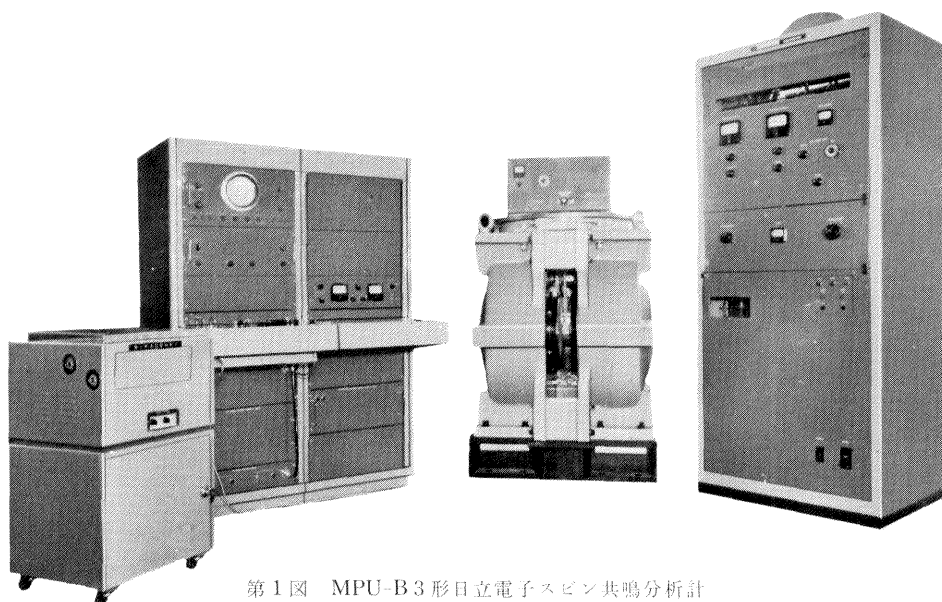
4. 光化学反応

5. 生細胞の機能

勿論、これらの項目は互に関連し重畳するものであるが、先づ遊離基について述べると、Commoner^{2)~5)} 以来、反応中の遊離基に関する仕事が最も多い。この吸収スペクトルは一般に極めてシャープでg値は自由電子の2.0023に近いので検出測定はかなり容易である。生体内では酸化還元酵素の多くがフラビンを含んでいるので、反応中間体としてのセミキノンがコハク酸脱水素酵素⁶⁾、アルデヒド酸化酵素⁷⁾、ジヒドロオロチン酸脱水素酵素⁷⁾、キサンチン酸化酵素⁷⁾⁸⁾⁹⁾、D-アミノ酸々化酵素⁹⁾¹⁰⁾、L-アミノ酸々化酵素¹¹⁾、旧黄色酵素⁸⁾¹²⁾¹³⁾ について確認されている。しかし普通の酵素反応ではこれらのセミキノンを検出することは極めて困難で、この場合どろどろの状態といってよい高濃度の酵素液が使われている。それ故、酵素の濃度が薄い状態で遊離基と思われる吸収スペクトルが現われたときにはその起源は基質そのもの

* 東京都医科歯科大学医学部生化学科

**日立製作所・那珂工場



第1図 MPU-B3 形日立電子スピン共鳴分析計

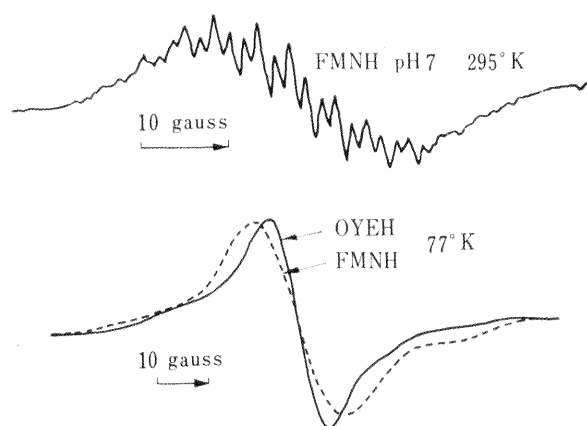
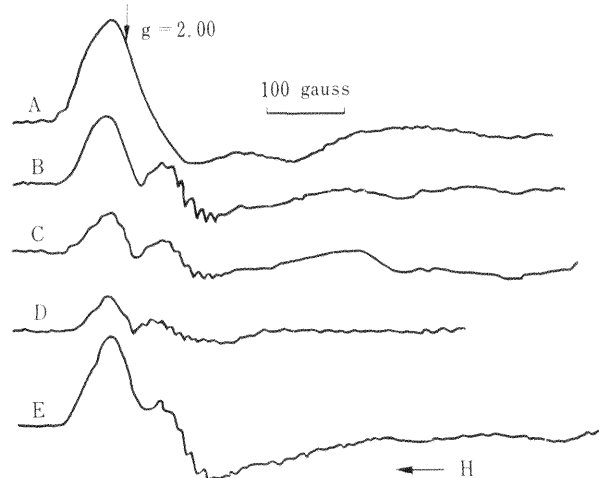


図1 FMN, 旧黄色酵素 (OYE) のセミキノンの ESR 吸収。Ehrenberg¹³⁾

のであると考えるべき例もかなりある。ペルオキシダーゼ^{14)~17)}, アスコルビン酸酸化酵素¹⁵⁾ チロジナーゼ¹⁷⁾ の反応がこれに属する。

遊離基の検出は、かなり寿命の短いものを測ることが多いので、酸素液と基質液を rapid flow 法で測定用空洞に送り込む常温法のほか、デュワー管を使い反応混液を液態窒素で凍結したまま測定するか、空洞を液態窒素で冷した窒素ガスで吹込む法がとられる。この際、使うデュワー管などに含まれる不純物による吸収スペクトルに注意しなければならない。石英ガラス中の鉄、炭素粉などは顕著な遊離基スペクトルや幅広い吸収を示すので反応生成物によるものと誤認することがある。不純の窒素ガスも常磁性物質である O_2 を含み、大きな吸収スペクトルの原因となることがある。まだ見出されていないが癌組織のような代謝の激しい細胞を有するものでは遊離基が ERR によって捉えられる可能性がある。

生体内の金属はかなり多く知られており、恐らく全金属が多かれ少なかれ含まれているものと思われるが、それらの中でどれとどれが生理的な働きを分担しているかは明らかではない。しかし、He, Mn, Mo, Co, Cu はいずれも生体内での役割が明ら



A : KCN 溶液で透析可能な銅を除いたオキシダーゼ
B : A をアルカリ処理後中和したもの
C : 尿素処理したもの
D : アセトン・塩酸処理したもの
E : A に Cu^{2+} を加え感度を 0.4 倍として測定
(Beinert, Gritth, Wharton, Sancel²⁵⁾)

