

60 GHz無線技術の商品化と今後の展望

60 GHz Wireless Technologies - Product Developments and Forecasts

笠原 哲志* 前田 卓治**
Tetsushi Kasahara Takuji Maeda

次世代セルラーである5G（5th Generation）でミリ波技術が導入されるのに伴い、ミリ波を使ったシステムに注目が集まっている。次世代無線LANとして60 GHz帯の規格化、実用化が既に始まっており、これに対応し、国内では60 GHz帯の出力規制の緩和が行われ、10 m程度の通信範囲に留（とど）まっていた通信デバイスが数百m～1 kmまで拡大できるようになっている。現時点においては、一般用途としての需要は低いものの、産業用途では専用線の敷設や高速無線通信の要望が根強くあり、ミリ波通信システムの導入が徐々に広がりつつある。本稿では、60 GHz無線技術を用いた通信システムの開発を紹介するとともに、今後の展望について解説する。

Millimeter wave technology is employed in 5G (5th Generation), the next generation cellular network standard, and is gaining attention from several markets as the introduction to existing systems proceeds. Millimeter wave devices cover up to 1 km, compared to the conventional 10 m range, with high transmission power according to the relaxation of Japanese radio regulations for expanding the maximum output power in 60 GHz band usage. Although there is little demand in consumer market, there are certain demands to build a private network in open space. Hence millimeter wave systems are starting to be deployed into the B2B market. This report introduces some product examples and describes forecasts.

1. ミリ波技術の確立と産業的意義

ミリ波帯とは、30 GHz～300 GHzの周波数帯域であると定義されており、広い帯域が確保できるため安定した高速通信が可能で、アンテナを含めシステムの小型化が実現できること、高い直進性により通信エリアを限定でき混信を防げることといった特長がある。一方で、周波数が高いため信号減衰が激しく設計誤差・製造誤差などによる影響が大きくなり、無線通信システムとして高価にならざるを得なかった。2000年に入り半導体プロセスの微細化が進んだことで、ミリ波帯の信号処理をLSIで実現可能となったことから、60 GHz帯の無線を採用した次世代無線LAN規格としてIEEE802.11ad規格発行、チップセット開発などミリ波帯の実用化が進んだ[1][2]。

新しい周波数帯域を使った通信システムは、接続相手となるシステムが対応する必要があることからコンシューマー市場の立ち上がりには時間がかかる難点がある。

一方、産業用途においては、従来技術がもつ混信や速度不足などの課題解決について根強い需要があり、これらの課題を解決し現場に即した商品仕様を実現することで、ミリ波通信技術のみがなしうるソリューションを提供することが可能となる。そこでミリ波通信の特徴に着目し、IEEE802.11adをベースとした通信技術の産業用途への展開を進めている。

一例として、無線通信とメモリーを融合した無線メモリーアクセス技術の開発を進め、監視カメラ映像の録画・ダウンロードを可能とする「60 GHz通信BOX」[3]を商品化し販売している。

また、ミリ波通信は通信エリアを限定できることから並走する列車同士の干渉を抑えた列車向け車車間通信システムの商品化も進めている。

2. 街頭防犯カメラ市場への適用

防犯行政の1つとして活用されている街頭防犯カメラは、プライバシー保護や運用コスト削減の観点からネットワークに接続されていないスタンドアロン型が多く、カメラからの映像ダウンロード用にWi-Fi^(注1)技術を搭載した装置が主流となっている。しかし、Wi-Fi技術はセキュリティ問題が度々指摘されていることに加え、街中の使用においては家庭用無線LANと干渉が発生し、十分な通信速度が得られないことなどが課題となっていた。

そこでIEEE802.11adをベースに、メモリーアクセス技術を融合した60 GHz無線メモリーアダプタを開発し、高速でセキュリティ性の高い映像ダウンロードを実現した60 GHz通信BOXを商品化した。

2.1 60 GHz無線メモリーアダプタの開発

これまでのシステムでは無線とメモリーとは別部品として構成され、システムを制御するマイコンが両者を仲介する形でデータ転送を行っている。この構成を用いてIP接

(注1) Wi-Fi Allianceの登録商標。

* コネクティッドソリューションズ社
ストレージ事業開発センター

Storage Business Development Center, Connected Solutions Company

** コネクティッドソリューションズ社 イノベーションセンター
Innovation Center, Connected Solutions Company

3. 鉄道向け車車間通信システムへの適用

鉄道車両の寿命は40年程度あり、今後、無人運転などIT化が進むなか、古い車両は順次切り替えられていくが、旧型車両と新型車両が常に共存する。車両内の乗客サービスなどの情報システムを導入する際、新旧車両の規格違いは車車間有線通信にとって障害が多く、旧車両へのレトロフィットが容易な車車間通信システムが求められている。一方、欧米では車両編成組み換えが頻繁に発生し、電気代節約などエコ運行のため、車車間の通信接続は有線ではなく、無線の需要が強い。

