

楽しい自作電子回路雑誌

CirQ



CONTENTS

- 2. 原点 原稿を書こう
- 2. ICで作るAF PSNの計算
- 5. 流星の音 10. たちよみとしゃかん
- 6. 電波天文コーナー2 グロート・リーパー
- 11. LEDで遊ぼう(7) 電波センサー「ピカッ」
- 12. 超再生受信器について -4-
- 14. 高感度RFプローブ
- 15. 読者通信 16. 雑記帖

007

JAN. 2005

ICで作る AF PSN の計算

AF PSN回路

CirQの記事としてはちょっと難しいかも知れませんが少し頭をひねってみて下さい。

SSB回路を作るのにPSN法というシステムがあります。

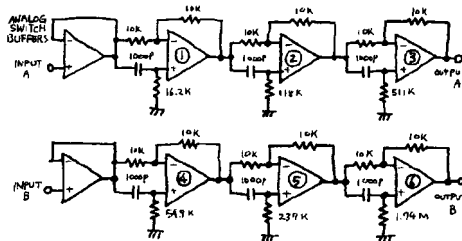
このシステムは、クリスタルフィルタがいらないという反面、AFとRFのPSN(フェーズシフトネットワーク)が必要になります。

RFのPSNはいろいろな方法がありますが、周波数が一般的には固定されていますからそれほど難しいも

のではありません。一方、AFのPSNは周波数が最低300Hzから最高3kHzまでの10倍も変化しますからその周波数の全領域で90°ずらすという事は大変難しい仕事になります。

FCZ誌の175号及び211号で紹介した、オペアンプを使用したPSNはオペアンプが8単体(4個入りが2台。内、2単体はバッファ)必要になりますが素晴らしい性能が保証されています(第1図)。

しかし、回路を簡単にしたい場合、オペアンプ8台というのはなんだか仰々しい感じがしないわけでもありません。



第1図 FCZ誌175号で紹介したPSN回路

原稿を書こう

皆さんは日頃いろいろな活動をしていると思います。その活動について原稿を書いて頂くというのがここでの主旨です。

皆さんがやっている活動を他の人に伝えようと原稿を書きはじめると、ある事について知っていたと思っていた事がどうしても上手く説明出来なくて困る事が出て来るものです。本当は

その事について良く知らなかった事が自分自身の中で曝露されます。

そこで一生懸命参考書を読み知識を深めます。時にはそれまで自分が考えていた事が根底から間違っていた。なんて事も起きるかも知れません。しかし、そこにはあなた自身の向上が期待出来ます。

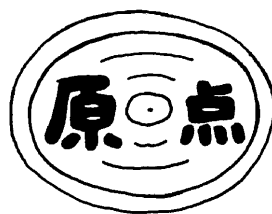
自分のやっている事を他の人に説明するという事

は意外に難しいものです。自分が当たり前だと思っていた事が他の人にとっては全く理解出来ないという事が沢山あります。できるだけ多くの

人に分かってもらえるような記事にしようとする、どこまで噛み砕いて書けば良いかという事が問題になります。このところを良く抑えておかないと独りよがりの文になってしまいます。

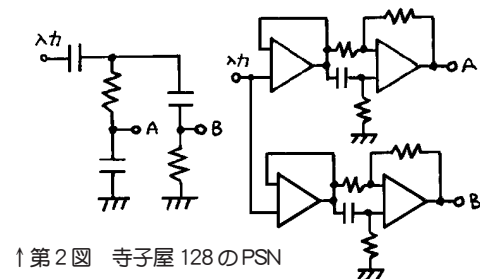
原稿を書きはじめる前に、その骨組みをしっかり組み立てておきましょう。骨組みがしっかりしていないと何をいいたいのかさっぱり分からない文になってしまいます。

いろいろめんどくさい事を並べましたが、原稿を書いてどこかの本の一部になっているとあなた自身の歴史書にもなるのです。



と、いって、寺子屋シリーズ#128の50MHzSSB送信機ではこのAF PSNを1kHzの単独周波数のPSNで作っていましたが、これはこれでもう少ししっかりしたものにしたいという要求も出て来ます。

そこで、211号の回路をオペアンプの使用台数を少なく出来ないものが計算してみました。



↑第2図 寺子屋128のPSN

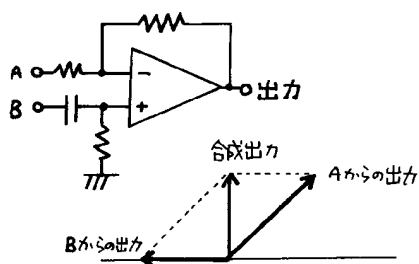
第3図 PSN2台の組み合わせ↑

AF PSNのメカニズム

結果を報告する前に211号の回路がどのようにして位相を90°ずらす事ができるかここでもう一度おさらいしておきましょう。

第2図は移相回路です。

入力に対して振幅は変わらず(増幅率=1)位相だけが変化する回路です。ある周波数でC1のリアクタンスとR3の値が等しくなった時(位相差が45°)、出力



第4図 計算上の45°が90°になる訳

の位相が入力の位相より90°進みます。この45°の違いが90°の違いになるトリックは、同じ信号が反転入力と非反転入力の両方に入るため、反転入力では増幅率が-1になり、非反転入力では2√2となります。この2つの出力が合成されますから90°の位相を持つ増幅率1の出力が得られる事になります。

この部分はちょっと分かりにくいのですが、「C1と

R3によって起こる位相角の2倍の位相角の出力が、入力電圧と同じ電圧が出力される」という事だけは覚えておいて下さい。

AF PSN定数の計算

これまでにわかったこととして、計算上はCRによる移相差が45°になるように計算すれば良いという事です。

出力に生ずる位相は周波数が変化すると回転する事になります。その時の位相角度は

$$\theta = \tan^{-1}(XC/R)$$

で計算することが出来ます。

移相器が1個の場合で、周波数がCW用の700Hz、C1が1000pFの場合は、1000pFのリアクタンスと同じ、 $R=227364.2\ \Omega$ で45°の移相角が得られますが、700Hzからはずれたその周辺周波数では第1表に示すように周波数が100Hz違うと9°近い誤差を生じる事がわかります。

第1表 移相器1台のときの位相角

(700Hzを45°として計算)

周波数	位相角
300Hz	66.80°
400	60.25
500	54.46
600	49.40
700	45.00
800	41.19
900	37.87
1000	34.99
1100	32.47

しかし、これではPSNとしては面白くありませんから、第1図の回路を模して第3図のように2個の移相器の差を取るようになる計算をしてみました。

この計算はRの値を適当に決めて計算を始めるのですが、まず一つの移相器の結果を出してからその差を求めなければなりませんから大変沢山の計算をやらされる羽目にあいます。

