無線方位測定

【目的】

電波の到来方向を探知する無線方位測定器の構造原理を理解し、取り扱い方法を習得する。

【原理】

電波は光と同様に均一媒質中で直進する性質を有している。従って、水平面内に指向性があるアンテナを 360° 回転させて、受信出力の最大点か最小点を探すことにより電波の到来方向がわかり、その延長上のどこかに送信局があることがわかる。

水平面内に 8 の字の指向性を有する**ループアンテナ**(図 1 参照)を用いるとき、アンテナ誘起電圧の最大点および最小点は二つずつ存在するため、このままでは真の到来方向が 0° なのか 180° なのか決定ができない。そこで、図 2 左上のように**垂直アンテナ**(センスアンテナ)を同時に配置し、この誘起電圧をループアンテナの誘起電圧と合成する。これにより図のようなハート型指向性(**カーディオイド特性**)が得られる。この特性には最大点と最小点がそれぞれ一つずつしかないため、電波の到来方向を一方向に決定することができる。実際の測定では最大点を利用すると誘起電圧の変化が鈍いために十分な精度が得られない。したがって、誘起電圧の変化が鋭い最小点(ヌル点)を利用して±180° 方位のみを先に決定する。その後 0° か 180° の最終判断にセンスアンテナの指向性を合成するしくみになっている。

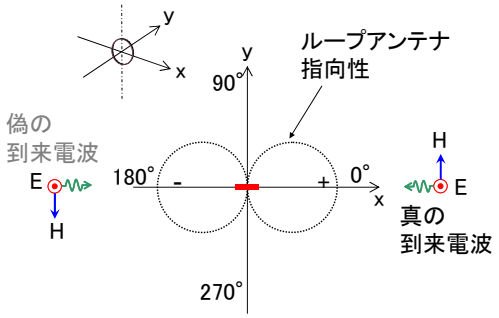


図 1. 波長に比べて十分小さいループアンテナの指向性。
0° および 180° の方位から到来する電波を同じ最大感度で受信してしまう。

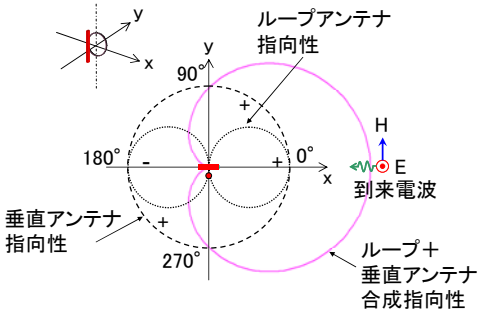


図 2. ループアンテナとセンスアンテナの合成指向性。
0° の方位から到来する電波のみを最大感度で受信できる。

【測定系】

電波の到来方向はループアンテナを回転して誘起電圧の最小点を探し、そのときのアンテナの向きから求めることができる。しかし、実際には大型のループアンテナを回転させるよりも効率的な方法が採用されている。すなわち、図 3 に示す測定回路のようにアンテナを回転させるかわりに、二つのループアンテナを直交させた**直交ループアンテナ**と**ゴニオメータ**を接続し、ゴニオメータ内部のサーチコイルを回転させている。このようなアンテナを**ベリニトシアンテナ**という。

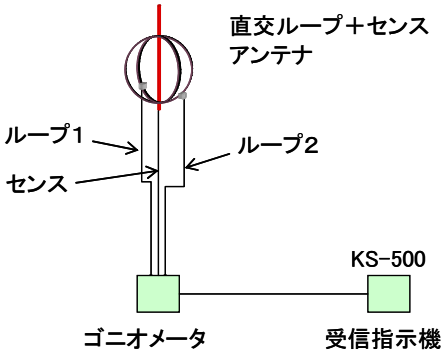


図 3. 直交ループアンテナによる方位測定回路
アンテナ出力電圧（3 系統）はゴニオメータに送られる。

【使用機材】

1. KODEN 無線方位測定器 KS-500
2. 分度器、定規

【測定方法】

1. 地図の作成

(1) 表1に示す学校の座標と NHK 高松の座標を添付地図に記入する。地図は 60 進法なので **1° =60′ , 1′ =60″** である。添付地図では ″（秒）は読めないので ′（分）まで記入すればよい。

