



フェライト研究を探る

第2回 フェライトが 脚光を浴びるまで

今日、日常生活で不可欠なものとなったビデオデッキのヘッドには、一般に $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ という組成をもつ複合鉄酸化物フェライト（Mは金属イオン）が用いられている。これは、東工大の研究室が世界にさきがけて開発したものであるが、10号から始まったこの“フェライト研究を探る”という企画では、東工大を主としたフェライト研究の歩みを紹介している。今回のタイトルは「フェライトが脚光を浴びるまで」であるが、本文に入る前に、10号のあらすじを書いておこう。

当時の湿式亜鉛製錬法では、鉱石のばい焼中に亜鉛フェライトが生成され、そのため希硫酸溶液で抽出する際に、亜鉛の抽出率が低下するので困っていた。昭和4年に、東工大に赴任してこられた武井武先生は、電気化学科科長であった加藤与五郎教授から、「亜鉛フェライトの生成を簡単に防ぐ方法はないか。」と話を持ちかけられた。この問題について論じたアメリカの雑誌を読んだ武井先生は、その中の亜鉛フェライトには磁性があるという記述に注目し、磁性を中心にフェライトの研究を始め

た。まず、各種の金属元素を亜鉛に添加したフェライトを作り、それぞれの磁性・性質などを調べた結果、酸化物の混合比率や焼成温度を変えることによって、生成フェライトの磁性が複雑に変化することを確認した。さらに幸運にも磁場冷却効果・軟磁性効果という二つのすばらしい異状現象を発見することができたので、武井先生らはこれらの応用に力を注いだ。これによって、世界最初のフェライト磁石（OP磁石）や、フェライト磁心（オキサイドコア）が開発されたのである。



磁気片付OP磁石

昭和9年に製造された。

＜戦時研究＞

東工大では、戦時中もさまざまな研究を行ってきた。その中で、実際に採用されて大きな成果をあげたものとして、爆破用磁石の開発があげられる。これは、戦車破壊用の火薬などにOP磁石を取り付けて、磁石が橋梁や戦車に吸いついてから爆破するように作られたもので、支那事変の際に戦車やトーチカの爆破に威力を発揮した。この開発研究に、武井研究室も三菱電気の大船工場も一生懸命であった。

そのほかに、戦時中に役立ったも

のとして東工大で開発された製品ではないが、OP磁石応用砂鉄選鉱機が挙げられる。これは、武井研究室から三菱電機のOP磁石工場に移った河合登氏と、TDKの創始者である斉藤憲三氏の考案で開発したものである。当時は、鉄資源として砂鉄が重要視されていたこともあって、多くの場所で砂鉄採集のためにこの機械が用いられた。

しかし、このような成功した例の裏には、次のような成功しなかった例も数多く行われている。例えば、フェライトの磁歪振動子*1の研究が

挙げられる。東工大の武井研究室では、昭和14年の春頃からフェライトの磁歪を測定するようになった。磁歪とは、現在では磁気ひずみとも呼ばれており、強磁性体が磁化したときにわずかながら変形することをいう。この測定の結果、マグネタイト(Fe_3O_4)の磁歪の大きさが、当時磁歪振動子に使われていた金属ニッケルと同じくらい大きいということが判明した。そのため陸軍が、第二次世界大戦末期の昭和19年頃からニッケル不足対策の一つとして、マグネタイトを使った超音波探知器用磁歪振動子の戦時研究を始めたが、そのとき武井研究室ではマグネタイト製の磁歪振動子の制作を担当した。最初の振動子はマグネタイトの粉を角棒に焼成し、成形後何本か組み合わせて、これに電線を巻くという粗末なものであった。伊豆の伊東でこの振動子の現地実験を試みた結果、発信はするが効率が不十分で、かつ棒が発熱して長持ちしないということがわかった。そして改良が繰り返されたが、思うように実験が進まないうちに戦争が終わり研究は中止されてしまった。

