



研究室紹介

通信工学科電磁波工学講座

倉 菌 貞 夫*

本講座は、情報伝達の搬送波であるいわゆる電波から光を含む広義の電磁波の発生、伝送及び制御を取り扱う工学分野を対象とし、電磁波の新しい応用分野を拓くことも課題の一つとしている。昨年、通信工学科はめでたく創設50周年を迎え、秋には盛大に記念の祝典が開かれた。本講座は通信工学科第4講座として昭和17年に開設され、電子工学を対象としていたが、昭和33年電子工学科の新設に伴い、講座内容は超高周波工学に変更された。当時はマイクロ波多重通信が脚光を浴び始めていた時代で以後、準ミリ波から光波へと通信工学で取り扱う電磁波の周波数は高い方へ急速に移ってきた訳で、時代を先取りした講座名であった。平成元年には、工学部電気系に新しく情報システム工学科が設置されたことに伴って再編が行われ、標記の名称に変えられた。

現在の研究室の人員構成は、倉菌貞夫教授、塩沢俊之助教授、中川健助手、平雅文技官、岡本良一技官、中山美津子事務補佐員と大学院学生13名、研究生1名、学部4年生9名である。

研究の内容は、対象とする電磁波工学の性質上多岐に亘るが、我々は基本を重視し、理論面ではコンピュータを用いたシミュレーションにより種々の電磁波デバイスの設計法の確立と特性解析を進め、実験面では、9GHz帯、24GHz帯および50GHz帯の装置を用いて、マイクロ波、ミリ波伝送系の各種デバイスの特性評価を行い、新しい応用分野の研究を行っている。

以下に、最近の研究のいくつかを取り上げ紹介する。

1. ミリ波集積回路デバイスに関する研究

波長1ミリから10ミリまでのいわゆるミリ波帯には多くの魅力がある。すなわち、

(a) 光に比べて雨、霧、雲、煙等の影響を受けにくいこと。

(b) 電波の窓(35, 94, 140, 220GHz付近)を用いて、低損失、広帯域の伝送が可能であること。

(c) 短波長ゆえに回路の小型化、軽量化ができること。

(d) 小径のアンテナで高い分解能が得られることなどである。ところが、これらの魅力は未だほとんど生かされていない。その最大の理由はシステムが非常に高価であることによる。低価格化のためには、多量生産が可能な集積回路化が不可欠で、今後、モノリシックプレーナ回路化と並行してシステムの重要部分にはアンテナその他の立体回路と整合性の高い回路素子を開発する必要がある。当研究室では先に境界要素法により任意形状メタルガイドの理論解析を行い、低損失かつ低分散となる断面形状を見出し、また、これを用いたいくつかの回路素子を提案し、その特性を明らかにして来た。現在は差分時間領域法等を用いて、種々の新しいプレーナ回路の解析を進め、低損失、高密度のミリ波集積回路の実現をめざして研究を続けている。

2. 光集積回路に関する研究

マイクロ・オプティックスと光ファイバを用いた光の点滅方式による現行の光通信方式はほぼ完成の域に達している。光の波としての性質を利用する高度なコヒーレント光通信を実現するためには、単一モード、単一偏波の光を容易に制御でき、信頼性、安定性に優れた光集積回

*倉菌貞夫(Sadao KURAZONO), 大阪大学工学部通信工学科, 教授, 通信工学

路を開発することが重要な課題である。当研究室では早くから、光集積回路に取り組み、これまでに、変調器、カップラー、分岐など種々の基本的な素子を考案し、特性の解析を行ってきた。光ICは三次元の開放系の導波路によって構成されるため、その折れ曲がり部や分岐部等の不連続な部分では必然的に光の放射を伴う。不連続部の特性を知ることは回路設計上重要であるが、厳密な解析は難しく、何らかの数値解析によらざるを得ない訳である。我々はこれまで境界要素法、ビーム伝搬法等の手法を用いて解析を行って成果を挙げてきた。現在は、光双安定素子、光リミッタなどの光信号処理デバイスの実現をねらいとして非線形導波路形の分岐、カップラー等の理論解析を行っている。

3. 相対論的電磁理論とその工学的 応用に関する研究

運動プラズマあるいは相対論的電子ビーム等の運動媒質を含む系における電磁理論、および回転運動を行う座標系（回転系）における電磁理論等の相対論的電磁理論の基礎的な問題に取り組み、これまで着実に成果を挙げてきた。これまでに得られた主な成果としては、相対論的電子ビームを電磁理論的に連続媒質として取り扱うための理論を体系化したこと、実用上十分な精度で工学的諸問題に適用し得る回転系における電磁界基礎方程式を通常3次元ベクトル解析のみを用いて定式化したこと等があげられる。

最近では、応用面にも目を向け、特に、ラマン型自由電子レーザーあるいはチェレンコフ・レーザー等の相対論的電子ビームを用いた大出力の短ミリ波およびサブミリ波の発振機構に関する理

論的研究を手がけている。自由電子レーザーは、短ミリ波から光波に至る広い波長領域において発振可能であり、かつ発振波長を広帯域にわたって連続的に変化させることができ、さらに大出力で高効率の動作が期待できるという優れた特徴を持っている。このことから、自由電子レーザーの応用分野としては、通信、電波天文学、レーザー・レーダ、医療、プラズマ加熱等の広範な分野が考えられる。本研究室では、レーザー装置の小型化およびエネルギー変換効率の改善等を目的として、誘電体線路を導波路とするラマン型自由電子レーザーおよびチェレンコフ・レーザーの理論的研究を行っている。

4. 電磁波の計測および医療への 応用に関する研究

電磁波の応用には情報の搬送手段とする工学的応用以外に、計測、リモートセンシングおよび電力応用等がある。当研究室におけるこの分野の研究として、媒質の含有水分量の計測技術の開発および医学的応用として、近年大きく期待されている癌治療装置（電磁波を用いて癌病巣部のみを所望の温度に選択加温する装置）に関する研究を行っている。

また、生体の生理反応や行動にかかる脳波、心電、筋電等のELF (Extra Low Frequency) 波が生体内に混在している環境において精密な検査や診断を行う場合、必要とする生体内信号のみを選択抽出しあるいは雑音を除去するための適応フィルタを開発した。

この分野の今後の課題として電磁環境問題、ことに、増加をつづける電磁波応用機器より漏洩する電磁波・ELF波等の生体におよぼす影響について調査・研究を進めたいと思っている。