(2) 図 4 のように学校から東西南北に向かって4本直線を引く。

(3) 学校から真北方向を 0° とし、学校から NHK 高松への方位角度を分度器で測定する。76－78° くらいが出れば OK。

表1. 学校と NHK 高松放送局の座標

	北緯	東経
学校（詫間）	34° 14′ 02″ N	133° 38′ 11″ E
NHK 第一高松	34° 18′ 42″ N	134° 03′ 56″ E

（1° =60′ , 1′ =60″ ）

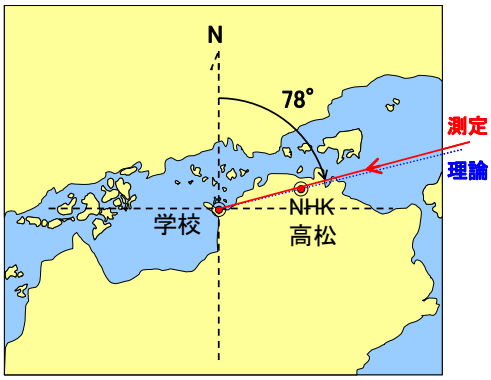


図 4. 方位記録のための地図作成

学校から受信局を見込む方位角度と受信局名を記録する。

2. 操作および実習

例）NHK 第一高松(1368 kHz)を受信するとき

(1) **SYSTEM → DF**

(2) **WAVEFORM → A3**

(3) **BAND → 3**（半円形をした周波数盤のバンド 1～4 のうちの 3 を選択）

(4) **AVC → ON**

(5) **POWER → A** の状態にして 1 分待ち測定器を暖める。

(6) **POWER → 2** または **3** にし、左上の電圧計において指針が赤枠の範囲に入るようにする。

(7) **TUNE →** 周波数盤で **1368 kc**（c: count は昔の単位で Hz と同じ）近くにあわせる。同時に **AF GAIN** をまわして音量が少し聞き取れるように調整する。音量は隣の教室の授業の邪魔にならないように配慮すること。

(8) **RF GAIN** と **RADIUS** を調整して、8 の字形のプロペラ像が画面上にきれいに表示されるようにする。

(9) **UP-DOWN**、**LEFT-RIGHT** をまわしてプロペラ像の中心を画面中心点に一致させる。

(10) **CURSOR**（SENSE の裏側にあるツマミ）をまわしてプロペラ像の方向が赤い平行 2 線と一致するようにする。

(11) **SENSE** を2 秒間だけ押して（**センスボタンを長く押しすぎないこと**）、その際**プロペラ像が片寄った側の赤い矢印 →** が示す方向の**外周角度**を読み取る。角度は 2 種類あるが、内周ではなく外周の固定角度の方を使用する。予め求めた理論値 **77°** くらいの値が出ればOK。

(12) 地図上にその方位角度の線を引き、方位角度と受信放送局名を直線の延長上に記入する。（図4参照）

(13) 表3を参考にして受信放送局を変えて、同様の測定を4つ行う。**理論が不明の場合は1/300,000縮尺地図上の地名からおよその方位角度を算出せよ。**さらに、方位測定結果を表 2 にまとめよ。レポート提出時は、**方位を記入した地図と表 2 をセットにして**添付すること。方位を記入した地図は適当な大きさにカットして貼り付ける。

(14) 本実験で使用している直交ループアンテナ＋センスアンテナの全体像（図 3 アンテナ部の実物）をカメラで記録せよ。アンテナの全体像は 4Fエレベータホール付近から屋上を見上げると直行ループアンテナが確認できる。絶対に屋上には上がらないこと。

(15) 次の実験者のために、装置を初期状態に戻して終了手続きをする。

表 2. 方位測定結果

	測定		理論	
送信局	周波数 [kHz]	方位角度	周波数 [kHz]	方位角度
NHK第一 高松			1368	77
南海放送(新居浜)				
西日本放送(高松)				
ラジオ大阪				

