

目 次

分析機器解説シリーズ (16)	2
電子スピン共鳴	
トピックス	10
Falling Jet を利用するレーザー励起高感度検出法	
講演会の報告	13
お知らせ	16
・国際規制物質 (酢酸ウラニル) の使用について	
・インピーダンス測定装置について	

★ 分析機器解説シリーズ (16) ★

電 子 ス ピ ン 共 鳴

工学部 松 田 義 尚

1. 不対電子を磁場中に置くと、図 1a) に示すように、そのスピン量子数の磁場方向成分 ($1/2$ または $-1/2$) によってエネルギー準位が分裂する (ゼーマン分裂)。分裂したゼーマン準位間のエネルギーは磁場強度に比例するが、このエネルギーと等しいエネルギーを持つ電磁波を吸収する。電磁波のエネルギーを一定にして、磁場の強さを変えてゆくと、図 1b) のようなスペクトルが得られる。このようにして、電子スピン共鳴スペクトルを得ることができ、不対電子対を検出することができる。スペクトルを解析することによって、不対電子の存在する化学種の構造を明らかにすることができるため、遷移金属錯体の構造や反応の中間に生成する常磁性中間種 (フリーラジカル) の構造を決定することができ、化学反応経路を検討する有力な手段となる。また、スペクトルは、媒質の極性によって変化し、又化学種の運動状態によっても影響を受けるため、性質が明らかにされている常磁性種をプローブとし、物質のミクロな物性を検討することにも利用できる。

2. 装置の概要

ゼーマン分裂エネルギーは、図 1a) に記したとおり、 $g\beta H$ と書くことができる。ここで g は化学種に固有の主値を持つテンソルで、主値は、有機化合物ラジカルの場合は 2 に近い値である。 β はボーア磁子の磁気モーメントである。常電導磁石を用いて、 $H=0.3\text{T}$ (3000G) とすると、ゼーマンエネルギーは約 0.3cm^{-1} となり、共鳴をおこす電磁波は波長が約 3cm (Xバンド) のマイクロとなる。表 1 に、通常用いら

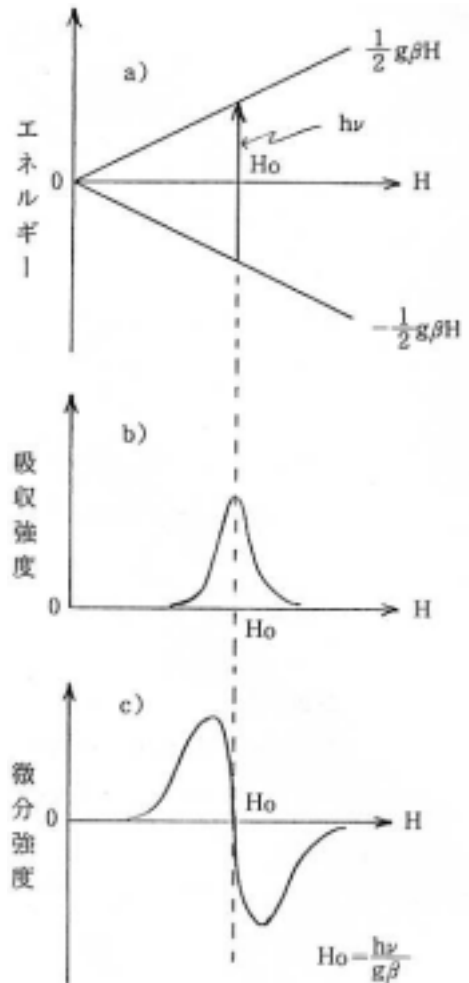


図 1 a) 磁場によるゼーマン分裂
b) 共鳴吸収(磁場を掃引した場合の電磁波の吸収)
c) 吸収の 1 次微分

れるマイクロ波帯と $g=2$ の場合の共鳴磁場とを上げる。最も一般的な分光計はX-バンドのものである。

マイクロ波源として一般的に用いられるものは、クライストロンまたはガンダイオードであって、広い周波数範囲にわたって掃引を行うことはできない。このため、通常のESRにおいては、磁場を掃引してゼーマンエネルギーを変化させ、電磁波のエネルギーと一致する点を求めるという方法を採用している(図1 a), b)。

共鳴による電磁波の吸収強度は、共鳴エネルギーが大きくなる程増大する。これは吸収、放射の遷移確率が、夫々基底状態、励起状態に対する分布に比例するためである。マイクロ波のエネルギーと、ボルツマン分布とを考慮すれば、電子スピン共鳴による吸収強度が著しく弱いことが理解できる。このため、マイクロ波の吸収(強度信号)を直接増幅しても、S/N比の大きな、実用可能なスペクトルを得ることは困難である。この問題をさけるため、通常は図2に示すような変調分光法を用いている。マイクロ波の吸収は、図2 a)で表されるような強度変化を示す筈であるが、強度変化が実際には著しく小さいため、雑音中に埋もれている。磁場として、時間に対して直線的に変化する(掃引)磁場を、狭い幅で速く振動する(変調)磁場とを重ねあわせると、試料にかけられる磁場は、図2 b)のような時間変化をする。各点においては、掃引磁場を中心とする振動磁場が試料にかけられることになる(図2 a))。この結果、掃引磁場強度と出力信号との関係は図2c) (1)に示したように、各磁場において、吸収信号の微分に比例した振動信号が得られる。この信号を狭帯域増幅し、変調磁場と同期して検波すると雑音を著しく減少させることができ、最終的には図2c) (2)に示す吸収曲線の一次微分曲線に相当するスペクトルが得られる。

