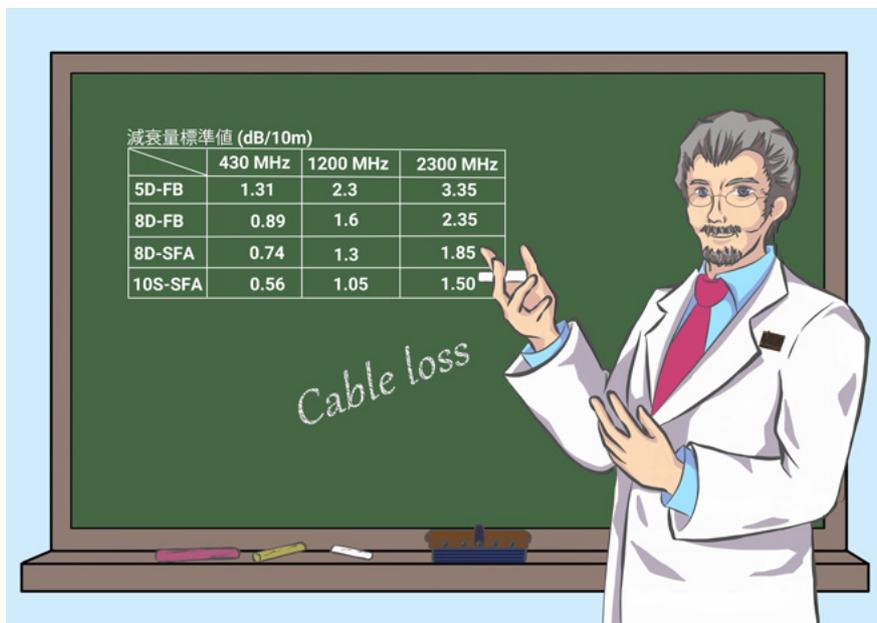


第二十八回 UHF に対する同軸ケーブルのロス

2400MHz に無線 LAN の技術は使えないか



Dr. FB

前回、第二十七回 FBのテレビアでは、無線 LAN の通信に使われている 2.4GHz 帯のビームアンテナを分解しました。測定器でそのアンテナの性能を調べたわけではありませんがアマチュアの 2400MHz 帯でも問題なく使用できるのではないかとの感触を持ちました。その理由として、(1)無線 LAN に使われている周波数とアマチュア無線の 2400MHz の周波数の一部が重複している。つまり同一の周波数であるということ。(2)無線 LAN のアンテナは、かなり広帯域を意識して作られている、という 2 つの理由です。

■2.4GHz 無線 LAN アンテナ

入手した無線 LAN のアンテナの外観をもう一度、図 1 に示します。よく見るとアンテナから 5D-2V のケーブルが出ています。長さは約 70cm です。先端には N 型コネクタ(メス)が取り付けられていることからある程度の長さの同軸ケーブルを延長して使用することが分かります。



図 1 2.4GHz の無線 LAN アンテナの外観

■主な周波数における同軸ケーブルの損失

アマチュア無線で UHF 帯におけるポピュラーな周波数帯といえば 430MHz です。アイコムから IC-9700 が登場してからその様相も少し様変わりしているようで、1200MHz 帯もアクティビティがアップしてきました。今まで 1200MHz とはいえすごく高い周波数で、同軸ケーブルで給電しても減衰が多く使い物にならないといった感じを持っていました。ここに来て IC-9700 に 10m 程度の 8D-FB を使ってもそれなりに QSO できることを新たな感触として知ることができました。

では、2400MHz ではどうでしょうか。筆者は運用したことがないのでよくわかりませんが、世の中の 5G(Five Generation)の動きの延長線で近い将来 2400MHz や 5600MHz といった周波数帯が少し前の 1200MHz 帯のようにポピュラーなバンドになるのではと思っています。今回はそれらの周波数では同軸ケーブルが使えるのかどうか、計算の上ですが少し探ってみます。

