

理化学研究所 ニュース

Sept.—1970

No. 24

はやい化学現象を追って

“サブナノ秒の化学の開発”

第二次大戦後、赤外線吸収、核磁気共鳴、X線結晶解析、質量分析などの新しい構造解析法が複雑な分子に適用されるようになり、天然ならびに合成化合物の構造決定法は面目を一新したといってよい。IR, UV, NMR, ESR, ORD, CD, など開発当時にあたっては耳新しい言葉が現在ではなんの抵抗もなく多くの化学者に受け入れられるようになった。1950～1960年代の化学の特色はこうした機器構造解析法の開発とその導入による研究方法の飛躍的發展にあったといっても過言ではない。1970年代においてもこうした新しい構造解析法の開発は引き続きおこなわれ、化学および周辺分野の発展に大きな影響を与えるものと期待される。実際に ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) と呼ばれる新しい方法が最近開発され、1970年代のホープ第1号として登場しつつある。こうした新しい原理に基づく構造解析法の開発は、今後も続くであろうし、またそうした面に努力することがわれわれ分子科学者の責任であることはいままでもない。

ところでこうした新しい機器“構造”解析法の開発と平行して、機器“反応”解析法の開発も興味ある問題である。両者の違いは、前者が静止している安定な分子を対象としているのに対して、後者は反応の進行と共に変化する不安定な化学種を対象とする点にある。したがって機器反応解析法に

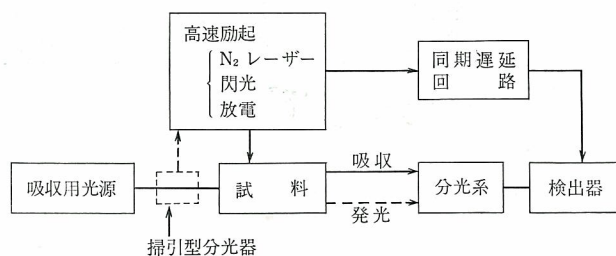
おいては対象の生きている長さ、すなわち“寿命”が常に問題となる。対象の寿命よりも長い時間のかかる測定法では、反応の途中に現われる不安定な中間体を捉えることはできない。

それでは不安定な反応中間体の寿命はどの程度かという、数秒という長いものから 10^{-9} 秒（ナノ秒）以下、おそらく 10^{-12} 秒（ピコ秒）という短いものまで、種々さまざまである。しかしいづれにしても不安定な反応中間体を捉えその構造をきめることができるならば、丁度映画の一コマコマの流れを通してドラマの進行を追うことができるように、いくつかの反応中間体の移り変わりを通して化学反応という原子分子のおりなす複雑なドラマの筋道を追うことができるはずである。

このような反応解析法の分野に飛躍的な發展をもたらしたのは、NorrishとPorterによって開発された閃光を用いる分光法である。蓄電器に蓄えた電気エネルギーを特別な放電管を通して瞬間的(10^{-6} 秒程度)に放電させ、その結果えられた強力な光—500Wの電球数万個を合わせた光の明るさに相当する—を試料にあてて、瞬間的に多量の励起化学種を作り、その電子スペクトルを第二のフラッシュ光源を用いて測定しようというのが、NorrishとPorterの開発した閃光法である。この方法によって 10^{-6} 秒（マイクロ秒）の化学が開けたといわれ、その功績によってNorrishとPorter

は1967年度ノーベル化学賞を受けた。

レーザー技術や電子技術の発展によって、閃光法は世界各地でその後も進歩を続け、最近ではナノ秒領域までの励起、検出が可能となり、これからピコ秒への挑戦が始まろうとしている。当然予想されるように、観測の時間軸が縮まるにつれ、困難は増大する。たとえば、ごくわずかしか生成しない気体中間体の吸収を測ろうとすると、長光路セルで吸収強度をかせぐのが常法であるが、こ



(図-1)

の方法が使えるのもマイクロ秒までで、ナノ秒の時間分解を保つには光速度からいって、セルの長さを30cm以上にすることはできない。さらにピコ秒では普通の意味の電子回路は使えないから、全く新しい検出法を考えなければならない。

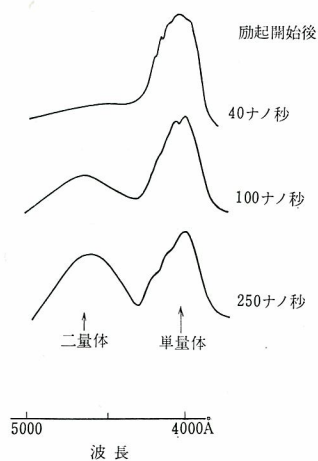
当研究室ではこれまで不安定中間体を捉え、その構造を決定して反応の筋道を明らかにする目的で、赤外および可視紫外域での高速励起高速検出装置を開発してきた。図1にその概要を示す。励起手段としてはN₂レーザー(波長3371Å, くり返しパルス, パルス巾3ナノ秒, 10¹⁴光子/パルス) 1次閃光(650mμ~200mμパルス巾10⁻⁵秒, 10⁻²¹光子/パルス), 無電極放電(くり返しパルス, パルス巾10⁻⁵秒, 入力1kw)などを現在用いており, そのうちN₂レーザーはマイクロ波物理研究室と共同で開発したものである。また検出手段としては, 2次閃光(10⁻⁵秒)と分光写真機または分光光度計との組み合わせ, 高速掃引赤外分光光度計(cm⁻¹/μ秒), 分光装置と光電子増倍管およびサンプロスコープの組み合わせなどを用いている。

