

身近な電波といくつかの話題

京都府中小企業特別技術指導員の島崎 仁司氏(京都工芸繊維大学)に上記テーマで寄稿いただきました。

電波の利用

電波は我々の周りで色々な用途に利用されています。まずは情報を載せて運ぶということ。これはすぐに思いつくところではテレビ・ラジオなどの放送、携帯電話が挙げられますが、その他にも無線LANや、屋外に出ればETC(電子式料金自動収受システム)、無線方式バスロケーションシステム(京都市営バスなど)というものもあります。ICOCAやPiTaPaなどでお馴染みの非接触ICカードも電波で通信を行っています。

次にエネルギーを運ぶという用途があります。先述の非接触ICカードは電池不要ですが、カード内の回路を動かすために信号だけでなく電力も無線で供給しています。また、マイクロ波を使って送電線無しに遠方へ電力を送るといった研究が続けられています。電子レンジはマイクロ波を使って食品を加熱するものですが、家庭用以外でも、また食品に限らず加熱、乾燥、加工などの工業応用として電波は使われます。さらに、癌の温熱療法といった医療応用もあります。

また、計測・測定に使われています。カーナビでも一部利用するGPSは通信とも計測とも言えますが、船舶レーダーや雨雲の動きを観測する気象レーダーはまさに電波の波動としての性質を利用したものであり、他にも移動体検知センサー、自動車衝突防止用ミリ波レーダーがあります。

他にも電波が使われていることを知らずにいるもの、あまりに身近過ぎて使われていることを忘れてしまっているものもあるでしょう。皆さんはどれぐらいご存知でしょうか。

周波数の割り当て

電波というものは有限の資源です。その意味は、基本的に同時に同じ周波数の電波を使用すると通信はできなくなるということです。従来は、電波を広く利用するということは周波数を棲み分けるということを意味していました。使用する目的・形態によってそれぞれ周波数を割り当てるということです。割り当てられた周波数帯以外の電波を出さないということは通信機器の設計・製造において実に重要な点です。

さて、従来のように「棲み分ける」ことを前提にせず、つまり同じ周波数帯を重ねて使う技術も近年は発達してきました。変調方式や、扱う信号の符号化に工夫を加えていて、同時に同じ周波数の電波を使ってもそれぞれの通信端末がそれぞれの通信相手を識別でき、混信しません。またこのような方式は、他の通信システムにとっては雑音と同程度で邪魔にならないほどの小さい電力を使用していて、妨害を与えることが少なくなっています。

また、同じ棲み分けるにしても、通信機器が電波環境を認識し、状況に応じていくつかの周波数の中から他の邪魔にならない最適なものを適宜利用するよう自律的に選んで通信を確立するようなスマートな方式も考えられていて、その開発が進められています。

有限の周波数資源を利用する観点からは、未開拓の領域を今後利用しようとするのは当然考えられています。そしてこのことはその周波数帯独自の特徴を生かした電波の利用法を伴い、新たなサービスが考えられます。ミリ波のうち100GHzを超えた周波数帯は電波天文に割り当てられている部分もありますが、未開拓といってよく、今後、通信にも利用しようといった動きがあります。また、この周波数帯の電波を利用すると、服などを透過してその下にある金属を検知することができるなど、防犯のためのイメージングに使用することもできます。このような高い周波数帯が利用されてこなかったのは、デバイスの種類に限られ、回路が簡単には製造できなかったためであり、逆に、そのようなデバイスが開発されたならば用途はもっと広がるものと期待されます。

携帯電話の见えないアンテナ

携帯電話は当初、アンテナがその機器の外部にあって伸ばせるようになっていましたが、最近ではデザイン上の理由から、内部にあって外から見えないようになってきました。しかし、アンテナを外に出さないということはアンテナの効率よりもデザインが優先されたのだと回路設計者達は感じているでしょう。エネルギー消費の観点から言うとアンテナの働きを優先しないのは問題があると私は考えています。

内部アンテナは一般にケース外部に出したアンテナより性能(効率)が落ちます。携帯電話は基地局からの電波の強さによってその出力電力を変えるようになっていて、つまり電波が弱いと判断すると送信電力を大きくするので、アンテナの効率が悪い場合にはバッテリーの消耗が激しくなります。アンテナが手によって隠れていたり、金属が付近にある場合でもそうなります。なお、通話中だけでなく携帯電話は間歇的に電波を発信しているものなので、電源が入っているだけで送信した分の電力を消費します。アンテナの効率を上げることで、出力電力を抑えて電源の消耗を防ぐことができ、一度の充電でバッテリーを長持ちさせたり、あるいはもっと大きく言うとエネルギーの節約になります。