また、別の例として電波吸収体に関する研究も行われた。戦争中に、アリュウシャン部隊の敗北の原因であったとされている電波探知が問題となり、質のよい電波吸収体が要求されていた。そのような背景のもとで、昭和19年頃から武井研究室の星野 豊氏を中心に、杉本光男氏などが参加して電波吸収体の開発研究が始められた。予備実験の結果、マグネタイトが大きな吸収率を持つことが確認されたので、ハンマースケールを原料としたマグネタイトの粉末を板に数mm程度塗って実験を繰り返した。その後、吸収率が90%以上に達

するという研究成果が得られ、艦船に試用するまで研究は進行した。しかし、これもあと一步のところまで終戦となり、実験中止となった。

＜フェライト磁心の発展＞

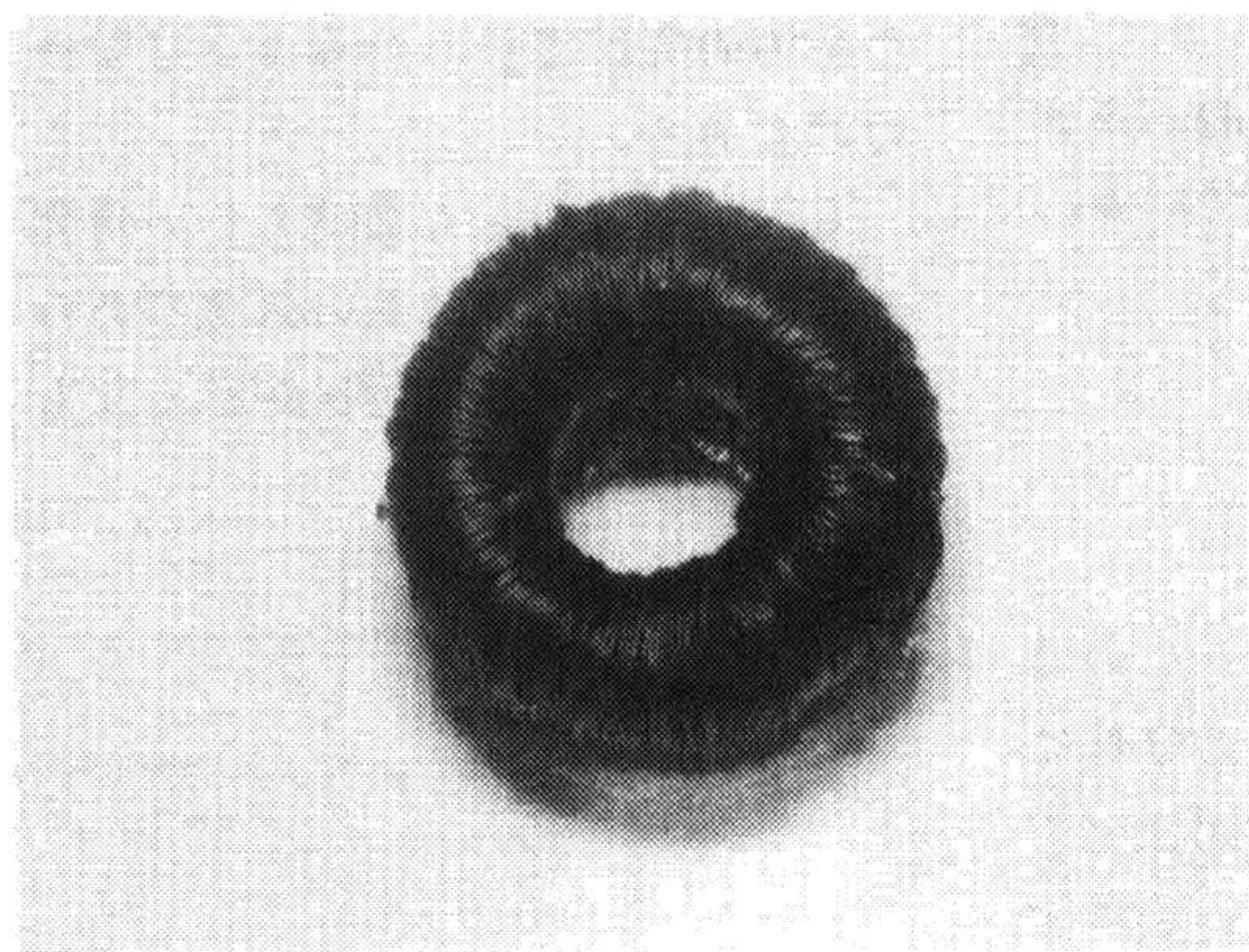
フェライト磁心は、当時電話機のろ波機（フィルター）用として作られた銅-亜鉛系の低周波環状磁心がかなり好評だった。その後、ラジオゾンデ*2の温度測定用として銅-亜鉛-コバルト系磁心や、ラジオのアンテナ用として銅-亜鉛-マグネシウム系磁心などが続々と開発されていった。それ以外にも、短波用としてマグネシウム系磁心も開発され、短波領域にもフェライトは足を踏み入れるようになった。さらには昭和12年頃から、TDKが製造した世界初のフェライト磁心である“オキサイドコア”がようやく世に知られはじめ、用途もラジオ・無線機のアンテナ用だけにとどまらずに、戦車・

