



研究ノート

無線通信の動向

森 永 規 彦*

無線通信の歴史は古く 1800 年代にさかのぼる。1864年マクスウェルが電磁波の存在を理論的に予測してから約20年後の1887年にヘルツによる電磁波の実験的証明が行われ、これを通信に利用することに初めて成功したのはマルコーニによる1895年の実験であるといわれている。以来、今日に到る約80年間に渡って、無線通信は、放送・公衆通信・移動通信・国際通信などの分野を中心に大きく発展してきており、これから将来にかけても、社会に果すその役割の重要性は増大の一途をたどっている。例えば、我が国の公衆通信網での市外回線の過半数は無線によって行われているし、テレビ中継はほとんどすべて無線に頼っている。また、日本の国際通信回数は 600 回線ほどあるが、この内 6 割強は衛星通信によるものであるし、インテルサット（国際電気通信衛星機構）衛星としての回線需要の伸びは年々20%近くもある。

以下、無線通信の最近の動向を述べる前に、無線通信の特徴をまとめておこう。それらを列挙すれば、1) 特別の伝送媒体が不要、2) 空間的広域性により任意の場所への通信が可能、3) 広帯域大容量伝送が可能、4) 長距離通信が容易、などとなる。このように、無線通信は大きなメリットを有する反面、もちろんデメリットもある。例えば、短波通信や陸上移動通信で顕著なように、電波の多重路伝搬に起因する不規則な変動 (fading)、衛星通信における片道約 0.3 秒という伝搬遅延、準ミリ波以上の高い周波数帯における降雨減衰、などがあげられるが、とにかく無線通信は自由空間を伝送路として用いるので、種々の干渉、妨害を受けると同時に、それ自体も他のシステムへの干渉・妨

害となる点が問題である。

さて、これまでの無線通信に関する主な研究対象は、テレビ放送とマイクロ波 FM 通信に向けられていたといっても過言ではなく、そこには優雅とも思えるすばらしいアナログ技術が集約されている。これらに加えて最近では、移動通信、衛星通信（宇宙通信）などの新しい無線通信方式の登場と共に、より高い新周波数帯の開拓、有限資源である電波の有効利用に関連した研究が活発に行われている。

静止衛星を中継局とする静止衛星通信は、1965年のインテルサット衛星の登場以来、国際通信を中心に発展してきたわけであるが、最近では各国で国内静止衛星通信の開発が盛んであり、その種類も、通信衛星 (CS)、放送衛星 (BS)、気象衛星 (GMS) などとある。日本でも既に、昨年 (1977年) 7月に静止気象衛星 (ひまわり)、12月に静止通信衛星 (さくら) が米航空宇宙局 (NASA) の手によって打ち上げられており、またこれらより早く、昨年2月には技術試験衛星 II 型 (きく2号) の自力打ち上げに成功している。さらに、ロケットの故障などで延期されていた静止放送衛星も、丁度この原稿の締切日に近い本年4月8日に NASA によって打ち上げられ“ゆり”と名付けられた。

これら最近の静止衛星通信を技術サイドからみた場合、特に通信衛星を例にとれば、従来の国際静止衛星通信系がマイクロ波帯電波 (上り 6 GHz 帯, 下り 4 GHz 帯) を使用し、衛星塔載用アンテナとして主にグローバルビームアンテナによる周波数分割多元接続方式 (FDMA) を主システムとしていたのに対し、最近の国内静止衛星通信系では、準ミリ波帯電波 (上り 30 GHz 帯, 下り 20 GHz 帯) を使用し、他国への電波の漏れのないように日本列島を照射する成形ビームアンテナによる時分割多元接続方式

