

THE

FANCY CRAZY ZIPPY

昭和幸台也



CONTENTS

原点 多数決
マイクロパワーメータの開発(7)
430 MHz アンテナインピーダンス
メータの製作 (1)
読者通信, 雑記帖

203_B

JUN · 1992

1μWの測定を目指す マイクロ パワーメータ の開発 (7)

この記事を読むに先立ち、本誌 143, 144, 161, 162, 163, 194号をお持ちでしたら参照して下さい。

過去、「1μW迄はかれるマイクロパワーメータをいかにスマートに作るか」というに実験を重ねて来ましたが、いろいろと問題があって、内心から満足できるものがどうしてもできませんでした。

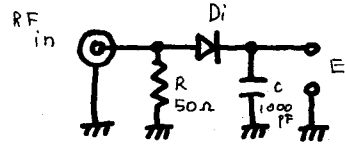
そこで今回は発想を大転換してみることにしました。

ソフト イコライザ

第1図はパワーメータの基本回路です。

この回路にRF電力を加えると、Eの端子に直流の出力が現れます。RF電力が大きければ出力Eは、

$$E_{(P-P)} = \sqrt{2 \times 50 \times W} \dots \dots (1)$$



<第1図> 電力計の基本回路。

となるのですが、測れる電力が100mWを下まわるあたりから計算通りにいかなくなって来ます。

この原因はダイオードの非直線性に由来するものです。現在発売されているダイオードには、この部分が直線であるものはありませんからなんとかしてこの部分を修正してやる必要がありました。(イコライザ)

その回路がいろいろと複雑となり、今迄、マイクロパワーメータが完成しない原因だったのです。

そこで、今回は、回路によって直線化することをやめて、Eの値を実数として読み、ポケットコンピュータを使って直線化する方法を考えてみることにしました。ハードによるイコライザをソフトによるイコライザに変更したという訳です。

RFの検出

まずは「E」の検出回路です。第2図にそれを示します。RFの信号はSG(安定、MG645B)から供給します。そして「E」の値はデジタルマルチメータで読みます。デジタルマルチメータは入力抵抗が非常に高いためこの用途には

多数決

PKO法案がダマシのテクニークで国会を通りました。

参院の委員会TV画像を、いろいろの局で何回も見ましたが、可決した場面はどこにも見あたりません。

社会党の議員の傍間にもまともな答えが、**「あて答えず」と**云っておきながら打ち切り。連合の修正案等、委員会の委員が立ち上がっていはずなのに**「起立小教」**で非決。

あの場面、ぜったいにPKO法案が通ったとは思えません。まさに多数の横暴です。

こんな話はいかがですか？

或る学校のあるクラスでの話です。このクラスの人員構成は男の生徒26人、女の生徒24人でした。



或る日のクラス会で男の生徒の一人が次のような提案をしました。

「ここからは、男の生徒は教室の掃除をやらなくても良いことにしたい」というのです。

教室の中は蜂の巣をつついたような騒ぎとなりました。男の生徒は

全員賛成です。女の生徒は全員反対でした。そして採決ということになりました。もちろん可決でした。

このことを見ていた担任教師が「一寸待った」をかりました。しかし男の生徒達は多数決で「待ったはない」といいはりました。

これと同じことが国会で行なわれたのです。しかも、それは民主主義と多数決という名のもとにです。

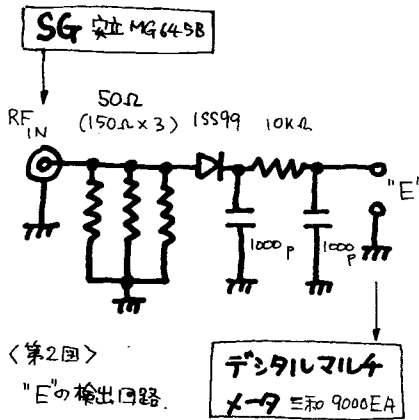
(或るクラスのお話は男から聞いた話です)

最適です。

ダイオードは広い範囲のパワーに対応するには1K60が良いのですが、同じ電力を入力しても周波数が高くなると出力が変化してしまい、広い周波数範囲での使用は不可能です。

そこで入力の許容レベルは下がりますが周波数特性の良いショットキダイオード 1SS99 を使用することにしました。
+10dBm (10mW) あたりから上では不安定な感じですが、0dBm (1mW) 以下では周波数変化も少なく広帯域で使用できそうです。

