

無線・高周波からデジタルまで  
各種機器を支える電子材料

## フェライトの発明と工業化の歴史

岡本 明

Akira Okamoto

### はじめに

2009年10月13日、東京工業大学の百年記念館において「フェライトの開発とその工業化」に対し、IEEEマイルストーン(写真1)が贈呈されました。IEEEマイルストーンは、IEEEの活動分野において達成された重要な技術成果の中で、歴史的に評価され、25年以上にわたって社会や産業にインパクトを与えた業績を選定し、表彰・登録しています。古くは18世紀のベンジャミン・フランクリンの風揚げによる電気の実証から始まり、ボルタの電池、フレミングの真空管、マルコーニの無線、AT & Tのトランジスタなどから星のような業績が認定されています。日本では八木・宇田アンテナ、クォーツ時計、新幹線などがあり、今回の認定は国内で10件目に当たります。

このたび「フェライトの開発とその工業化」がIEEEマイルストーンに認定されたことが、これまで世界的には「フェライトはフィリップス社の業績」として認知されてきた技術史が変わることを期待しています。

本件に関する歴史的考察と、フェライトが電気・電子産業にどのように貢献してきたかを以下にご紹介しましょう。なお、フェライトとは酸化鉄を主成分とす

る酸化物の一般名詞ですが、本稿では今日エレクトロニクス界で広く使われる磁性材料を意味します。

### フェライトとは何か？

#### ■ 高周波特性が優れたセラミックス

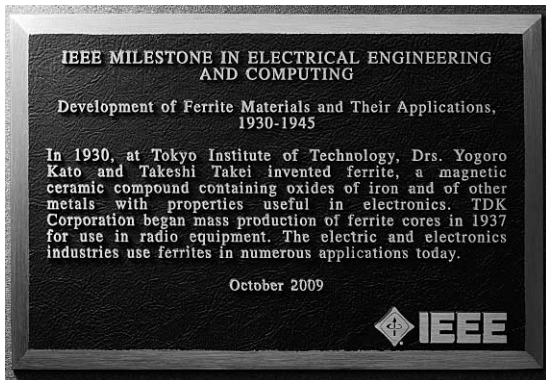
フェライトは、鉄のように磁石に引きつけられる、いわゆる磁性体ですが、金属ではなく「焼き物」すなわち酸化物です。フェライトは酸化鉄の粉末に、さまざまな金属酸化物の粉末を混ぜ合わせ高温で焼いて作られるセラミックスです。フェライトで作ったコア(磁心)をコイルの中に入れると、コイルを貫く磁力線の数が数十～数千倍にも増えるので、トランスやアンテナ・コイルの性能が大きく向上します。とくに、フェライトは材料としての絶縁抵抗が大きいため、数百MHzの高い周波数帯まで使用できるという大変優れた性質もっています。

鉄のような金属を磁心に使うと、高周波ではうず電流が発生し、コアが発熱し大事な磁気エネルギーが失われてしまいます。無線が登場するまで、交流といえば、せいぜい電力用の50～60 Hzでした。このときは、珪素鋼板を薄くして積み重ねて、うず電流を低減し使用していました。ところが無線の出現により一気に周波数が上がり(といっても最初は17 kHzくらいでしたが)それ以降、珪素鋼板は使えず、ボビンに巻き線をした空芯コイルが使用されていました。

#### ■ ダスト・コア

その後「ダスト・コア」と呼ばれる、金属磁性体の粉末を樹脂で固めてうず電流の発生を小さく抑える材料が開発され、無線機に使用されるようになりました。第2次大戦中は情報の交流がなかったため、欧米ではダスト・コアが、日本ではフェライト・コアが無線機に使用されていました。

終戦後、フェライトが世界の人々の知るところとなり、特性の優位性から、ダスト・コアはフェライト・コアに置き換えられてしまいました。



〈写真1〉 IEEE マイルストーン認定の銘板

〈表1〉フェライトの発明から発展に関連する国内外のおもなできごと

西暦	和暦	国内のできごと	海外のできごと
1881年	明治14年	東京職工学校設立	
1901年	明治34年	東京高等工業学校と改称	
1909年	明治42年		[独] Hilpert が、酸化鉄を主体とする磁性材料が高周波用途向きであるというアイデアを発表
1929年	昭和4年	旧制東京工業大学に昇格し、加藤与五郎教授が、東北大の武井武を助教授として招聘	
1930年	昭和5年	加藤与五郎と武井武がハード・フェライトとソフト・フェライトを発見し、電気化学会誌に投稿	[米] 加藤与五郎と武井武が米国化学会で発表
同年12月	同年	フェライトを日本国内で特許出願	
1932年	昭和7年	フェライトが特許登録される	
1933年	昭和8年		[蘭] フィリップス社の研究所で Snoek らが酸化物磁性材料の研究を開始
1935年	昭和10年	東京電気化学工業株式会社を創業	
1937年	昭和12年	蒲田工場で世界初のフェライト・コアである「オキサイドコア」を製品化	
1938年	昭和13年	海軍技術研究所で「オキサイドコアの高周波報告書」が出され、無線機への本格的な使用が始まる	
同年	同年	世界で初めてフェライト・インダクタを使用したラジオを製造	
1940年	昭和15年		[蘭] フィリップス社が TDK のフェライトのサンプルを入手
1941年	昭和16年		[蘭] フィリップス社がオランダ国内でフェライト特許を出願
1953年	昭和28年	白黒テレビの本放送開始	
1960年	昭和35年	カラー・テレビ放送開始	
1980年	昭和55年	東京電気化学工業が積層法による巻き線しないコイルを開発	
1983年	昭和58年	社名を TDK 株式会社へ改称	
2009年	平成21年	「フェライトの開発とその工業化」が IEEE マイルストーンとして認定	



〈写真2〉フェライト発明当時の加藤与五郎、武井武の両博士

近年、無線機やラジオ、テレビなどのフロントエンドはすべてIC化されてしまい、無線向けのマーケットはほとんどなくなってしまいましたが、パワー用のトランスやチョーク・コイル、EMC対策用材料や部品

として現在でも非常に重要な役割を果たしています。

## 発明にいたる経緯

### ■ 特異現象を見逃さない目から発明が

表1はフェライトの発明から発展に関連する国内外のおもなできごとをまとめたものです。

昭和4年(1929年)に東京工業大学が旧制の東京工業高等学校から旧制大学になったときに、電気化学科の科長の加藤与五郎教授(写真2)は、当時東北大の金属材料研究所にいた武井武を助教授として招聘しました。

加藤教授は、武井助教授に亜鉛の湿式精錬の収率を上げるための研究テーマを託しました。武井先生は、収率を落としてしまう硫酸に不溶の邪魔者を研究するうちに、偶然にもこの邪魔者が強力な磁性を持つことを見つけました。これをきっかけに、酸化鉄とさまざまな2価金属酸化物の組み合わせで材料を作り磁気特性を評価しました。その結果「ハード・フェライト」といって、鉄などにくっつくいわゆる磁石と、「ソフト・フェライト」といって、磁場中に置くと磁性体と