

# 中波受信用 M L A について

[こちらから](#)、上位インデックスに戻ります。

中波受信用 MLA (Magnetic Loop Antenna) について説明します。

## ■ MLA の基本

写真1左は、当方でオプションにしている MLA キットを組み立てたものです。写真1右は、その電氣的配線図です（※ キットに MLA → 受信ブースター間の同軸ケーブルは付属しません）。同軸ケーブルをループ状にして、ループ開始点の外周電極に、同軸ケーブル先端の中心電極を接続すれば完成です（同軸ケーブル先端の外周電極は、どこにも接続しません）。

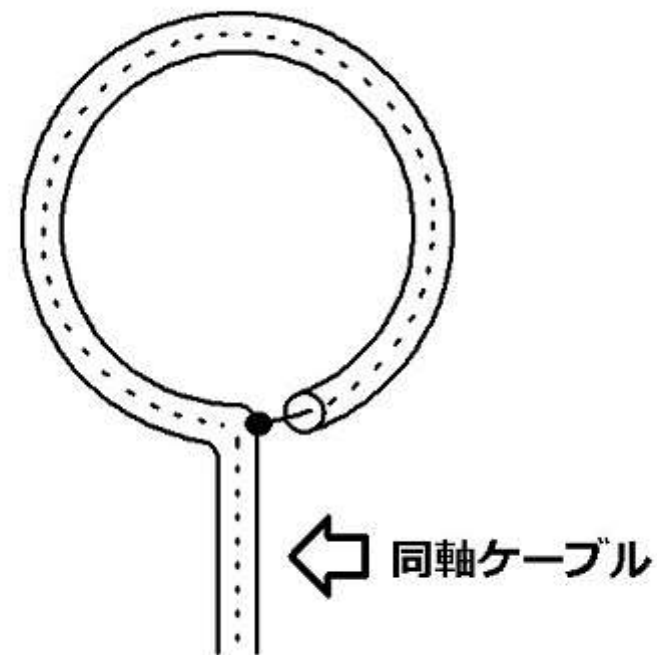
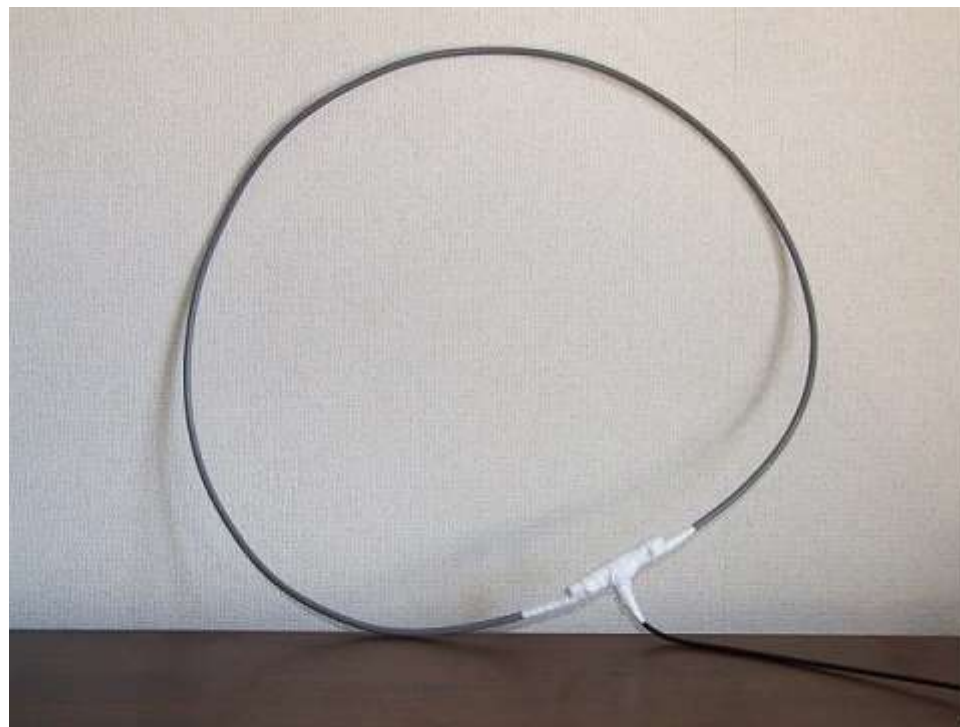


写真1. オプションの MLA (左) と 電氣的配線図 (右)

写真2は商品ではありませんが、私が実験で用いている MLA で、配線が分かりやすいので示しておきます。実験ではコネクタの脱

着回数が多いため、機械的に堅牢なM型コネクタ（MLA キットは、F型です）を使っています。角座M型コネクタ（メス）の取り付け穴を使って、写真2の左を右のように組み立てます。