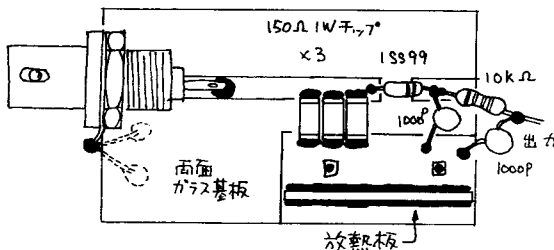
実際の回路は第2図に示すようなものです。



<第2図>
"E"の輸出回路。

ダミーロード部は 51Ω 1W, 100Ω 1W × 2, 150Ω × 3 について 1~1000MHz の間で周波数特性について実測しましたが、どれも、1000MHz あたりで暴れ出し始めるものの特に有意差はありませんでしたので 150Ω × 3 で実験を進めました。

実体図を第3図に示します。



<第3図> 検出回路実体図

裸データ

SGから 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000 MHz の周波数で +17 dBm (50.12 mW) ~ -40 dBm (100 nW = 0.1 μW) までは 1 dB ステップの信号を加え、その検波

<第1表> 1SS99の検波出力はか値 (mV)

入力 (dBm)	1MHz	3MHz	10MHz	30MHz	100MHz	300MHz	1GHz
+17	1929	1921	1914	1932	1994	2137	1643
16	1708	1706	1697	1713	1764	1875	1429
15	1526	1517	1495	1513	1544	1631	1260
14	1354	1342	1339	1331	1371	1451	1125
13	1199	1194	1173	1184	1206	1266	1000
12	1051	1054	1036	1045	1064	1120	889.6
11	934.0	932.7	932.9	925.5	941.7	981.8	797.9
+10	824.5	832.0	823.5	820.5	833.2	867.9	702.2
9	737.2	729.1	727.4	722.7	731.8	765.9	623.0
8	655.2	646.7	645.8	642.0	650.2	678.5	563.4
7	574.8	574.5	562.1	568.2	588.3	640.7	484.8
6	496.5	501.1	493.3	498.6	515.0	555.2	433.0
5	437.9	442.5	429.8	436.0	445.4	476.8	384.0
4	385.7	386.9	381.5	379.2	391.1	419.6	342.9
3	337.3	336.8	329.9	333.6	339.9	361.4	305.8
2	294.1	295.7	287.8	290.6	296.1	315.8	272.0
+1	257.7	257.7	256.2	255.4	258.6	272.8	243.2
0	225.5	224.6	223.0	222.2	225.6	237.6	213.0
-1	195.4	195.6	193.8	192.5	195.0	206.5	187.0
2	171.7	171.4	169.4	168.5	170.5	180.0	166.9
3	147.5	146.9	141.3	142.9	148.5	161.8	130.1
4	128.8	122.8	121.5	122.9	127.3	137.2	113.0
5	108.7	104.8	103.3	105.1	107.5	114.8	97.64
6	95.86	90.00	89.78	89.03	92.11	98.75	85.38
7	79.54	76.90	75.46	76.36	77.90	82.67	73.95
8	66.43	65.54	64.00	64.61	65.92	70.21	64.00
9	55.27	55.74	55.46	55.17	55.87	58.68	55.46
-10	47.43	47.02	46.69	46.44	47.18	49.48	46.70
11	39.82	39.47	39.18	38.76	39.30	41.48	39.57
12	33.57	33.56	33.00	32.70	33.17	34.91	34.06
13	27.82	27.61	27.23	27.51	28.74	31.41	28.21
14	22.66	22.68	22.41	22.66	23.57	25.45	23.64
15	18.73	18.47	18.18	18.52	18.96	20.28	19.49
16	15.28	15.20	15.16	14.95	15.56	16.70	16.22
17	12.38	12.40	12.15	12.28	12.54	13.32	13.40
18	10.15	10.11	9.82	9.92	10.14	10.82	11.02
19	8.32	8.23	8.19	8.13	8.25	8.64	9.13
-20	6.66	6.70	6.61	6.56	6.69	7.01	7.29
21	5.41	6.05	5.34	5.27	5.36	5.65	5.90
22	4.31	4.41	4.34	4.31	4.37	4.61	4.90
23	3.56	3.52	3.30	3.30	3.46	3.78	3.45
24	2.65	2.80	2.64	2.65	2.76	2.98	2.79
25	2.15	2.25	2.09	2.11	2.17	2.32	2.27
26	1.71	1.87	1.71	1.68	1.76	1.89	1.80
27	1.37	1.37	1.37	1.36	1.39	1.49	1.47
28	1.10	1.10	1.08	1.09	1.13	1.20	1.17
29	0.89	0.89	0.91	0.90	0.92	0.95	0.97
-30	0.72	0.72	0.73	0.73	0.75	0.77	0.77
31	0.59	0.59	0.59	0.59	0.61	0.63	0.61
32	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50	0.52	0.53
33	0.40	0.40	0.43	0.41	0.43	0.46	0.43
34	0.32	0.32	0.35	0.34	0.35	0.37	0.36
35	0.26	0.26	0.29	0.28	0.29	0.30	0.28
36	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.24
37	0.18	0.19	0.21	0.20	0.21	0.22	0.22
38	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.17
39	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14
-40	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.12