図2 チトクロームオキシダーゼの ESR 吸収。

かにされてきた。例えば Mn^{++} はエノラーゼと密接な関係があり¹⁸⁾¹⁹⁾, Mo はアルデヒド酸化酵素, キサンチン酸化酵素²⁰⁾ に、 Co はビタミン B_{12} 及び $CoB^{12)20)}$ に含まれ、反応に参画している。 Cu はヘモシアニン中に Cu^+ として存在しており²¹⁾, モノアミン酸化酵素中には Cu^{++} としてあること²²⁾, ラッカーゼの酸化型では Cu^{++} であること²³⁾²⁴⁾, チトクローム酸化酵素中にも Cu^{++} が認められること²⁵⁾²⁶⁾ が確かとなった。

Fe はヘモグロビン^{27)~30)}, 各チトクローム, ペルオキシダーゼ¹³⁾, カタラーゼ, キサンチン酸化酵素⁹⁾¹⁰⁾, コハク CoQ 酸脱水素酵素³¹⁾ $NADH$ —チトクローム C 還元酵素³¹⁾ などに含まれ、生体内の酸化還元の主役であることは衆知のことであるが、大別して、ヘム鉄と非ヘム鉄、つまりポルフィリン中に配位している鉄と、蛋白などと結合した鉄にわけて考えられる。現在までのところ、私共が観察している吸収は Fe^{+++} によるものであり、 Fe^{++} についてはスペクトルは認められない。この $Fe^{++} \leftrightarrow Fe^{+++}$ の可逆

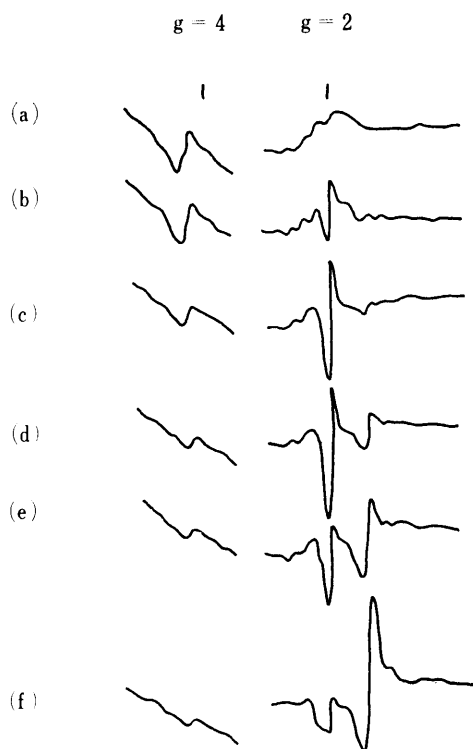


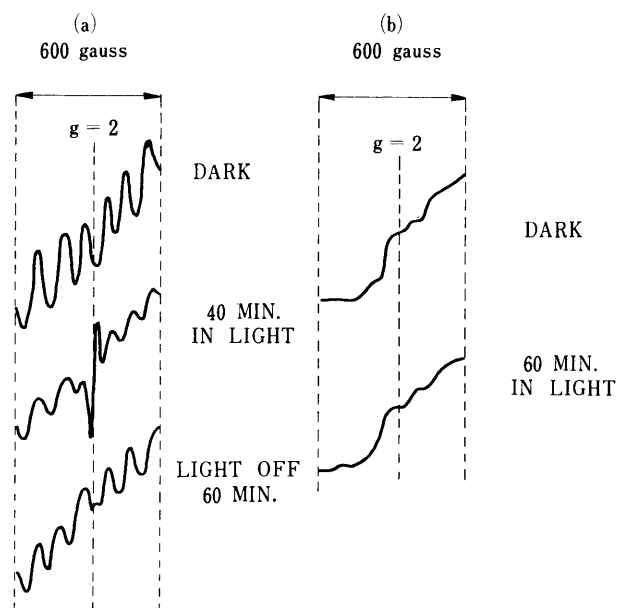
図3 NADH—チトクロームc還元酵素のNADHによる滴定³¹⁾。酵素量は27mgで、加えたNADH量は(a)0;(b)57;(c)114;(d)171;(e)228;(f)2000m μ M.の順で、O₂は除いてある。

性が、生体酸化還元のESRによる観察をより容易にしている。ただし錯塩で液態ヘリウムの温度でないとき吸収スペクトルが認められないことがあるが、これら緩和時間その他の理由によるもので、赤血塩K₃[Fe^{III}(CN)₆]はこの例である。

生体内の酸化還元には脱水素反応が著しいので、その際の電子の授受が一群の酵素系によって行なわれている。この反応にはフラビン、金属が関係し、それらを含む酸化還元酵素を組み合わせることによって電子伝達系を追うことができる。このような複合酵素系の解析にESRを使ったのはBeinertら^{31)~34)}であるが、NADH—チトクロームC還元酵素にNADHを加えて生ずる吸収スペクトルがフラビンのセミキノイドに基くものであることを確め、さらにコハク酸—NADH—チトクロームC還元酵素複合体についてもNADH添加によるフラビンセミキノンの吸収スペクトルを観察し、NADHを多量に加えると再び吸収が消えてしまうことを知った。電子伝達系にはユビキノン(Coeuzyme Q₁₀)ビタミンK₁が関与しているが、これらの構造は容易にセミキノンを形成しうる形なので、電子伝達系の解析におけるESRの重要性はかなり高いものと考えてよい。

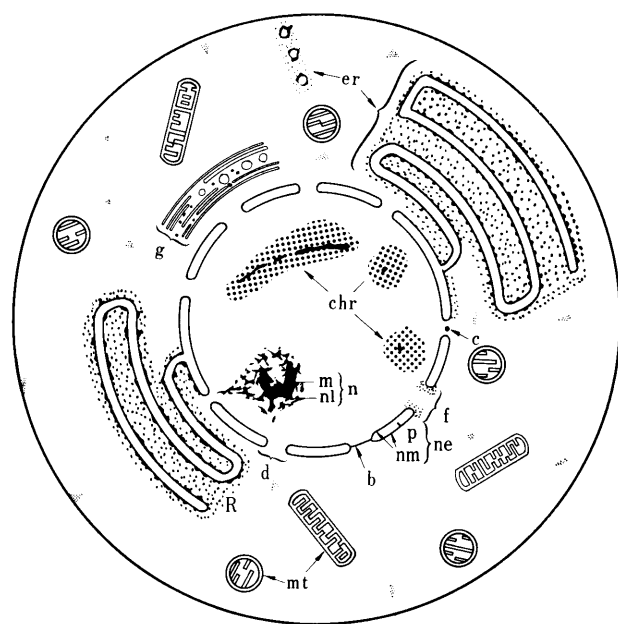
光合成については光の照射によって吸収スペクトルが強くなることが知られ、クロレラ(図4)をはじめ、種々の植物についての報告がある^{18)35)~43)}。今後ますます発展する応用面である。