* 森永規彦 (Norihiko MORINAGA), 大阪大学, 工学部, 通信工学, 工学部講師, 工学博士, 無線通信・光通信

(TDMA) を主システムとしている点が大きな特徴といえる。このような傾向、既に、準ミリ波以上の高い周波数帯の電波と、TDMA のようなデジタル通信方式と、シャープなビームのアンテナ技術とが結合した方式は、これから将来の無線通信方式の一つのあり方を示唆しているものといえよう。これまでに使われてきた 10 GHz までの周波数帯は伝搬特性が非常に良く“電波の窓”とも呼ばれているが、広帯域の新しい無線サービスに割り当てられるだけの電波の余裕は全くなく、準ミリ波以上の新周波数帯電波の開拓が必要となる。しかし高い周波数の電波はそれだけ大気中の微粒子による減衰・散乱などを強く受け、特に大きな降雨減衰が問題であるが、このような不安定な通信状況に対しても強く、回線設計上からも数々の柔軟性に富み、また部品コストの面からも有利なデジタル通信方式の採用が有力となる。また、新周波数帯電波・新通信方式・周波数の有効利用に適したスポットビームアンテナの研究開発も強力に推進されており、特に、複数の一次放射器を設置し、反射鏡を共用して国内を複数のスポットビームで照射させようとするマルチビームアンテナの研究は注目に値する。もしこのようなアンテナを衛星に搭載した場合、衛星自体が交換機能を有するより機能的な新しい衛星通信系が誕生することになる。

話を地上へ戻すが、我々はみな潜在的に、いつ、どこにいても、誰とでも、通話のできる通信システムが完備してくれることを夢としている。そのような夢をわずかながらも満してくれそうなのが自動車電話である。欧米のほとんどの国では自動車電話サービスを既に実施しているが、日本のは、800 MHz 帯という新周波数帯（現在、陸上移動無線用としては 450 MHz までの周波数が使用されている）を使い、周波数の有効利用のため、サービスエリアを半径約 5 km の小無線ゾーンに分割し、周波数を地域的に繰返し使用する小ゾーン構成として、将来はこれを全国規模にまで広げようとする新方式である。現在、技術的にはほとんど完成された段階にあり、質、量ともに世界的レベルのものに発展することが期待されている。

これまで無線通信の主な最近の動向を概観してきたが、これらはすべて地上通信網を対象とした、いわば面的な通信形態をとるものであった。しかしもしそれに、将来、衛星間通信なるものが加われば、大きな意味での通信形態は面的なものから立体的なものへと変ることになる。衛星間通信に関してはいろいろの組み合わせが考えられ、既に低軌道衛星（資源衛星、測地衛星、気象衛星、科学衛星など）と静止衛星との間での衛星間通信実験が、1974年打ち上げの NASA の応用技術衛星 ATS—6 号によって成功しているが、究極的には静止衛星間での衛星間通信である。このような通信リンク形成のためには、CO₂ レーザなどによるレーザ通信と、大気中の O₂ 分子による吸収スペクトル帯にあり、地上への電波の漏れが少い 60 GHz 帯電波を用いる案とが考えられているが、それよりも国際間の相互理解と友好とが先決問題かも知れない。しかしこのような意味の立体的通信形態は無線通信の究極の姿のような気がする。

さて、無線通信に携わる者として、これからより一層十分配慮してゆかなければならない問題は環境問題であろう。初めにも述べたように、無線通信は他システムからの干渉・妨害を受けやすいと同時に、それ自体また他システムへの干渉・妨害源でもある点である。したがって従来から干渉・妨害対策については絶大な努力が払われてきたが、最近のように無線通信一つをとってみても、その形態およびそれに対する社会的ニーズは実に複雑に多様化してきており、この時点に到って再び電磁波環境問題が再重要視されるに到っている。無線通信に限らずいかなる工学も、特にこれからは、社会環境との調和なくしてはその発展は望むべくもなく、電子通信学会や電気学会でも極く最近、環境電磁工学 (EMC ; Electromagnetic Compatibility) 研究会が設立されている。EMC に対するアプローチの仕方にも、測定法・数学モデル・伝搬特性・電子機器への影響・しゃへい技術・ゴースト対策・電力系への影響・医用生体への影響など種々あるが、無線通信理論に携わる者として取り組むべき問題として、電磁干渉波の呈する統計的性質の解明およびその数学モデルの

確立と共に、電磁干渉存在下での最適通信方式の研究が一つの大きな研究課題としてある。従来のガウス雑音存在下における最適通信方式は、電磁干渉存在下では必ずしも最適とは考えられず、その意味からも今後、従来とは方式を異にした新しい最適通信方式が生れる可能性も

ある。

以上概観してきたように、無線通信は、技術的には社会システムとの調和・共存を求めつつ、今後共将来にかけて留まることのない発展を続けるであろうが、電波行政も一体となった健全な発展を強く期待したいと思う。