表 3. 受信の可能性がある AM 送信局一覧(出力が大きいものが受信しやすい)

kHz	局名	出力	位置
	香川県		
西日本放送 RNC			
1449.00	高松	5 kW	高松市
1449.00	丸亀	1 kW	丸亀市
1449.00	観音寺	100 W	観音寺市
1449.00	白鳥	100 W	東かがわ市
NHK 第1			
1368.00	高松	D5 kW	高松市
1584.00	観音寺	100 W	観音寺市
NHK 第2			
1035.00	高松	1 kW	高松市
	愛媛県		
南海放送 RNB			
1116.00	松山	5 kW	松山市
1116.00	宇和島	1 kW	宇和島市
1116.00	新居浜	100 W	新居浜市
1116.00	大洲	100 W	大洲市
1116.00	御荘	100 W	南宇和郡愛南町
1116.00	八幡浜	100 W	八幡浜市
NHK 第1			
792.00	今治	100 W	今治市
↑	大洲	100 W	大洲市
846.00	宇和島	1 kW	宇和島市
↑	新居浜	100 W	新居浜市
963.00	松山	5 kW	松山市
1323.00	野村	100 W	西予市
1341.00	城辺	100 W	南宇和郡愛南町
1368.00	八幡浜	100 W	八幡浜市
1584.00	宇和	100 W	西予市
NHK 第2			
1035.00	八幡浜	100 W	八幡浜市
↑	新居浜	100 W	新居浜市
1476.00	大洲	100 W	大洲市
↑	今治	100 W	今治市
1512.00	松山	D5 kW	松山市
1539.00	城辺	100 W	南宇和郡愛南町
1602.00	宇和島	1 kW	宇和島市

kHz	局名	出力	位置
	高知県		
高知放送 RKC			
900.00	高知	D5 kW	高知市
1197.00	中村	1 kW	四万十市
1395.00	宿毛	100 W	宿毛市
↑	土佐清水	100 W	土佐清水市
1557.00	須崎	100 W	須崎市
NHK 第1			
990.00	高知	10 kW	高知市
999.00	中村	1 kW	四万十市
1026.00	宿毛	100 W	宿毛市
↑	大豊	100 W	長岡郡大豊町
1161.00	檮原	100 W	高岡郡檮原町
1323.00	須崎	100 W	須崎市
1341.00	窪川	100 W	高岡郡四万十町
1368.00	大正	100 W	高岡郡四万十町
1584.00	土佐清水	100 W	土佐清水市
NHK 第2			
1035.00	大正	100 W	高岡郡四万十町
1152.00	高知	10 kW	高知市
1467.00	檮原	100 W	高岡郡檮原町
1521.00	中村	1 kW	四万十市
	徳島県		
四国放送 JRT			
1269.00	徳島	D5 kW	徳島市
↑	池田	1 kW	三好市
↑	日和佐	100 W	海部郡美波町
1269.00	牟岐	100 W	海部郡牟岐町
NHK 第1			
945.00	徳島	5 kW	徳島市
1161.00	池田	100 W	三好市
1503.00	山城	50 W	三好市
1584.00	牟岐	100 W	海部郡牟岐町
NHK 第2			
1359.00	池田	100 W	三好市

kHz	局名	出力	位置
	岡山県		
山陽放送 RSK			
1494.00	岡山	10 kW	岡山市
↑	津山	1 kW	津山市
↑	笠岡	100 W	笠岡市
↑	高梁	1 kW	高梁市
↑	新見	1 kW	新見市
↑	備前	1 kW	備前市
↑	落合	1 kW	真庭市
NHK 第1			
603.00	岡山	5 kW	岡山市
927.00	津山	1 kW	津山市
1323.00	久世	100 W	真庭市
1341.00	新見	100 W	新見市
1584.00	北房	100 W	真庭市
NHK 第2			
1125.00	新見	100 W	新見市
1152.00	津山	100 W	津山市
1386.00	岡山	5 kW	岡山市
	大阪府		
朝日放送 ABCラジオ			
1008.00	大阪	50 kW	高石市
毎日放送 MBSラジオ			
1179.00	大阪	50 kW	高石市
大阪放送 ラジオ大阪			
1314.00	大阪	50 kW	堺市
NHK 第1			
666.00	大阪	100 kW	堺市
NHK 第2			
828.00	大阪	300 kW	羽曳野市
	兵庫県		
ラジオ関西			
558.00	神戸	D20 kW	淡路市
1395.00	豊岡	1 kW	豊岡市
NHK 第1			
1161.00	豊岡	100 W	豊岡市
1584.00	香住	100 W	美方郡香美町
NHK 第2			
1539.00	豊岡	100 W	豊岡市

