

目次

PACKING LIST

- 1-1. 電界アンテナ観測装置について
- 1-2. 電界アンテナ設置方法・手順
- 1-3. 電界変化受信回路について
- 1-4. 電界変化受信回路の特性

- 2-1. 磁界アンテナの概要
- 2-2. 磁界アンテナの原理
- 2-3. 磁界アンテナ回路
- 2-4. 磁界アンテナ取り扱いの注意
- 2-5. 磁界アンテナの設置・手順

- 3-1. DLの初期設定について
- 3-2. 電界、磁界アンテナの地面への固定の仕方
- 3-3. 音響観測について

PACKING LIST 計 9箱

箱番	内容	数量	製造元	形式	値段
BOX1	磁界アンテナ	1	ハンドメイド		
	アンプ屋外用	1	ハンドメイド		
BOX2	磁界電源	1	ハンドメイド		
	アンプ屋内用	1	ハンドメイド		
BOX3	磁界アンテナ用ケーブル	4	ハンドメイド		
	GPS アンテナ	1	ハンドメイド		
BOX4	磁界アンテナ用ルーフトワー	1	ハンドメイド		
BOX5	音響用アンプ	1	panasonic		40000
	音響用マイク	1	panasonic		10000
	MOドライブ	1	オリンパス		50000
	MO ディスク	30	Maxell		
BOX6	電界アンテナボックス	1	ハンドメイド		
	円平板アンテナ	1	ハンドメイド		
	BNC ケーブル(50m)	1	ハンドメイド		
	10ピンケーブル	1	ハンドメイド		
	BUF634予備	1	ハンドメイド		
	OPA655予備	1	ハンドメイド		
	杭	8	unknown		
BOX7	デベグラスワイヤー(50m)	1	Glaken		6200
	ターンバックル中	10	Glaken		2800
	ワイヤークリップ	70	Glaken		5600
	シャックル	20	Glaken		2200
	シンプル	30	Glaken		2550
BOX8	電界電源	1	ハンドメイド		
BOX9	電界アンテナ用の脚	1	ハンドメイド		
	アース棒	1	unknown		
BOX10	DL(オシロスコープ)	1	横河電機	DL-716	990000