次に最近の研究の一例を示す。ピレンという分子は基底状態では単量体であるが, 光を吸収して励起状態になると, となりの分子と結合して二量体になる。この過程は定常光による蛍光測定では

明らかでないが, N₂レーザーを励起光として単量体および二量体からの発光スペクトルを40~250ナノ秒の範囲で時間分解的に観測すると(図2参照), 単量体が失われて二量体が生成していく様子が, コマ撮り写真のように見られる。このようなエキサイマー(励起状態で生ずる二量体)の生成過程は, 励起一重項状態を通じてエネルギーが分子間を移動する様子を示すものである。エキサイマーが元へ戻るか, さらに進んで別の反応生成物になるかは条件次第であるが, 反応の段階を直接観測した例として興味がある。

今後さらに多くの励起手段の開発や, 検出手段の改良と相まって, この方面の研究が化学反応を解明するのに大きな力となると考えられる。やがては化学反応を“見る”ことができるようになるかも知

れないというのが, 当研究室の見果てぬ夢である。



(図-2)

(理論有機化学研究室主任研究員 長倉三郎)

理化学研究所の電気施設の紹介

日頃一般の方々には馴染みの薄い当研究所の特別高圧変電所などの電気設備と、それ等設備の監視を行なう監視設備について簡単に紹介します。

1. 受電の系統について

当所が使用する電力は、東京電力株式会社の60,000Vの送電線から、当研究所の特別高圧変電所に、2回線で送電されています。

これは送電線の事故、修理等の場合に、停電を避けるための予備線をもっているからです。

なお、東京電力側の故障で停電した場合、自動的にスタートする非常用のジーゼル発電機で6,000Vを送電することができます。この発電機は現在500KWの発電能力がありますが、今年中に更に500KWが増強されることになりました。

2. 特別高圧変電所

この変電所に、東京電力から送られてくる60,000Vの電力を、配電しやすいように6,000Vに変換する変圧器が備えてあります。この変圧器の容量は、5,000KVAです。

この特高変電所には、一般のテレビ、ラジオのスイッチに当る遮断器がたくさん取付けてありますが、このうち60,000V用には、15気圧の空気を吹き付けて、電気のアークを吹き消す空気遮断器が取り付けられています。この遮断器は、100分の6秒の速さで250万KVAの遮断能力があります。これは、埼玉県全域の使用電力の約2倍の電力を瞬間的に安全に遮断できることを意味しています。

一方、6,000V側には、磁力によって電気のアークを吹き消す磁気遮断器が配電系統別に取り付けてあります。

これらの遮断器類の操作は、本館電気機械棟内の中央監視室で、遠方操作ができ、特別高圧変電所は、無人化されています。

3. 構内配電

前述の特別高圧変電所で6,000Vに変換された電力は研究用、一般動力電灯用それぞれ別系統の電力ケーブルで、各建物の二次変電室に送られます。

4. 二次変電所

二次変電所は、本館研究棟内に14カ所、電気機械棟、サイクロトン棟、実験棟地域用、農業研究施設用に各1カ所の合計17カ所に分散しています。この変電所の変圧器は、それぞれ研究用、一般動力用に区別されています。これは、大きな電力を使用する際に起る電圧変動を防止するためです。

二次変電所の変圧器の総数は、現在48台、総出力は、8,700KWとなっています。

なお、6,000Vの高圧のままの電力を直接使用する大

型冷凍機や電動発電機は10台、容量は2,600KWに昇っています。この二次変電所も中央監視室から、ブロックモニター方式により遠方操作監視を行なっています。

5. 電力使用のあらまし

以上述べた電気設備は、研究用や機械設備などに電力を送る供給側の機器についてですが、これによって送電される電力がどのように使用されているかといえますと（ピーク）

電灯用	約400KW
動力用	約200KW (エレベーター、給水、排水)
冷房用	約1,600KW
研究用	約2,100KW

の合計4,300KWで、これは、変圧器容量に換算して4,800KVAに相当します。

従って、近々、現有の5,000KVAの受電容量を超えることになるので、1バンク追加する予定です。

これは、研究関係使用電力が、年々400KW増加し、更に、今年完成する放射性同位元素実験棟、ファイトトン関係、来年完成する農業研究棟など、来年末で約1,700KWの増加が見込まれるからです。

6. 集中監視

以上述べた電気設備が、正常に運転されているかどうかを判断するために、電圧、電流等の諸元を見守ることを、一般に「監視」といいます。例えば、変圧器の場合

1. 入力電圧、周波数が、正しいか。
2. 変圧器の容量に対し、負荷電流、負荷電力が、容量以内か。力率は、良いか。
3. 変圧器に接続している回路の絶縁は、良いか。を調べる必要があります。このために、電圧計、周波数計、電流計、電力計、積算電力計、等を必要とします。