図3に一般的な分光計のブロック図を示す。装置は以下の部分より成り立っている。

表1 ESRに用いられる一般的なマイクロ波帯

呼称	周波数(GHz)	$g=2$ の共鳴磁場(T)
L-バンド	0.9-1.8	0.04(1.1GHz)
X-バンド	9.1-10	0.33(9.4GHz)
K-バンド	23 - 25	0.86(24GHz)
Q-バンド	33 - 35	1.22(34GHz)

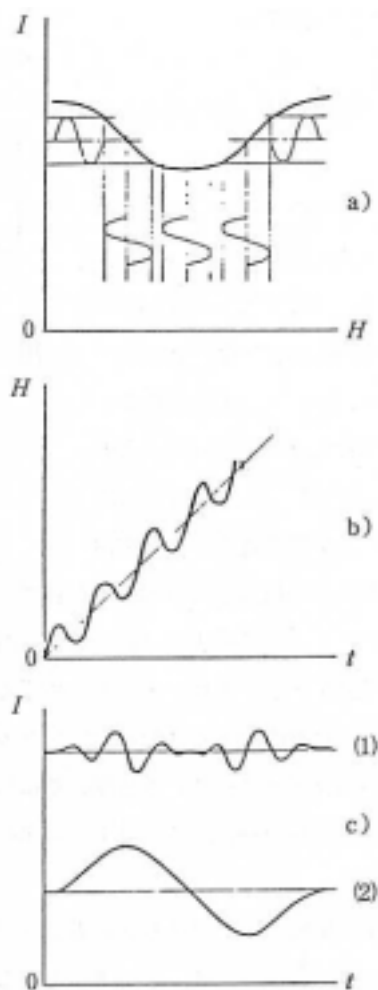


図2 a) 磁場～吸収曲線、および振動磁場がつけ加わった場合の出力
 b) 掃引磁場～時間の関係
 c) 1) bの磁場中に試料を置いた場合の検出信号
 2) 1)の信号を同期検波したものの

- 1) 電磁石および励磁電源 (磁場掃引)
- 2) 変調発振器および変調コイル (磁場変調)
- 3) マイクロ波発振、共振、検波 (変調信号検出)
- 4) 増幅、同期検波、記録表示

3. 電子スピン共鳴スペクトル

スペクトルデータは、パラメータ $g_x, g_y, g_z, A_x, A_y, A_z$ によって表される。これらは、夫々、 g テンソル、 A テンソルの主値で、前者はゼーマン分裂の大きさを表し、後者は近傍 (同一化学種に含まれる) 常磁

性核との相互作用の大きさを表す。スピン量子数が 1 以上の場合には、不對電子間の相互作用程度をあらわすパラメータが必要であるが、簡単のためにここでは触れないことにする。上記のパラメーターは、単結晶、多結晶、液体のスペクトルから、次に記すように求めることができる。

1) 単結晶 分子軸と磁場の方向となす角度を図 4 のように θ, ϕ とすると、この角度での g, A は夫々

$$g^2 = g_z^2 \cos^2 \theta + g_x^2 \sin^2 \theta \cos^2 \phi + g_y^2 \sin^2 \theta \sin^2 \phi$$

$$A^2 g^2 = g_z^2 A_z^2 \cos^2 \theta + g_x^2 A_x^2 \sin^2 \theta \cos^2 \phi + g_y^2 A_y^2 \sin^2 \theta \sin^2 \phi$$

で表される。ここで核スピン量子数 I とすれば、 $2I + 1$ 本の共鳴線が観測されるが、中心磁場 H_0 、各共鳴線 (超微細線) の間隔 ΔH は夫々

$$H_0 = h\nu / g\beta \quad \Delta H = A / g\beta$$

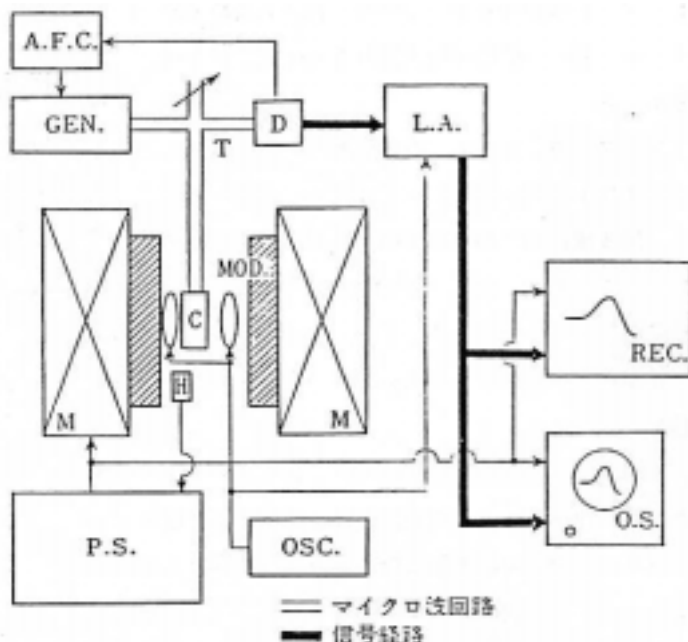


図 3 A.F.C.: 自動周波数制御回路 C: 空洞共振器
D: マイクロ波検波器 GEN.: マイクロ波発振器
H: ホール素子 (磁場検出) L.A.: 同期検波増幅器
M: 磁石 MOD.: 変調コイル
O.S.: オシロスコープ OSC.: 変調周波発振器
P.S.: 励磁電源 REC.: 記録計 T: マジック T