1-1. 電界アンテナ観測装置について

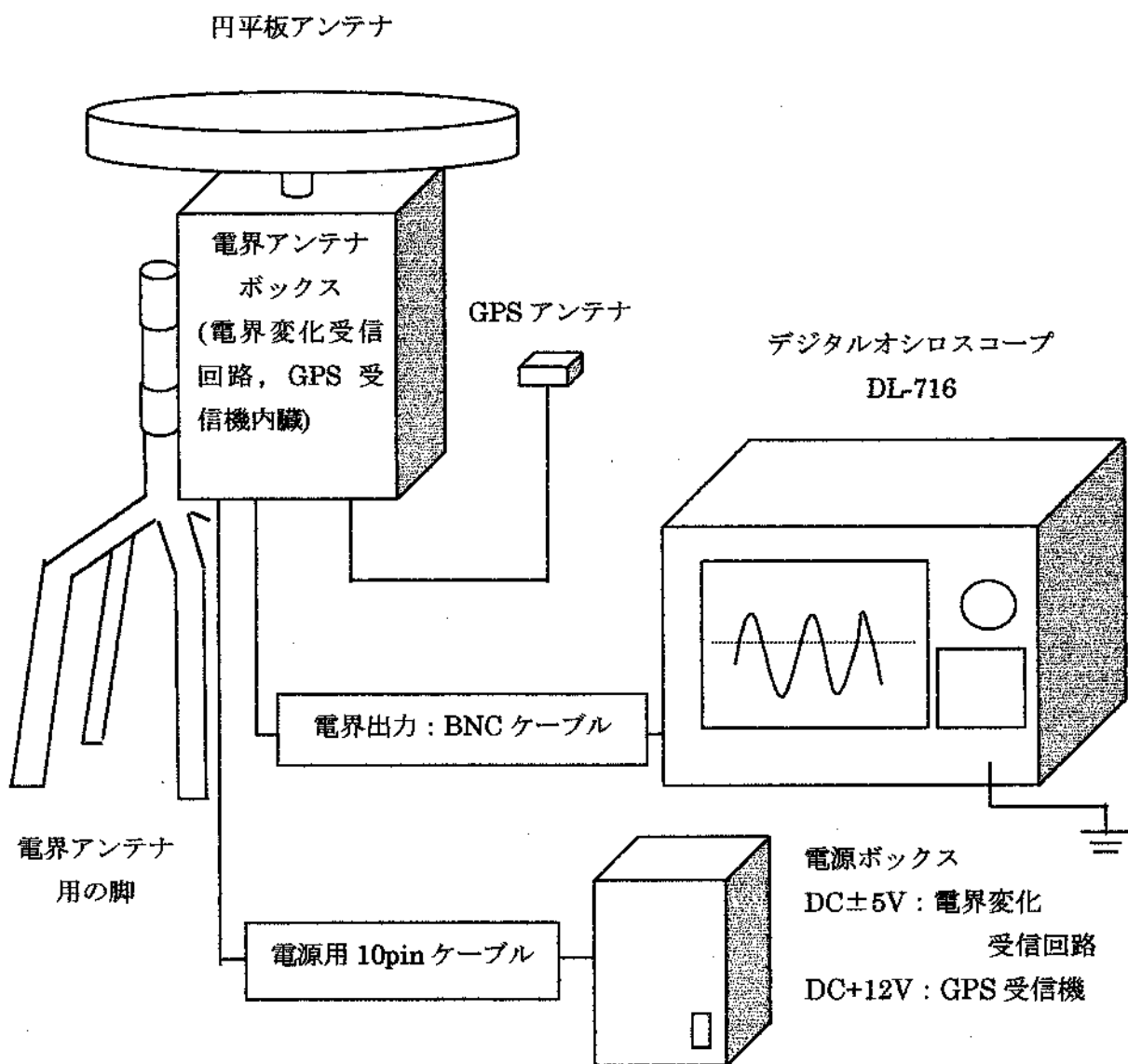


図1-1. 電界アンテナ観測装置概略図

図1-1. に電界アンテナ観測装置概略図を示す。ここで、用いる使用機器は、

- ・ 電界アンテナボックス (電界変化受信回路およびGPS受信機内蔵) … 1個
- ・ 円平板アンテナ… 1個
- ・ GPSアンテナ… 1個
- ・ 電界アンテナ用の脚… 1組
- ・ 電源ボックス (DC±5V: 電界変化受信回路用, DC+12V: GPS受信機用を出力) … 1個
- ・ デジタルオシロスコープ DL-716… 1個
- ・ BNCケーブル: 50m… 1本
- ・ 10pinケーブル: 50m… 1本
- ・ アース棒

である。

1-2. 設置方法・手順

次に電界アンテナ観測装置の設置方法および手順について述べる。

- ① 前述の使用機器を準備する。
- ② 電界アンテナ用の脚を組み立てる。
- ③ 電界アンテナボックスに円平板アンテナを接続し、②の脚と組み合わせる。
- ④ ③を観測位置にバックル・ワイヤーなどで固定する(固定方法は3-2参照)。
- ⑤ BNC ケーブルを"output", 10pin ケーブルを"power supply"に、アンテナボックスの各コネクタに接続する。
- ⑥ GPS アンテナをボックスのコネクタに接続する。
- ⑦ ⑤⑥について、ケーブルをアンテナの脚にひもなどで固定する。
- ⑧ 各ケーブルのもう一方の端子を各機器に接続する。10pin ケーブルは電源ボックスに、BNC ケーブルはDL-716のCH9に接続する。また、DL-716のアース端子を通じて、システム全体のアースをしっかりとる。ここで、アース棒を使用してください。
- ⑨ DL-716および電源ボックスのスイッチをオンにする。
- ⑩ DL-716には、観測状態になるよう初期設定*があらかじめなされている。DL-716の「START/STOP」ボタンを押すと、画面左下の表示が「stop 0」から「Waiting for trigger, Running 0」というメッセージが表記され観測状態に入る。DL-716の詳細な使い方は、付属のDL-716マニュアルを参照されたし。

※DL-719の観測初期設定については、一覧をあとに添付する。

☆DL-716のハードディスク容量がいっぱいになったとき

- ① DL-716のデータファイルをMOにコピーする

“FILE”ボタンを押す→“Function”を押し、“Copy”に選択する→コピーしたいファイルを“SELECT”ボタンで選択し(ただし、選択したファイルの全容量が1GB以上にならないこと)、ファイル名“LMSA***”の右横に“C”文字がマークされることを確認→“Destination”がSCSIに“Directory”がNo.1になっていることを確認→“Copy”を押す

- ② MOへのコピーが完了したら、コピー済みのDL716のWaveformのファイルを消去する

“FILE”ボタンを押す→“Function”を押し、“Delete”に選択する→消去したいファイルを“SELECT”で選択し、消去したいファイル名“LMSA***”の右横に“D”文字がマークされることを確認→“Delete”を押す→OKを“SELECT”する

- ③ 再び観測状態に戻す

DL-716の「START/STOP」ボタンを押し、画面左下の表示が「stop 0」から「Waiting for trigger, Running 0」というメッセージが表記され観測状態に入る。

万が一、設定が一覧表と違っていたり、誤って設定が変更されたときは、“FILE”ボタンから“Load”を選択し、“Mode(Load)”を“Waveform”から“Set up”に変更したら、“Set Media”を押してください。次にファイル名の一覧からファイル「LMSA2001」をSELECTボタンで選択し、“Load”ボタンで観測状態の設定をロードしてください。

