

# 理化学研究所 ニュース

Mar.—1969 NO. 6

理化学研究所における

## フェライト研究のあゆみ

フェライトというのは  $\text{Fe}^{3+}$  (鉄) を含む強磁性酸化物のことで、いわば、「せともの」の磁石とすることができますが、その優れた磁気特性と高周波特性のため、エレクトロニクスの進歩発達に欠かせない重要な磁性材料となっています。

ところで、このフェライトは約35年前、わが国の加藤与五郎、武井武両博士によって、はじめて発明され、工業化されたものですが、第2次大戦中にわずかに陸海軍の通信機器のコアに使用される程度でした。戦後わが国の工業力が弱体化している間に、諸外国はフェライトがエレクトロニクスの分野で重要な材料であることを認識し、速かにその生産と応用に着手したのです。その代表的なものがオランダのフィリップ社です。やがて日本の工業力も蘇生し、エレクトロニクスの進展にともなって、わが国でもフェライトをラジオ、テレビ、搬送電話などに使用する時期を迎えたが、フェライト・コアの性能と生産量は遙かに外国に劣っていました。ちょうど、その時期(昭和24年3月)に武井武博士は理化学研究所(当時は科学研究所)にフェライト研究の中心をおき、この遅れを取り戻すために研究が始められました。

当時二つの目的をもって研究が開始されたが、一つは超音波振動子の開発で、魚群探知機に応用しようとするものでした。当時の食糧難という事

情のため、この研究を早く完成することが各方面から強く要望されており、当時の所長仁科芳雄博士も大きな関心を持たれていたが、研究が進むにつれていろいろな難問題に直面しました。たとえば、フェライトは「せともの」のように多結晶質の焼結体であるため、長時間磁歪振動すると、試料に亀裂が入ってしまうのです。そのため弾性に富んだフェライトの開発が必要でしたが、当時なかなか良い材質が得られず、結局止むをえずこの研究は中止されました。(その後、東北大学の広根、菊地教授らが当所の研究を基礎に、弾性に富んだ優秀なフェライト超音波振動子を開発されています。)

もう一つの研究は、添加物に関するものです。当時、フェライト原料の純度が磁性および高周波特性に種々の影響を及ぼすことが問題になっていました。そのため純粋な原料に極く少量の他の化合物を添加し、その影響を系統的に調べるといふ基礎的な研究を行なったのです。ところが幸にして、酸化ビ素、酸化蒼鉛、酸化アンチモンなどの微量添加が、フェライトの性能向上に著しい効果のあることが見出されました。その成果は昭和30年における新 OP 磁石と BBK 磁石の発明となってあらわれました。(発明者は武井武、杉本光男の両氏。) フェライトに微量の酸化物を添加して、



その性能の向上をはかるというこの方法は、その後わが国はもちろん、諸外国にも影響を及ぼし、今日のように微量の酸化物を添加した性能の優れた各種のフェライトが開発されるその先鞭になっているのです。

このような研究を背景に、民間放送が開始されると、これを混信することなく聞くために、アンテナや中間周波トランス用のフェライト・コアの性能向上の研究、さらにテレビ放送が開始されると、映像を鮮明に受像するために、テレビ受信機のフライバックトランス・コアや偏向ヨーク・コアの性能向上の研究などを行ない、それぞれ関係分野に貢献してきました。

また、テープレコーダーのテープ用磁性材料および電子計算機用メモリー・コアに関する研究を行ない、それらの性能向上に尽しました。

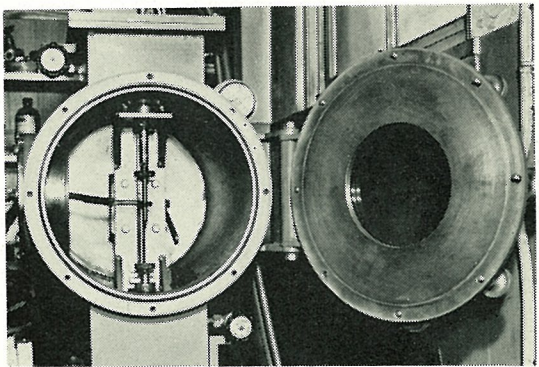
このように当所におけるフェライトの研究は、わが国のフェライトの化学に関する基礎的研究で常に重要な役割りを果たしてきており、現在のようにわが国のフェライト工業が質と量において世界で最も優れたものになるまで成長するのに大いに貢献してきたのです。