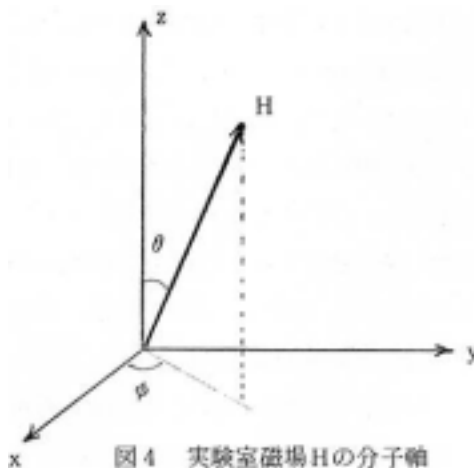


図 4 実験室磁場 H の分子軸空間での方向

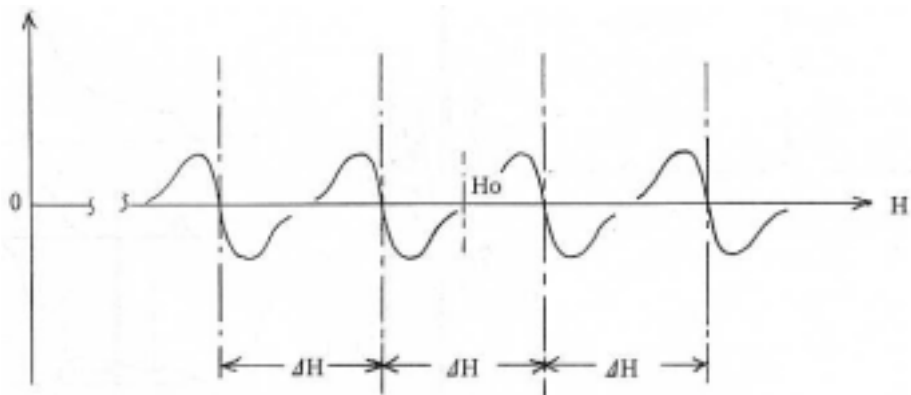


図5 単結晶試料におけるESRスペクトル

となる (図5)。ここで、 H_0 、 ΔH は角度依存性を持っていて、夫々の極値から、 g 、 A の主値を求めることになる。

2) 多結晶試料 凍結溶液および微結晶試料においては、問題となっている化学種の磁場方向に対する配向は、全くランダムであり、各化学種は夫々の方向に固定されているとして良い。このような系では、夫々の M_I に対応する超微細線は、 g 、 A の異方性に従って図6に示されるようになる。全体のスペクトルは図5の超微細線を $-I \leq M \leq I$ に対応する $2I + 1$ 本重ね合わせた形となる。図7に1例として銅(II)錯体 ($I = 3/2$) のスペクトルを示す。

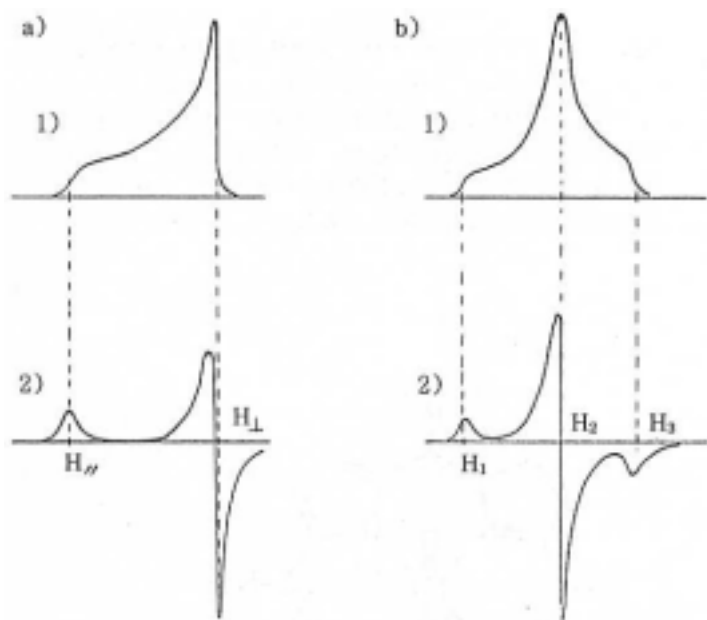


図6 a) 軸対称性種 ($g_1 = g_v$, $g_2 = g_3 = g_L$, $A_1 = A_v$, $A_2 = A_3 = A_L$) の ESR スペクトル

- 1) 吸収曲線
- 2) 1次微分曲線

b) 軸対称性のない種の ESR スペクトル

- 1) 吸収曲線
- 2) 1次微分曲線

3) 液体 液体試料における化学種の磁場に対する配向はランダムである。しかし、多結晶と異なる点は、各々の化学種は、時間とともに配向方向を変える点である。充分速く運動している場合には、異方性が平均化されて鋭い吸収線となる (図8)。この結果、 $g_0 = 1/3(g_1 + g_2 + g_3)$ $A = 1/3(A_1 + A_2 + A_3)$ が決定できる。

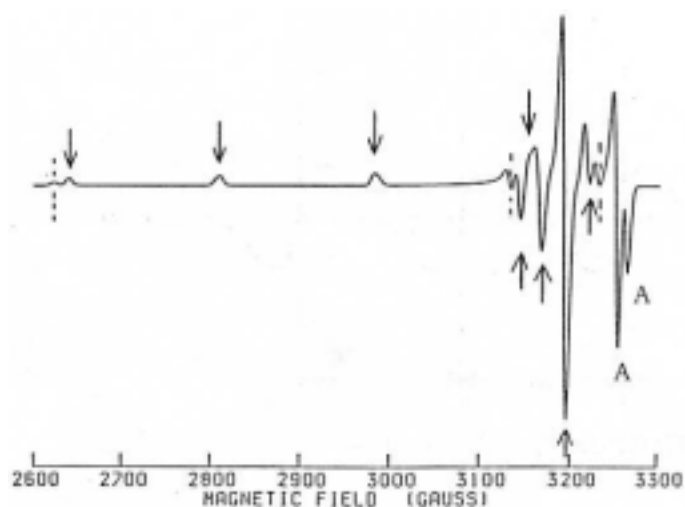


図7 Cu(II)アセチルアセトン錯体のESRスペクトル
(ベンゼン、エタノール 3:2) 77 K.
↓で示した吸収は H_{\parallel} に相当し、↑で示した吸収は H_{\perp} に
相当する各4本の吸収が重なって認められる。⋮で示し
た吸収は銅の同位体による吸収またAで示した吸収は付
加的吸収線と呼ばれる吸収である。