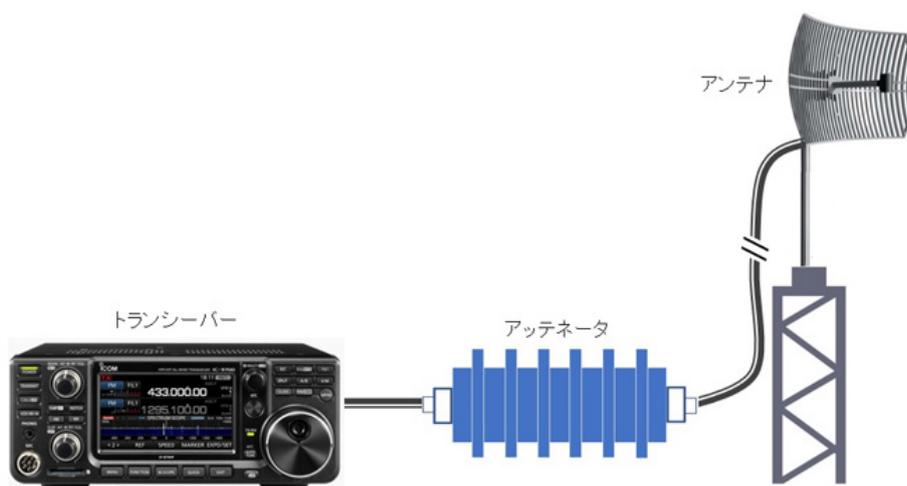
■主要な同軸ケーブルにおける減衰量データ

一般社団法人日本アマチュア無線連盟(JARL)のホームページに「主要同軸ケーブルの損失」のデータが掲載されています。そのデータの一部を引用したものが図 2 です。各社ケーブルメーカーのホームページにも同様のデータが掲載されており、数字はそれぞれ若干異なりますが計算上大きく変わりませんので JARL のホームページに掲載のデータを使用して話を進めます。

減衰量: dB/10m	430MHz	1200MHz	2300MHz
5D-2V	1.85	3.5	5.3
5D-FB	1.31	2.3	3.35
5D-SFA	1.10	1.85	2.15
8D-2V	1.35	2.6	3.9
8D-FB	0.89	1.6	2.35
8D-SFA	0.74	1.30	1.85
10D-2V	1.05	2.1	3.2
10D-FB	0.72	1.3	1.95
10D-SFA	0.56	1.05	1.50

図 2 主要同軸ケーブルの減衰量(JARL ホームページから引用)

JARL あるいは各ケーブルメーカーのホームページに掲載の同軸ケーブルの減衰量は概ね 2300MHz までとなっています。これからすると 5600MHz 付近では同軸ケーブルの使用はほぼ皆無か、逆に使用したとしても減衰が著しく大きく使いものにならないのかと推測できます。減衰=アッテネータですから、



トランシーバーとアンテナとの間の給電線に図 3 に示すようなアッテネータが挿入されていると考えることができます。

図 3 減衰の大きい同軸ケーブルはアッテネータ

■同軸ケーブルはアッテネータ

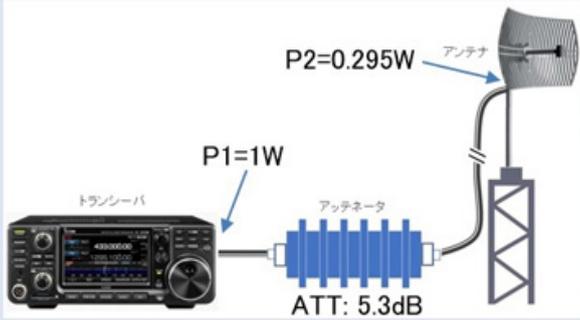
2400MHz のアンテナに 5D-2V の同軸ケーブルが取り付けられていると記述しました。同軸ケーブルには N 型コネクタがついていますので、その先にいくらかの長さの同軸ケーブルを接続して無線 LAN のシステムが動作していると想像できます。ここで仮に 10m の 5D-2V を接続したときの損失を求めてみます。