初めの内はポケットコンピュータでその計算をやっていたのですがとても間に合わないでクラリスとい

うエクセルと同じような表計算プログラムを使って計算しました。

幸い、Cの値が1000pFと一定なので、まず各周波数におけるリアクタンスを計算しておきます。計算式は「 $XC=1/(F*0.000000006283)$ 」です。もちろんこのXCとかFは表計算上の列と行に当てはめられます。

次に各抵抗値の時の出力位相角を計算します。計算式は、「位相角=degrees(atan(XC/R))」です。シャープのポケコンの場合は「位相角=ATN(XC/R)」で計算する事ができます。

atanの場合、答がラジアンで表されるようでしたら、degrees(atan XX)と入れる必要があります。また、アークタンジェントはATNで表される場合と、atanで表される場合があるようですから事前に説明書で確認しておく和良好的でしょう。

移相器が2つの場合は、2つの抵抗による移相角の差が45°になるようにRの値を設定していきます。移相器が4つの場合はシリーズにつながる2つの移相角を足しあわせた後、対になる2つの移相角の和との差を計算します。

オペアンプ2台による移相器の計算結果を第2表に示します。この結果から、700Hzでも800Hzでもこの移相器は使えそうです。

CWを受信するDC受信機の場合、この2台の移相器とAFフィルタを組み合わせればPSN方式のDC受信機を作る事が出来そうです。この場合、バッファを含めて4台入りのオペアンプ1個

第2表 移相器2台の合成位相角

周波数	R1	R2	合成
	82000	480000	位相角
300	81.21	47.86	33.35
500	75.55	33.55	42.00
600	72.82	28.93	43.90
700	70.17	25.35	44.82
800	67.60	22.51	45.09
900	65.12	20.44	44.90
1000	62.74	18.34	44.40
1100	60.46	16.77	43.68
1200	58.27	16.45	42.82
1300	56.19	14.31	41.88

で事足りる事になります。

SSB用はどうか？

移相器2台の場合、PSNとしてCW用には使えそう

第3表 移相器4台の合成位相

周波数	XC	R1	R2	R3	R4	Total	結果
300	530516	85.10	46.70	131.79	88.68	76.77	165.46 33.66
400	397887	83.48	38.51	121.99	88.24	72.60	160.84 38.85
500	318309	81.87	32.48	114.35	87.81	68.61	156.41 42.07
600	265258	80.27	27.9	108.21	87.37	64.82	152.19 43.97
700	227364	78.69	24.45	103.14	86.93	61.26	148.19 45.05
800	198943	77.12	21.70	98.81	86.49	57.92	144.41 45.60
900	176838	75.57	19.48	95.05	86.05	54.81	140.86 45.81
1000	159154	74.05	17.66	91.70	85.62	51.92	137.54 45.84
1100	144686	72.54	16.14	88.68	85.18	49.24	134.42 45.74
1200	132629	71.06	14.86	85.92	84.74	46.76	131.51 45.59
1300	122426	69.61	13.76	83.37	84.31	44.47	128.78 45.41
1400	113682	68.19	12.81	81.00	83.87	42.35	126.23 45.23
1500	106103	66.79	11.98	78.77	83.44	40.39	123.83 45.06
1600	99471	65.42	11.25	76.67	83.01	38.58	121.59 44.92
1700	93620	64.08	10.61	74.69	82.58	36.90	119.47 44.79
1800	88419	62.77	10.03	72.80	82.14	35.34	117.48 44.68
1900	83765	61.49	9.51	71.00	81.71	33.89	115.60 44.60
2000	79577	60.24	9.04	69.28	81.28	32.54	113.83 44.54
2200	72343	57.83	8.23	66.06	80.43	30.12	110.55 44.48
2400	66314	55.54	7.55	63.10	79.58	28.00	107.58 44.48
2600	61213	53.38	6.98	60.36	78.73	26.15	104.87 44.52
2800	56841	51.32	6.49	57.81	77.89	24.50	102.39 44.58
3000	53051	49.38	6.06	55.44	77.05	23.05	100.10 44.66

ですがSSB用にはちょっと不完全です。6台使えば第1図の回路になるわけですが、4台ではどんな結果になるでしょうか？

これも計算してみました。パラメータが倍になると計算の苦労は4倍に跳ね上がる感じです。結果を第3表に示します。この表で使っている抵抗の値は、120k Ω を除いてE6系の組み合わせでまかなえるように考えました。

寺子屋シリーズ028の経験から、この程度の誤差ならAFフィルタとの組み合わせ次第でSSBの送信機用として使えるのではないかと考えます。(完璧派の方からはブーイングが聞こえるかも知れませんが・・・)

計算して見よう

175号のデータを見た時は、どんな具合にこの定数を決めたのか大変な驚きを感じたものでしたが、こうして実際に計算してみると結構楽しいものである事を感じました。

今回はCの値の変化までは計算していませんが、バリエーションとしてさらに高級なPSNができる可能性もありそうです。読者の皆さんにも是非この計算をやってみて頂きたいと思います。

今回の試みはここまでですが、機会を見て送信機なり受信機なりの製作を試みたいと考えています。

★ 流星の音？ 皆さんにお願い ★

夜空を流星が流れた時、「音が聞こえた」という事を時々耳にします。流星が本当に音を発するのでしょうか？

流星が光る場所は上空100km付近です。それは地上高という話で、観察者との実際の距離は流星が光った場所が斜上の場合、150kmから200kmになるはずです。音の伝達速度は1秒間に約340mですから、もし流星が音を発したとして観察者に聞こえるのは約300秒から600秒、すなわち5分から10分後という事になります。

しかし、今まで流星の音を聞いた事のある人の話を総合すると、「流星の流れたのと同時に音を聞いた」というのがほとんどです。

もしこれが本当であれば、ここには何らかのトリック、つまり未知の現象が存在する事になります。このトリックとして候補に上がっているのが、VLF説です。流星が流れる時電磁波であるVLF(3kHz-30kHz)が発生し、それが瞬時に観察者のところに到来して、何らかの検波作用を受けて音に変換される。という考え方です。

流星がはたしてVLFを発射しているのでしょうか？

これはVLFの受信機を作り観測しなければなりません。そして、VLFの発生と同時に音が発生した事を実証してはじめてこの自然が繰り広げるマジックのト

リックを解き明かす事になるのです。

どんなVLFの受信機を作ったら良いか、これには前例がありませんからこれから色々と考えて作る事になります。流星の発する音を聞いた人のデータを集める必要もあります。

この二つの作業については私達にもすぐにはできるような気がします。

そこで皆さんにお願いです。もし、皆さんの中で「流星の音」を聞いた事のある方がいらっしゃいましたら次にあげる項目についてお知らせ下さい。宛先は<mail@fcz-lab.com>です。