kHz	局名	出力	位置
	広島県		
中国放送			
1350.00	広島	20 kW	江田島市
1458.00	三次	100 W	三次市
↑	庄原	1 kW	庄原市
↑	東城	100 W	庄原市
1530.00	府中	100 W	府中市
↑	福山	1 kW	福山市
↑	三原	1 kW	三原市
NHK 第1			
792.00	東城	100 W	庄原市
999.00	尾道	1 kW	尾道市
1026.00	呉	100 W	呉市
↑	府中	100 W	府中市
1071.00	広島	20 kW	広島市安佐南区
1161.00	福山木之庄	100 W	福山市
↑	庄原	100 W	庄原市
1224.00	世羅	100 W	世羅郡世羅町
1584.00	三次	100 W	三次市
NHK 第2			
702.00	広島	10 kW	広島市安佐南区
1035.00	三次	100 W	三次市
1359.00	庄原	100 W	庄原市
1467.00	福山木之庄	100 W	福山市
1521.00	呉	100 W	呉市
1602.00	尾道	1 kW	尾道市
↑	東城	100 W	庄原市
	和歌山県		
和歌山放送			
1233.00	田辺白浜	100 W	田辺市
↑	日置川すさみ	300 W	西牟婁郡白浜町
1431.00	和歌山	D5 kW	和歌山市
↑	串本	D10 kW	東牟婁郡串本町
1485.00	橋本	100 W	橋本市
↑	高野山	100 W	伊都郡高野町
1557.00	新宮	100 W	新宮市
↑	御坊	100 W	日高郡日高町
NHK 第1			
585.00	古座	100 W	東牟婁郡串本町
1026.00	新宮	100 W	新宮市
↑	すさみ	100 W	西牟婁郡すさみ町
1161.00	田辺	100 W	田辺市
NHK 第2			
1359.00	新宮	100 W	新宮市
1602.00	田辺	100 W	田辺市
↑	古座	100 W	東牟婁郡串本町