以上の方面と相まって近年素晴らしい発展をとげた細胞化学あるいは分子生物学に連る方向を注目しないわけにはいかない。すなわち生細胞の機能の最小単位と考えられる細胞顆粒(Subcellular ϕ articles)についての研究がある。電子スピン1個の測定が可



a) 正常細胞
b) Mn欠乏細胞、6個のスペクトルはMnによる。

図4 クロレラのESRスペクトル⁴³⁾



er : Endoplasmic Reticulum
(ミクロソームはこの細片)
g : 密集した顆粒群の別な断面
chr : クロモゾーム
n : 核小体
c : 中心顆粒
t : 管状構造
p : 核膜間隙
mm : 核膜
b : 带状構造
d : 核膜不連続部位
mt : ミトコンドリア
R : ミボゾーム

図5 細胞の模型図

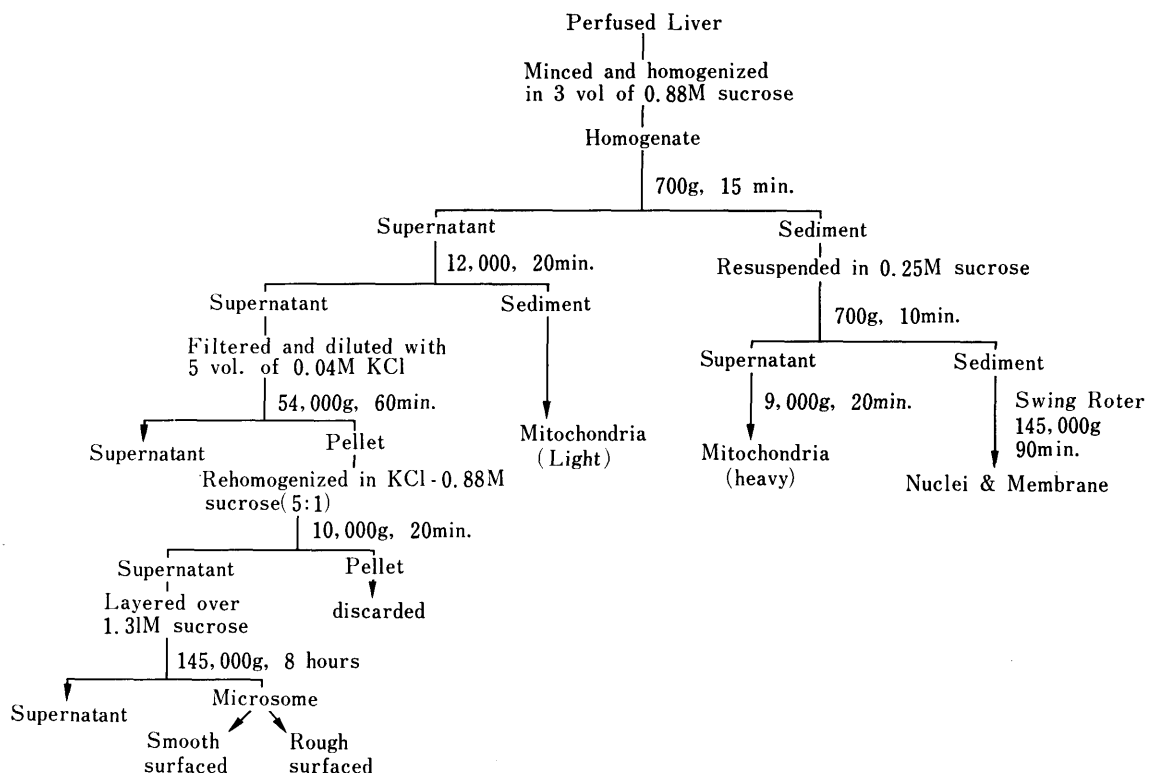
能である本装置を用い、複雑な酵素系の集合である細胞顆粒を扱うことは鶏刀をもって牛を屠るの感がないでもないが、一つ一つの精製された酵素を用いるin vitroの実験も又、かならずしも生体内の反応をそのまま表すものとは云えないのであるから、生細胞としての機能を保持するこれら顆粒について、生きたままでその中に含まれている特定酵素または物質を追うことができれば研究の方法としては期待できるのではなかろうか。

細胞はそれぞれ組織によって働きが少しずつ異なるが、その構造

表 1 ミトコンドリア中の主なる酸化還元酵素

酵 素	研究された動物と組織	酵 素	研究された動物と組織
コハク酸々化酵素	ラット, マウスの肝	チトクローム b	"
コハク酸脱水素酵素	ウサギの脳	NAD—NADP 水素転移酵素	"
オキザロ酢酸々化酵素	ラット肝, 脾	チトクローム酸化酵素	ラット, マウス肝, 脾, 脳
α —ケトグルタル酸々化酵素	ラット肝	グルタミン酸脱水素酵素	マウス肝
イソクエン酸脱水素酵素	"	コリン酸化酵素	ラット肝
イソクエン酸酸化酵素	マウス肝	α —グリセロリン酸々化酵素	"
NADH—チトクローム C 還元酵素	"	チラミン酸化酵素	"
NADPH—チトクローム C "	ラット脾	D—アミノ酸々化酵素	ブタ腎
チトクローム C	ラット, マウスの肝	ステロイド水酸化酵素	ブタ副腎
チトクローム C ₁	ラット肝	脂肪酸々化酵素	ラット肝
チトクローム C ₁	"		

表 2 細胞顆粒分画法 (肝臓)



の概略を示すと図5のようである。ここでミトコンドリアというラクビー球に似た顆粒は膜の中に仕切があり、それらの膜の表裏にいずれも微細な粒子が密に配列していて、これが細胞の呼吸を司る電子伝達系の粒子であると Green らは云っている。この中には大概表のような酵素が存在する。

ミトコンドリアと共に細胞内で大きな位置を占るのは Endoplasmic Reticulum で、これはやはり膜構造のものであるが、外側にリボゾームという核酸 (RNA) の粒子を附着させている。このリボゾームの上に核からできた伝令 RNA が配られ、その有機塩基の順序の通りに細胞質内にある可溶性 RNA がアミノ酸を運んで、ここで蛋白の合成が行なわれる。膜成分の方は肝臓、腎臓では水酸化反応を行なうことがわかっているが、脂酸の代謝、蛋白の生合成にも何らかの寄与をするものと考えられている。