#### — 最近の研究状況 —

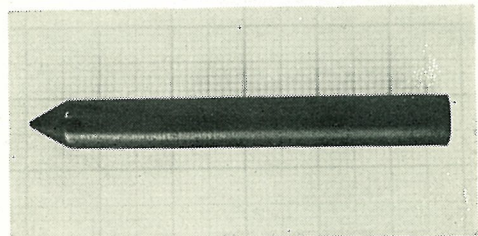
現在はフェライトに関する研究は磁性研究室（主任研究員・渡辺浩）において行なわれていますが、最近、画期的な複合フェライト大型単結晶製造技術が開発されました。（発明者は杉本光男副主任研究員。）この技術は結晶成長を高圧の酸素雰囲気中で行ない、酸化第二鉄の熱解離を制御するとともに、併発する亜鉛の蒸発をおさえて所期の特性をもつ Mn-Zn, Ni-Zn などの複合フェライト大型単結晶を製造するものです。また得られた単結晶に固溶している二価の鉄イオンの量を

調節し、均一な品質の製品とする技術、さらに単結晶から多数のコアを截取する技術も開発しました。この複合フェライト単結晶は、現在普及している多結晶フェライトに比べ、磁性および機械的特性において非常に優れており、高性能 VTR ヘッド・コアおよび回路部品の小型化など、将来のエレクトロニクスの進歩に大いに貢献するものと期待されています。

この複合フェライト大型単結晶製造技術は、画期的な国産技術として昭和42年度の新技术開発事業団の課題に採用され、現在、開発研究が行なわれています。



ゾーンメルティング法によるフェライト単結晶製造装置



上記装置により製造したマンガンフェライト単結晶

### ◇理研シンポジウムのお知らせ

4月には、次のシンポジウムが開催されます。ふるってご出席ください。（本件の担当は図書・発表課編集係です。）

☑テーマ 「半導体格子欠陥」

と き 4月4日（金）10時30分～17時

ところ 当所会議室

講演者 森田 章（東北大）、平木昭夫、平田光児（以上阪大）、橋口隆吉、難波進（以上当所）の各氏



# 電気化学的方法による微量分析

## 直流ポーラログラフの感度と精度の向上

化学工業の発達によって世の中が豊かで便利になるのは結構なことですが、それと共に私達の生活は種々の公害に悩まされるようになりました。たとえば、工場の廃液や廃ガスに含まれる微量有毒物の恐ろしさは水銀による水俣病やカドミウムによるイタイイタイ病などの形で私達をおびやかしています。このような公害の発生を未然に防ぎ、またその対策を講ずる際には微量成分の検出や定量が重要な役割を果たします。また優れた分析法は新しい材料の開発にも欠くことのできないものです。

微量金属の電気化学的分析法はいわゆる機器分析法の中で重要な地位を占めています。Heyrovsky 教授のノーベル賞受賞の対象となったポーラログラフ法はその代表的なものと言えます。

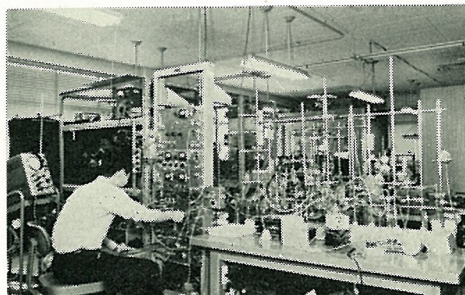
このポーラログラフ法というのは、毛細管の先端から数秒に一滴の割合で滴下する水銀を電極として（滴下水銀電極）、試料溶液の電気分解を行ない、その時に試料中を流れる電流を測定し、電流と電圧の関係から試料中の物質の種類や濃度を解析するもので、種々の金属や有機物の分析に広く利用されています。

この種の電気化学分析法は電極反応の性質や電氣的測定回路などに関する基礎研究にもとづいて発展してきました。最近の技術によれば $10^{-9}\text{M}$ 程度の金属を検出することも条件次第では不可能ではありません。純粋の水に含まれている水素イオンの濃度が $10^{-7}\text{M}$ ですから $10^{-9}\text{M}$ という濃度がどんなに低いものか見当がつくでしょう。ところで、検出感度と共に定量精度がよく、かつ適用範囲の広い方法はそうざらにはみつかりません。

当所の無機化学研究室（主任研究員玉虫伶太）では、無機物質の溶存状態と電極反応に関する研究を行っていますが、最近その応用の一つとして滴下水銀電極を用いる直流ポーラログラフ分析

法の改良を試みました。私達が考えたのは測定の邪魔になる雑音成分をできるだけ除去して電流測定の精度と感度を高めることでした。直流ポーラログラフ電流は濃度に比例する成分の他に残余電流とよばれるバックグラウンドを含んでいます。被定量物質の濃度が $10^{-6}\text{M}$ 位になると全電流の中で残余電流の占める割合が90%以上にも達するので分析が著しく困難になります。これを解決するには残余電流を消去すればよいわけですが、その際滴下水銀電極の性質上電流が数秒の周期で変動することが大きな障壁となります。私達は演算増巾器による積分器でポーラログラフ電流を一定時間（たとえば10分間）積分して電流の周期的変動を除去すると共に、同じく演算増巾器による加減回路によってあらかじめ設定しておいた残余電流を差引く方法を検討しました。この方法によると $10^{-6}\text{M}$ 位の低濃度でも標準偏差1%前後の精度で定量を行なうことができます。これを従来の直流ポーラログラフ法とくらべると定量感度、精度共に約10倍程度向上したことになります。