(1)いつ頃のことでしたか？(2)季節は？(3)どんな音でしたか？(4)流星の発生との時間のずれはありましたか？(5)どんな所(場所、雰囲気)で聞きましたか？

(6)その他気がついた事を教えてください。(7)折り返しお聞きしたい事が出てくるかも知れませんが、よろしければお名前とメールアドレスをお書き添え下さい。

頂いた情報は(6)のメールアドレスを除き、専門のデータベースを作り、CirQ誌上で発表する予定です。

皆さんの御協力をお願いします。

また、受信機に関するアイデア、実験報告等も歓迎致します。大自然相手のマジックの種明かしは面白そうです。



地上ハムから宇宙へ、裏庭電波天文台

「アマチュア無線局 W9GFZ 局で DX 通信に熱中していた私が宇宙電波天文に興味を持ったのは、ジャンスキーの論文（1933 年）を読んだことがきっかけだった。なぜならアマチュア無線では、WAC（5 大陸交信賞）ですぐに私の地球上制覇は完了してしまったのだ。」

IRE 論文集へのリーバーの寄稿は上のようにアマチュア無線家らしい書き出しから始まっています。当時宇宙電波雑音を発見したジャンスキーの成果を天文学者たちは重要視しませんでした。その中、志を引き継いで、イリノイの田舎に世界初のパラボラ電波望遠鏡を作ってしまったのが、シカゴ出身の技術者グロート・リーバーでした。彼は“高周波の大气雑音の方向性”という一見ぱっとしないジャンスキーの論文を見て、宇宙電波研究を決意しました。資金も組織も何もなしにたった一人で。

「冬は毎晩 7 MHz で DX 交信をしていたが、真夜中から明け方までは何も聞こえなくなってしまう。14 MHz は日没後一時間で西海岸の局が消えてしまう。

電離層の MUF（最大使用可能周波数）は全米で 7 MHz 以下になってしまう。そんなときでも私の受信機はアンテナをつなぐとどこからか雑音が入ってくるのが判った。」

電離層を使って実用的な通信化が達成されたばかりの時代ですが、リーバーは高周波一段付き再生式の受信機で電離層の向こうに遥か広がる宇宙を、このときすでに確信していたようです。

ジャンスキーが使ったのは短波通信用の回転アレーアンテナでしたが、リーバーは宇宙電波用には専用の受信設備を作るべきだという信念がありました。また、彼はジャンスキーのいたベル研に就職を希望しましたが、雇ってもらえませんでした。そして 1937 年、当時 25 才で（図 1）自宅の裏に 9.45 m という大きさのパラボラ建設を始めます。（図 2）は再現されたリーバーのパラボラです。



（図 1：望遠鏡製作に着手した頃の若いリーバー）



図 2：再現したリーバーの電波望遠鏡、米国立天文台

アマチュア無線家の特技はジャンク部品の流用です。パラボラの傾斜駆動機構はT型フォードトラックの車軸ギアを流用しました。主鏡面は回転放物面の形に配置した垂木に亜鉛めっきの金属薄板を貼り付けます。鏡面精度は約0.5 cm、焦点に受信機を設置します。パラボラの作成は一人で4ヶ月かかり、基礎工事や重い軸の吊り上げのときにだけ2人の男の協力を願ったそうで、まさにアマチュア無線家のアンテナ建設と同じ流儀です。

資金の限られた中でパラボラアンテナ作成に成功した理由は単純化でした。パラボラは天体追尾をあきらめ、仰角変化だけを可能にするトランジット方式です。トランジット観測というのはアンテナを傾けて天体通過時、1日に一回しか天体を観測できない制限がありますが、製作はその分容易です。資金はパラボラを大きくして集光力を上げるほうに投資することが出来たはずですが、また、パラボラの構造は変形を考えると金属で作りたいのですが、強度と比重を考え、木でも変形が許容範囲であることは見積もられています。ただし主鏡/パネルは薄板を貼りあわせボルト締めだったため、太陽の当たり具合で熱変形があり、ベコンベコンと音が鳴ってリーパーを悩ませました。また、雨水がパラボラにたまって真ん中の穴から流れ出るため、付近の住民は、パラボラアンテナは天気を調整する装置と思いこんだそうです。近所の子供は当然のごとく不思議なアンテナに誘惑されて登って遊んでしまい仕方が無かったが鏡面のところではねずみ返しになっているので一番上には子供達も到達出来なかった、と茶目っ気たっぷりに、おあらかな実験状況だったようです。

未知の周波数3GHzと910MHzでの挑戦

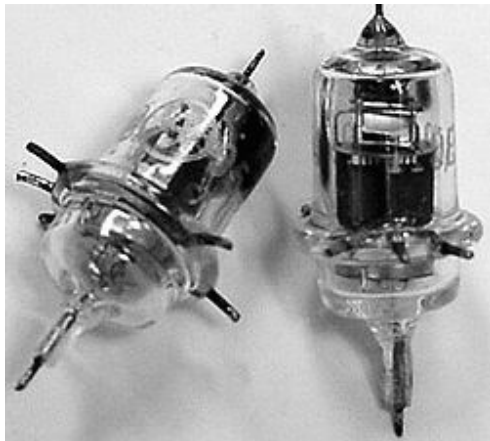
さて電波望遠鏡が完成すると早速、リーパーは周波数3.3GHz（波長9 cm）で受信実験を開始しました。これは当時可能なほぼ最高周波数で、RCA社のマグネトロンを信号発生器に用い、パラボラ面を見込むホーンアンテナを作成、検波ダイオードには数種類の実験