船舶・飛行機用などあらゆる分野で用いられるようになった。つまり、フェライト磁心が10年以上の月日をかけてようやく脚光を浴び始めたのであった。

＜戦後の研究＞

戦争が終わると、東工大でのフェライト研究は星野 豊氏の磁気記録の研究が行われたが、フェライト本来の研究はかなり縮小された。

その後、武井先生は理化学研究所に移って微量添加物の研究をした。この研究は、磁心の生産段階で原料となる電解鉄の製造所によってできあがる磁心の透磁率が著しく異なっている、という疑問から始まったのだ。武井先生は、電解鉄中の不純物を詳しく調べ、透磁率の高い電解鉄は低いものよりわずかながら錫族の金属酸化物が多く含まれていることを突き止めた。実際、従来の磁心に少量の As_2O_3 を添加したところ、磁



銅-亜鉛フェライト磁心
（複製）

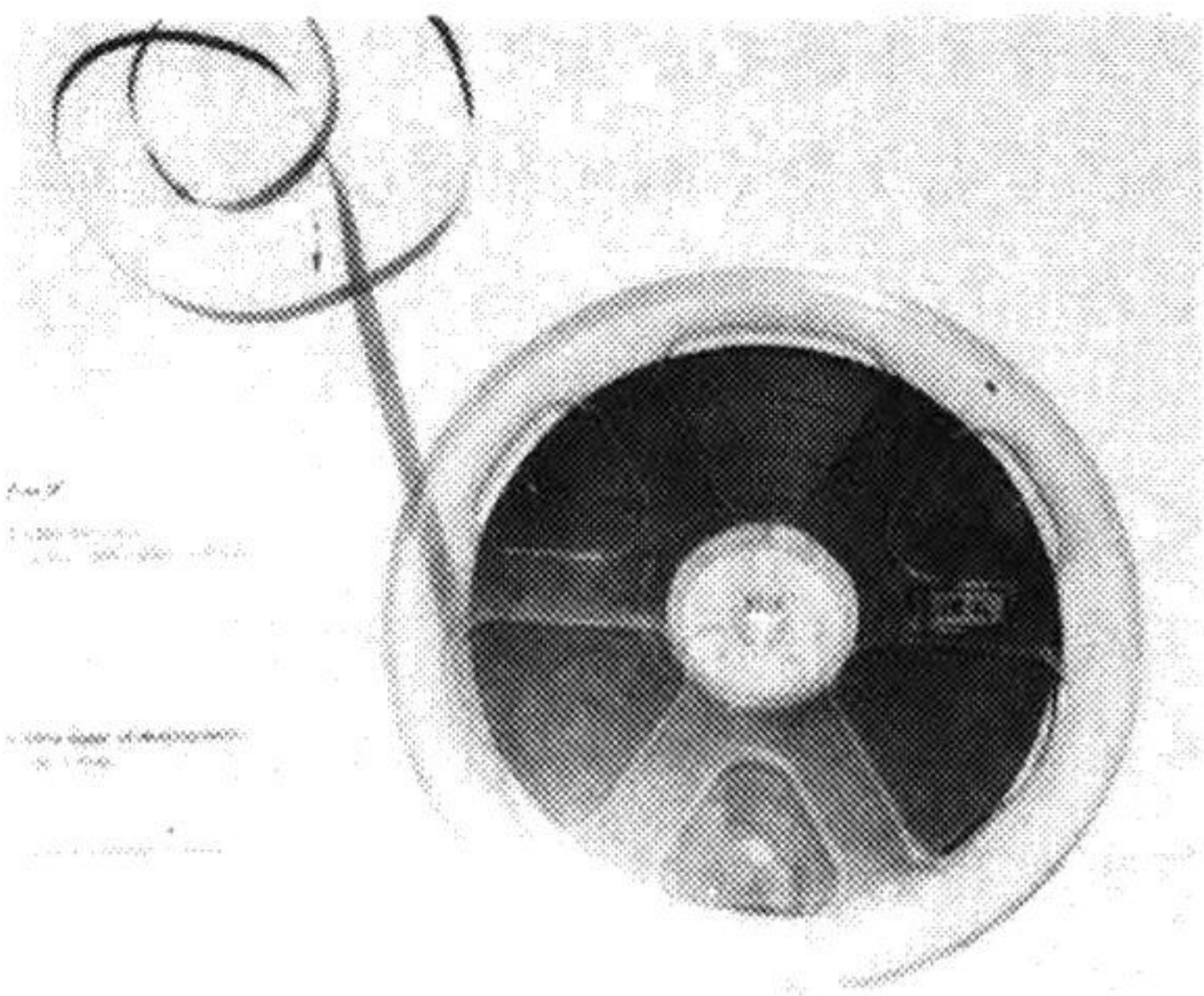
昭和13年に、後の
TDKが出した。

*1 磁歪振動子

磁性体の磁歪現象を利用した電気音響変換器のことをいい、超音波の発生、検出に使われる。

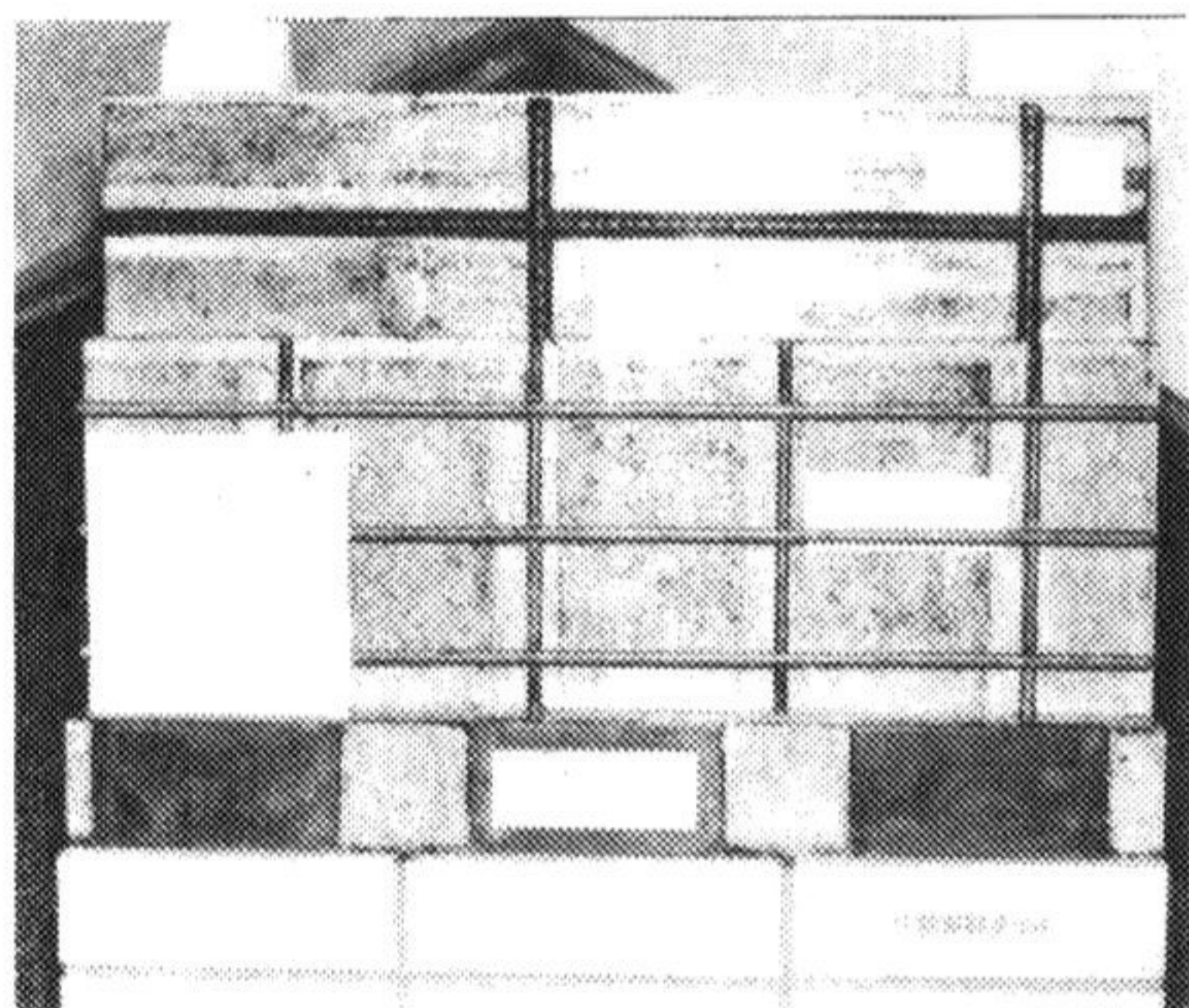
*2 ラジオゾンデ