私共は分別超遠心法、密度勾配法 (種々の異った比重の液を重

ねて、重さの違う粒子系を分別する) の進歩に併って、これらを組み合わせ、ミトコンドリア、ミクロゾーム、核、細胞膜を分離したが、この中肝臓のミトコンドリアとミクロゾームの EPR スペクトルを同定したので、これについて記することにする。

■ 細胞顆粒のとり方

家兎を空気栓塞 (注射筒で耳静脈に 5~10ml の空気を注入する) で殺して、直ちに肝臓を取り出し、氷冷蔗糖液 (0.25M) に浸し、ついで門脈から同液を注入して充分に血液を除いて灌流する。これを 3 倍容の蔗糖液 (0.88M) とテフロン ガラスホモゲナイザーで磨砕し、700 g, 15 分遠心して、沈渣と上清を分け、以下順次表のように超遠心分離機を使って分画していく。

この実験では軽いミトコンドリアと滑面ミクロゾームの両画分を日立超遠心機 55P 及び 40P を用いて分離し、材料とした。(文献は次回掲載)

FIS-1形遠赤外分光光度計用偏光器

松本孝一・岩橋 勲

通常プリズム赤外領域の偏光器としてはAgclやSeの薄板を数枚重ねて偏光角に配置する偏光器が広く用いられている。しかしこれらの偏光器素材は吸収による長波長限界があり遠赤外領域では使用することができない。遠赤外領域の偏光器としてはGeなどの反射を利用するものなども考えられているが、使用上不便な点が多いので商品としての利用は困難と思われる。

ポリエチレンは大略 14μ 以長に吸収がなく、遠赤外全領域で透明であるので遠赤外分光光度計の窓材やフィルターの素材などとして便利に利用されている。このポリエチレンの屈折率は遠赤外全領域で約1.46でほぼ一定であるから、この薄板を入射角が約 55° となるように配置すれば良好な透過形の偏光器が得られる。

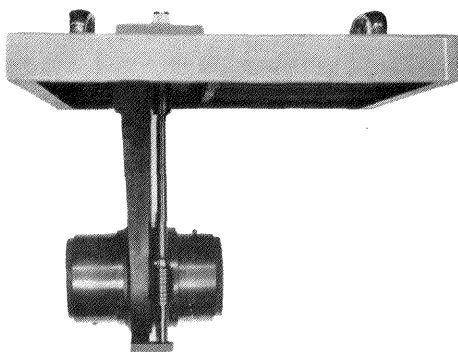
このような偏光器の偏光度はG.R.BirdおよびW.A.Schurcliff¹⁾によって次式で与えられる。

$$P = \left[1 - \left(\frac{2n}{n^2+1} \right)^4 m \right] / \left[1 + \left(\frac{2n}{n^2+1} \right)^4 m \right] \dots\dots\dots (1)$$

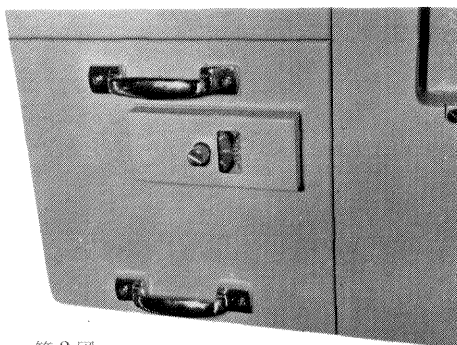
ただし、 n ; 屈折率、 m ; 用いるポリエチレンシートの枚数

上式によれば10枚のシートで P が88%、15枚のシートで95%となる。偏光器の透過度はS成分に対してG、K. T. ConnおよびG. K. Eaton²⁾によって次式が導かれている。

$$Ts = 1 / \left[1 + \left(\frac{n^4-1}{2n^2} \sin^2 \theta \right)^2 \right] \dots\dots\dots (2)$$



第1図
FIS-1形遠赤外分光光度計用偏光器外観



第2図
FIS-1形遠赤外分光光度計にそうてんした偏光器

* 日立製作所那珂工場

ただし

$$\delta = (2\pi n d \cos \gamma) / \lambda \dots\dots\dots (3)$$

ここで

d ; シートの厚さ、 γ ; 屈折角、 λ ; 波長

厚さが約 50μ のシートを15枚程度用いた偏光器の透過度は75%以上になる。

用いるシートの厚さによって偏光度の分光特性はかなり異なる。われわれは大阪大学の実験結果³⁾を参考にして 20μ と 30μ 厚さのシートを使用することにした。 20μ 厚さのものと 30μ 厚さのものをそれぞれ0.3mm厚さの楕円形の枠にはり交互に15枚ずつ組み合わせたものを偏光角に配置できる構造とした。その外観を第1図に示す。

シートをそう入した円筒は直径74mm、長さ114mmで、排気した分光器内にそう入し、外部からツマミにより任意の回転角を与え得るようにしてある。分光器に設置した状態を第2図に示す。

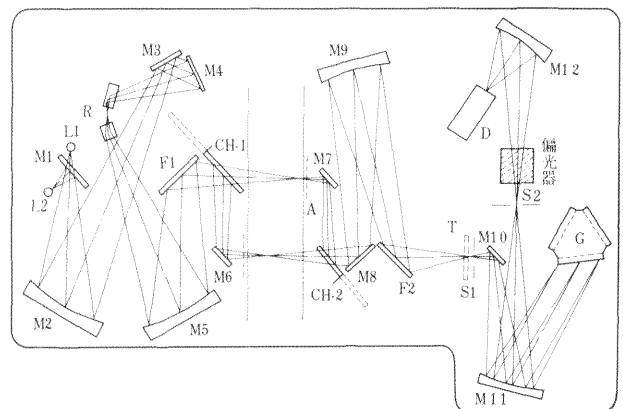
FIS-1形遠赤外分光光度計⁴⁾へのそうてん位置は第3図に示すように出射スリット後方、軸は必ず楕円面鏡との間で、標準側および試料側両光束が合致し、モノクロメータを経た単色光が入射するようになっている。したがって単一の偏光器で偏光測定が行なえる。