1-3. 電界変化受信回路について

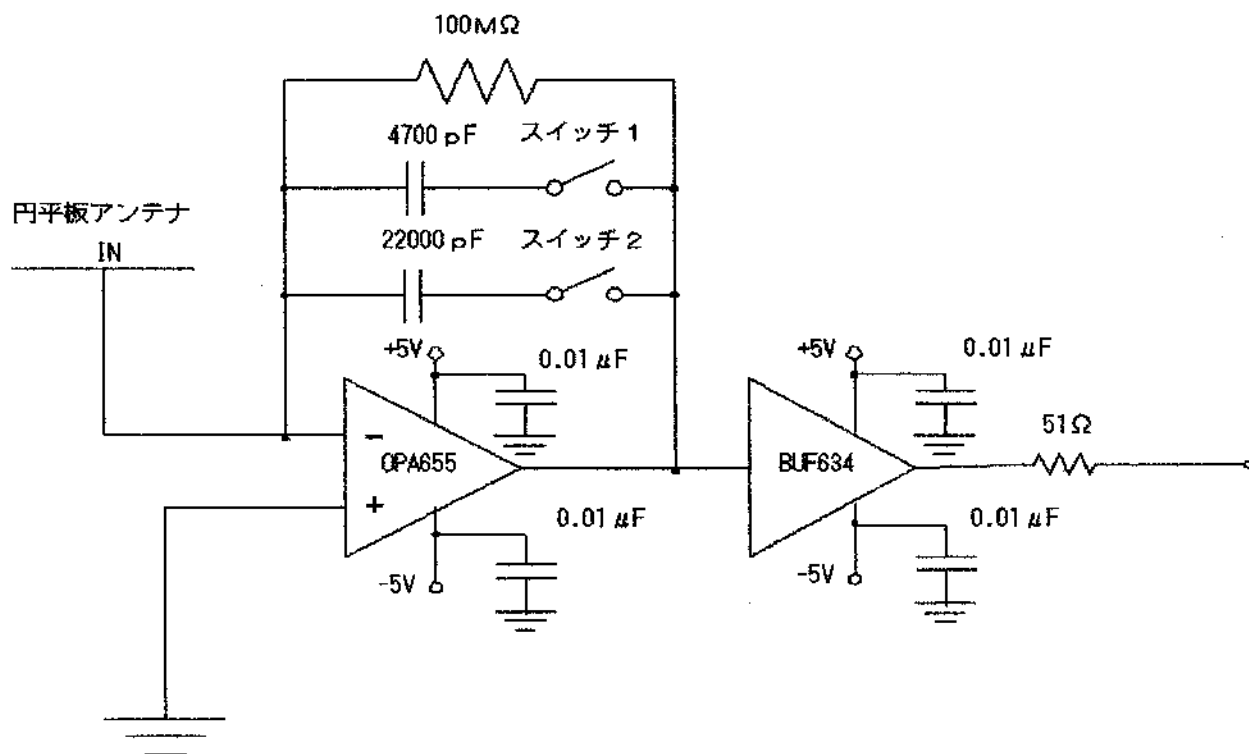


図 1-2. 電界変化受信回路図

図 1-2 に電界変化受信回路図を示す。放電によって大気中の電荷が移動すると電磁誘導現象により、円平板アンテナの表面の電荷が変化し、その変化を積分回路により波形として受信する。また、今回用いた回路で※ 通常の場合、抵抗 $R=100\text{M}\Omega$ 、コンデンサ容量 $C=22000\text{pF}$ (スイッチ 2) とし時定数 $CR=2.2\text{S}$ となる。この時定数により受信波形の減衰時間が決定され、数 S ならばスローアンテナ、数 ms ならばファーストアンテナと呼ばれる。今回は雷放電現象の一過程を観測するために時定数 2.2S を有するスローアンテナを採用した。

※万が一、スイッチ 2 で電界変化受信回路の出力が反応しなかった場合、電界変化受信回路の感度を上げるため、スイッチ 2 をオフにしてから、スイッチ 1 をオンしていただきたい。

演算増幅器 OPA655 およびバッファアンプ BUF634 のデータシートを後に添付する。また、電界変化受信回路の周波数特性ならびに入出力特性もあわせて添付する。

1-4. 電界変化受信回路 (スローアンテナ) の特性

☆スイッチ 1 ; $C=4700\text{pF}$ のとき

周波数特性

図 1-3 に示すように入力電界を 0.75V/cm 一定とし, 周波数特性を測定した.

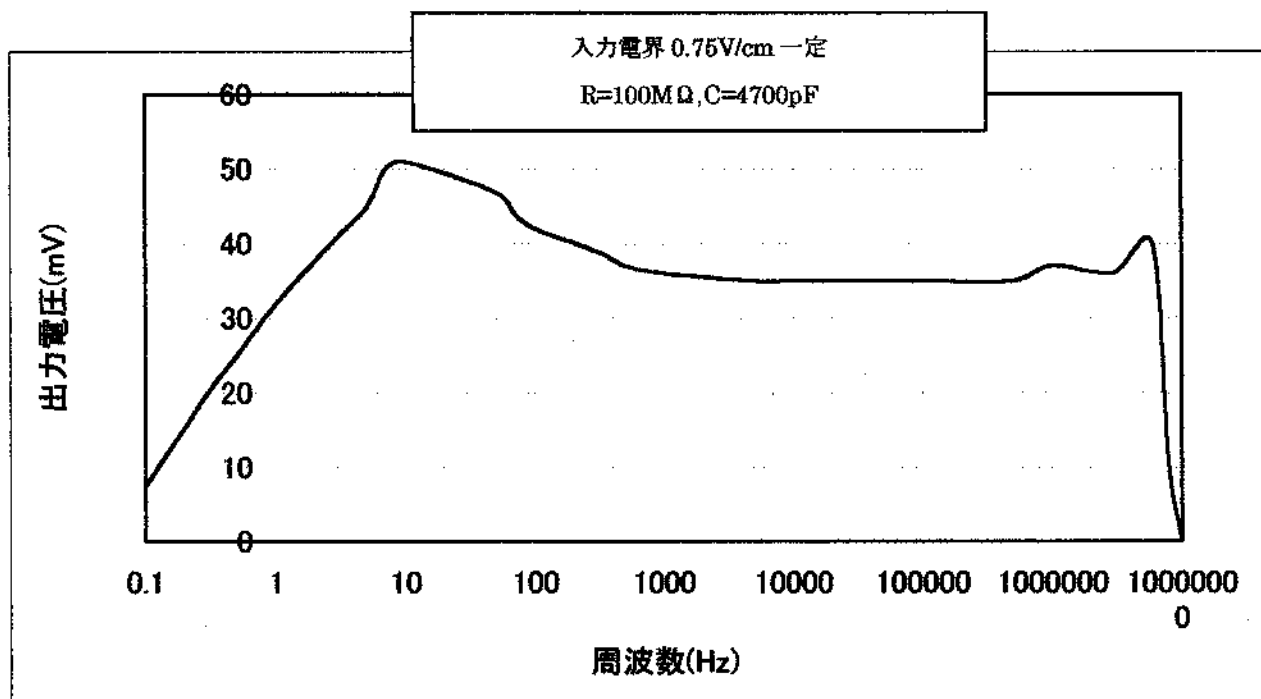


図 1-3. 電界変化受信回路の周波数特性

入出力特性

図 1-4 に示すように入力電界の周波数を 1000Hz 一定として, 入出力特性を測定した.