で感度のよかった閃亜鉛鉱（ZnS）を採用しています。

検波後のアンプはメタル管6F 5の3段増幅で100 dBの利得を確保しました。受信機としては貧弱ですがリーパーは周波数が高くなると電波放射が強くなるというブランクの放射法則を仮定しています。3.3GHzならジャンスキーの周波数より2万倍以上電波が強くなる勝算がありました。さらにパラボラを大きくすればビームが細くなり雑音電波源の位置を精度よく割り出せます。1938年の春夏にリーパーが行った観測は銀河、太陽、月、木星、金星、火星、シリウス、ベガ、アンタレスでした。観測の方法は天体が通過する時間の前にパラボラの角度をセットし、電流計の読みを一つ一つ記録してゆくというものです。初期の彼の観測データは全て手でプロットした点になっており、高価なベンレコーダを使わなかったことを察します。受信システムで再調整を繰り返しながら、天体の南中する時刻にはじっとメーターを読みつづけるという作業を毎日延々と繰り返すわけですから、観測は大変に忍耐と集中力の要るものです。そんな苦勞も報われることなく、なんにも受からないというのが最初の結果です。現代から見るとパラボラのサイズは充分ですが、リーパーが大枚をはたいても当時のダイオードやアンプでは微弱な天体電波を分離するところまで届いていないことを察します。受信機のところまで銀河電波と太陽、月の雑音電波は来ているのですから、タイムマシンがあったら秋葉原で売っている100円のHEMTトランジスタとダイオードをこっそり届けたい気持ちになりますね。ちなみに、シリウス、ベガ、アンタレスなどの恒星本体は現代の巨大電波望遠鏡でも受信困難です。太陽の熱的電波が受信できるのは地球と太陽の距離が1億5千万Kmと近いからでシリウスのように近い恒星でも80兆km（8.6光年）離れると受信できなくなってしまうのです。

この挑戦は周波数を910MHzに下げて続きます。アマチュア無線家としての本領で、市販の部品を使って安く性能の高いものを作る試みが始まります。910MHzでは当時発売されたばかりのRCAのエーコン

管 955, 954, 953 が試行錯誤の対象です。 エーコン管というのは構造を超小型に作り高周波特性を向上させた真空管です (図3)。



(図3：高周波用で使えるエーコン管の例)

エーコン管を使ったことがある人は少ないと思いますが、日本の真空管であれば6AK5にも相当するようです (JA9TTT/1のホームページ参照)。6AK5はVHF用の真空管受信機やコンバータでよく使われていま

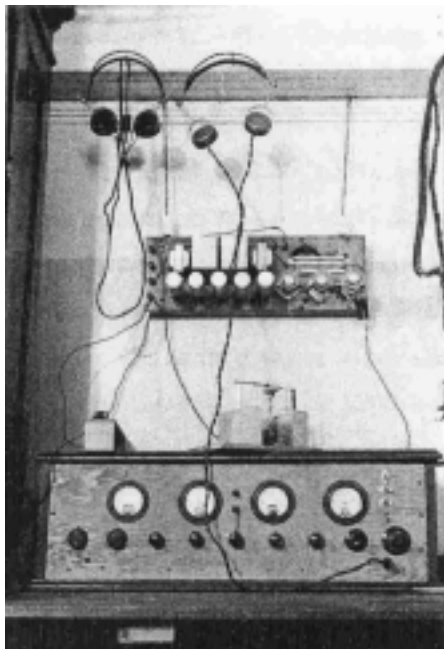


図4：リーバーの900MHz
受信機コントローラ、上部は電源

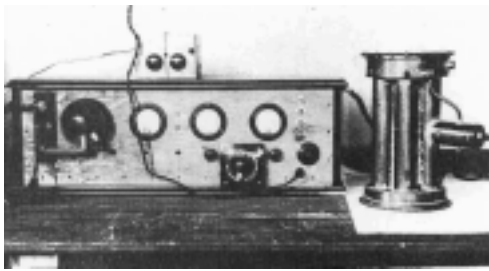
す。910MHzは真空管が扱える周波数限界ですから、製造ロットで性能がよいものを選んで使用し、内部構造にも注文をつけています。回路はプッシュプルにしたとあります。パラボラ焦点ではUHFになるとホーンが使えないのでキャビティ内のダイポールからレッヘル線 (平行線) で受信機まで接続しました。もちろん、この時代に同軸ケーブルは売っていないのです。(図4)は受信機のコントロールボックスでヘッドセットがつながれているのが判ります。ダメな真空管は内部構造が振動しマイクロホニック効果で出力が揺らぎました。受信機の出力が変動する理由をチェックするのはヘッドフォンが最も安価だったのです。SF映画“コンタクト”ではジョディー・フォスター演じる美人天文学者がヘッドフォンでエイリアンからの信号を受信しますが、孤独な挑戦の中リーバーはそんなことを考えていたでしょうか。でもエイリアンどころか、またしても天体の電波すら電波望遠鏡に受からなかったのです。

180MHzでの成功と電波地図

何度も苦勞して何も得られず、仕事でもなかったらやめてしまうこともできますが、リーバーの場合はひょうひょうとしています。ある仮説の元実験を行っているので、上手くいかないのは、仮説が間違っていただけという前向きな捕らえ方です。

“もっと周波数を下げなければダメなのはあきらかだ。この際細いビームでの天体捜査はある程度あきらめになる。”

新たな方針で3度目の挑戦がすぐに始まります。周波数を160MHzまで下げてついに銀河からの電波の受信に成功します。160MHzの受信機は(図5)に示すようなものでした。右側のごつい固まりがパラボラ焦点に付く受信機本体です。当時考案された同調キャビティと真空管が回転式拳銃のターレットのように並んだ方式です。受信帯域は0.16MHzととても狭くなっています。雑音を集める電波天文の受信系は通信とは異なりますので帯域はもっと広くてもよく、最近のマイクロ波帯の電波天文受信機では受信帯



(図5：電波受信に成功した180MHzの受信機とコントローラ)

域は1GHzにも及んでいます。いよいよこの受信機を焦点に乗せて観測をしてみると、自動車が出すイグニッションノイズに呆然としたと彼は書いています。幸い夜は自動車がほとんど走らないので観測が可能でした。そしてついに1939年の4月、銀河面が暗いうちに南中するときに狙い、ついに受信に成功したのです(図6)。どんなにか嬉しかったでしょうが、論文では“これでジャンスキーを追認した”とあっさりです。1939年夏に観測は続き、先にあげた天体を受信しますがどれも受信できませんでした。しかし、ジャンスキーを追認した上で、高い周波数でも夜空に明るく輝く恒星が受信できないことには、実はとても価値があったのです。つまり宇宙からの電波はプランクの放射則(熱的)ではないメカニズムで放射されて

いることを示唆していたのです。

1941年にはようやくペンレコーダを購入し観測を続けます。常に受信機に改良を加え、人工電波が入り込んでくる問題はシールドで対策しました。受信帯域は8MHzに拡大しているので7倍は感度が上がり、受信出力変動の1000分の1まで変化を記録できるようになったとあります。