※ 出力に "D" 記号がついているものは指向性アンテナを使用している

周波数帳 2008 三才ブックス pp.345-353

【注意事項】

(1) 装置は稀少品なので丁寧に扱うこと。

【研究事項】

(1) ゴニオメータを使うと、アンテナを回転させずに到来方向を知ることができるしくみを説明せよ。

~~(2) AM ラジオ、FM ラジオおよび地上波デジタルテレビの周波数帯を調べ、それぞれの電波の性質をまとめよ。~~

【参考文献】

[1] 堤坂、大庭 「テキストブック無線通信機器」 13 章, 日本理工出版会

[2] 飯島、今津 「新訂 電波航法」 7 章, 成山堂書店

[3]「周波数帳 2008」 三才ブックス

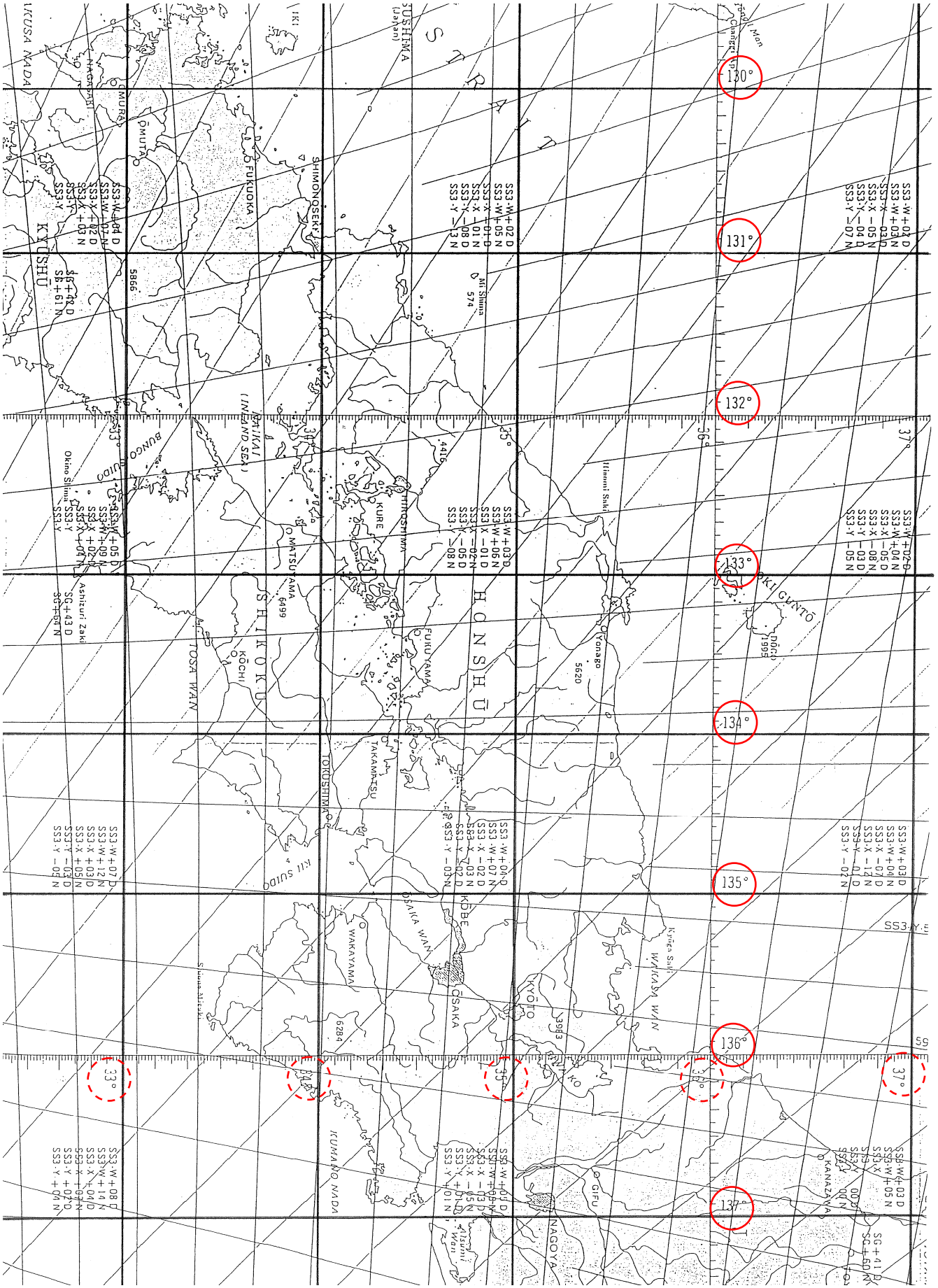
【レポートについて】

(1) 本実験テキストのワードファイルは http://www.dt.takuma-ct.ac.jp/~kusama/ の工学実験からダウンロードできるが、目的、原理、測定系については単なるコピー貼り付けは不可。手書き又は式の導出過程等を確認して自分のレポートを作成すること。