本文は MLA を自作されることを視野に入れて解説していますので、このようなアイデアが自作の際のご参考になればと思います。



写真2. 実験用 MLA 組み立て前（左） と 組み立て後（右）

この同軸ケーブルを利用した MLA の動作原理は、次の通りです。

電波は「電磁波」とも呼ばれ、電界波と磁界波が交互に生じて空間を伝播します。電界と磁界の組み合わせの波ですから、「電磁波」なのです。この組み合わせは図1のとおりで、赤色で示す電界波によって黄色の磁界波が生じ、その磁界波によって電界波が生じ、その電界波によって・・・の連鎖で、電波が空間を伝わります。

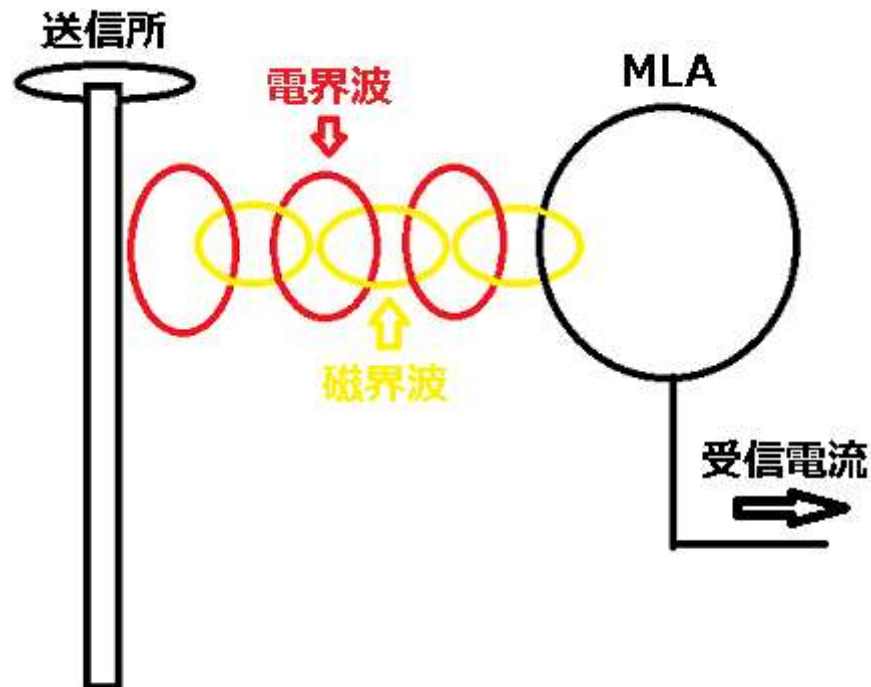


図 1. 電波伝播の様子

ここで MLA の動作ですが、MLA は磁界波のみを受信電流に変換し、電界波には応答しません。MLA の動作は、理科の実験で習った「コイルに電流計（検流計）を接続して、コイルの中で磁石を動かすと電流計が動く」と、本質的に同じです。MLA では、そのループ内を通じる磁界の変化（磁界波）によって、MLA に電流が生じます。

では、電界波に対する MLA の動作は？ といえば、「静電シールドによって、反応しない」と言い得ます。これを示したのが図 2 で、単純なループアンテナは図 2 の左で、ループ部分を静電シールドすれば図 2 右のようになり、これを「MLA」と呼んでいます。図 2 の左・右はいずれも、中心電極をループ状にして外周電極に接続していますので、電気的接続は同じです。電界波に対する遮蔽（静電シールド）の有無だけが違います。