<第2表> 第1表の補足データ

入力 (dBm)	10MHz	100MHz	200MHz	300MHz	400MHz	500MHz	600MHz	700MHz	800MHz	900MHz	1GHz
+10	823.5	833.2	854.6	867.9	819.3	842.2	859.2	855.1	823.6	921.2	702.2
0	223.0	225.6	231.7	237.6	222.9	234.6	234.6	240.6	235.8	250.1	213.0
-10	46.69	47.18	48.15	49.48	45.92	47.86	48.47	49.90	47.40	51.30	46.70
20	6.61	6.69	6.82	7.01	6.52	6.83	6.90	7.19	6.69	7.08	7.29
30	0.73	0.75	0.76	0.77	0.75	0.78	0.78	0.82	0.75	0.82	0.77
40	0.14	0.14		0.14							0.12

出力をデジタルマルチメータで読んだのが第1表に示すデータです。このデータでは100MHzから1000MHzの間が少し飛びすぎている感じがなのでその中間を埋めるデータを表2に示します。

さて、この表データですが、このままの姿ではいくらじっくり見ても次のステップに迷む糸口がまるっきりつかまません。

電力はdBで表示することが多いですし、このデータもRF入力がdB単位ですから、この実験値をdB換算してみることになりました。

dBの計算は何か基準になる電圧が必要で、しかしこの基準電圧は厳密なものである必要はなく、一旦dB化しておきさえすればその数字に新しく基準とする数値を加減することによって簡単に数字の訂正は可能ですから気象に決定して良いはずで、

そこで、ここでは1,000mV(1V)を0dBとすることになりました。これを第3表に示します。

料理法

この表をじっくりながめてみて下さい。

+15dBmあたりから上の方でデータが多少暴れていることがわかりますか？これは1SS99の逆圧電圧ダイオードがこの電力あたりから上で若干発熱することによって出力電圧が変動するためです。RF信号を加えた直後はデジタル電圧表示の数字がパラパラと変動することでもわかりました。

+10~-30dBmまでは比較的安定していますが、データが非直線的に変化している事がわかります。

<第3表> 第1表の値を1000mV(1V)-0dBに交換する

入力 (dBm)	1MHz	3MHz	10MHz	30MHz	100MHz	300MHz	1GHz
+17	5.706	5.670	5.638	5.720	5.994	6.583	4.312
16	4.649	4.639	4.593	4.675	4.929	5.460	3.100
15	3.671	3.619	3.492	3.596	3.772	4.249	2.007
14	2.632	2.555	2.535	2.483	2.740	3.233	1.023
13	+1.576	+1.540	+1.385	+1.467	+1.626	+2.048	0.000