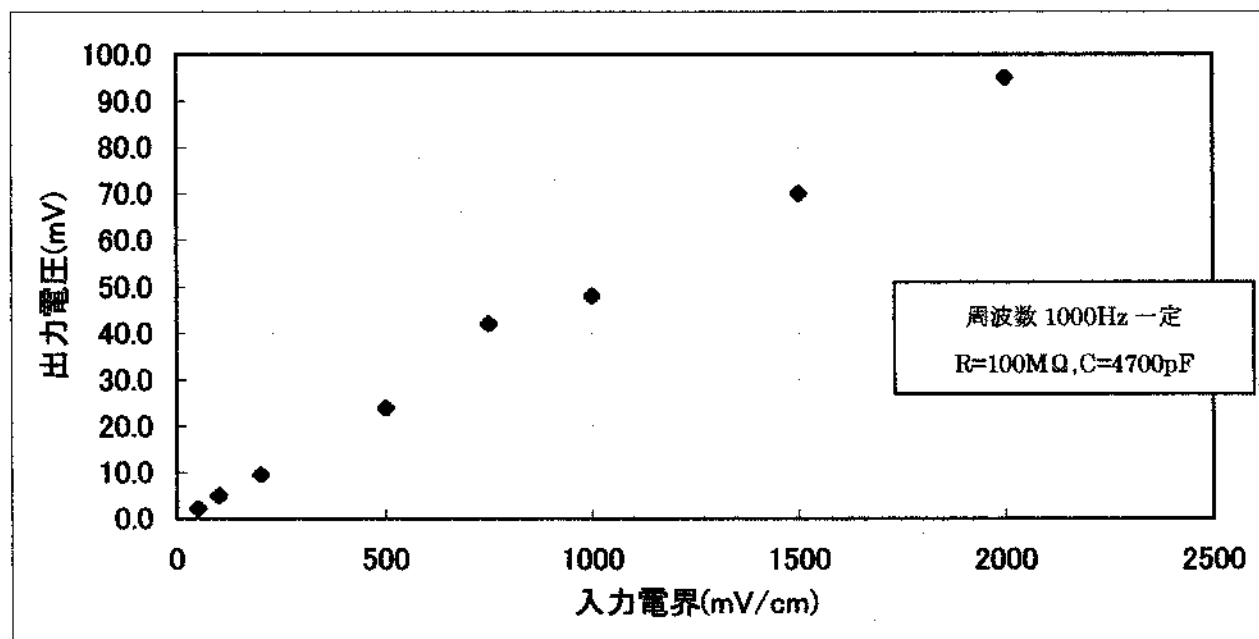


図 1-4. 電界変化受信回路の入出力特性

☆ スイッチ 2 ; C=22000pF のとき

周波数特性

図 1-5 に示すように入力電界を 0.75V/cm 一定とし、周波数特性を測定した。

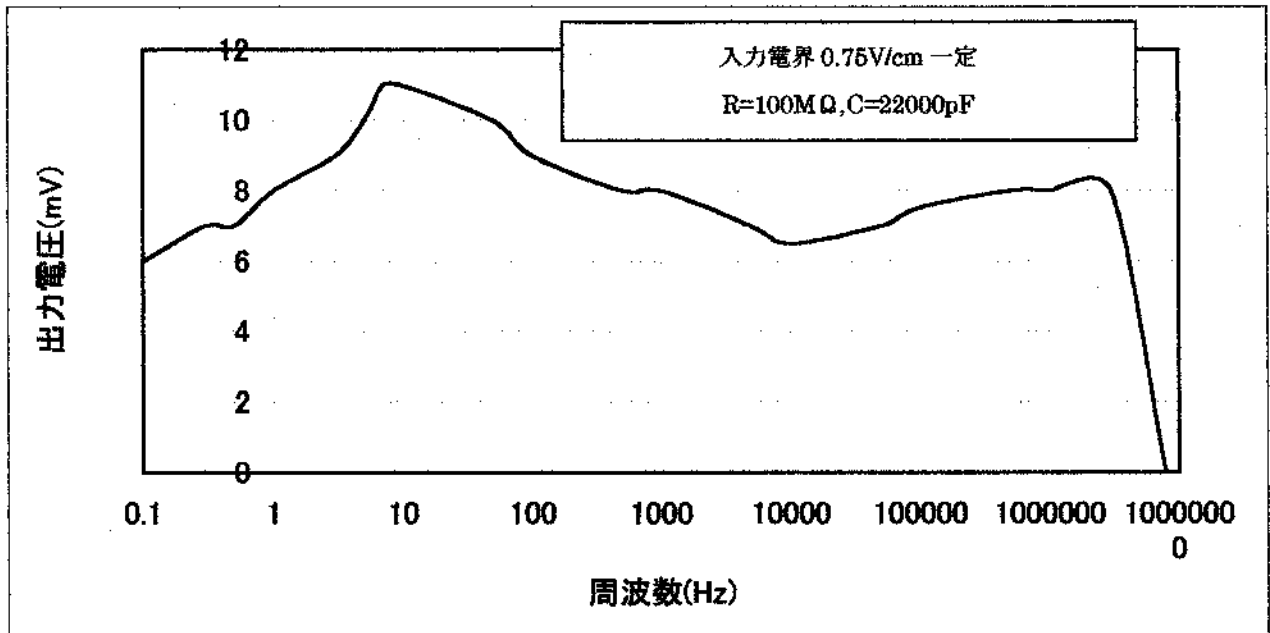


図 1-5. 電界変化受信回路の周波数特性

入出力特性

図 1-6 に示すように入力電界の周波数を 1000Hz 一定として、入出力特性を測定した。

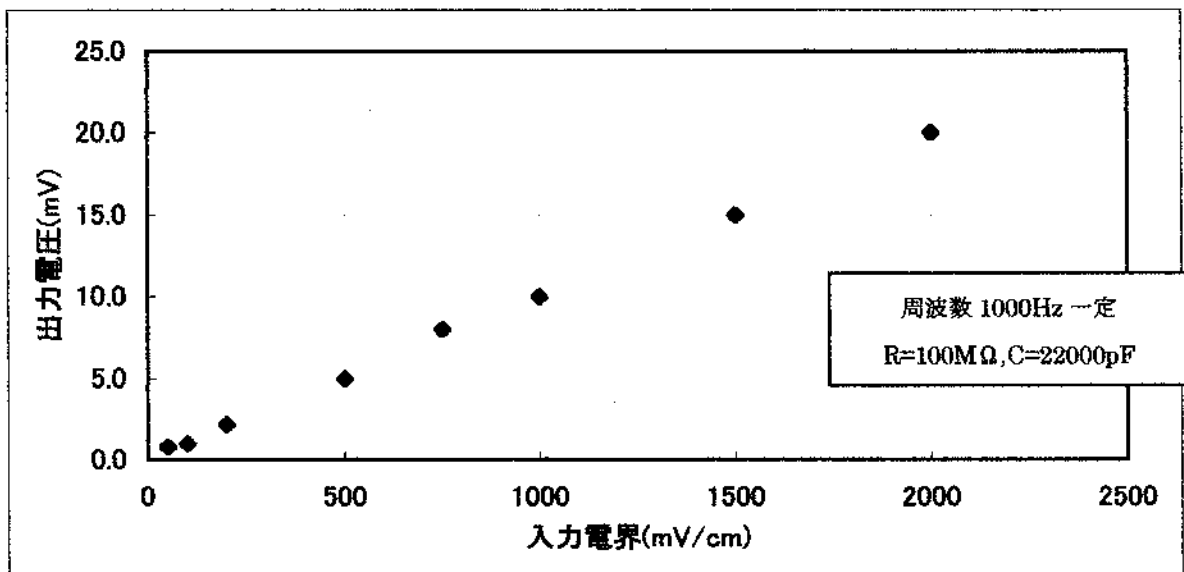


図 1-6. 電界変化受信回路の入出力特性

2-1. 磁界アンテナの概要

ではまず、磁界アンテナに関する装置等の接続とそれらの絵を図に示す。この図を見てもらうとお分かり頂ける様に、アンテナとアンプ屋外用とそれらを支えるルーフタワーでまず1つ。アンプ屋内用が収められているボックスが1つ。それらを動作させる為の磁界電源が1つ。そして出力を読み取るためのオシロスコープ（電界アンテナと共有）の計4つの装置からなっている。又忘れてはいけないのが、それらをつなぐケーブルである。アンプ屋外用から出る3本のケーブルの内訳は、電源ケーブルが1つ、そしてアンテナにとらえられた情報が通るケーブル2本（N-S=X軸ケーブル、E-W=Y軸ケーブル）で構成されている。そして、その電源ケーブルは電源装置に入り、N-S、E-Wケーブルはアンプ屋内用に接続されるわけである。又、アンプ屋内用の電源を電源装置につなぐなくてはならないのは前述した通りである。そして最後に、アンプ屋内用の出力をオシロスコープにつなぐ。以上である。