リーバーの論文はちょっと癖があって学者流のエlegantな書き方ではありません。また、この研究は世界で彼一人しか行っていませんから審査のしようがありません。重要な事実が含まれているのにアメリカの天文学会誌は“電波用語はわが誌にとってふさわしくない”と論文をなかなか掲載しませんでした。リーバーは昼間エンジニアとして働き、夜は観測に没頭、数千時間ごとに真空管953を交換しながら観測を続けました。ちょうど日本では外国の短波を聞くことも禁止されていた時期ですが、リーバーは初めて全天の電波地図を作り上げました。その中にははっきりと銀河中心以外にも明らかに輝く3つの天体カシオペアA領域とシグナスA領域、X領域が現れています(図7)。後に明らかになりますがかシオペアAは7000光年向こうの超新星の残骸、シグナスA領域は宇宙の果てといってもよい6億光年離れた原始銀河です。

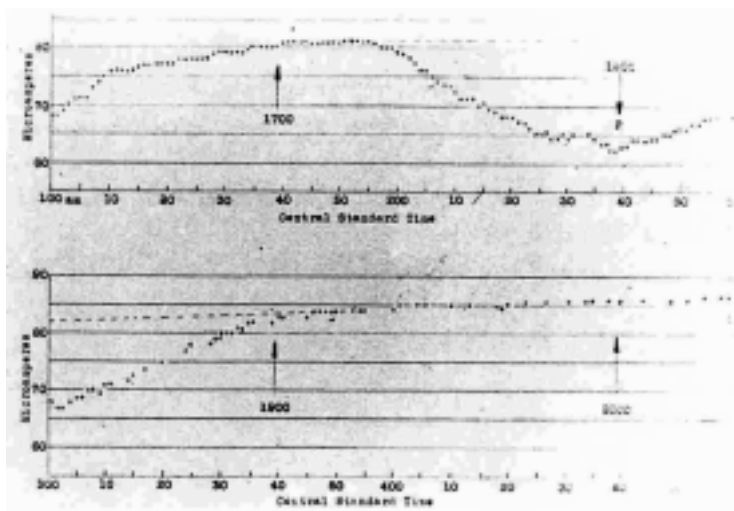


図6：1800時に銀河面通過を受信成功時のプロット、下側が+で設定している)

電波で見えてくる宇宙は、光で見える宇宙とは別世界であると人類が認識するに至った瞬間です。

最初から地球外を明確に目指したリーバーは、ジャンスキーよりも電波天文の創始者といえるのかもしれませんが。機械工学の設計と計算からパラボラの組み立てまで行った上に、最新の電子工学の論文を読み漁り、最新の部品をメーカーから取り寄せ実験する。給料は全て投入したのでし

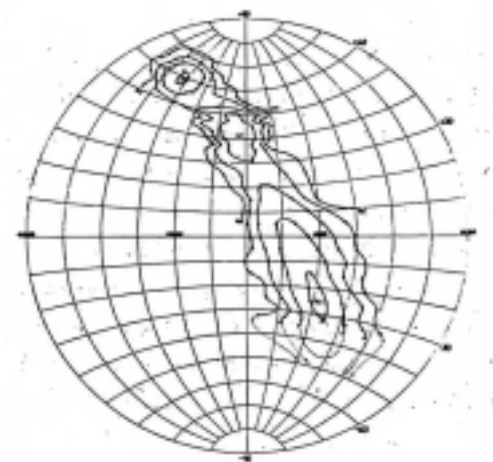


図7：180MHzでの電波マップ

ようか。

さて、その後のリーバーですが何故かオーストラリアのタスマニアに移住してしまいます。1980年代以降はまたもや誰も受信できない短波帯低周波（1－2 MHz）の電波天文観測に挑戦していたようです（図8）。

1980年代リーバーは膨大な資料をNRAO米国立天文台へ送り、この電波望遠鏡は今も復元されたものを見ることが出来ます。レビュー論文の中でリーバーは書いています。“いまどきの最新の測定器で私の電波望遠鏡の性能を測ってみたいものだ”。また、彼は成功の秘訣があるならば、“If a little is good, more is better（ことわざ：最小限ですむことが最善で、たくさんあることは次善である。）”と書いています。確かに、知恵を絞って小さな電子回路や無線機を自作するのは、機能があふれるメーカーの完成品を買ってそのまま使うより充実感があることです。

今回はジャンスキー、リーバーの後の電波天文の展開を追ってみる予定です。

（参考文献）（参考資料、画像の引用元）

The History of Radio Astronomy and National Radio
Astronomical Observatory, KRIEGER 1996,

“Cosmic Static” G.Reber.Proc.IRE 1940,vol.28,pp.68.

“Cosmic Static” G.Reber.Proc.IRE 1942,vol.30,pp.367.

NRAO 米国立電波天文台 ホームページ
www.nrao.edu <<http://www.nrao.edu/>>

Early Years of Radio Astronomy, W.T. Sullivan, Cambridge University Press, 1984

JA9TTT ホームページ <http://ja9ttthomedns.org/>



図8 晩年まで挑戦を続けたリーバー、
ハムシャック風のポーズ

おわび

前号の電波天文コーナーのタイトル中に著者のお名前を記載しなければいけないのに失念してしまい、著者、中島潤様には大変申し訳ないことを致しました。ここで慎んでおわび申し上げます。

なお、中島さんは電波天文学における新進の専門家です。

たちよみとしゃかん

「漢方小説」 中島 たい子著 集英社刊

第28回すばる文学賞受賞作品

現代の日本における医療システムは基本的に西洋医学を中心に構築されています。西洋医学の考え方は症状に応じた対処をすることですが、人間

の構造は、胃がいたいから胃を直せばよいという様な簡単な構造ではありません。一方漢方医学はからだ全体のバランスを考えて治療します。

本書は若い女性の生き様を縦系に、漢方医学を横系に紡いだ小説です。あなたの思考過程を多元化するためにお勧めします。尚、筆者はJL1KRA 中島さんの妹さんです。

発光ダイオード(LED)で遊ぼう(7)

携帯電話の電波で光る

電波センサー ピカッ

寺子屋シリーズキットの中にビジュアル電界強度計という物があります。430MHzのハンディー機を使ってアンテナから飛び出していく電波を見ていると、電波が身近なものに思えて来てとても楽しいものでした。

しかし、これはアマチュア無線の免許を持っていないと出来ない実験で、この実験を携帯電話でやって見たのですが電波が弱すぎてなかなか思うように光ってくれません。ぜんぜん光らないという訳ではないのですが、感度がとても弱いのです。回路をいろいろと手直ししてみましたが一長一短でした。

最後の手段としてオペアンプを使って、第1図のような回路を作ってみました。これは大成功でした。

感度は格段向上して、携帯電話でも2m近く光ってくれます。それに、LEDが光る時と、光らない時がデジタル的にON/OFFしてくれて、LEDの切れがとても良いのです。