12	+0.432	+0.456	+0.307	+0.382	+0.538	+0.984	-1.016
11	-0.593	-0.605	-0.603	-0.635	-0.521	-0.159	-1.961
+10	-1.676	-1.597	-1.686	-1.718	-1.585	-1.230	-3.070
9	2.648	2.744	2.764	2.820	2.712	2.316	4.110
8	3.672	3.785	3.798	3.849	3.739	3.368	4.983
7	4.809	4.814	5.003	4.909	4.608	3.866	6.288
6	6.081	6.001	6.137	6.044	5.763	5.111	7.270
5	7.172	7.081	7.334	7.210	7.024	6.433	8.313
4	8.275	8.248	8.370	8.422	8.154	7.543	9.296
3	9.439	9.452	9.632	9.535	9.372	8.840	10.292
2	10.630	10.580	10.818	10.734	10.571	10.011	11.308
+1	11.777	11.777	11.828	11.855	11.747	11.283	12.280
0	-12.937	-12.971	-13.033	-13.065	-12.933	-12.933	-13.432
-1	14.181	14.172	14.252	14.311	14.199	13.701	14.563
2	15.304	15.319	15.421	15.468	15.365	17.894	15.550
3	16.624	16.659	16.997	16.899	16.565	15.820	17.714
4	17.801	18.216	18.308	18.208	17.903	17.252	18.938
5	19.275	19.592	19.717	19.567	19.371	18.801	20.207
6	20.367	20.915	20.936	21.009	20.713	20.109	21.372
7	21.988	22.281	22.445	22.342	22.169	21.653	22.621
8	23.552	23.669	23.876	23.794	23.619	23.072	23.876
9	25.150	25.076	25.120	25.165	25.056	24.630	25.120
-10	-26.478	-26.554	-26.615	-26.662	-26.524	-26.111	-26.613
11	27.997	28.074	28.138	28.232	28.112	27.643	28.052
12	29.480	29.483	29.629	29.709	29.585	29.141	29.355
13	31.112	31.178	31.299	31.210	30.830	30.058	30.991
14	32.894	32.887	32.991	32.894	32.552	31.886	32.527
15	34.549	34.670	34.808	34.647	34.443	33.858	34.203
16	36.317	36.363	36.386	36.507	36.159	35.545	35.798
17	38.145	38.131	38.308	38.216	38.034	37.509	37.457
18	39.870	39.904	40.157	40.069	39.879	39.315	39.156
19	41.597	41.692	41.734	41.798	41.670	41.269	40.790
-20	-43.530	-43.478	-43.595	-43.661	-43.491	-43.085	-42.745
21	45.336	44.364	45.449	45.563	45.416	44.959	44.582
22	47.310	47.111	47.250	47.310	47.190	46.725	46.196
23	48.971	49.069	49.629	49.629	49.218	48.450	49.243
24	51.535	51.056	51.567	51.535	51.181	50.515	51.087
25	53.351	52.956	53.597	53.514	53.270	52.690	52.879
26	55.340	54.563	55.340	55.493	55.089	54.470	54.894
27	57.265	57.265	57.265	57.329	57.139	56.536	56.653
28	59.172	59.172	59.331	59.251	58.938	58.416	58.636
29	61.012	61.12	60.819	60.915	60.724	60.445	60.264
-30	-62.853	-62.853	-62.733	-62.733	-62.498	-62.270	-62.270
31	64.582	64.582	64.582	64.582	64.293	64.013	64.293
32	66.375	66.375	66.196	66.196	66.020	65.679	65.514
33	67.958	67.958	67.330	67.744	67.330	66.744	67.330
34	69.897	69.897	69.118	69.370	69.118	68.635	68.873
35	71.700	71.700	71.752	71.056	71.752	70.457	71.056
36	73.151	72.765	72.395	72.395	72.041	71.700	72.395
37	74.894	74.424	73.555	73.979	73.555	73.151	73.151
38	75.917	75.917	75.391	75.391	74.894	74.424	75.391
39	77.077	77.077	76.478	76.478	75.917	76.478	77.077
-40	-78.416	-78.416	-77.077	-77.077	-77.077	-77.077	-78.416

-30~-40dBmでは、+10~-30dBmのときとくらべて、数値がかなり圧縮されている感じです。本来、ダイオードの特性は、入力さがれば下がるとその出力降下率は下がるとはせずに、その低下が抑制されているのです。

もう少し詳しく観察してみましょう。

表3の0dBm以下のものについて次の計算を試してみよう。

$$y = (x - 13) \cdot 0.885 \quad \text{--- (2)}$$

y = 補正したdB値
x = 測定値(dB換算)

この式で0.885という指数については後に述べます。xから13を引くのは0dBmの値を基準(0dB)とするためです。その結果は表4に示すようになります。

<第4表> 0.885 乗してみる

入力 (dBm)	1MHz	100MHz
0	E	E
-1	-1.16	差 -1.16
-10	-9.99	-10.02
20	-20.61	-20.58
30	-31.80	-31.60
40	-40.45	-39.71

10.62, 11.02, 8.65, 8.11 (差)