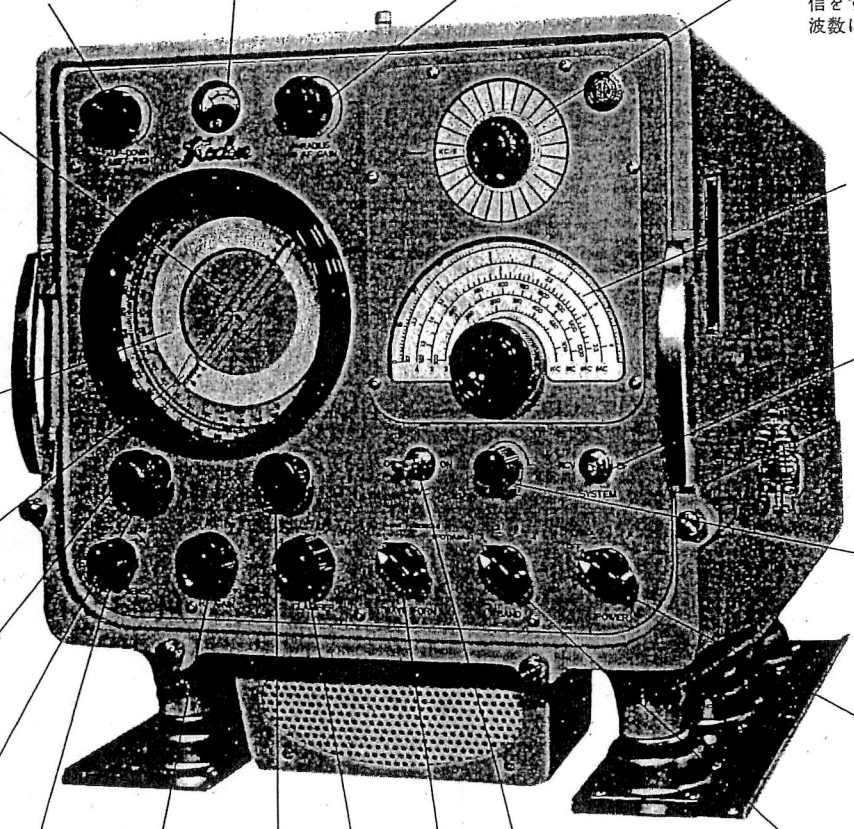
改訂 v6.2 May.2011

【添付地図】

緯度は 33°−37° までが太線で示されている。経度は 130°−137° までが太線で示されている。（1°=60′，1′=60″）



KS—500型無線方位測定機



UP-DOWN(上下)
LEFT-RIGHT
(左右)
映像の上下，左右調整をします。

LINE METER
(電源メータ)
電源電圧を監視します。指針がマーク内にあればよろしい。

AF GAIN(音量調整)
音量を調整します。
RADIUS(映像半径)
ブラウン管上の円形映像の大きさを調整します。

CRYSTAL DIAL
(水晶ダイヤル)
水晶を使ってスポット受信をする場合に希望の周波数に合わせます。

CRT (ブラウン管)
受信信号が現われます。

COMPASS SCALE
(コンパス目盛)
真北からの船首方位角度を指示します。

AZIMUTH SCALE
(船首方位目盛)
固定の船首方位目盛で，誤差修正の基本になります。

TUNE (同調)
受信しようとする周波数に合わせます。

SYSTEM (方式)
DF ：方位測定
RCV：通常の受信機として用いる場合。

CUSOR (カーソル)
中心線と２本の側線を持ちカーソルツマミによって廻され，プロペラ波形に合わせます。

CORRECTION CARD
(誤差修正カード)
誤差修正カーブを書き入れます。

FINE (微調)
入力電波の感度が最大になるように調整します。

SENSE (センス)
ブラウン管上にプロペラ波形が現われた時にセンスボタンを押します。映像の倒れた側の矢印の示す方向が真方位です。

POWER (電源)
OFF：断
A ：ヒータが点灯します
