

電波伝搬を理解すれば無線通信技術がわかる!

デジタル・モバイル通信の電波伝搬へようこそ

長谷 良裕

Yoshihiro Hase

古くて新しい「電波伝搬」

電波伝搬というと、無線通信の世界を知り始めた人々にとっては、何か古ぼけた学問分野というような印象を与えるのではないのでしょうか。教科書類でも、アンテナと電波伝搬をセットにした何十年も前に書かれた本が今でも書店で売られています。

狭い意味での電波伝搬、本特集でも第1章から第3章位までの電波伝搬の知識は、たしかに何十年も前のアナログ時代から明らかにされていた内容です。しかし、時代がデジタルで高速の移動通信が当たり前の世界になって、電波伝搬の知識と技術もそれなりに進歩してきています。変調方式や通信プロトコルなどの送受信機ハードウェアに直結する部分の技術開発ばかりが脚光を浴びていますが、その裏には、電波伝搬の測定や理論に裏付けされた知見が大いに役立っています。

本特集では、電界強度の変化のしくみを追及していた古い伝搬伝搬もさることながら、デジタル高速通信時代に欠かせない、電波伝搬の現象がどのようにしてビット誤りを発生させるのか、また、そのメカニ

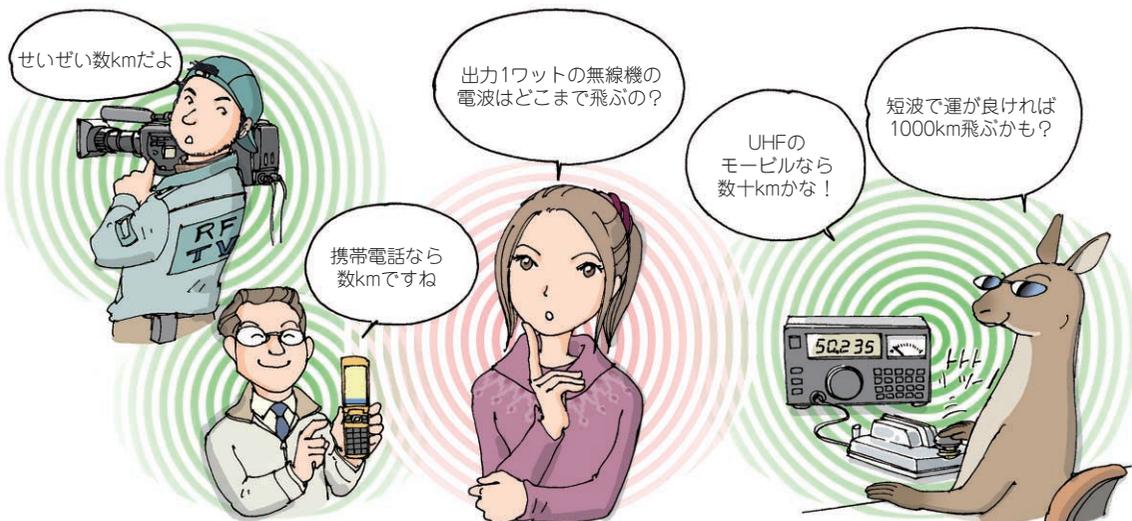
ズムを解明することで、ビット誤りによる伝送品質劣化をいかにして克服しているのかがわかるような解説を試みたいと考えます。そして、華やかな技術開発の陰に隠れがちな、電波伝搬の最新の知見がCDMAやOFDMやMIMOといった技術にどのようにつながっているかを紹介します。

1ワットの電波はどこまで届くか!?

■ 到達距離は多くのパラメータに左右される

まず初めに、電波伝搬に関するもっとも基本的な問題です。皆さんは、出力1Wの送信機でどの位の距離まで通信ができると思いますか？

放送関係の技術に携わっている人なら「わずかに1Wならせいぜい数kmだろう」とか、携帯電話関係の人なら「携帯電話と同じオーダだから数kmだろう」とか、アマチュア無線をやっている人なら「短波で運が良ければ1000km行くかもしれないけど、UHFのモバイルならせいぜい数十kmだろう」とか想像するか



もしれないですね。それらの値は「直感的」には良い回答だと思いますが、正確には送信出力だけで到達距離を計算することは不可能です。

アンテナに何をを使うか？(アンテナ利得はどれだけか)、周波数は？、帯域幅は？、変調方式は？、送受間は見通しかどうか？、反射はあるかどうか？、送信局/受信局が動くかどうか？等々、あまりにも多くのパラメータに左右されるからです。「この無線機でどこまで電波が飛びますか？」といった単純な質問を決して無線の専門家にしないようにしてください。専門家は答えられずに困惑するだけですから。

■ 出力 1 W でも太陽系外まで到達する！

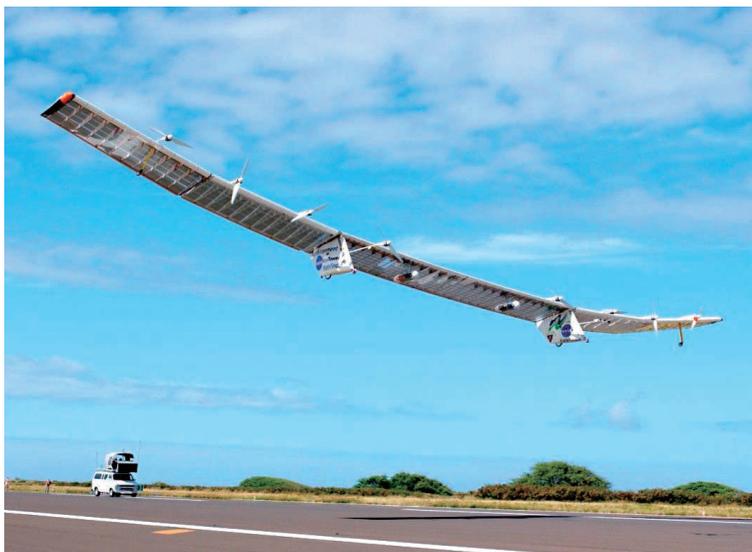
● 惑星間探査機ボイジャーと地球間で、現在も 160 億 km 以上のかなたと通信できている

たとえ 1 W の出力でも、大きなアンテナを使い伝送速度を極端に小さくすれば、太陽系外にでも届きます。実際、人類が今まで経験した人工的信号のやり取りをする無線通信の最遠距離記録は、1977年に打ち上げられた惑星間探査機ボイジャーと地球の間で、現在でも 160 億 km 以上のかなたと通信ができています。図 1 はボイジャーの飛行想像図です。その送信出力は 20 W だそうですが、伝搬路は電波にとって理想的な自由空間ですから、1 W 出力に換算して実に 35 億 km 程度の距離(天王星よりも遠い!)でも楽勝です。



〈図 1〉

無人惑星探査機ボイジャーの飛行想像図
(Courtesy NASA/JPL - Caltech)



〈写真 1〉

成層圏滞空機“Pathfinder号”の離陸風景
[資料提供：独立行政法人 情報通信研究機構]

宇宙船ボイジャーについて ▶ 1号と2号があり、いずれも1977年夏に打ち上げられた。両方とも太陽系外への飛行を継続中である。飛行ルートが1号と2号で違うため、現在より遠くにあるのは、ボイジャー1号の方である。