上空の気象要素（気温・気圧・湿度など）を自動的に測定し、それを小型送信器によって地上に送信する装置。気球などに取り付けて上空に上げる。



初期の磁気テープ

昭和23年、本学で作られた。



TVゴースト防止用電波吸収パネル
フェライトタイルが入っている。

性が著しく改善された。このことをはじめ、いろいろな金属酸化物を添加して測定していくうちに、このような微量添加物がフェライトに与える影響がわかってきた。例えば、高透磁率をのぞむなら As_2O_3 、 Bi_2O_3 などが、また磁性の安定をのぞむなら ZrO_2 、 TiO_2 などが有効となることがわかった。このことは学会でも問題となり、各地でこれに関して多くの研究が行われた。例えば、三菱電機大船工場では、OP磁石に錫族酸化物のアルカリ塩を加えて性能の向上をはかったりした。

しかし現在のフェライトには、このような添加物はあまり含まれていない。というのは、粉末冶金的手法が進歩し、焼成方法などが向上したので、添加物を使う必要がなくなったためである。

＜様々な分野への応用の試み＞

このように、フェライトの特徴が明らかになるにつれて、これを用いた応用研究が注目されるようになったのである。

その中でもっとも素晴らしい研究はフェライトの単結晶の研究であろう。これは、杉本光男氏が行ったも

ので、始めの頃は温度調節・白金容器の損傷・亜鉛の蒸発などで不均一な結晶しかできなかった。その後、いろいろな発想を積んで努力した結果、研究開始から10数年かかって、ようやく今日のような大きな単結晶を作ることになった。この単結晶は、現在ビデオのヘッドに使われていて、必要不可欠なものとなっている。

そのほかに杉本氏は、X線造影剤にフェライトを使う研究や、ポケット型の膜厚計の制作・フェライト繊維・アモルファスフェライトなど新しい着想をもとに研究を続けていった。

また、この時期にはフェライトのメモリーコアの開発や、フェライト電極の研究などが行われている。中でもフェライト製メモリーコアは、半導体メモリの集積化がまだ進んでいなかった時代だったので、脚光を浴び、一時期は不揮発性メモリの主流となる勢いであった。

この後、昭和30年頃から企業での研究が活発となり、細かいデータなどを基にさまざまな分野でフェライトが使われていったのである。

現在のフェライト研究は、このようなことをもとにより多くの分野に広がっている。そこで、次回は東工大の研究室で現在行われているフェライト研究を主に紹介する予定である。

—第二回 完—
(小野沢)