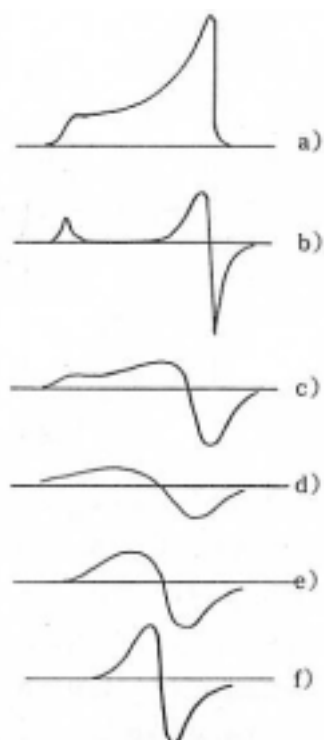
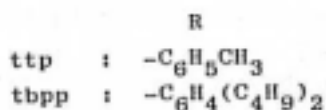
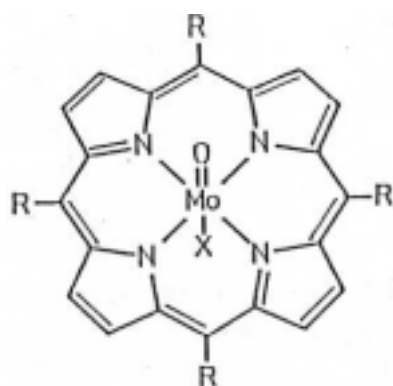
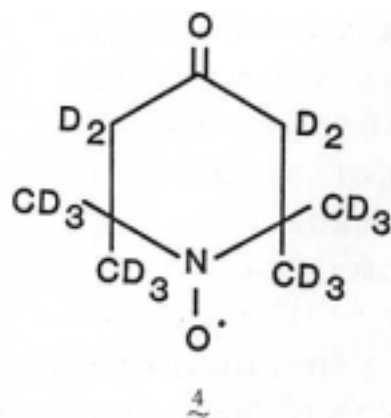


図8 一軸性分子のESRの運動による
線型変化
a) 凍結状態の吸収曲線
b) 凍結状態の吸収1次微分
c)~f) 運動が速くなるに従
って吸収曲線はc)からf)
のように鋭くなる



- 1 : $\text{Mo}(\text{O})(\text{OEt})(\text{tbpp})$
2 : $\text{Mo}(\text{O})(\text{OH})(\text{tbpp})$
3 : $\text{Mo}(\text{O})(\text{OEt})(\text{ttp})$

モリブデンポルフィリン錯体



テトラメチルピペリジン-N-オキシ

4. 測定例と応用

電子スピン共鳴スペクトルより得られる情報は、不対電子が存在する化学種の構造、運動性、化学種が存在する環境に関するものである。これらを用いて、1) 不対電子を持つ安定な化学種（遷移金属錯体、色中心、格子欠陥など）の検出、構造の確認、2) 反応中間体の検出、化学反応機構の解明、3) 不対電子を持つ化学種をプローブとするマイクロ物性の検討などがある。ここにいくつかの例を示す。

1) モリブデン (V) 錯体の配位構造の解明

図9にモリブデンポルフィリン錯体、 $\text{Mo}(0)(\text{tbbp})(\text{X})$, 1, 2のベンゼン中、室温におけるスペクトルを示す。a) はXとしてエトキシド、c) はヒドロキシドが結合した種であり、g値は夫々1.969、1.967である。b) はa)に可視光照射を行った際一部エトキシドがヒドロキシドに変化していることが明らかとなった。光反応は、ESRによって始めて追跡が可能となった。

2) ニオブ (V) スーパーオキシ錯体

ニオブポルフィリンをベンゼンに溶解し、オレフィンを加えると空中酸素によってオレフィンが酸化される。この反応の中間体は、オレフィン添加を行わない条件下で検出される（図10 a)）。

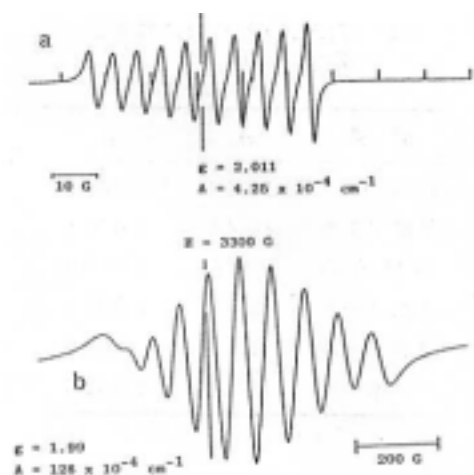


図10 a) ニオブ(V)のスーパーオキシド錯体のESR(ベンゼン溶液、23°C)
b) ニオブ(IV)錯体のESR、a)に比べて A_{Nb} が30倍になっていることがわかる

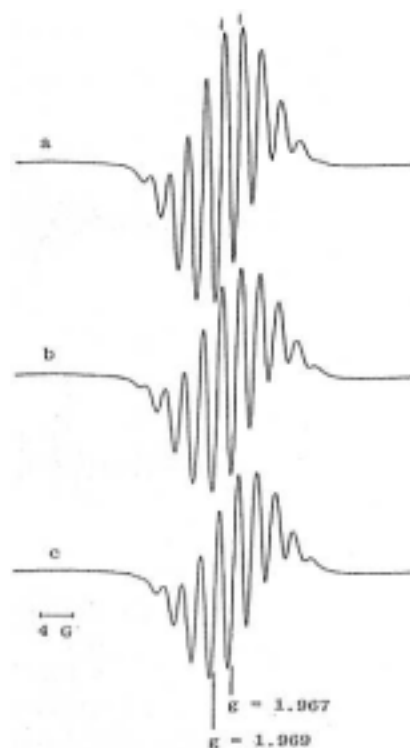
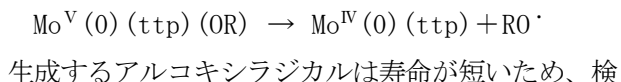