このうち、他の変圧器と共用できる電圧計、周波数計を除いて、1台の3相変圧器の監視に必要な最少限の計器は、電流計3個（1個で切替えて使用することもあります。）電力計1個、積算電力計1個の計5個が必要です。このようにして、受電から、二次変電所までの必要最少限の計器は、当所の場合、200個程度と考えられます。この計器を、仮りに1個ずつ見て記録するのに10秒を要するとすると、200個で、33分となります。また同一時点のデータを得ることができず、データを作成することに労力を集中しなければならず、作成したデータは数字の羅列にすぎなくなります。なお、一たん事故が発生すると、多数の計器が同時に振れて、故障個所の発見が、困難です。

これを解決するため、集中監視装置に電子計算機を組

込み、人間の負担を軽くすることができました。

電子計算機に、入力電圧、周波数、負荷電流等を、あらかじめ、それぞれの変圧器、動力の諸元に合せて、上限下限を記憶させておき、1分とか、10分とかの周期で実際に流れている諸元と比較し、限度を超えた部分のみを、タイプアウトさせると、常時、計器の読みを記録する必要はなくなり、タイプアウトされたもののみを保守すれば良いので、早くで確実で、その上労力が軽減でき保守面でも一層合理化されることとなります。

このため、従来、監視盤に計器がたくさん取付けてありましたが、これを全部廃止してしまい、データも、最少限必要なもののみとすることができました。

このように、従来の監視設備では、事故が起きたあと事故箇所を発見する事後検出しかできませんでした。この記憶能力によって、事前検出が可能となりました。

なお、保護継電器、遮断器についても、動作時刻と同時に、動作の内容をタイプします。

電子計算機は、演算能力があるので、電流、電圧、力率および時間の要素を入力として、その系統の出力、負荷電力、電力量の積算ができ、一日毎の電気料金の算定もおこなうことができます。

このような記録は、自動的にプリンターに送りこま

あらかじめ定められた代表紙にタイプして行くので、従来のように人間が作表する必要がなくなりました。

…この装置の利点と問題点…

この装置の採用による利点は

1. 監視が確実で、自動走査のため、常時点検の必要がない。
2. 異常点の発見は、走査器により自動で行なえるので保守者の精神的疲労を軽減し、保守員数を減少できる。
3. 監視のスペースが少なく、操作関係に弱電規格のものが使用できる。

一面次のような問題点があります。

1. この装置の電源には、無停電の回路を必要とする。
2. 装置全体の精度が相当に高度化されているので、保守技術者も相当の訓練が必要である。
3. 電子計算機の故障率は7年以上使用すると急激に上昇し、又一方電子機器の開発は急速なので7~8年で計算機部分の交換を要することになります。

以上簡単な監視設備の説明をしましたが、今後一層労働力が不足し、電気、機械等の保守要員の補充は困難になると思われるので、今後機械ボイラ等の監視にも電子計算機を応用することを考えて行きたいと思います。

(総務部施設課長 関根弘隆)



DOPA

パーキンソン氏症候群のあるものにはL-dopa(3,4-di hydroxyphenyl L-alanine)の大量投与(例えば1日10gr.)が治療効果を持つ事が判った。病理学的観察によると患者の脳底神経節

特に黒質および線条体が萎縮し、正常人ではここに著量に含まれているL-dopamineが枯渇している。脳にdopamineを補ってやれば健康を回復すると考えられるが、脳にはblood-brain barrierがあつてdopamineはそれをこえる事が出来ない。然しその前駆体であるdopaはこれをこえて血液から脳中へ入る事ができる。所がdopa→dopamineの変化に与るL-dopa decarboxylaseは中枢神経の外経の外側にも広く分布していてdopaはbarrierをこえる前に相当量がdopamineとなつてしまい、脳中のレベルを上げるためには常識を越える程の大量を

与えなければならないというのが現状である。barrierを越えられないようなdopa decarboxylase inhibitorが見つければ良いが、それを待てない患者のためにはL-dopaの大量生産が必要である。原料としてはL-tyrosineが良いと考えられ、このように高い特異性を持つ物質の変換は生化学的手法に頼るのが手取り早いと思われる。事実tyrosinase活性等は各種の菌類に見い出されているが、殆んど全ての菌はL-tyrosineを先ず脱アミノしてしまう。そこで分解され易いアミノ基を何かでマスクして保護し菌に酸化してもらってからマスクを外するのがよいと考えられ、*Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*その他の菌でこれが試みられている。

米国には約50万人の患者がおり、1人1日4gr.を摂ると年間730tの消費となり、1gr.当り5¢安くなれば年間3650万円の奉仕となるから多くの会社が増産計画中であると聞く。しかし、dopaには困った(?)副作用がありdopaを用いた患者の一部の者が性的能力の増大を訴えるのだそうである。(醗酵工学研究室研究員 柴田有康)