

# 定年退職を迎えて

加藤正之

電気電子情報系

## 1. はじめに

本年3月31日で無事に定年退職を迎えることが出来ました。始まりは1973（昭和48）年の4月からです。教室系技術職員として埼玉大学 理工学部電気工学科 高周波研究室への配属でした。この42年間で私の記憶・印象に残っている雑感を述べさせていただきます。

## 2. マイクロ波との出会い

当時、マイクロ波といっても今では何処にでもある電子レンジも珍しく、一般的に見かけるものと言えばNTT（当時は電電公社）局舎等の屋上にあるアンテナ施設程度で身の回りでマイクロ波に関連する物はそれほど多くはありませんでした。また、当時の研究室の教授に興味を聞かれオーディオが趣味で、自分でスピーカー等を作りたいと答えると「マイクロ波も金属の箱で共鳴するから共通する処があるかも知れないね」と言われた程度の知識でマイクロ波が具体的にどのようなものであるかも知らずに仕事を始めたのでした。

当時、研究室では助手の方がアンテナ系、講師の方が共振回路系の研究をやっていました。私が入った時、研究室にはもう一人の職員の方が居たのでその方がアンテナ系を、私が共振器系を担当する事になりました。

## 3. 初めての大きな？仕事

私が2年目を迎えた時もう一人の職員の方が退職されましたので、アンテナ系も少しお手伝いさせて頂きました。一番記憶に残っているのは、約400\*400mmと400\*600mm程のアルミブロックを持って来て「これでアンテナを作るから手伝っ

て」と言われた時です。これは第一期生マスターの研究テーマとなり、作成には機械工学科の実習工場の方や機械工学科の研究室に初めて導入されたNCのお世話になりました。

当時の工作機械ではいっぺんに加工出来ないので治具を工夫したり、新たに加工器具を作ったりしなければならなかったりと加工のための様々な勉強をさせて頂きました。更に、このアンテナ開口面の電磁界分布測定をするためX軸が1,000mm、Y軸が300mm、Z軸が100mm程度の3次元ステージを作り、機械的な駆動機構を学ぶことが出来ました。又、このアンテナを旧電気工学科（現機械工学科）棟4階の屋上と旧電子工学科（電気電子システム工学科1号館）棟屋上との間で屋外実験をするために、発信側の台と、アルミブロック・アンテナを載せる受信側の2個の鉄骨台を作ることになりすっかり機械屋さんへの道を歩き出したような気がします。現在も受信側の台は使用されていませんが電気電子システム工学2号棟の屋上に大きくてしっかりしている為か捨てられずに置いて有ります。

## 4. 誘電体を共振器回路へ

幸いその後齊藤さんが高周波研究室に入って来て、彼がアンテナ系、私が共振系に分担が分されました。

通信回路では必ずと言っていいほど、アンテナで受信した様々な周波数の電波を、目的の周波数の電波だけを選び分けるフィルター回路が使われています。当時マイクロ波では金属の箱の空洞共振器が主に使われていました。しかし、その共振器にセラミック（誘電体）を使う事によりその比

誘電率  $\epsilon_r$  の大きさによって共振器を小さく出来ます。更に、この回路のクオリティー(Q)を良くすることが回路設計において大変重要で、誘電体の電力損失に当たる誘電正接 ( $\tan \delta$ ) が小さい程Qのよい共振器が出来ます。そこでマイクロ波で誘電体共振器を利用するためには、誘電体試料の品質が均一で電力損失の少ない誘電体を必要とし、それらを正確に評価する必要があります。そこで研究室では簡易な装置で正確な複素誘電率( $\epsilon_r$  と  $\tan \delta$ )を評価するために様々な誘電体試料を使って誘電体円柱共振器法によって測定し、その有用性を確認し、その結果を IEEE Trans. Vol. MTT-33 No.7 July 1985 で発表し、誘電体の正確な  $\epsilon_r$  と  $\tan \delta$  が  $10^{-5}$  クラスの誘電率測定法を提案しました。その結果、低損失な誘電体開発への道を開くことが出来、誘電体メーカーも更に低損失で温度変化に対しても非常に安定した様な高性能な材料を開発するようになりました。それらの誘電体を使用して小型で低損失、更に温度変化に対し非常に安定した高性能なフィルターが開発され使われるようになりました。

## 5. JIS の規格へ

この測定法を基にして「マイクロ波用ファインセラミックスの誘電特性の試験方法 JIS R 1627-1996」の JIS 規格となりました。そのための測定治具の開発や製作、ラウンドロビン測定等のお手伝いをすることが出来ました。

またその技術を利用して高温超電導材料のマイクロ波での表面抵抗測定も出来「超電導—エレクトロニクス特性測定法—超電導体のマイクロ波表面抵抗 JIS H 7307-2010」の JIS 規格での測定治具の開発や製作に関わりました。

更に、マイクロ波帯でも平面基板上に平面回路を構成するようになって来ました。当研究室ではその基板の  $\epsilon_r$  と  $\tan \delta$  を空洞共振器法として精度よく評価する方法を開発していて、これも JIS 規格の「ファインセラミックス基板のマイクロ波誘

電特性の測定方法 JIS R 1641 2007」で採用され使用する測定治具の開発や製作に関わることが出来ました。この方法はセラミックスだけでなく有機材料のテフロン等の試料にも使用できます。

これらの測定法を確立していく上で様々な測定治具の試作をし、実際に測定を行い多少なりとも社会貢献が出来たように思います。

しかし、現在ではファインセラミックスを使ったマイクロ波フィルターは、セラミックスの加工等にコストがかかってしまい、更に通信の使用電力も少なく済むようになり平面回路や SAW (表面弾性波) フィルター等の製造コストのかからない製品に変わっているようです。

## 6. おわりに

現在のようにマイクロ波技術が民生品の中に大量に使われ始めると製品としていかにコストを低く出来るかが問題となって来て、そこに使用される基板や金属の表面抵抗を精度よく測定する事が必要になって来ます。それらの測定評価方法として当研究室で開発された測定法が役立っていると思うと大変嬉しく思います。「マイクロ波は精密工作だ」と言われ手間暇のかかるものと思い、何も分からない所から様々な方のご指導お世話になり42年間関わって多少マイクロ波の振る舞いが分かるかなと思えるようになりました。しかし、一番長く関わった先生はマイクロ波屋は「電波の気持ちになって電波が見えなきゃ一人前じゃない」と言われましたが、未だどうにもまだ見えて来ません。

仕事に私生活にいろいろあがきながらも、どうか無事に定年退職を迎えることが出来ました。

最後に直接、間接的にお世話になりここまで成長させて下さった諸先生、技術職員の皆様、事務職員の皆様に感謝しつつ、心からのお礼を申し上げます。

「皆様、ありがとうございました。」