

# 拡大するミリ波技術の応用

四分一 浩二  
Koji SIBUICHI

江馬 浩一  
Koichi EMA

槇 敏夫  
Toshio MAKI

近年ミリ波無線通信やミリ波センサの研究が活発になされ、その応用も多岐にわたり提案され、すでに実用化に入り普及段階の製品もある。本稿では無線通信への利用に関して60GHz帯を使用した近距離大容量通信の標準化動向や応用例を紹介する。また、センサへの利用に関してはミリ波車載レーダおよびミリ波イメージングについて、動作原理と開発動向などを紹介する。

## 1. まえがき

電波利用の中でもミリ波は大容量通信や高精度センサ等への応用が研究されて久しいが、近年に至りようやく本格的な実用化が見えてきたと実感する。その第一の理由はデバイス技術の発展で、従来からある化合物半導体を用いた電力増幅器や受信増幅器の性能改善<sup>(1-1)(1-2)</sup>や、SiGeのような新デバイスが低価格で提供され、さらにはCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) を用いてアンテナ・RF部を一体化するなどの技術開発が着実に成果をあげていることである<sup>(1-3)(1-4)</sup>。第二の理由は60GHz帯の超広帯域(9GHz)な周波数資源が認許されたことである。これによりアプリケーションの具体化を目指し、国際標準化の整備に拍車がかかっている。

一方、利用する側においては交通やセキュリティの分野においてより高度な“安全・安心”が求められ、ミリ波車載レーダやミリ波不審物検査装置などの技術開発に結びついている。

当社は、およそ半世紀前からミリ波帯立体回路の研究開発や製品化に関わっており、近年においてはミリ波帯の無線伝送装置やフロントエンドモジュールなどで事業化を行ってきた。<sup>(1-5)</sup> 今後もこの方針は変わらないが、ユニークなミリ波技術の活用を目指し最新の技術動向を整理してみた。本稿ではまず、ミリ波の無線通信やセンサへの応用

にあたってその伝播特性を説明する。無線通信への利用に関しては実用化に向けて研究が活発化している60GHz帯近距離無線ネットワーク(WPAN)の標準化動向の紹介や50GHz帯高速伝送装置の提案などを示す。センサーへの利用に関しては普及が進んでいるミリ波車載レーダとしてFM-CW方式と2周波CW方式の原理と実用化における工夫を紹介する。また、近年空港のセキュリティなどに実用化され始めたミリ波イメージングについてその動作原理と他の応用例などを紹介する。

## 2. 無線通信・放送への利用

### 2.1 ミリ波伝搬特性

電磁界理論に基づくミリ波帯の伝搬特性は、“自由空間伝搬損失”“地表面の影響(フレネルゾーン効果)”“大気減衰”“降雨減衰”“森林減衰”などを考慮すべきだが、ここではミリ波帯伝搬特性として特徴的な(1)大気減衰 および(2)降雨減衰について記した後、電波伝搬の共通項である(3)自由空間伝搬損失について説明する。

#### 2.1.1 大気減衰

大気による減衰では主として酸素と水蒸気による吸収が顕著である。酸素による吸収では60±3GHz付近で顕著となり、ピークでは15dB/kmにも達する。一方、水蒸気による吸収は準ミリ波帯の22GHzをピークとし、水蒸気分圧に比例して増大する。

これら大気減衰についてはITU-R (国際電気通信連合 無線通信部門)がその定義や計算方法を推奨しており<sup>(2-1)</sup>、通常はこの推奨に従って算定している。

図 2-1 は RECOMMENDATION, ITU-R P.676-6 に従って算出した気温20℃、気圧1013hPa、水蒸気分圧7.5g/m<sup>3</sup> (相対湿度44%RH)における酸素