まだ免許を持っていない皆さんにぜひ楽しんでほしい回路です。

回路の説明をしましょう。

(1) アンテナ アンテナの長さは1/2波長あるのが理想的ですが、それより短くてもそれほど問題はありません。

(2) ダイオード 検波用のショットキダイオードが良いですが、UHF用の検波ダイオードでも結構です。周波数が430MHzあたりまででしたら1N60でもOKです。またショットキーダイオードが4本ブリッジ

になったものでもOKです。

アンテナの両側に検波回路を設けたのはアンテナのバランスを取るためです。これをしないとアンテナを裏返しにした時に感度が変化してしまうので、その対策として設計しました。

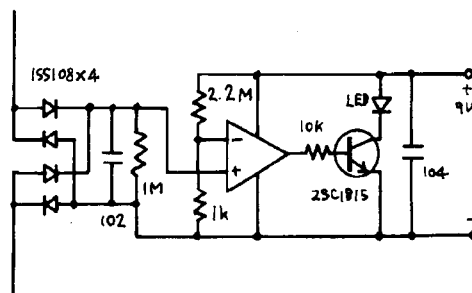
(3) オペアンプ LM358を使用しましたが、単電源用のオペアンプを使ってください。R2とR3で電源電圧を分圧して基準電圧とします。R3を小さな値にしていけば感度は上がりますが程々にしておいた方が良いでしょう。

(4) LED 色は何色でもかまいません。極性を間違わないようにしてください。LEDに流れる電流はR4で制御しています。

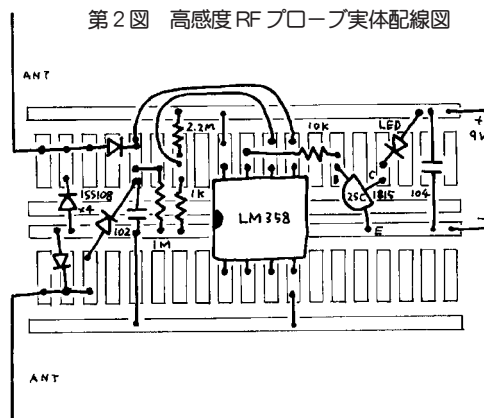
(5) 電源 006P、9V です。

(6) 基板 FCZのIC基板を使いました。第2図の部品配置図を参考にしてください。

使い方は、とにかく電波の出ている周辺で振り回してみてください。文字では言い表せない経験が得られるはずです。



第1図 高感度RFプローブ回路図



第2図 高感度RFプローブ実体配線図

超再生 受信機

(4)

JR2WZQ 河野 勝行 さんからお手紙を頂きました。

「CirQは私の思考意欲を心地よく刺激してくれるという点で、私にとって今まで市販されていた雑誌よりも価値の高いものとなっています。

掲示板にも書きましたが、CirQ 005-3の第4図の高周波増幅を除いた回路で組んでみましたが、今まで作った超再生受信機よりも遥かにクエンチングノイズが少ないので驚きました。モーターポータリングはLM386Nの電源回路にデカップリング回路を入れることで簡単に抑えることができました。

ところで、読んでいてちょっと疑問に思いましたので、メールさせていただきます。

CirQ 006-14、-15の超再生受信機のノイズキャンセラー回路についてです。第3図の回路は引き算回路であるという説明がありますが、私にはそうならないように思えます。

と、言いますのは、 $0.1\mu F$ を通して来た信号も、 $0.001\mu F$ を通して来た信号も、いずれもコレクタから取り出されていますが、npnの場合は、+入力があるとベースの電位が上がり、コレクタ電流が増えるので、コレクタ抵抗による電圧降下が大きくなり、コレクタ電位が下がる（アースに対して）。

pnpの場合は、+入力があるとベースの電位が上がり、コレクタ電流が減るので、コレクタ抵抗による電圧降下が小さくなり、コレクタ電位が下がる（アースに対して）。ようするに、いずれの場合でも、ベースとコレクタは逆相になっているので、その出力を合成しても足し算しかならないように思えます。

引き算にするには、一方をエミッタから取り出さな

ければいけないように思えますもし、私の勘違いでしたらご容赦ください。」

と、いうものです。河野さんと何回かメールの交換をしていてもなかなか気がつきませんでしたが、良く考えてみると私はとんでもない思い違いをしていました。結論は河野さんの御指摘の通りです。

006号にある「実験2」の項目は虚構になりましたので撤回させていただきます。

ノイズキャンセルの再構築

さて、間違いに気がついてみると回路の再構築、最近の言葉でいうと「リストラ」をしなくてははいけません。ノイズ発生メカニズムの中に、超再生検波器の出力の中に高周波成分がかなり含まれている事が分かりましたので、この高周波成分を除去してやる事を含めて考える必要がありそうです。

その方法の一つのヒントになる次のようなメールをJA1VUC/星野隆敏さんから頂きました。

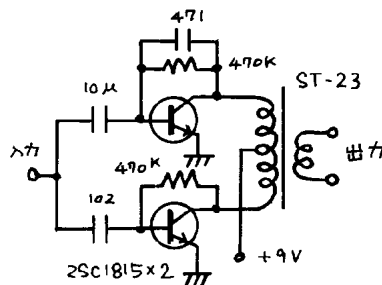
「クエンチングノイズの防止ですが、入力側にトランジスターの代わりに、センタータップ付きのAFトランスが利用できないでしょうか。RFのバランスドミクサーのAF版です。」

AFトランスを使う事は高周波成分を除去するのに非常に確実な方法です。この方法は是非実験する必要があります。

回路図として考えてみると第1図のような物が考えられます。

トランスとしてはドライパートランスのST-23(2k Ω :中間タップ付きの2k Ω)かST-24(1k Ω :中間タップ付きの2k Ω)当たりが適当だと考えられます。

もう一つの方法はオペアンプを使ってノイズ成分と



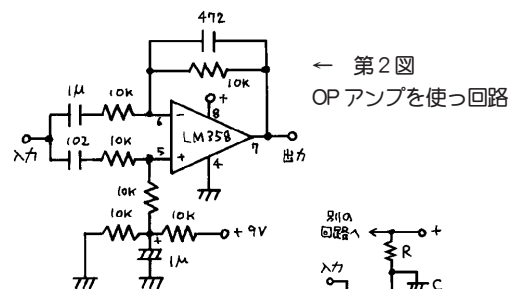
第1図 AFトランスを使った回路

高周波成分を同時にキャンセルさせる方法です。
電源電圧として9Vを使っていますから、オペアンプの利用も簡単です。これも回路図として考えてみると第2図のような物が考えられます。