偏光器自体の偏光度は P 偏光成分を入射したとき、 P および S 成分方向に配置した偏光器の透過強度をそれぞれ I_P および I_S とすれば

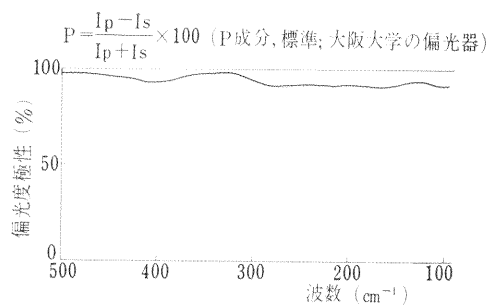
$$P = \frac{I_P - I_S}{I_P + I_S} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (4)$$

で与えられる。理想的偏光器では $I_S=0$ から $P=100(\%)$ となる。

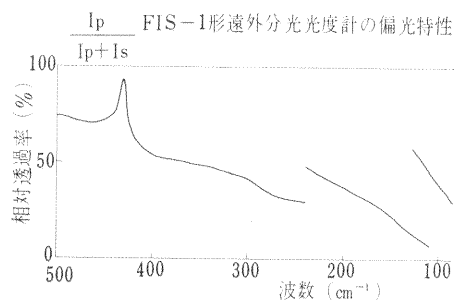
大阪大学工学部の偏光器⁵⁾を基準として測定した本偏光器の偏光度を第4図に示す。全波数領域90%以上の良好な偏光度を示していることが認められる。



第3図 FIS-1形遠赤外分光光度計
光学系統図内の偏光器挿填位置



第4図 偏光器の偏光度



第5図 FIS-1形遠赤外分光光度計の偏光特性

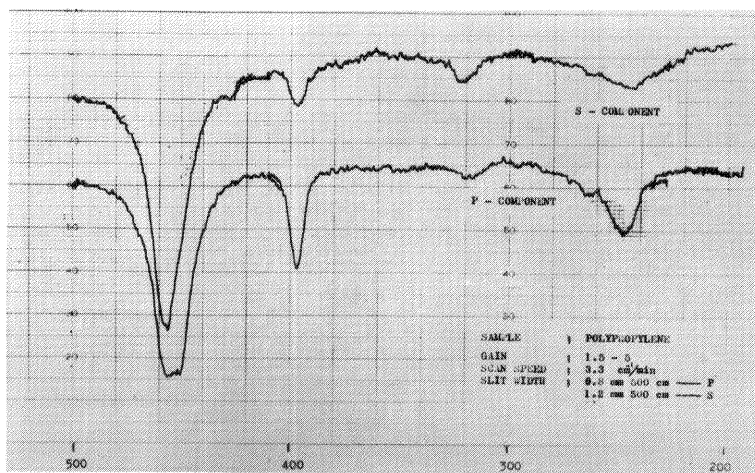
次に本偏光器を用いて FIS-1 形遠赤外分光光度計の偏光特性を測定した結果を第5図に示す。プリズム赤外分光器では分光器による偏光は主としてプリズム面の反射によるが本分光器では分散回折格子およびレストストラーレンフィルター表面での反射によるものが大部分と考えられる。一般に回折格子による偏光はその P および S 成分の強度が大略ブレイズ波長近辺で等しくなるといわれているが、第5図の結果は多少ブレイズ波長より短波長側にずれておりレストストラーレンフィルターによる偏光が影響しているとみなすことができる。(分光器の構造上、各要素ごとにその偏光特性を測定することができない)。第5図の 430cm^{-1} 近辺に認められるカーブのピークは Grating Anomaly によるものと思われるが、その明確な原因は不明である。

本偏光器による試料の実測例を第6図に示す。試料名はポリプロピレンフィルムで、明らかに試料の二色性が認められており、その立体構造の決定にきわめて有力なデータとなっている。

なお、本試料は大阪大学理学部田所助教授より提供していただいたものである。ここに厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) G.R. Bird and W.A. Schurcliff; J. Opt. Soc. Amer., **49** 235 (1959)
- 2) G.K.T. Conn and G.K. Eaton; ibid **44** 553 (1954)
- 3) A. Mitsuishi et al ; ibid **50** 433 (1960)
- 4) 岩橋他 ; 日立評論 **45** 28 (1963)



第6図 ポリプロピレン(Polypropylene)の遠赤外2色性

キャピラリーカラムによる精油および香料の分析

福田 十三雄

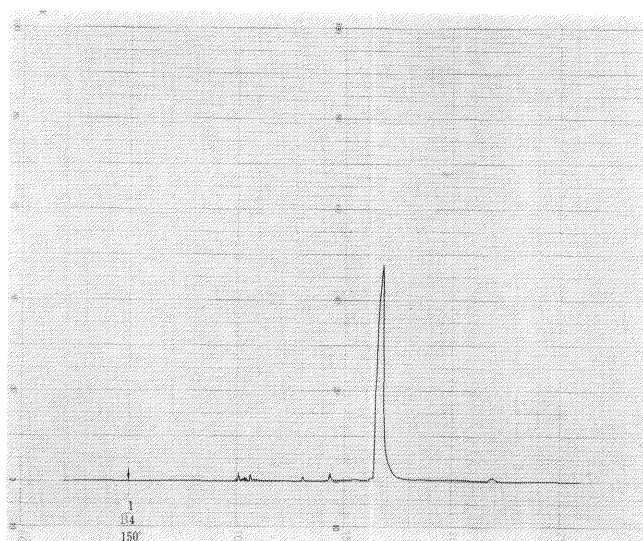
天然精油の成分はきわめて複雑でテルペン系の炭化水素、アルコール、およびエステルなどのほか、脂肪族および芳香族系のエステル、ならびに遊離のカルボン酸などを含有するが主成分はテルペン化合物である。市販香料でも廉価なものには比較的成分数の少ないものも見出されるが高級品では普通必ず天然精油を含ん

でおり主成分は溶媒を除けばやはりテルペン化合物である。それらの物質は単に化学的性質が似ているのみならず、沸点も近似で異性体を多数含んでおり、精油あるいは香料の分析にはガスクロマトグラフィーが最も適したものであることはいうまでもない。