図9 a) $\text{Mo}(\text{O})(\text{tbbp})(\text{OEt})$, 1のESRスペクトル
 $g = 1.969$
b) a)の試料に18時間可視光照射を行ったもののESRスペクトルEtO⁻とOH⁻との変換が認められる
c) $\text{Mo}(\text{O})(\text{tbbp})(\text{OH})$, 2のESRスペクトル
以上はベンゼン中23°Cで測定

ニオブ核 ($I = 9/2$) との相互作用が b) に示すニオブ(IV) (d1) に比較して約3%と著しく小さいことなどから、a) に示す中間種は、 $\text{Nb}-\text{O}-\text{O}^{\cdot}$ の構造を持つ短寿命種であることが決定された。

3) 短寿命アルコキシラジカルの同定

モリブデン (V) ポルフィリン錯体、 $\text{Mo}(0)(\text{ttp})(\text{OR})$, 3 をベンゼン中で可視光照射を行うと、次式に示す光還元反応が進行すると考えられる。



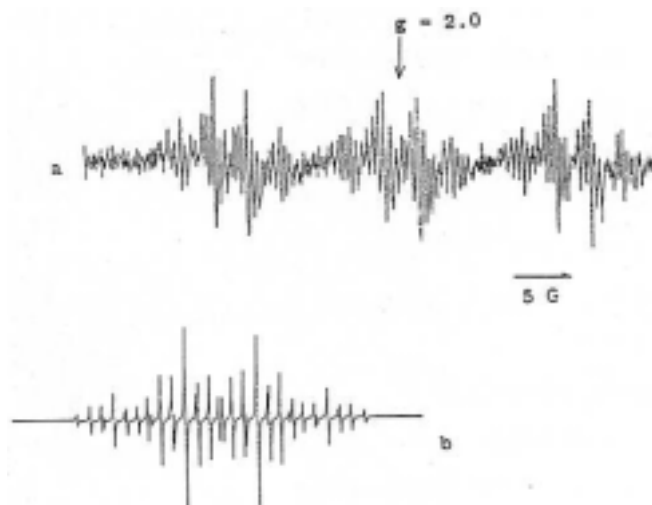


図11 a) 光反応中に生成した短寿命ラジカルをニトロベンゼンでトラップした際のESRスペクトル
 b) a)のスペクトル等価な1/3の部分(空素による超微細部分)についてシミュレーションを行った結果

A (G)	プロトン数
3.04	3
1.04	2
0.56	2

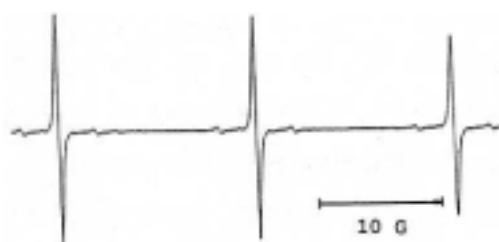


図12 2, 2, 6, 6-テトラメチルピペリジン-1-オキシ(TEMPO)の水溶液のESR

表2 TEMPOのESRに対する溶媒の効果

溶媒	A	g
ヘキサン	15.10	2.0061
酢酸エチル	15.45	2.0061
DMSO	15.75	2.0059
エタノール	16.06	2.0059
メタノール	16.21	2.0058
水	17.16	2.0056

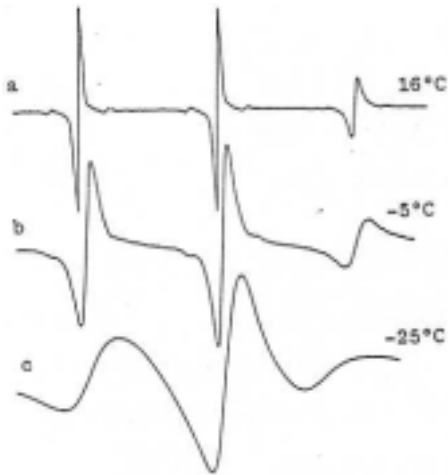
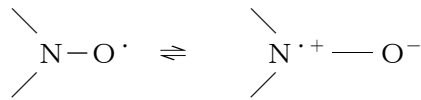


図13 重水素化2, 2, 6, 6-テトラ
メチルピペリジン-4-オン-
1オキシ、PD-TEM-PONE、
の液晶中のESR
C.F.Polnazed, L. J. Beliser ed.
"Spin Labeling" pp105
Academic Press, 1976

出不能であるが、系中にニトロソベンゼンを加えると、図11a)に示すスペクトルが得られる。シミュレーションを行った結果を図10b)に示すが、この結果、ROラジカルの生成が確認された。

4) ピリジン-N-オキシラジカルによるマイクロ物性の検討

テトラメチルピペリジン-N-オキシ(TEMPO)、図12に示すようなESRスペクトルを示す。ラジカルが存在する環境の極性によって、g、Aがシフトする(表2)。これは、極性によって、次式で示す極限構造の程度に差があるためと解釈されている。



重水素化したピペリジノン-N-オキシ、4の液晶中でのESRスペクトルを図13に示す。明らかに、低温になるに従って運動が遅くなることがわかる。三本の超微細線の強度比より、各温度での回転の相関時間を求めることができる。