すでに述べたように、感度の点ではより優れた方法がいくつかありますが、精度の良さと適用範囲の広さの面で本法に匹敵するものは少ないと思われます。また本法はポーラログラフ電流の最も正確な測定手段として単に高精度分析法のみならず電極反応の基礎研究にも役立つことが期待されます。



電気化学的方法による微量分析装置



## 図書室の紹介

当所図書室の蔵書数は約10万冊で、必ずしも多いとは言えないが、蔵書の大部分は物理学、化学を中心に、数学、工学、生物学、薬学等の専門学術雑誌、便覧類、そう書類などであり、古くから、この方面の専門図書館として広く知られている。

現在、受け入れている雑誌は約1千誌種にのぼり研究者に必要な文献情報の供給源となっている。特に、外国雑誌は約40ヶ国、700誌種を越え、自然科学関係の主要学術雑誌をほとんど網羅している。

所蔵外国雑誌のうちには、1665年創刊の Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Mathematical and Physical Sciences, や1789年創刊の Annales de chimie et physique (現在は Annales de Chimie と Annales de Physique に分れている)をはじめ、現在まで100年以上継続受け入れている雑誌は13誌種、19世紀より継続しているものは40誌種

に達している。また、単行書のうちには稀<sup>きこ</sup>観書とも言うべき I. Newton: "Optics", London, 1706, あるいは L. Euler: "Elémens d' algebra", Tom I-II, Lyon, 1774, 等約150冊の貴重なものもあり、当研究所の歴史と先輩がたの努力のあとがしのばれる。

当図書室では、マイクロ複写設備、ゼロックス複写設備をそなえ、研究者の要求に応じて、迅速にコピーを提供している。

なお、これらの蔵書、複写設備等は、当研究所員だけでなく、支障のない限り、広く外部研究者の利用にも供している。

ただ、残念なことは、図書館が未だ建設されなために、研究棟の一隅を仮図書室として使用し、比較的使用度の高い雑誌類を主に約45000冊のみを常備し、残りの約55000冊は駒込研究所に残置されているために、著しく利用が制限されていることである。1日も早く図書館が建設され、全蔵書が有効に利用されることが切望される。



世間の人達はどれも新奇なことが大変お好きらしい。しかし、かならずそのあとでお聞きになる。「それは一体なんの役に立つのですか」と。有名な被害者の一人にファラデーがいる。彼が1831年に電磁誘導の法則を明かにして、その講演をしたときにも、大勢の物好きが聞きに行った。世間様の代表として一人の貴婦人が質問したとき彼

は「奥さん、産れたばかりの赤ちゃんが何になるかわかりですか」と答えたという。もう一人。電磁波の存在を実証したヘルツの所には新聞記者が来た。温厚なヘルツ教授は、厚かましい彼等のぶしつけな質問に大変こまったことであろう。ところで、今になってみると、ファラデーの赤ん坊はアトラスのように、人類のほとんどすべてのエネルギーの担い手にまで成長したし、電磁波も世界中の情報伝達の重要な要素になり、頓馬な質問をした新聞記者の後継者諸君の飯の種になったわけである。現在では、一見役に立ちそうもない研究でも、それほど遠くない将来に、必ず実用と結び付け得るであろうという信念は、ほとんどの科学者は持っているものと思う。もう一つの例を上げよう。液体ヘリウム温度に冷却した水銀の電気抵抗が0になると

いう、いわゆる超伝導現象をカメリング・オンネスが発見したのは1911年のことであった。彼は早速この現象を利用して電力の消費の全くない電磁石を作ってみた。しかし残念なことに、当時発見されていた超伝導体では1,000 エルステッド程度のものしか出来なかった。その後、理論の発展と相まって新材料が開発され、1960年頃から10万エルステッドあるいはそれ以上の磁場が得られるようになり、現在ではMHD 発電用に大型の超伝導電磁石が設計されるまでになった。また、1956年にはクライトロンと呼ばれる超伝導を利用する電子計算機用の素子も作られ、電子計算機の小型化の可能性が論じられている。また1960年頃から通信用のケーブルの中を液体ヘリウムで冷却し、導線を超伝導状態で使う試みがされていたが、最近アメリカのネヴァダにある試験場で213米の伝送路を作り、信号を100回往復させ、その結果からミリ波の伝送に最適だという結果を得ている。建設費、維持費もそれほどではなく近い将来に重要な施設として広く使用されるだろう。とにかく、これまでなのに50年近くかかっていることを考えると、腰を落ち付けた科学振興の大切なことがよくわかる。

(電気材料研究室・一宮虎雄)