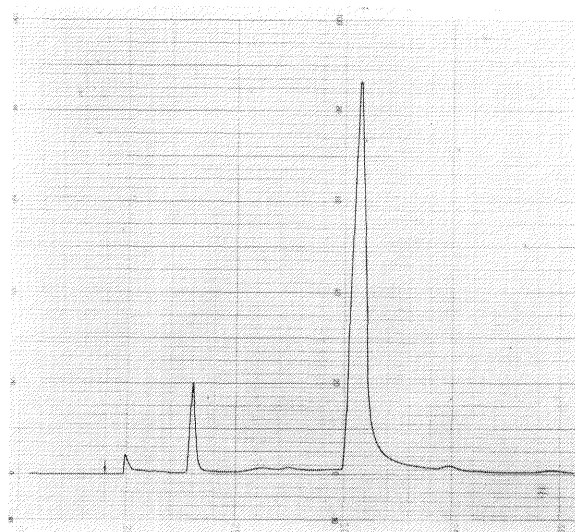
しかるにテルペン化合物は一般に熱心に不安定なものならず、



第1図



第2図



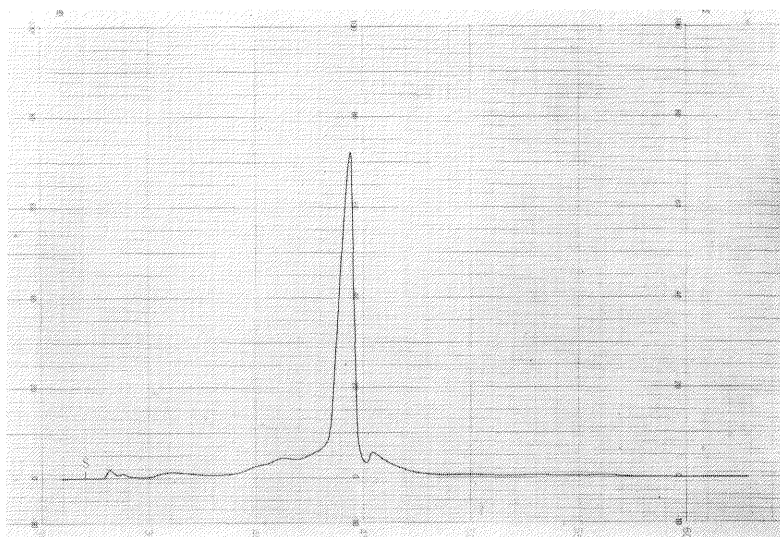
第4図

低温の場合にも微量の触媒により脱水、異性化などの反応を起こし、カラムの中でも担体により分解し、クロマトグラムにしばしば反応生成物を記録せしめる場合があることはよく知られていることである。

筆者は精油あるいは香料の分析では

- (1) Compact なカラムで理論段数 10 万以上の高度の分高が得られ、
- (2) 担体を使用しないから少なくとも担体による脱水異性化などの反応がなく、
- (3) 高沸点物質でも流出しやすく、
- (4) 高度の分高が得られるために微量物質の検索が容易なうえ、
- (5) Retention time も正確に測定できて、ピークの確認 同定がに便利な

ゴーレイカラムが最も適していると推定し、これを確認しようと考えて、固定相には精油あるいは香料の分析で比較的良好に用いられるシリコンオイル DC-550 を使用し、二三の精油および香料に



つき充てんカラムと分析結果の比較を行なった。

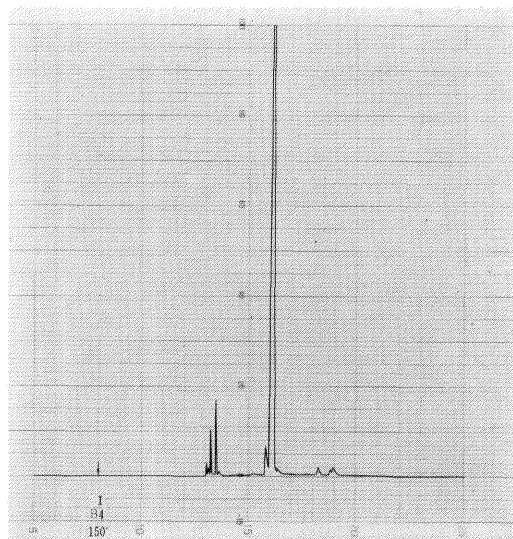
本報ではその実験結果の一部を報告する。

■ 実験および結果

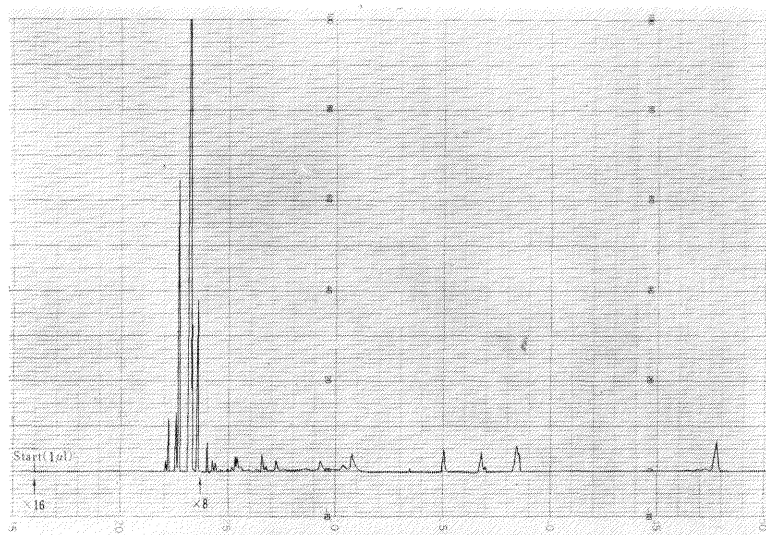
1. ゴーレイカラムでは担体による脱水異性化などの反応がない
テルペン化合物のガスクロマトグラフィーでは固定相担体の種類により同じ物質でもいろいろな形のピークを示す場合があるこ