Falling Jet を利用するレーザー
励起高感度検出法

教養部化学教室 山田 淳

レーザーは(1)単色性にすぐれ、(2)高出力であり、(3)空間的集束性のよい光である。レーザーの出現により新しい分光化学分析法が相次いで生まれ、従来法についても飛躍的な進展がもたらされている。レーザーを光源として利用する場合、気体試料については特に(1)の性質が威力を発揮するが、液体試料については(1)の性質はあまり生かされず(2)、(3)の性質が重要となる。

複雑な有機分子混合物の分離・同定手段として高速液体クロマトグラフィー (HPLC) の利用が著しく増加している。それとともにより小型で高感度な検出器の開発が望まれている。特に最近ではマイクロカラム HPLC の急速な発展に伴い、ナノリットル容量の高性能検出器が必要になってきた。レーザーの(2)、(3)の性質に着目すると、検出器用光源としてレーザーを利用することは当然の発想であり、1970年代後半より研究報告が見うけられるようになった。ここでは、“Falling Jet”¹⁾を用いたナノリットルオーダーでのレーザー励起蛍光検出法及び多光子イオン化検出法について解説する。

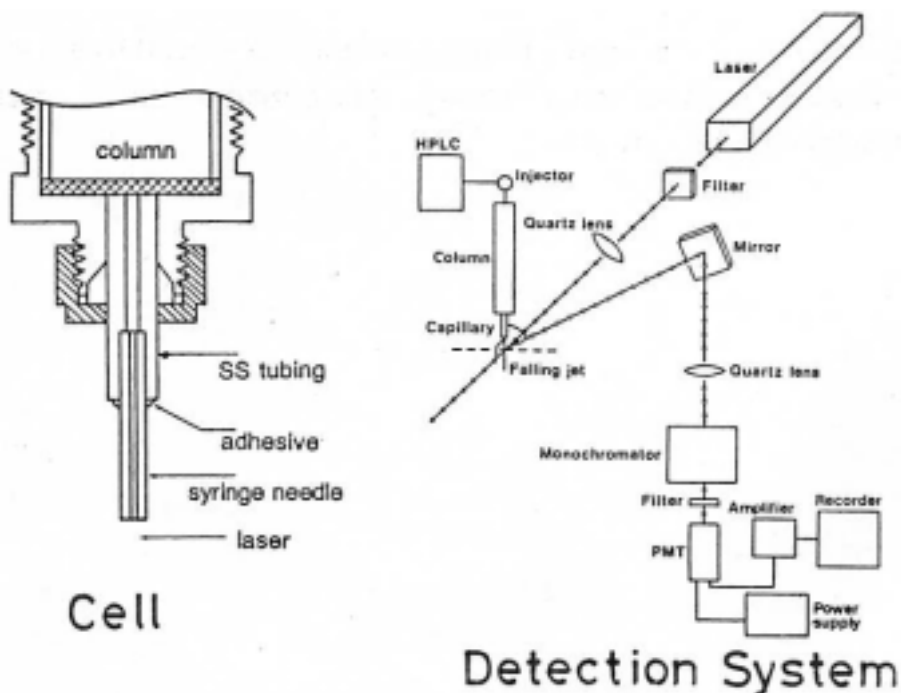


図1 HPLC 蛍光検出用セル (左) と検出装置 (右)

ナノリットル容量での測定にはマイクロフローセルやキャピラリーセルが使われているが、窓材への吸着や窓材による汚染が避けられず、光学調整にも概して手間がかかる。また蛍光検出の場合に

は窓材によるレーザー散乱が大きな問題となるし、多光子イオン化検出においては通常レーザーを強く絞り込むため窓材の破壊が起こる。そこで、Falling Jet を用いた、いわゆるウィンドウレスフローセルが考案されている。¹⁾

蛍光検出の場合の例を図1に示す。¹⁾HPLC カラムの出口に内径0.2mm、外径1.5mmのSS管を取りつけ、さらにその先に内径0.12mm、外径0.5mmの注射針を差込み固定する。カラム流出液を1ml/min以上で流すと、注射針の先端より極微小径のジェット流が生じ液柱ができる。この液柱に連続発振クリプトンイオンレーザーを集光し照射し、液柱表面でのレーザー散乱の影響をできるだけ防ぐため、液柱断面に対して約30°の方向で蛍光を検出している。レーザー照射領域は約1nlである。ヘキサンを溶媒とし、流速2ml/minでクロマトグラフを測定し、20fgのフルオランテンを検出している。この方法によれば、デッドボリュームが極めて小さく(~1nl)市販HPLCシステムに比べクロマトグラフのピーク幅が狭くなる。