3.1 鉄道向け車車間通信システムの開発

最新の鉄道車両には、車両内部に1 Gbit/sのEthernet^(注4)システムが組み込まれており、その基幹網を支える車車間通信システムとしては、軌道の曲率や走行時の揺れをカバーし、隣接軌道を走行する列車から(列車へ)の妨害が発生しないよう放射を制御することが重要となる。特にカーブや分岐線路上における端末間角度水平偏差発生時にも通信状態を維持できるよう、線路での最大ずれ角を考慮したRFユニットと、列車連結によりシステムが多段接続構成となることを前提とした制御ユニットが重要となる。

RFユニット設計では、軌道の曲率や揺れによる最大水平偏差から、半値幅が約100°の広角アンテナの開発を行った。また、アンテナの放射角が広いことから生じるユニット内の電波反射を抑制するため、ユニット内部に誘電体を設置した反射低減構造を開発した。

制御ユニットでは、列車連結からくる無線システムが多段構成に対応するためパケット連結制御技術を開発し、多段接続時において発生するスループットの低下を10%から5%以下に半減した。



第4図 車車間通信システムの概観(上)とブロック構成図(下)
Fig. 4 Picture of wireless inter-carriage system and block diagram

このようにして開発した車車間通信システムの概観とブロック構成図を第4図に示す。

3.2 実車による走行試験

今回開発した車車間通信システムを営業中の鉄道車両の車両間に1対向設置した状態で、車両走行時の通信状況を計測する実証試験を行った。

試験期間中、延べ11区間の計測を実施。全区間において平均通信速度は約990 Mbit/sと安定しており、また区間内の速度変動も非常に少ないことが確認できた。

また、天候(降雨・降雪)、鉄道車両間偏倚(へんい)(カーブや駅侵入路付近の分岐線路通過時の車両間の相対位置変動)の影響による通信断・速度低下が発生せず安定して約1 Gbit/sの通信速度を維持できることを確認した。これにより、本装置が実際の運行鉄道路線において安定した通信性能を維持できることが確認できた。

4. 今後の動向と展望

ミリ波を応用した通信では、国内において60 GHz帯での出力電力の規制緩和が行われ、従来の25倍の電力が出力できるようになった[4]。またIEEE802.11adの次期規格IEEE802.11ayが2020年にはリリースされることと相まって、当初は10 m程度でしか通信できなかった通信距離が数百m~1 km程度にまで延伸され、通信速度も大幅に向上される予定である。また、次世代公衆通信網(5Gシステム)では、ミリ波帯技術がセルラーに採用されることとなり、デバイスやシステムの安定性・多様性などが増し、技術の成熟や応用展開の加速が想定される[5]。

ミリ波帯通信の用途としては、本稿でも触れたように、まず産業用途としての立ち上がりが期待されている。ミリ波帯を使ったシステムは他の無線システムからの干渉が少なく、専用的高速通信線のような使い方ができるところに1つの特長があり、これまでコストや規制などの問題から専用線の敷設や無線通信の導入を諦めていたケースでの適用が進むものと見られる。トータルコストを抑えた、自由度の高い専用高速無線通信環境の構築が今後1つの流れとなる。

同様に、新興国のインフラやスマートシティでは新たに公衆網に代わり、有線ではなくミリ波帯を使った低干渉で高速通信可能なインフラ構築を行う動きも加速されている[6]。

無線通信市場は、技術と法規制をベースに、ユースケースを含む市場が揃って初めて成り立つ。ミリ波帯市場の立

(注4) 富士ゼロックス(株)の登録商標。

ち上がりは古くから期待され、市場導入もされてきたが、なかなか広がらない状態が続いていた。次期無線LAN規格IEEE802.11ayや5Gセルラーシステムの導入はミリ波市場に大きな影響を及ぼし、コストの低減とともにミリ波技術が進展していくと思われる。

今後の技術革新と市場拡大に期待したい。

参考文献

- [1] 総務省陸上無線通信委員会, “陸上無線通信委員会 報告 (案) に対する意見の募集の結果,” http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000228.html, 参照 Apr. 19, 2019.
- [2] (一社) 電子情報通信学会, “小特集 アンライセンスバンドの周波数資源の利活用,” 信学通誌 2016秋号, no. 38, Sept. 2016.
- [3] パナソニック (株), “オールインワンタイプ 防犯・監視カメラ用通信BOXを開発,” <https://news.panasonic.com/jp/press/data/2017/03/jn170307-3/jn170307-3.html>, 参照 Apr. 19, 2019.
- [4] 総務省, “総務省令第99号,” http://www.soumu.go.jp/main_content/000434768.pdf, 参照 Apr. 19, 2019.
- [5] 総務省, “情報通信審議会 新世代モバイル通信システム委員会,” http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/5th_generation/index.html, 参照 Apr. 19, 2019.
- [6] IEEE SPECTRUM, “Facebook’s 60-GHz Terragraph Technology Moves From Trials to Commercial Gear,” <https://spectrum.ieee.org/telecom/internet/facebook-60ghz-terragraph-technology-moves-from-trials-to-commercial-gear>, 参照 Apr. 19, 2019.