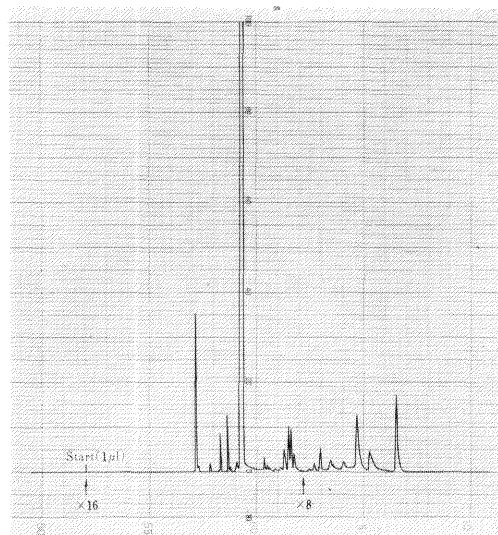
第5図



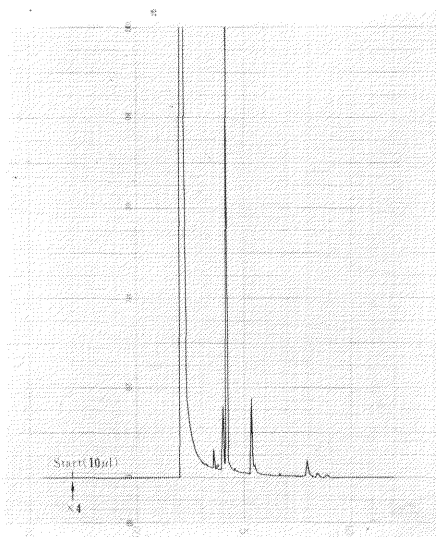
第6図



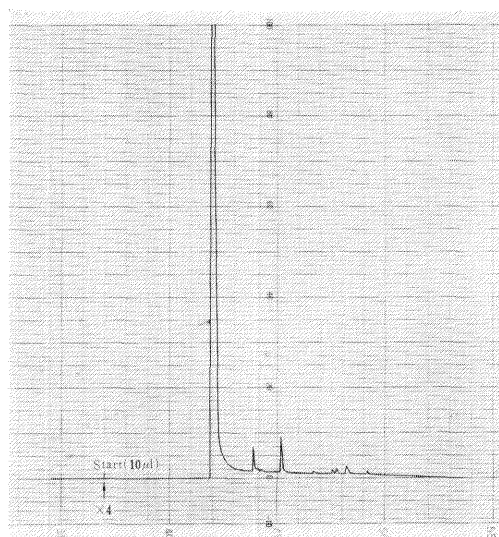
第7図



第8図



第9図



第10図

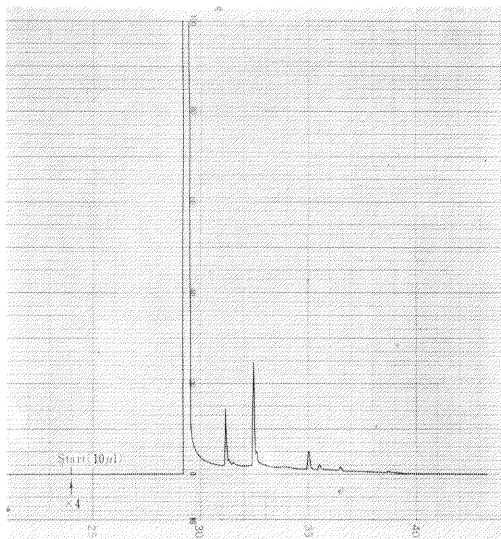
とはすでによく知られた事実である。¹⁾ 筆者が各種単品香料につき充てんカラムとゴーレイカラムの分析結果の比較を行なった一例はたとえば **Fig 1~6** であって、ゴーレイカラムの場合にはピークは鋭くよく分離されたが成分数はほとんど増加しなかった。

2. Retention time が正確に得られるからピークの確認同定が容易になり、微量物質も分離できるようになる。

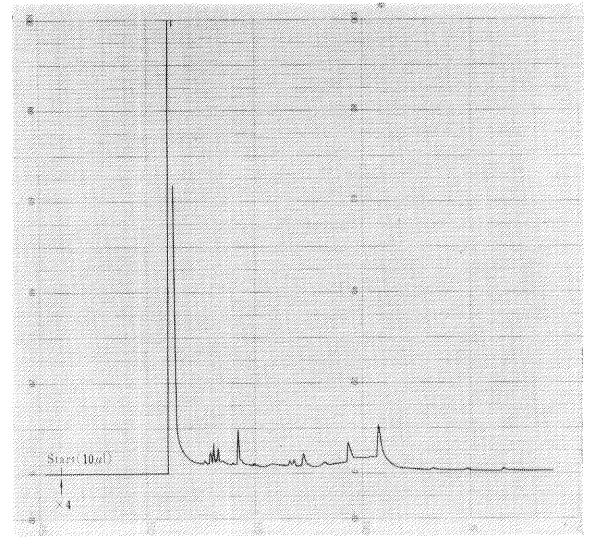
市販香料にはいろいろな物質が含まれているが、いつれの香料

にも共通なものが含まれている。また商品名が同じでも成分の異なるものや商品名が違ってても成分は類似のものも非常に多い。クロマトグラムに反応生成物（カラム内での）が記録されることがないならば得られたデータから試料の組成は容易にわかるものと考えられる。

筆者が二三の食品香料および天然精油のクロマトグラムを比較した結果はたとえば **Fig 7~12** であって、ゴーレイカラムを用い



第 11 図



第 12 図

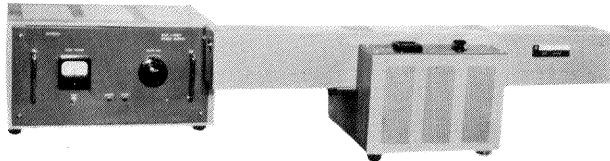
ればピークの確認同定のみならず微量物質の検索までが容易になり、商品の正しい評価も得られることが証明された。

文献

(1) 松浦，林；化学の領域増刊 46 号 p. 93～101

日立レーザについて（第 2 報）

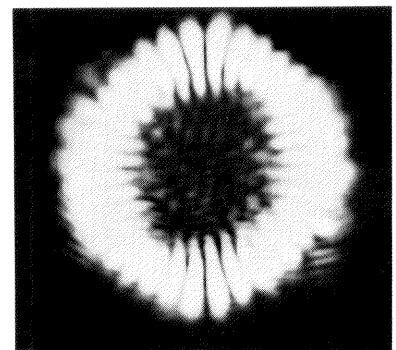
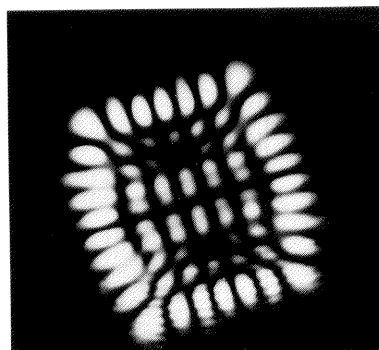
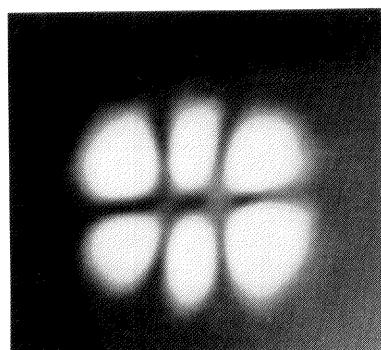
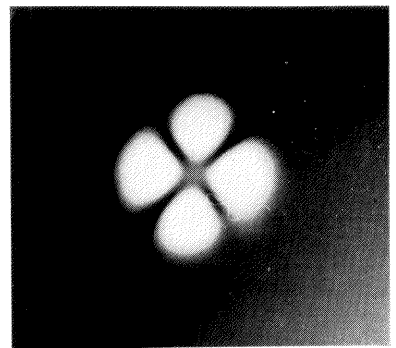
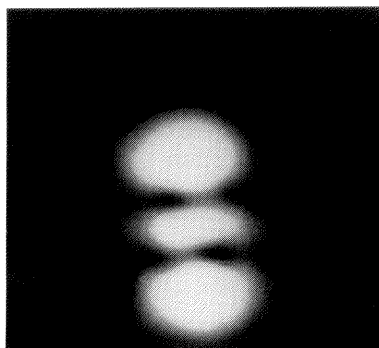
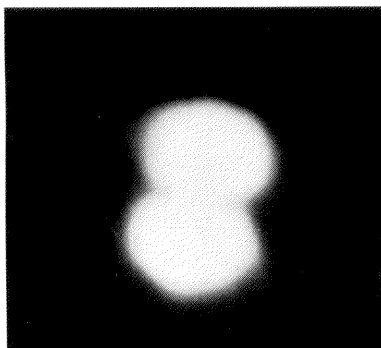
青 木 哲 *