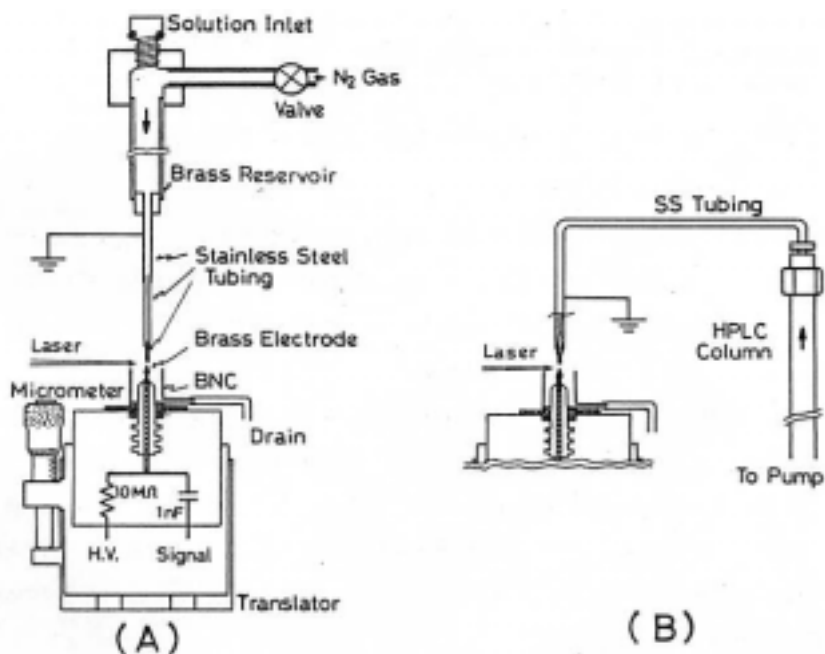


図2 多光子イオン化検出用セル：(A) 高感度検出用、(B) HPLC用

多光子イオン化検出の場合には図2のようなセルA²⁾, B³⁾が作られている。セルAでは、サイズの異なる3本のステンレス管(外径、内径:0.33mm、0.15mm;0.63mm、0.33mm;1mm、0.7mm)を図のように順次つなぎあわせ、溶液だめの底に接続する。窒素ガスで溶液に圧力(2気圧以下)をかけ、管の先端よりジェット流を生成させる。流速は約2ml/minである。この管は一方の電極として働き、接地してある。管の下約0.8mmのところの先のとがったしんちゅう製電極を置き、電極間に液柱を生成させる。レーザーを集光しこの液柱に照射する。セル容量は14nlと見積られる。セルBはHPLC検出器用である。HPLCカラムにSS管を接続し、その先端に外径0.35mm、内径0.15mmのステンレス管を取りつけたものである。下方の電極はセルAのものと同じである。流速約

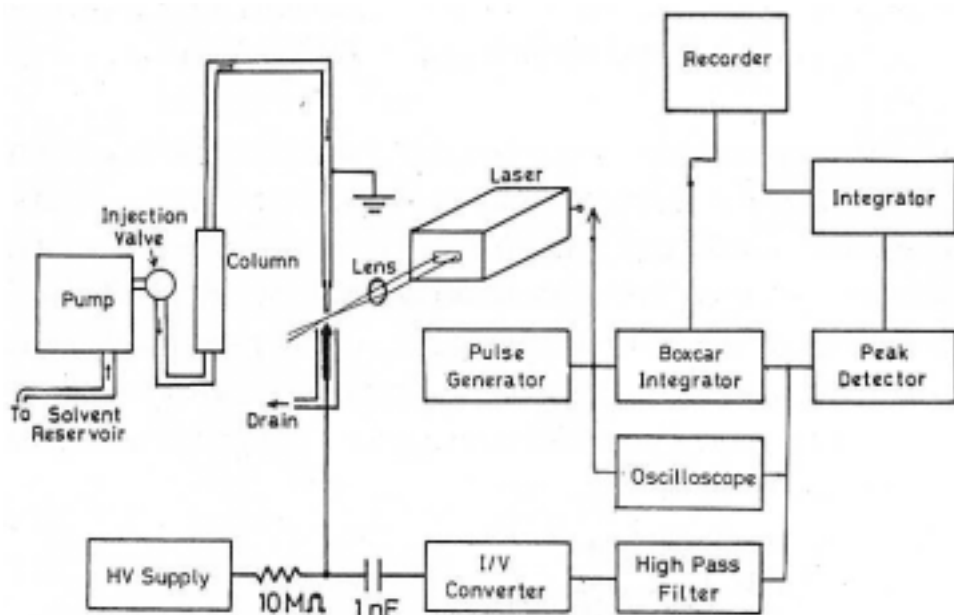


図3 多光子イオン化検出装置 (HPLCの測定の場合が示してある)

1. 2ml/min 以上で液柱が安定に生成する。

光イオン化信号の検出システムを図3に示す (HPLC の実験の場合)。電極間に高電圧をかけておく。パルス窒素レーザーあるいは色素レーザーにより試料をイオン化するとパルス電流が生じる。これを下方の電極からコンデンサーを通して検出する。電流は電圧に変換しノイズを除き、ボックスカーあるいはピークディテクターで測定する。

セルAの場合、イソオクタン中でピレンの検出限界は6ng/mlである。セル中で約80fgを検出したことに相当する。レーザー照射領域(1~2nl)では約10fgになる。HPLCでの検出限界は40ng/mlであり、セル中では約1pgを検出していることになる。その他いくつかの分子やその混合物について色素レーザーも用いたクロマトグラムも得られている。検出器としての実用性からみればボックスカーよりもピークディテクターの方がコンパクトで有望であろう。マイクロカラムHPLCへの適用も可能であろう。

Falling Jetセルはとにかく構造が簡単で使いやすい。より小さな管を使えばまだまだセル容量を小さくできるし、レーザーも小型ですむようになる。蛍光法、多光子イオン化法以外の分光学的方法にも大いに利用されることを期待する。

- 1) S. Folestad et al., Anal. Chem., 54, 925 (1982).
- 2) S. Yamada and T. Ogawa, Anal. Sci., 2, 199 (1986).
- 3) S. Yamada et al., Talanta, in press.