なお、アンテナのワイヤやタンパクルを用いての固定は3-2を参照して下さい。

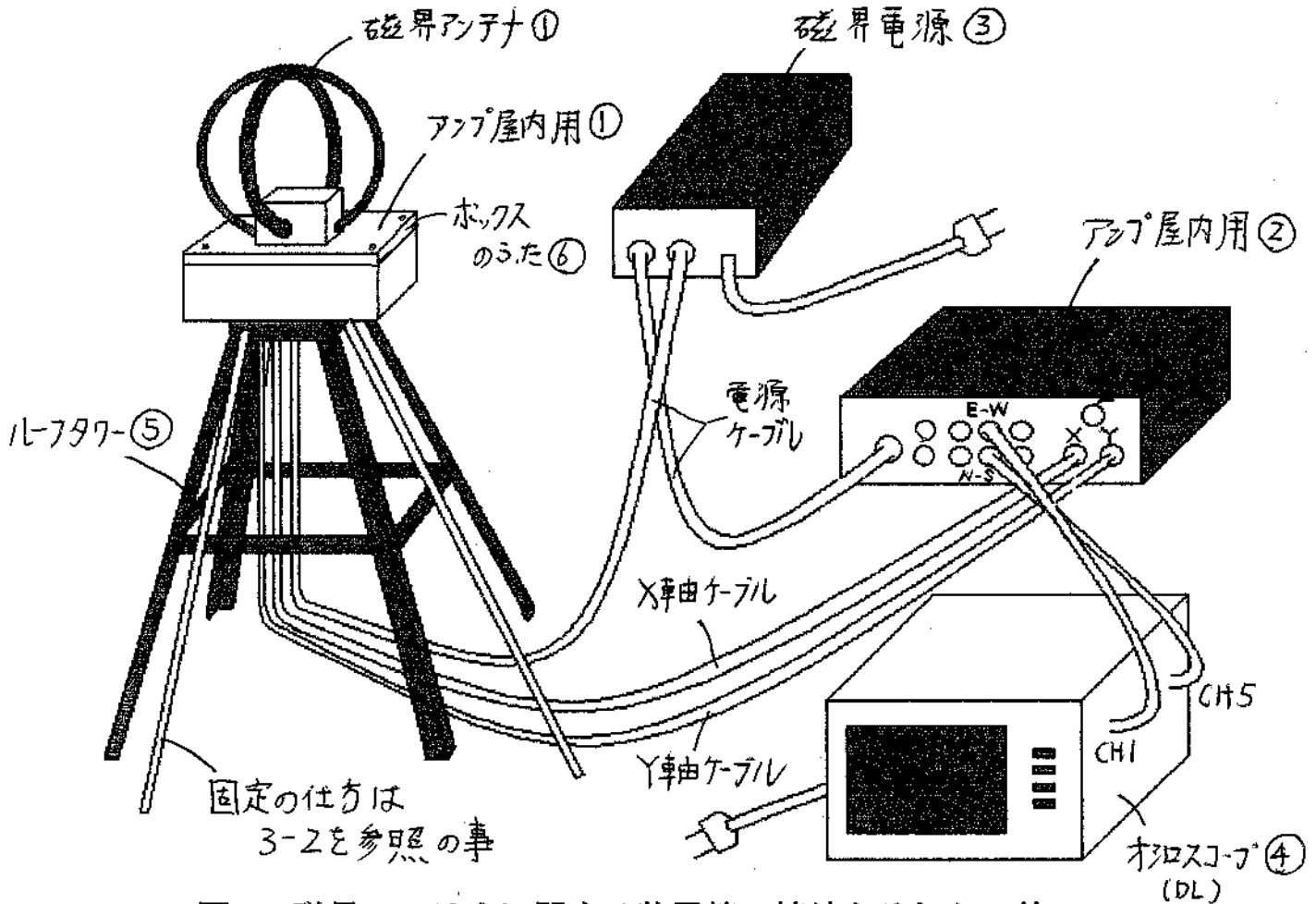


図1. 磁界アンテナに関する装置等の接続とそれらの絵

2-2. 磁界アンテナの原理

磁界アンテナを用いた雷監視装置の応用例に、落雷位置評定システム (LLP ; Lightning Location and Protection、以降 LLP) が挙げられる。

LLP は、雷放電から放射される電磁波を広帯域 (1 kHz~300 kHz) で受信する事により得られる到来方向や受信強度などのデータから、落雷位置や落雷電流値の推定を行う。LLP は、直行する2つのループアンテナを鎖交する磁束密度の比により、方位を求めるものである。従って、測定局を2局用意し測定されたデータを電話回線などで中央局に転送して、交合法を適用すれば放電位置が割り出せる。このシステムは100 km程度のスパンがとられ、現在広く使用されている。我が国では、電力会社を中心にローカルネットワークが働いている。では、磁界アンテナの原理を述べる。

磁界アンテナの回路図を2-3. 磁界アンテナ回路の図2に示す。回路はループアンテナ、差動フォロワー、積分回路、フィルター、そして差動増幅器から構成されている。ループアンテナ内の磁束密度が ϕ の時、アンテナの両端には $e = -d\phi/dt$ が出力される。これを積分する事によって、磁束が求まる。磁界変化をループアンテナで受信する場合は、その出力がループアンテナと磁界の入射角により変化する。つまり2個のループを直交して取り付ける事で、両方のループ出力の比から入射角を求めることが出来る。即ち、 $\lambda = \cos^{-1}(V_{EW}/V_{NS})$ となる。ここで V_{EW} は E-W ループの出力電圧である。ただし、北東方向に正極性落雷がある場合に出力電圧は正となるものとする。又、北東で正極性落雷があった時と、南西方向で負極性落雷があった時の両方とも同じ方向が出力されるので、放電の極性は他の方法で確認する必要がある。