どちらの回路がこちらの場合優れているかという事は现阶段では判断する事は出来ませんから結論として両方の回路について実験する事にしましょう。(次号)

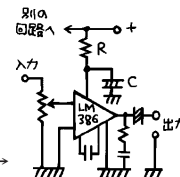
横着は駄目

河野さんから頂いたモーターポータリングの解消法は、一つの電源で複数の回路を働かせる場合に昔から標準的に使われている回路ですが、私が発表したものは回路を簡略化するために抵抗1つとコンデンサ1つ



← 第2図
OPアンプを使う回路

第3図 386回路をCとRで分離する→



を横着をしていました。そのためモーターポータリングがおきてしまいましたのですが、やっぱり横着はいけませんね。河野さん有難うございました。

やさしい通信技術入門講座(7)

糸でんわ (7)

今回は実験をする暇が無くてデータとしての報告はありません。今までの実験からこれからの方針を考えて見ました。

(1) 今年の目標は150mの交信を成功させる事です。これまでのDX(distance)記録は100mでした。これを今年は少なくとも150mまで伸ばしたいと思い、色々と計画を練っています。もちろんそれ以上の記録も狙います。

(2) 距離が150mともなると、糸の出し入れが相当大変になります。そこで海釣りの大型リールを使いたいと考えました。幸い、仲間の一人が「持っているよ」といってくれたのでそれを借りたいと思っています。

(3) 距離が長くなると、糸が途中で弛んで地面についてしまう事が考えられます。糸の中央部で釣り上げる必要が出て来そうです。移動用のアンテナを作るために用意してある5.3mのカーボンファイバ製の釣り竿がありますので、糸を穂先きに縛って上の方に釣り上げる事にしましょう。釣り竿の穂先きは末Q

を固定してもかなりの自由度があるはずですよ。

(4) 今までの経験からTRカップは大きいものが良いようです。しかし、振動板の面積が大きくても奥行きが小さい、いわば皿状の物では良い結果がでない事はわかっております。

これらの結果を踏まえて用意したものがあります。

閉店間際の100円ショップで半額、つまり2個で105円のブリキのバケツです。一寸小さくて、振動面(底)の直径が20cm、奥行き20cmというかわいいものですが、底に手を触れてしゃべってみると紙コップより大きな振動を感じますから期待できると思います。

(5) 糸はとりあえず水糸を使うつもりです。200mは用意しました。釣り用のテグスも用意しましたが、少し伸びが感じられますから減衰が大きい可能性があります。

(6) 一番の問題は150mの見通しがきいて、なお人の通りがほとんど無く、静かな所があるかという事です。

昨年のフィールドデーで相模クラブの人達と厚木市の日向薬師に移動した際に、実験の用意をしていたのですがそこには思わぬ伏兵が存在しました。蟬の声です。静かな山の中で記録を、と意気込んで行ったのですが完全にお手上げでした。

今、一ヶ所目星を付けた所がありますので、まずはその場所で実験を開始したいと考えております。

100mの記録を作った時の経験から、150mはまずかたいと考えていますがどんな事になるのでしょうか。

記録への挑戦は楽しいですね。

テスターの 抵抗計を利用した 高感度 RFプローブ

送信機の調整等、高周波電圧のチェックをしたい時、RFプローブは実に便利な測定器になります。

ところが、測定する高周波電圧が極端に低くなると、普通のアナログテスターではメーターが振れなくなってしまうことがあります。と、いって入力抵抗の高いデジタルテスターでは、コイルの調節でピークにセットしたいというような要求には使いにくいものです。

もちろん、FETやオペアンプを使った直流アンプをテスターの前に入れてやれば良いのですが、わざわざアンプを外付けにするのも面倒な話です。

何か良い案はないものなのでしょうか？

RFプローブはテスターの直流電圧計につないで使用します。これは私達の常識です。しかし、この常識が通用しない所でどうしたら良いか考え込んでいるのです。と、いう事は常識的な考え方をいくらやっても駄目だという事です。

テスターにはいろいろなモードがあります。その中に「抵抗計」があります。もちろん抵抗の測定用です。しかしこのモードには抵抗計として以外に便利な使い方があります。

例えばLEDの動作テストです。レンジをX1として、黒いテスター棒をLEDのアノード(+)に、赤い棒をカソード(-)に触るとLEDが点灯します。LEDのリードを切ってしまった時等、実に便利な道具になります。

LEDを点灯させるには電源が必要です。抵抗計にはその電源が入っているのです。そのこと自身は常識です。しかし、「それを利用してアンプを構成しよう」という事にまで発展させれば新しい展望が開けて来ます。

前置きが長くなりました。第1図に高感度RFプローブの回路図を示します。

1SS108はシヨットキダイオードです。

1MΩの抵抗は従来のRFプローブにはついていませんが、検波された入力信号がFETのゲートに入るためインピーダンスが極端に高くなり、この抵抗が無いと一旦電圧を感じたFETがONになりっ放しになる事を防ぐために入れました。

FETは無信号時に電流(IDSS)が流れない3SK114-Oを使いました。2Sk241のような普通のFETを使うと高周波信号が無くてもメーターが振れてしまいます。

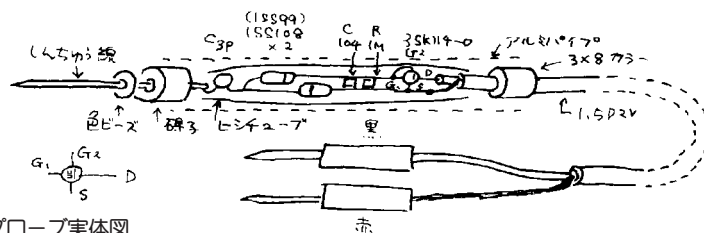
ドレイン回路は直接テスターにつながりますが、テスターの抵抗計は考え用によっては、電源と電流計の組み合わせですからドレイン抵抗はテスターの中でまかっている事になります。

私はこれを従来のRFプローブと同じアルミのパイプに入れるためにチップ部品を使って組み立てました。この配線で一番注意しなければならない事は同軸ケーブル(1.5D2V)の先端につけるテスターチップの配線です。同軸の芯線に赤いチップを付け易いですが、これは間違いで必ず黒いチップを取り付けてください。(テスターの黒いチップには+の電圧がかかっている)

先端の真鍮線のところに普通のRFプローブと間違えないように黄色いビーズを取り付けました。

使い方は、テスターチップをテスターにつなぎ、レンジを抵抗計のX1としてメーターの振れを読みます。

ただし単位はありません。レベルの切り替えによって感度をある程度調整する事が出来ます。



第1図 高感度RFプローブ実体図



JA6HW 角居さん

Small Loop は、私が JA 局として最初に C Q 誌 1994 年 8 月号 P230 の「RF-Analyst RF-1 応用の試み」中に触れ、続いて 10 月号に「6 バンド、スモール・ループの室内実験」として、HF における実験例を発表・紹介した、ユニークなアンテナである。