第 1 図 日立ガスレーザ

S. I. ニュース Vol. 6 No. 2 (April '63) に日立ルビーレーザを紹介したが、第 2 報として日立ガスレーザを紹介する。

誘導放射の現象を利用したレーザの中、活性体に気体を用いるガスレーザは時間的に連続なコヒーレント光が得られるので光学実験や変復調などの光通信技術の基礎実験に好適である。ガスレ



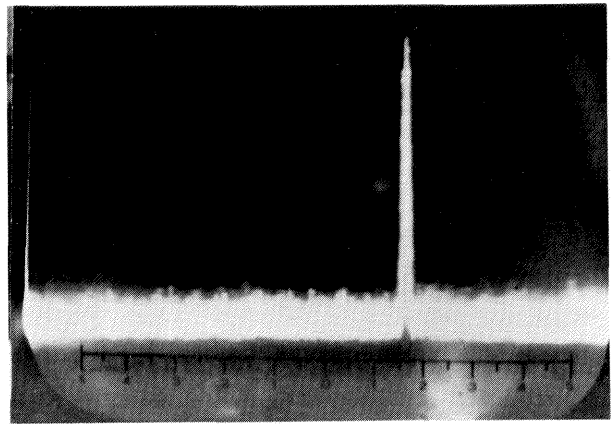
第 2 図 モード・パターン

* 日立製作所那珂工場

ーザの種類は多種にわたるが、最も普通に取り上げられている He-Ne ガスレーザによって 6328 Å の可視光を発振させることに成功した。

(第1図)ポンピングの方式は高周波無極放電方式で高周波には 27 Mc を採用した。光学共振器は放電管と切離して独立させ、球面鏡をその曲率半径の中心がお互いの鏡面上にあるように置いたいわゆる共焦点形とした。したがって放電管は両端を偏光角に加工して窓をつけ、偏光の P 成分に対して反射損のないようにしている。球面鏡はその鏡面に多層膜蒸着を行なって波長 6328 Å の光に対し 99% 以上の反射率をもたせている。球面鏡の向きはレバーを押すことによって変えることができる。この装置では球面鏡を交換することによって 1.15 μ の近赤外光を発振させることができる。

発振光はコヒーレントであるため、球面鏡の鏡面上に特長的なパターンを発生させる。モードパターンと呼ばれるのがこれであってその例を第2図に示す。また光学共振器内に定常波が生じており、これをスペクトラム・アナライザで検出したのが第3図である。この定常波の周波数は光学共振器の長さによって定まり、図の場合は 153 Mc であった。共焦点形の光学共振器によって発生する光は球面波をなしており、遠方に行くにしたがい拡がって



第3図 ビートの検出

行くが、光学共振器内ではエネルギーは小さな面積に集中しており、光学共振器内のビームは容易に肉眼で見得るほどである。スペクトル幅は理論上 2 c/s といわれており、単色性はきわめてよい。

応用面としては、良好な単色性を利用して波長標準となり得ると考えられ、可干渉距離の長いことから、長さの精密測定や各種干渉計の光源となり得る。また、光通信、多重通信も期待されている。

株 式 會 社

日 立 製 作 所

本 社

(新 丸 ビ ル) 東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番地

(第 3 大手町ビル) 東京都千代田区大手町 2 丁目 8 番地

(新 大 手 町 ビル) 東京都千代田区大手町 2 丁目 4 番地

電 話

東京 (212) 1111 (大代)

東京 (270) 2111 (大代)

東京 (211) 1411 (大代)

電 信 略 号

トウキョウ」ヒ タ チ

トウキョウ」ヒ タ チ

トウキョウ」ヒ タ チ

日 製 産 業 株 式 會 社

本 社 東京都港区芝南佐久間町 2 丁目 4 番地 (日立愛宕別館)

大 阪 営 業 所 大阪市北区梅ヶ枝町 164 番地 (宇治電ビル)

名 古 屋 営 業 所 名古屋市中村区広井町 3 丁目 98 番地 (名古屋ビル)

九 州 営 業 所 福岡市天神 2 丁目 12 番地 1 号 (天神ビル日立製作所内)

広 島 営 業 所 広島市紙屋町 8 番地 (広電ビル)

仙 台 販 売 所 仙台市東四番丁 51 番地 (日産生命館日立製作所内)

札 幌 販 売 所 札幌市北三条西 4 丁目 1 番地 (第一生命ビル日立製作所内)

富 山 出 張 所 富山市新桜町 35 の 2 番地 (太陽生命ビル)

四 国 出 張 所 高松市寿町 1 丁目 4 番地の 2 (日立製作所内)

電話東京 (503) 2311 (大代)
電信略号 トウキョウカニユウ
ニツセイサンギョウ (22-911)

電話大阪 (361) 1241 (大代)
電信略号 オオサカカニユウ
ニツセイサンギョウ (33-667)

電話名古屋 (58) 6211 (大代)
電信略号 ナゴヤカニユウ
ニツセイサンギョウ (44-330)

電話福岡 (75) 2936 (代)
電信略号 フクオカカニユウ
ニツセイサンギョウ (77-141)

電話広島 (21) 4511 (代)
電信略号 ヒロシマカニユウ
ニツセイサンギョウ (66-530)

電話仙台 (25) 5561 (代)
電信略号 センダイカニユウ
ニツセイサンギョウ (88-586)

電話札幌 (4) 4319, 4469, 5674 (6) 9448
電信略号 サツポロカニユウ
ニツセイサンギョウ (99-166)

電話富山 (2) 4526 (代)
電信略号 トヤマ」ヒタチキツケ」ニツセイ

電話高松 (2) 3721 (代)
電信略号 タカマツ」ニツセイ