さて、磁界アンテナの回路に用いられているBB3554のデータシートはこれとは別に備え付けておく。それを参照して下さい。

2-3. 磁界アンテナ回路

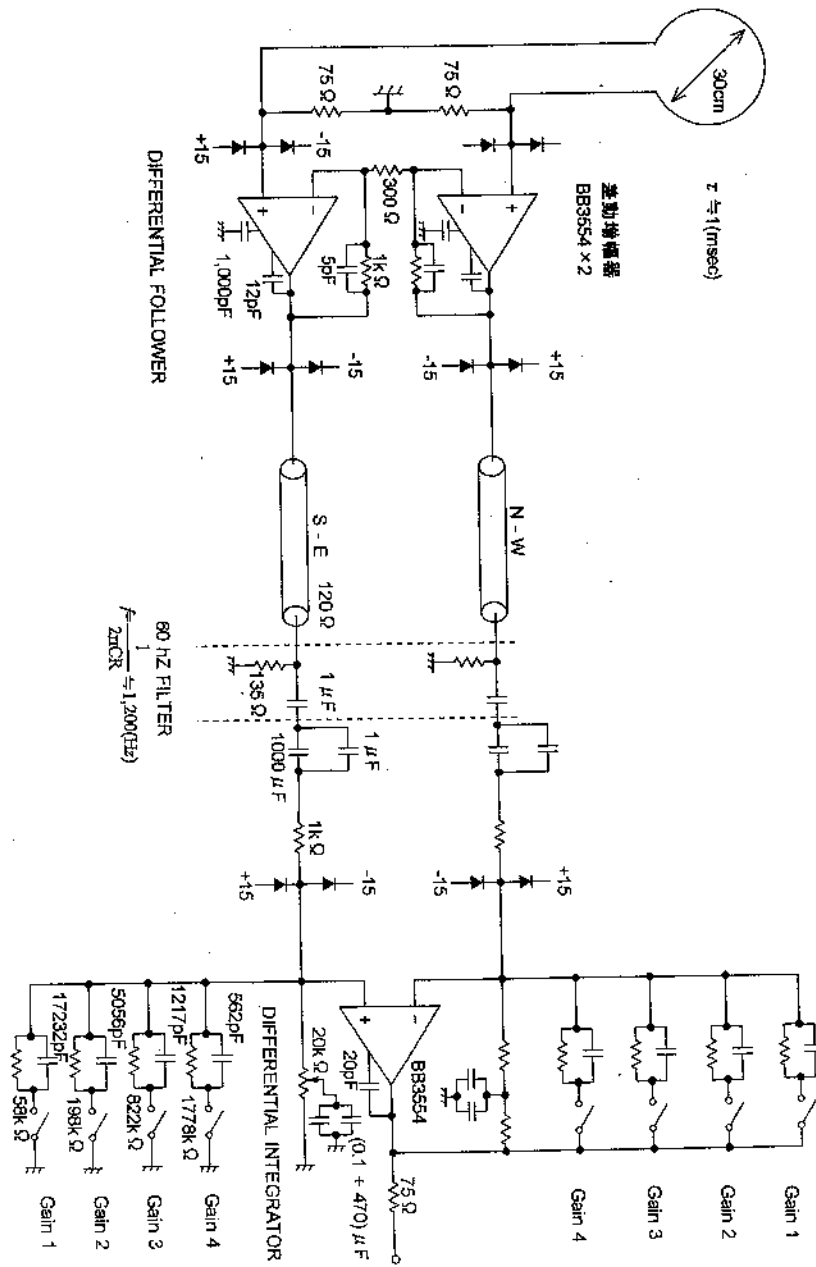


図 2. 磁界アンテナ回路

2-4. 磁界アンテナ取り扱いの注意

- ① アンテナ（2つの円環）が収められている、ボックスの上部8cm四方の蓋は開けないほうが望ましい。なぜなら蓋を空ける事によって、中の配線に支障をきたす恐れがある為である。また一度空けてしまうと、それを元に戻すことは、製作者意外では容易なことではない為でもある。ボックスの大きさ、配線がぎりぎりの長さである事がその主たる原因である。しかしそうしなければ、アンテナが収まらないのである。ご了承ください。
- ② 上記のアンテナが収められているボックスの下部にある、ボックスは空けて頂いても構わないが、1つだけ注意して頂きたいことがある。それは、蓋の開ける方向の事である。念の為に蓋に書き込んでおいたが、空ける際には、ねじを全部はずした後「支点」と書かれた2つの箇所を支点として、「力点」と書かれた箇所からゆっくり蓋を空けて頂きたい。その時に気付いて頂けると思うが、中の配線の長さに関係する為このような手間のかかる事になってしまったのである。もし万が一、反対方向から空けた場合、配線が切れてしまう可能性がある為十分注意して頂きたい。
- ③ 3つ目に磁界アンテナのアンテナ部、地上部双方に言える事なのだが、「Z」と書かれた端子や配線は今回用いることは無いので、気にしないで頂きたい。今回用いるのはN-S即ちX軸方向とE-W=Y軸方向のみである。

2-5. 磁界アンテナの設置手順

まず、以下のものを用意する。

- ①磁界アンテナとアンプ屋外用（一体型）（図2-1の①にあたる）
 - ②アンプ屋内用（図2-1の②）
 - ③磁界電源（図2-1の③）
 - ④オシロスコープ（図2-1の④）
 - ⑤ルーフタワー（図2-1の⑤）
 - ⑥磁界電源が、アンプ屋外用、屋内用に電力を与えるためのケーブル2本
 - ⑦アンプ屋外用からアンプ屋内用に出力されるX軸（N-Sループ）、Y軸（E-Wループ）ケーブル各1本
 - ⑧アンプ屋内用の出力をオシロスコープにつなぐためのケーブル2本
- 以上のものをまず揃えて頂きたい。

では、手順を述べていきますので図2-1を見ながら行って下さい。

- ①まずルーフタワーを組み立てる。
 - ②磁界アンテナとアンプ屋外用（一体型）と①を備え付けの3本のボルトで固定する。その際、アンプ屋外用のボックス（図2-1の⑥にあたる）の蓋を明けて頂かないといけませんのでお願いします。
 - ③磁界電源よりケーブルを用いて、アンプ屋外用、屋内用に電源を供給する。どれを使用するかはケーブルに書いています。
 - ④アンプ屋外用の出力、X軸、Y軸ケーブルをアンプ屋内用につなげる。これもどのケーブルを使用するかはケーブルに書いています。
 - ⑤最後にアンプ屋内用の出力をオシロスコープにつなぎます。またX軸の出力はオシロスコープのCH1、Y軸はCH2につないで下さい。その際、気付いて頂けると思いますが、アンプ屋内用の出力は各3つありますが、そのどれを使って頂いても構いません。すべて一緒になっております。
- 以上です。

3-1. DLの初期設定について

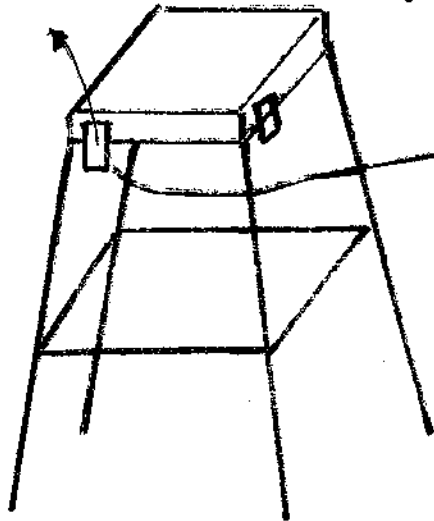
DL-716の観測初期設定

項目	観測初期設定	関連ボタン	ユーザーズマニュアル関連ページ
波形の表示	磁界x軸出力CH 1:ON...表示する 磁界y軸出力CH 5:ON...表示する 電界出力CH 9:ON...表示する	CH1~CH16	5.1
電圧軸感度V/div	磁界x軸出力CH 1:2.00V/div 磁界y軸出力CH 5:2.00V/div 電界出力CH 9:2.00V/div	CH1~CH16 V/DIVノブ	5.3
時間軸設定T/div	50ms/div サンプルレート:2mS/s	T/DIVノブ	5.2 付録1
トリガモードの設定	オートモード	ENHANCED	6.1
ウィンドウトリガをかける	トリガタイプ:ENHANCED→Window トリガソース:磁界x軸出力CH 1, 磁界y軸出力CH 5, 電界出力CH 9 トリガ条件:設定した2つのレベル外にトリガソースがでたとき,トリガがかかる	ENHANCED	6.14
データを保存するメディアの選択	ウィンドウの設定:各Center=0, Window Width=0.4V HD	FILE	11.4
記録長 (record length) を設定する	2M	ACQ	7.1