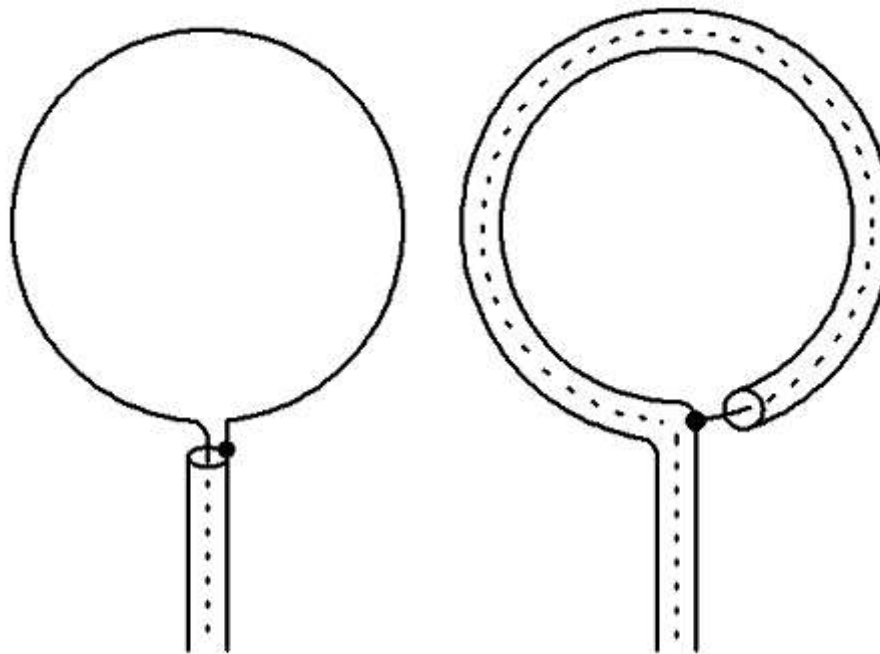


図2. シールド無しのループアンテナ（左） と シールド付きのループアンテナ（右）

ここで、「なぜ、図2右のように電界波に反応しない MLA にするのか？」 という根源的な疑問が生じます。結論は、「人工雑音（都市ノイズ）の影響を受け難いから」 です。

人工雑音とは、例えば、「パソコンのそばでは、雑音で AM ラジオが聴こえなくなる」ということがあります。パソコンのようなデジタル電子機器が出している高周波雑音を、特に「人工雑音」と呼んでいます。そんな人工雑音は、電界波を主成分にする機器が多いのです。パソコンなどの電子機器からの人工雑音は、電界波が中心です。磁界波を出す人工雑音源もあり、エアコンなどのインバーター機器です。MLA は電界波に反応しないことから、MLA 以外のアンテナ、例えばホイップアンテナなどに比べて、雑音が小さくなります。私の経験では、DIAMOND社の D303 というホイップ系のアンテナで ラジオ福島 は受信出来ませんが、MLA を使うと受信出来ます（@神奈川県川崎市）。

MLA は、その原理を知って使わないと受信感度は上がりません。先に「MLA は、磁界波を受信電流に変換する」と書きました。これが大切な原理です。多少厳密性に欠けますが、「ホイップ系のアンテナは、2つの電極間に生じる電圧を受信信号にしている」と言え、「MLA は、ループに生じる電流を受信信号にしている」と言えます。ラジオによっては外部アンテナ端子がありま

すが、その入力インピーダンスは高く、MLAのような電流を受信する回路になっていません。このことから、「MLAを直結してみたが、大して感度は上がらなかった」と感じている人が多いと思います。当方の共振型受信ブースターはMLAを前提に設計しましたので、これまでに誰も経験したことがない高感度で低雑音な受信ブースターになっています。

磁界波の受信では、音質が悪くなったりしないのか？ という疑問を持たれるかもしれません。結論から言えば、音質に影響はありません。図1に示したとおり、電界波→磁界波→電界波→・・・の連鎖が電波です。この連鎖では、電界波の強さに比例した磁界波が生じますので、磁界波のみの受信でも音質に影響はありません。

### ■ MLA は、計算どおりに動作する

MLAが計算どおりに動作することは、「幾多の実験を積み重ねなくても、計算で必要な大きさが求められる」ことを意味します。

具体的事例を挙げて、説明します。

当方でオプションにしている直径60cmで1ターンの円形MLAを共振型受信ブースターと組み合わせると、SONY ICF-EX5MK2や、シャントック電子のループアンテナと同等の感度が得られます。

ここでMLAは、ループ内を通じる磁界波が受信電流になりますから、受信電流（=受信感度）はループ面積に比例することが分かります。

一例を挙げれば、直径60cmで1ターンのMLAのループ面積は $\pi r^2$ より、 $1.13\text{m}^2$ です。この受信電流を2倍にするには、 $2.26\text{m}^2$ にすればよいのです。

ここで、一つの重要な関係を示します。重要な関係とは、面積と円周の関係であり、すなわち“ループ面積”と“同軸ケーブルの長さ”の関係です。

半径 $r$ と円周 $L$ の関係は、 $L = 2\pi r$ より $r = L / (2\pi)$ です。これと円の面積 $S$ である $S = \pi r^2$ を組み合わせれば、 $S = \pi (L / (2\pi))^2$ となり、式を整理すると $S = L^2 / (4\pi)$ を得ます。このことは、「面積 $S$ は、円周 $L$ の2乗に比例する」ことを意味します。例えば、「円周（=同軸ケーブルの長さ）を $1/2$ にすると、面積（受信電流）は円周の2乗なので $1/4$ になる」ということです。