引き続いて 1995 年 2 月号にはスケールダウンした 430 MHz z Small Loop を使い「諸特性データ」を実験的に検証してエレメント上の高周波電流・電圧分布、指向性と偏波面データを公表した。

その後、色々な実験例が発表されたが、その何れもが「磁界形ループ」「マグネチック・ループ」等と称しているが、これは私が最初に意図し提案したネーミングとは違う！

即ち、最初に理論解析した W5QJR に敬意を表し、彼が使ったネーミングの「スモール・ループ」と呼ぶよう私は提案したが、その後の心無い「筆者達？」に依って歪んで伝えられている。

商品名はともかく、殊更に「磁界形スモール・ループ」とか「MLA」と呼ぶならば、他のアンテナは態々「電界形ループ」とか「電界形ダイポール」とでも呼びますか？ 少し可笑しいと思いませんか？

最近の「技術用語 (Technical Term)」の乱れには、日頃から苦々しく思っています。 だいいち「MAGNETIC LOOP」は、DL2FA の商品名であることを、お忘れなく！

残念なことに「机上で解析？」した例は数多いが「電圧と電流分布」や「指向性」まで踏み込んだ実験例は私の発表以降、未だに出てこない！ 皆さん頑張ってください！ 私のアーカイブから、幾つかのデータを「アルバム」にアップしましたので、ご覧下さい。 特に、強磁界の生体への影響の兆候もあります、ご注意ください。

JH1FCZ 大久保です。

角居さん、失礼しました。 私も MML という名前で旧 FCZ 誌に記事を書いたことがありました。 知らぬこととは言え申し訳ありませんでした。

これからも FB なアンテナの記事を期待しています。 73

と、いうことで FCZ 誌 278 号の記事にある「MML アンテナ」を「スモールループ」と訂正させていただきます。

J E 2 H C J 杉本 芳浩さん

最新号から始まった天文電波の話は大変興味深く拝読しました。 ジャンスキーという単位は映画「コンタクト」で初めて聞いたのですが、そういうことだったのかとえらく感心しておりました。

今月初旬に EME の大家の話を聞く機会があったりしたので、かつて静岡の児童会館天文クラブ員であったころのワクワク感が戻ってきて、流星反射通信についてちょっと勉強するか、なんて思ったところです。

電波の伝播等、高層地球物理は実証的でアマチュア的な気もして本来が技術屋でない私なんかは好きですね。

自分自身が昔から熱中している HF の DX 通信の方も、入門者が激減し心配しています。 私達の世代はトランジスタの恩恵に浴し、マイキットや電子ブロックなどの科学玩具が身近にありました。 さらにラジオも安くてコンパクトでしたから、深夜放送を親に内緒で聞いたりしているうちに北京放送やモスクワ放送が聞こえてきて BCL にも興味を持ちました。

ですから小学生のころに勃発した BCL ブームはむしろ必然でもありました (高性能短波ラジオもお年玉で買える値段になっていた)。

そこで電波科学、電子工学やさらには海外への興味を駆り立てられ、今に至ります。しかし、その後はこうした「経路」がなくなり若年時に自ずと科学的興味を持たせる環境がありません (静岡の児童会館は最近、漸くかたちと場所を変えて復活したようですが)。さらにこのところの世論を見ていると科学的思考はもちろん、国際的感覚も麻痺してきているように感じなりません。

なんとかそういう「経路」へのガイドにならないかと、がらにもなくまずは C Q 誌に「新 DX 通信入門」なる海外通信の超入門記事を連載することになりました。できるだけ読者に体験させることができるような書き方にしたいと努力するつもりです。



明けましておめでとうございます。

明けましておめでとうございます。今年もCirQをよろしくお願いいたします。

暮の31日、20時30分頃家を出て電車で北鎌倉に向かう。目的地は円覚寺。家を出る少し前まで雪が降っていたので円覚寺に着いても先客は1組だけでした。

そのまま待っていても仕方ないので八幡宮の方に向かってぶらぶら歩き出しました。横須賀線の踏み切りのところで一軒の食堂が開いていたのでそこに入って腹ごしらえをした後、再び円覚寺にもどりました。

23時、それまで閉まっていた山門がちょうど開く所でした。中に入ってお参りをして、一番奥の方にある座禅道場まで歩きました。除夜の鐘をつかしてもらうためです。

例年ならかなり後ろの方に並ぶのですが、雪の影響でしょうか私達の前に並んでいたのは6人しか居ませんでした。やがて座禅道場の門が開き、鐘の前に進みました。

除夜の鐘は7,8人の和尚さんが鐘の周りでお経を詠む事から始まります。第1打は和尚さんがつきます。4人1組でつきますから私達は第3打を打つ事になり

ました。過ぎ行く年は天災が色々ありましたが来る年が平安な年になる事を祈りながら鐘をつきました。

空には雲の合間にオリオンとシリシウスが輝き始めていました。今年が良い年になりそうです。

鰯のひらき

明日の天気の良い事を確認してから生協の売店に行き、さしみ用の鰯を腹開きにしてもらいます。それに軽く塩をふり、冷蔵庫で保管します。

次の朝、網戸のはまった窓越しにその鰯を半日ちょっと太陽に当てて乾かします。これで自家製の鰯の干物の出来上がりです。

その味やいかに？これが干物の本物の味かと再確認する事確実です。

グループ風の展覧会

私が所属する絵画グループ「風(ふう)」の第5回展を2月15日(火)から20日(日)まで横浜市石川町2-85 ぎやるりじん 045-641-1777 で開催します。お暇のある方は是非見に来てください。

おわび

電波天文コーナーのタイトルに筆者名の記載漏れ、超再生受信機での思い違い。大変申し訳ありませんでした。バックナンバー上では訂正をおこないました。

表紙の言葉

今年はとり年です。ヘンテナの年です。???ですか？HEN つまり雌鶏でしょう。

今年のフィールドデーまでには21と28MHzのデュアルバンドヘンテナを作ろうと思います。コケコッコーとは雌鶏ですから鳴きませんが飛ばしてみたいですね。

CirQ 007号 2005年1月1日発行 定価 100円 (シェアウェア ただし
発行 有限会社FCZ研究所 編集責任者 大久保 忠 JH1FCZ 高校生以下無料)
228-0004 神奈川県座間市東原4-23-15 TEL.046-255-4232 郵便振替 00270-9-9061