図 2 より 10m あたりの 5D-2V の減衰量は、5.3dB です。減衰ですから正確には-5.3dB の利得と記述すべきかもしれませんが。トランシーバから 2400MHz、1W の電力を同軸ケーブルに供給するとアンテナに入力される電力はどれくらいか計算で求めてみます。

□ 5D-2V 10m の損失

- ・ トランシーバの送信電力: P_1 (=1W)
- ・ アンテナに供給される電力: P_2
- ・ 同軸ケーブルの減衰量 : L (=5.3dB)

$$L(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$
$$-5.3 = 10 \log_{10} \frac{P_2}{1}$$
$$-0.53 = \log_{10} P_2$$
$$P_2 = 10^{-0.53}$$
$$\cong 0.295 \text{ (W)}$$



(※ 10 のマイナス 0.53 乗は関数電卓で計算)

図 4 5D-2V/10m の損失の計算

図 4 の中で対数と指数の変換を行っています。あまり見慣れた公式ではありませんが両者には下記の関係があります。

$$M = a^p \quad \text{--- (1)} \quad \begin{array}{l} M: \text{真数} \\ a: \text{底} \end{array}$$
$$p = \log_a M \quad \text{--- (2)}$$

\log_2 、 \log_3 あるいは \log_{10} などはアマチュア無線の試験にも出題されますし、筆算でも簡単に計算できますが、上記のような計算になると流石に筆算では無理です。ここは文明の利器、関数電卓の力を借ります。

図 4 を見ると分かりますが、トランシーバから出力された 1W の電力は、10m の 5D-2V の先端では約 0.3W となります。これは大きなロスというのか、それほどでもないというのか、分かれるところですが、Dr. FB なら 0.3W も出ているようならアンテナのゲインで稼げば何とかなるのではと思っています。

では、もう一つ計算してみます。少し経費は掛かりますが、2400MHz における 10D-SFA/10m の同軸ケーブルの損失を計算してみます。図 2 には、2300MHz までのデータしか記載はありませんが、この数字で進めます。

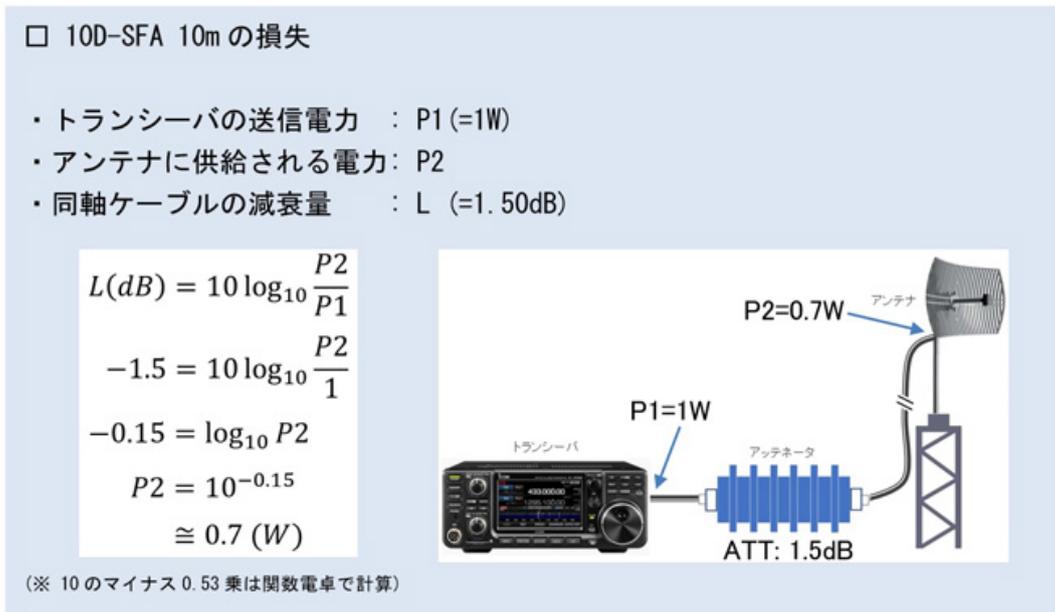


図 5 10D-SFA/10m の損失の計算

1W の出力で 0.3W が減衰してアンテナ側の同軸ケーブルの先端には 0.7W の出力として現れることが分かります。仮にこれを 20m の同軸ケーブルとすると減衰は 1.5dB の 2 倍で 3dB となりますので、出力は 1/2 の 0.5W となります。実際には、コネクタのロスなどもありもう少し減衰すると思いますが、意外と使えるのではないかと思います。