この関係の応用例を示します。同じ同軸ケーブルで、1ターンにしたときと2ターンにしたときで考えます。2ターンにしたときの

円周は、1ターンの半分です。つまり、面積は  $1/4$  ですが、2ターンでは2つ分の面積がありますから  $1/4$  の2倍の  $1/2$  になります。つまり2ターンでは、1ターンと比べて受信電流が半分になってしまうのです。

これを計算式で示せば、ループ面積  $S$  と同軸ケーブルの長さ  $L$  の関係式である  $S = L^2 / (4\pi)$  に、ターン数  $T$  を加えればよいのです。つまり、 $S = T \times (L/T)^2 / (4\pi) = L^2 / (4\pi T)$  です。ここで  $L$  一定で、 $S$  と  $T$  の関係を見れば、「 $S$  は、 $1/T$  になる」と言い得ます。面積は受信電流に比例しますから、ある長さの同軸ケーブルが1ターンのときと、 $T$ ターンのときで比べれば、「 $T$ ターンにしたときの受信電流は、1ターンのときの  $1/T$  になる」と言い得ます。

これをデシベルで言えば、1ターン時の面積 (= 受信感度) を基準 (ゼロデシベル) として、 $T$ ターン時の減衰量は、 $20 \text{Log}_{10} (1/T)$  として計算できます。

ターン数  $T$  は一般に整数ですから、下表に1ターンを基準にしたときの1～5ターンまでの減衰量を示しておきます：

ターン数	1	2	3	4	5
受信電流での減衰量	1	$1/2$	$1/3$	$1/4$	$1/5$
デシベルでの減衰量	0	-6	-9.5	-12	-14

最近ではDSPラジオを中心に、電界強度表示 (dB $\mu$ で表示) のあるラジオが出まわっています。これらラジオを使うと、デシベルでの計算値と一致することが分かります。例えば1ターンのとき 60 dB $\mu$  であれば、2ターンにすると 6 dB 低い 54 dB $\mu$  になります。

このことは、「ターン数で感度調整が出来る」ことを意味します。例えば、当方の受信ブースターを全長 5m で1ターンにして東京 23区内で使うと7つあるローカル局が強すぎ、ラジオが飽和することで混変調が生じて使い物になりません。しかしこの同軸ケーブルを4ターンにすると、1ターンの  $1/4$  に受信電流を減らすことができ、使えるようになります。

ここで、「なぜ MLA は、円形が好まれるのか？」も、同様に考えれば理解できます。結論は、「同じ長さの同軸ケーブルでは、円形の時最大の面積 (受信感度) が得られるから」です。例えば、正方形と円形を比較すれば、正方形の面積  $S$  と外周  $L$  の関係は  $S = (L/4)^2 = L^2 / 16$  で、円形のそれは前出の通り  $S = L^2 / (4\pi) = L^2 / 12.6$  です。分母をみれば、正方形よりも円形のほうが面積が広がる (高感度になる) ことが分かります。

さて、以上の知識を元に実際的な応用を考えます。当方の共振型受信ブースターを使うことを前提に SONY ICF-EX5MK2 程度の感



度を求めるなら、当方のオプションの MLA キットを使えば済みます。

受信困難地域で 「SONY ICF-EX5MK2 よりも、高い感度が必要」 であれば、必要に応じて MLA の大型化を図ります。この場合にお勧めできる方法は、共振型受信ブースターの許容範囲いっぱいの 5 m の同軸ケーブルで 1 ターンで試して、感度が高すぎればターン数を増やして感度を下げます。ここで、「なぜ、感度を下げるんだ？」 と不思議に思われるかも知れません。昼間は 1 ターンで問題なくても、夜間の電離層反射波で混変調がひどくなる恐れがあるものです。一般に安価なラジオほど、混変調がひどくなります。

## ■ MLA 製作上の注意

受信困難地域では、昼間用と夜間用の 2 つの MLA を使う方法が考えられます。このとき、「異なる直径の MLA を、同心円状に配置しない」 ことが重要です。私の実験では、互いに干渉するためだろうと思いますが、同心円状に配置すると感度が大きく下がります。

また MLA のような受信アンテナでは、しっかりした電氣的接続が必要です。ミリアンペアオーダーの電流が通じる回路であれば「接触していれば、電気は通じる」 でもよいのですが、ナノアンペアのような微小電流回路でネジ止めを使う場合は、しっかり締めこむことが必要です。例えば写真 2 では、同軸ケーブルの先端のネジ止めでスプリングワッシャを使っています。実験では頻繁にアンテナの方向を変えるなどしますので、緩むことが無いようにしています。

[こちらから](#)、上位インデックスに戻ります。

本ホームページの文章・波形データ・図などの無断転載を禁止します。

(C) 勝部雅稔 2017