第5回中央分析センター講演会報告

中央分析センターの第5回講演会は、農学部箆島教授と総理工齋藤教授の両先生に御講演をお願いし、昭和61年12月10日筑紫地区共通管理棟大会議室において午後3時30分より開催されました。

講演会は岡崎センター長による挨拶に始まり、総理工小林教授を座長として箆島教授、理学部岡崎教授を座長として齋藤教授の講演が行われました。

両先生にはそれぞれ御専門のテーマにつき該博なる講演をなされ、引き続き活発な質疑応答もあり多数の来聴者に深い感銘を与え、午後5時盛会裡に終了しました。

箆島、齋藤両先生の講演概要を以下に掲載します。

ヘッドスペースガス分析法による コーヒー香気の評価

農学部 箆 島 豊

食品を“健康を維持し、健全な生活を営み、同時に健全な子孫を残すに必要な不可欠な物料”と定義すると、食品の具備すべき特性、即ち品質は栄養性とおいしさ（嗜好性）そして安全性によって評価される。安全性については今更論ずる必要はない。栄養性とおいしさは本来表裏一体をなすものであるが、前者が栄養素の種類と含量によって客観的に評価されるのに対し、おいしさは色、味、香り、感触など官能によって主観的に評価される点において根本的に異なる。飽食の時代にあつて、毎日の食事を食物と料理に区別するとすれば前者は栄養性に、後者はおいしさに重点を置くといえよう。

おいしさを支える各因子の中で色と感触は機器分析データによってほぼ評価し得るようになり、味も甘味、酸味、塩味といった単独な味については或る程度までは分析値との対比が可能になっている。しかしながら、香りに関しては今日なお模索の段階が続いている。それは、(1)GC(FID)の感度が $>1\text{ppb}$ に対し、閾値（においとして感知可能な最低濃度）は 10^{-7}ppb と大差がある。(2)香り関連物質は1つの食品に対して数十～数百種にも及び、総濃度でも $\leq 100\text{ppm}$ と微量である。(3)各成分は極めて不安定であり、かつ低沸点物から高沸点物まで連続的に分布している。(4)香りの性質は各成分の種類と相対濃度によって大きく変化する。(5)香りの強さは濃度に依存するが、各成分の閾値には、エーテル 1ppm 、メルカプタン 10^{-7}ppb と大差がある。(6)1つの食品の香りの特徴や違いを表現する言葉が5～6種と少ない。(7)香りの評価が熟練した専門家により絶対的に行われる。などに起因している。

食品を嗅いだときの香りを aroma、口に含んだときの風味を flavor と区別すると、香りは食品の

ヘッドスペース（上面空間）中に揮発して来た成分ガスによってもたらされる。従って、ヘッドスペースガスを試料とする分析法は香りの官能的評価に直接対応し得る手法といえよう。

コーヒーの香りに関係する成分は大変多く、600 種近くが報告されている。しかしながら、ロブスタ種の異臭をもつ重い香りアラビカ種の軽やかな豊醇さ、“貴婦人のような”モカと“甘く円やかな”コロンビアの違いに直接結びつく成分はない。豆の種類による香りの違いは何処から生まれるのであろうか。ローストの違いは貴婦人の魅力をどのように変えるのであろうか。ブレンドはどのような粧おいと魅力を生むのであろうか。

39 種のコーヒー豆（コロンビアマイルド 6 種、アザーマイルド 17 種、アンウォッシュドアラビカ 9 種、ロブスタ 7 種）を用い、各コーヒーのヘッドスペースガス 400ml をプレカラムに捕集し、試料気化室で直接気化させる手法によって GC に供した。Sniff-GC（におい嗅ぎ法）によって官能的に重要と認められ、かつ豆の種類による変動が 30% 以上におよぶ成分 39 を抽出して、主成分分析を行い、得られたデータをクラスター分析に供した。一方、専門のカップテスターによる評価結果を数量化理論 3 種によって数量化し、クラスター分析を行った。両クラスター分析による分類は 2 種類の豆が隣接するクラスターに入った以外は完全に一致した。すなわち、本法によると aroma の違いを専門の官能評価技士と同程度で評価し得る。

GC データを用いる本評価法は食品分野のみならず環境科学分野においても高い実用性を持つと考える。

ラングミュア膜の構造と機能発現

総合理工学研究科 齋藤省吾

有機分子の機能を活かして光・電子機能材料をつくり上げるには、固体中の分子凝集構造をコントロールして機能発現の最適化をはからなければならない。夢の提案である分子的回路や分子的デバイスは、きわめて厳密な分子配列を実現することができて、はじめて概念の正当性と適用制限をチェックすることが可能になる。

有機薄膜を対象にするならば、ラングミュア～プロジェクト（LB）膜は機能性分子の配列を規制するための有力な手段である。この場合の研究展開のステップは以下の通りである。

- ・膜構成分子の設計と合成
- ・いろいろなタイプの LB 膜累積を行う装置の開発
- ・累積膜中の分子配列の評価
- ・累積膜の機能評価

ステアリン酸のような単純な両親媒性分子でなく、機能発現を期待する原子団を含む分子の累積は必ずしも容易なことでなく、膜中の分子配列は慎重に決定しなければならない。中央分析センター機器はここに有効に活用されている。

われわれが現在関心を持っている薄膜の機能を下表にまとめる。

機 能	LB 膜の利点
光→電気 (光電効果)	高い電子移動度をもつ場の作製 pn 接合薄膜
(焦電効果)	大きな自発分極をもつ場の作製
電気→光 (電界発光)	色素分子の J 会合体の実現
(非線形導電性)	高い耐電圧をもつ場の作製
光→光 (非線形光学効果)	反転対称中心をもたない場の作製
光→色 (可逆感光性)	分子の光反応性、熱反応性の制御

***** お 知 ら せ *****

☆ 国際規制物資（酢酸ウラニル）の使用について

中央分析センター工学分室 120B 号室での使用が承認されている国際規制物資（酢酸ウラニル）を購入致しました。どうぞ御利用下さい。

☆ インピーダンス測定装置について

昭和 61 年度機器充実費で購入予定のインピーダンス測定装置の機種等が下記のように決定致しました。

この装置は $10\mu\text{Hz}$ までの低周波数から 65kHz までの領域での測定が可能です。本装置はコンピューターとオンラインで結ばれていますので、各研究者により測定データの保存・解析が可能です。

◇サーボアナライザー

ソーラトロン社 1250A 型

◇ポテンショスタット・ガルバナスタット

北斗電工(株) HA-301

◇データ処理装置

本体 NEC PC-9801VX2

詳細は次号のセンターニュースでお知らせします。