■ここからは新技術というほどでもありませんが

無線 LAN でも 2.4GHz を使っていますので 2 点間の通信にはアンテナが必要ですが、末端まで同軸ケーブルが曳きまわされているわけではありません。例えば端末からアクセスポイントまで Wi-Fi や Bluetooth で通信を行い、その信号は有線 LAN ケーブルでアンテナ直下までデータとして伝えます。そこには高周波信号(RF)は介在しませんから、RF 電力のロスを考える必要は全くありません。各オペレーターが持つ端末からアクセスポイントを経由して有線 LAN ケーブルで届けられた音声やデータ信号は、アンテナ直下に設置した装置で D/A 変換し、RF に変調すればほとんど同軸ケーブルを介さずアンテナから RF 信号を輻射することができます。高価な同軸ケーブルも不要です。

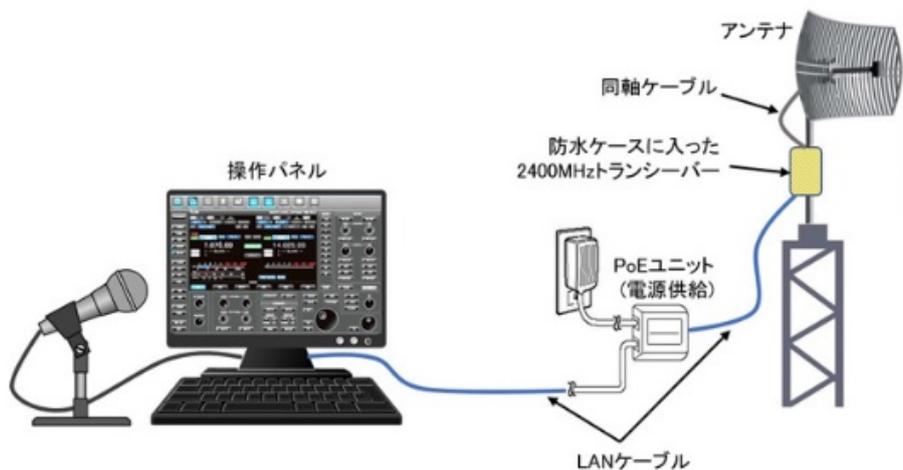


図 6 同軸ケーブルをほとんど使わないシステム接続のイメージ図

図 6 のようなイメージなら既存の無線 LAN の技術で実現の可能性は十分にあります。アンテナ直下に RF のトランシーバーを置き、トランシーバーで受けた信号はデジタルに変換して有線 LAN ケーブルでシャックまで引き込まれます。送信はその逆の流れです。特に UHF や SHF では同軸ケーブルを曳きまわすと大きなロスとなりますから有効な手段といえます。

アンテナ直下に取り付けたトランシーバーへの電源は、これも LAN で使われている PoE(Power over Ethernet)の技術を使えば、LAN ケーブルとは別に電源ケーブルを敷設することなく、LAN ケーブルを通して電源を供給することが可能です。夢は膨らみます。

FBDX

<参考>

文中の無線 LAN の周波数を説明する箇所では IEEE の 802.11b/g の説明に合わせて「GHz」、アマチュア無線の周波数帯を説明する箇所では総務省のアマチュアバンド使用区別に合わせて「MHz」表記としています。

<資料の出典>

JARL ウェブサイト https://www.jarl.org/Japanese/7_Technical/lib1/coax.htm

データの転載は、JARL の許可を得て掲載しています。

パソコンのイラストは、DESIGNALIKIE のフリー素材を加工して使用。