1 ：入力電圧 110V
2 ：〃 100V
3 ：〃 90V

CURSOR(カーソル)
カーソルを廻し，プロペラ波形の中心に合わせます。

AVC (自動音量調整)
入力電波の強度が変化してもほぼ一定出力にて聞く事ができます。

BAND (バンド)
1：200-510KC
2：500-1300KC
3：1250-3300KC
4：3200-9000KC

RF GAIN (感度調整)
受信感度の調整ができます。カーソルの巾と映像の巾が丁度合うように調整します。

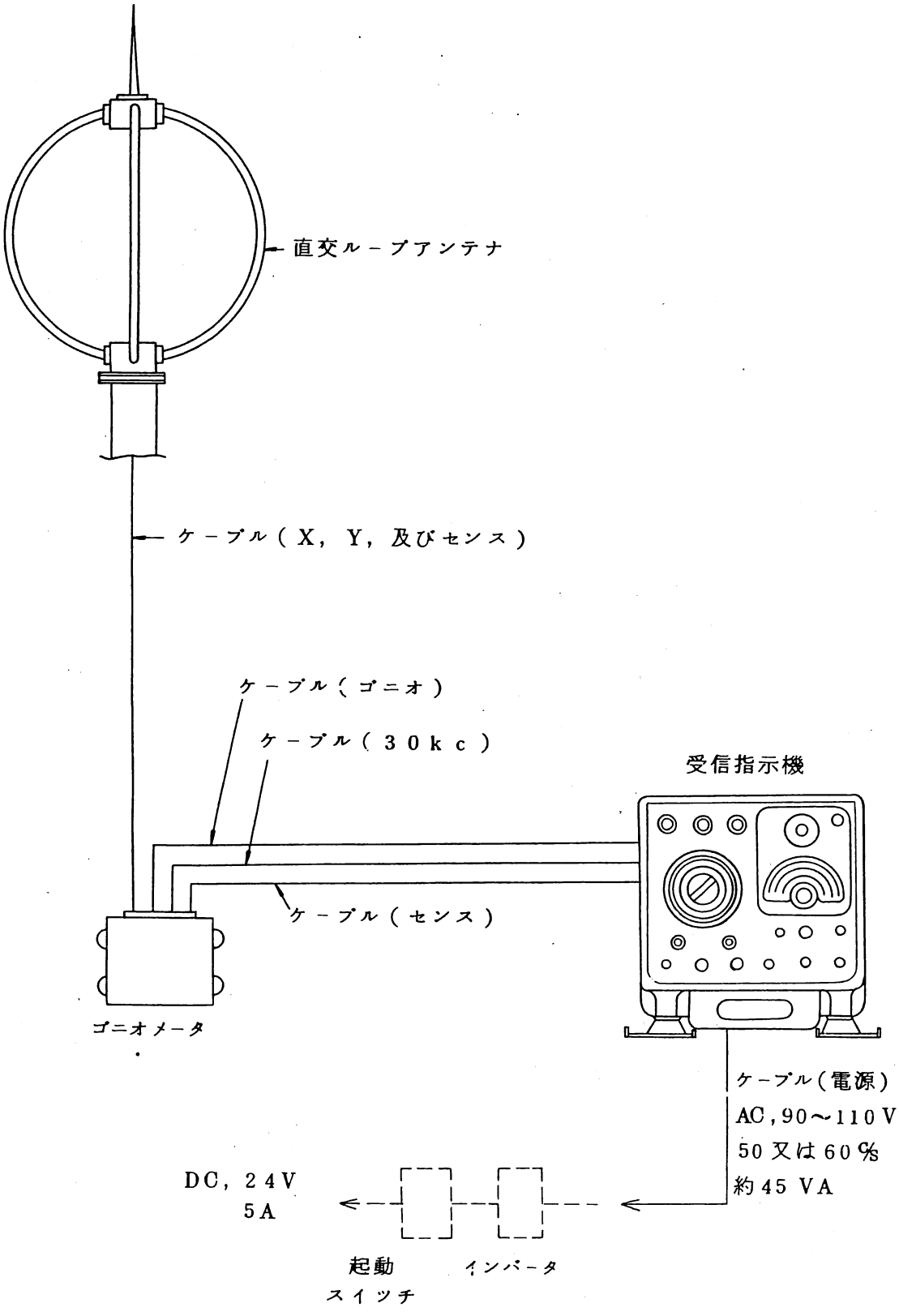
WAVE FORM (電波型式)
A_1 ：A_1電波の受信，ビートはCLARIFIER(音色)で調整します。
A_2 A_3 ：A_2及びA_3電波の受信
SSB(A_1)：水晶を用いてSSBのスポット受信をします。CLARIFIER(音色)で明瞭な所に合わせます。
SPOT(A_2 A_3)：水晶を用いてスポット受信をします。

AUTO SENSE
(自動センス)
OFF：センスボタンでセンス回路が働きます。
ON ：センス決定がある定められた時間毎に動作します。

GYRO ADJ (ジャイロ調整)
又はCOMPASS (コンパス)
コンパス目盛を廻します。
ジャイロレピータを組込んでいる場合には修正をします。

CLARIFIER (音色)
A_1電波とＳＳＢ電波の受信の場合に通話内容が最も明瞭な所に合わせます。

標準相互連絡図


直交ループアンテナ
ケーブル（X，Y，及びセンス）
ケーブル（ゴニオ）
ケーブル（30kc）
受信指示機
ケーブル（センス）
ゴニオメータ
ケーブル（電源）
AC，90～110V
50又は60%
約45 VA
DC，24V
5A
起動
スイッチ
インバータ