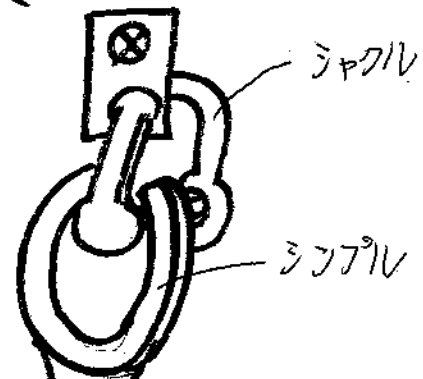
3-2. 電界、磁界アンテナの地面への固定の仕方

双方アンテナの地面への固定方法は下の図3-1を参考にして下さい。

各-辺に1つずつ 計4箇所



拡大



ワイヤ-クリップ × 2
(2点どめ)

※各部品は多めにに入れてありますが
実際に使うのは全部で計8組で

クランプ × 8

シャックル × 16

シンプル × 32

ワイヤ-クリップ × 64

くい × 8

以上です。

又、くいが使えない場合
土のうを使って下さい。
10枚用意しております

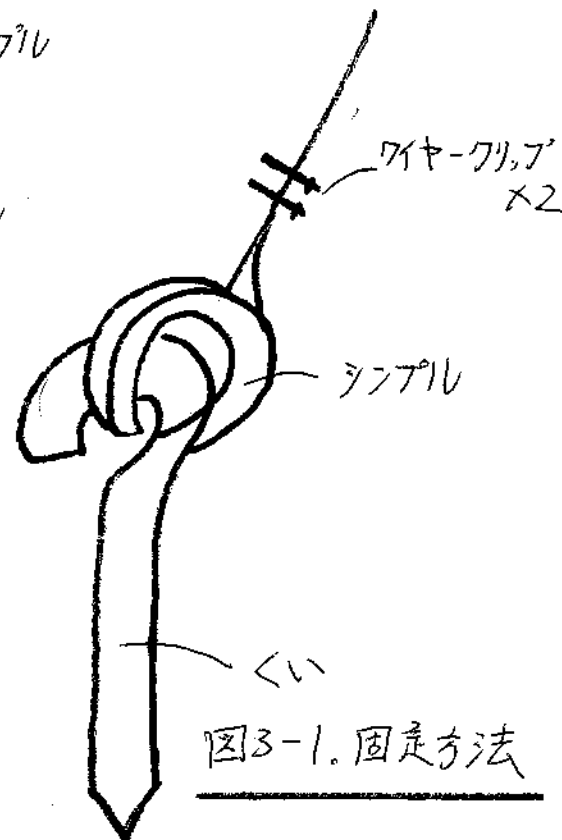
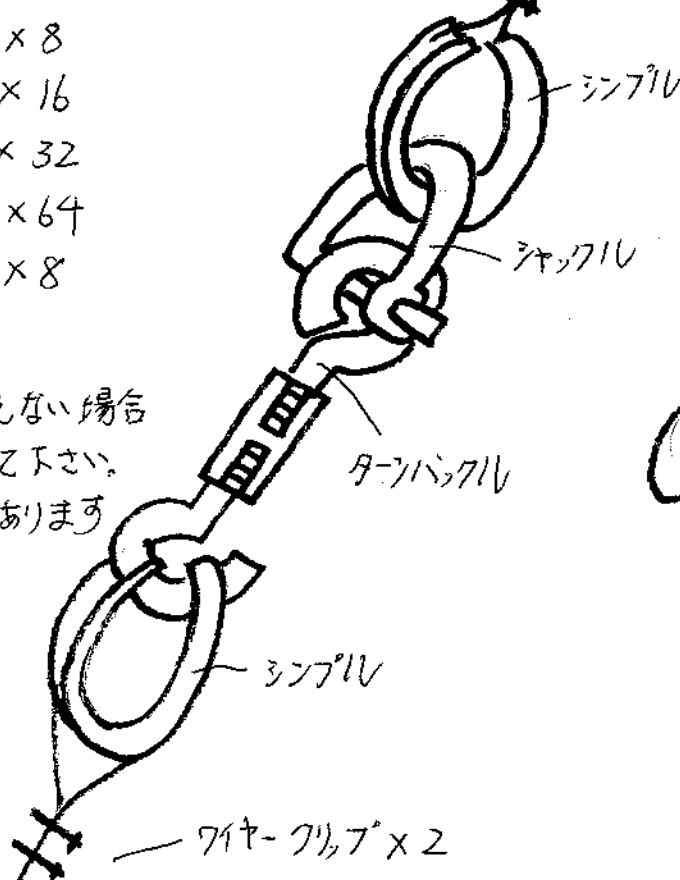


図3-1. 固定方法

3-3. 音響観測について

まずここで使用する機器は、

- ・マイクアンプ Panasonic WR-420A
- ・マイク Panasonic WR-381B

である。

では設置方法・注意点を述べておくとマイクアンプの出力（ピン端子：背面右の録音出力）は、すでに現地で観測中の電界度測定システム（日立テクノ製）のレコーダ（横河電機製ハンディオシログラフィックレコーダ OR100）の入力端子（第 2ch、バナナ端子）に接続してください。OR100 の第 2ch を ON にする方法は OR100 の取扱説明書を参照ください。なおマイクはアンプ 1 に接続し、入力切換スイッチをマイク側にする。入力レベルは「10」にし、録音レベルも「10」にする。風等によりレベルメータが常時ふりきるようであればマイクをなるべく風が直接当たらない場所に移動させ、それでも録音レベルがふりきるようであればレベルを適度なところまで下げてください。マイクは防水・防風タイプですので、屋外の適当な場所に設置してください。延長コードもあります。延長する場合は、接続部をテープなどで防水対策をしてください。

また、あらかじめ出力 L 端子の方にケーブルを差し込んでおきましたが、それは R 端子にかえて頂いても結構です。そのケーブルですが、赤線が出力で青線がアースになっています。