最近の研究の話題

次に最近の話題の1つとしてBAN(Body Area Network)について紹介します。ボディエリアネットワークとは、人体

近傍を通信範囲とした無線通信ネットワークのことです。これと類似のものにPAN(Personal Area Network)と呼ばれるものがあり、個人が使用する機器同士を接続する無線通信ネットワークとされています。厳密な区別はありませんが、PANは2~3m程度の範囲、BANは1m以内のもので、それ以上に遠くへは電波を飛ばさないことが求められます。情報の漏洩を防ぐためです。つまり、自分の手の届く範囲、あるいはその周辺へは情報を伝達したいが、それより遠くへは伝えたくないという電波の使い方、「遠くの人と話したい」という志向とは対極にあるものと言えます。

Bluetoothを使う機器はPANの構成要素の一例です。鞆にしまったオーディオプレーヤーとイヤホンとをコードレスで接続するもの、PCとPDAやプリンタなどを無線で接続したりするものなどに応用されています。BANの例としては、ウェアラブルコンピューティングの一環として身に着けた機器同士をケーブルなど無しに無線で接続するもの、身体のおちこちに着けたセンサーからの体温、脈拍、血圧などのデータを、やはり身に着けているデータ収集器にワイヤレスで送るといった体調モニタリングの応用などが考えられています。これらは着用型(ウェアラブルBAN)と呼ばれるもので、一方、ワイヤレスのカプセル内視鏡を体内に入れ、それが撮った画像データを体外から無線で収集するといったもの、あるいは体内埋め込み型の機器との通信を無線で行うなどのものもあり、これらはインプラントBANと呼ばれたりします。

BANでは電波が伝搬する経路に人体を含むことが特徴です。マルコーニが無線通信の実験に成功して以後、無線通信の初期においてはまず陸と船舶、船舶同士の通信を確立し、「より遠くへ」ということが目標だったそうです。そして近年、携帯電話の普及のためにビルの立ち並ぶ中での電波伝搬が問題となっていたこともあり、それらと比べるとBANにおいては人体を挟んでいる、あるいは人体そのものを伝搬に利用するという意味で従来とかなり異なる電波伝搬の研究が必要であり、現在も続けられています。

遠くに電波を飛ばさないという点で究極のものとして人体近傍電界通信と呼ばれるものがあります。これは手で触れたり握ったり、足で踏んだりすることによってその人体により通信経路が作られ、情報伝送が行えるようになるものです。電波を飛ばすという無線通信のイメージとはかなり変わっていますが、その技術や扱いにおいてもこれまでと異なったアプローチが必要です。

ドアに触れただけでその人物を認識しロックをはずす、切符やカードを出さずに手で触れるだけで改札を通ることができる、握手をするだけでお互いの名刺交換ができる、などの応用が考えられており、一部は既実現されています。

もう一つ、高周波回路の分野でここ数年注目を集めている話題としてメタマテリアルのことを書きます。メタマテリアルは電磁波の波長よりも十分小さな材料片を原子・分子に見立てて配列して構成した構造体であり、自然界には

存在し得ない、電磁気的な特性をもった人工構造体です。マテリアルといっても「材料」の問題ではなく、あくまで回路構成をテーマとしています。誘電率ならびに透磁率が負の値をもつ媒質があった場合の電磁波の伝搬が1960年代に論じられ、その中で負の屈折率や逆ドップラー効果などが紹介されました。最近になって等価的に誘電率も透磁率も負となる構造体が構成され、実験的にその特性が確認されると、このメタマテリアルの研究は盛んに行われるようになりました。特に伝送線路形と呼ばれるものは、従来広く使われてきた高周波回路との整合性もよく、次世代通信技術の一翼を担うものとして期待されています。応用例として、放射ビームの方向を広範囲に変えるアンテナ、零次共振器、小型で広帯域な結合器、人工磁気壁などがあり、他にも種々の例が報告されています。

その他メタマテリアルに関しては、例えば曲面をもたない平板状レンズ、電波伝搬経路に存在する物体をあたかも何も存在しないかのようにさせるクローキング(透明マント)など、興味ある研究がいくつも進められています。

むすび

電子工学を専攻している大学生であっても、アンテナと言えば携帯電話の電波の強さを表すあの棒による表示のことだと思っている者がいます。そして携帯電話が電波を利用していることに気付かないか忘れているようです。身近なもので、身の周りにありふれているはずなのに、かえって馴染みが無いのでしょうか。本学では体験学習と呼ばれる一種の公開講座を開催していますが、その中で小中学生を対象とした講義を行い、電波およびそれを使って情報を運び話をしました。電磁波の比較的難しい内容も含まれていたのですが、その点は予想に反して好評でした。この空気のように身近な電波に興味を持ってもらって、電波を使うだけでなく、もっと便利なものを作る技術者が増えて欲しいと願っています。

島崎 仁司 氏 プロフィール



所属 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 准教授
略歴 1985年 大阪大学工学部通信工学科卒業
1990年 同大学院工学研究科博士後期課程修了、工学博士
同年より京都工芸繊維大学勤務
専門 電磁波工学、高周波回路

【お問い合わせ先】

京都府中小企業技術センター
応用技術課 電気・電子担当

TEL:075-315-8634 FAX:075-315-9497
E-mail:ouyou@mtc.pref.kyoto.lg.jp