0dBmの数値が"E"となっているのはxの値から13を引いたカッコの中が(-)になってしまったためです。

この辺のことはあとで考えることにしましょう。

この数字を10dB毎の差を計算してみると-30dB以下のデータが圧縮されていることが良くわかりますね。

圧縮の原因

-30~-40dBmのデータが圧縮されている原因について考えてみましょう。

SGからの入力を止めてみました。DC出力は0Vになるはずなのに0.05mVを示していました。

この原因は多分、配線のバラック等によるものと思われそうですが、本格的な追求は後にまわして、ここでは表1の数値から一様に0.05mVを差引いてみることにしました。

-30dBm以下の1MHz, 100MHzの測定値から0.05mVを引き、1000mVを0dBとしてdB換算をすると表5表のようになります。

この数字を使って先ほどの計算を試みると、-40dBmの場合、1MHz -43.00, 100MHz -41.81dBと

<第5表> 測定値から0.05mVを引きdB換算する(-30dBm以上に付いても若干変更がありますがここでは省略します)

入力 (dBm)	1MHz		100MHz	
	1MHz	100MHz	1MHz	100MHz
-30	63.479	63.098	-36	75.391
31	65.352	65.036	37	77.721
32	67.330	66.953	38	79.172
33	69.119	68.404	39	80.915
34	71.372	70.458	40	83.098
35	73.556	72.396		

かなり直線性が改善されました。

ここでは+10~0dBmの場合はどうでしょう。上記と同じように、+10dBmの値を0dBとして、指数0.885で計算してみました。

その結果は表6表に示すようにyの値がかなり圧縮されてしまいました。

<第6表> 指数を換えて見る

指数	0.885		0.951	
	1MHz	100MHz	1MHz	100MHz
+10	9.90	E	9.91	E
+9	8.96	8.90	8.96	8.89
0	1.43	1.43	-0.06	-0.06

ここでは...と指数を0.951とすることによって、まずまずの値を得ることが出来ました。

+10dBmを基準として、指数0.951で-40dBm迄計算してみたのですが、表7表に示すようにやっぱり駄目でした。

<第7表> 指数0.951で補正してみる

入力	+10	0	-10	-20	-30	-40
補正值	+9.91	0.01	-11.25	-24.92	-40.06	-52.10

プログラム

以上の結果から補正のための演算は、0dBmを境にして演算式を2つ用意した方が良さそうです。

ところで、上記の計算に用いた指数0.885とか0.951という数字はどこから出て来たのでしょうか?

まず、表3表から、-10dBmの約-26.5dBと0dBmの約-13.0dBの差の13.5の対数である1.13033の逆

数である 0.88469 という数字なのです。

<第10表> 第3表の値を数式を使って補正する

この0.885という数は、0dBmから-10dBmの間の補正用数字としてはまず問題ないですが、-20, -30, -40dBmと0dBmからの距離が増えるにしたがって誤差も現れて来ます。

そこで、-20, -30, -40dBmに於いて最も適している指数を計算してみました。その結果を表8表に示します。

<第8表> +10dBm, 0dBm を基準とする補正用指数

入力 (dBm)	実測 (dBv)	+10dB 基準	指数	0dB 基準	指数
+10	-1.7	0.0	-	+11.3	-
0	-13.0	-11.3	0.951	0.0	-
-10	-26.5	-24.3	0.933	-13.5	0.885
20	-43.6	-41.9	0.911	-30.6	0.876
30	-62.7	-61.0	0.898	-49.7	0.871
40	-81.9	-80.2	0.829	-68.9	0.870

この表で、最適指数は入力の大小によって異なっていることがわかって来ます。

0~-30dBm の間については、いろいろ考えた結果、0dBm の値を0dBとした数値(例: -30dBm 1MHz の場合、第3表から63.479を得、これから13(0dBm の値)を引いた50.479)をCとし、求める指数をDとすると、

$$D = 0.871 + ((50 - C) / 3300) \dots (3)$$

という式を使って各測定値に対する最適指数を自動的に算出することができました。

また、+10~0dBmについては指数0.951で算出することができました。

-30~-40dBmについては第9表に示すように、0.871では少数点以下の4捨5入をやった筈が1以上ちがってしまう数字(±0.5dB以上の誤差を持つもの)がかなりありま

入力 (dBm)	1MHz	3MHz	10MHz	30MHz	100MHz	300MHz	1GHz	
+10	+9.9	OVER	+9.9	+9.8	OVER	OVER	+8.5	
9	8.9	+8.8	8.8	8.7	+8.8	+9.2	<u>7.5</u>	
8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	8.2	<u>6.8</u>	
7	6.9	6.9	6.7	6.8	7.1	<u>7.8</u>	<u>5.6</u>	
6	5.8	5.9	5.7	5.8	6.1	<u>6.6</u>	<u>4.7</u>	
5	4.8	4.9	4.7	4.8	5.1	<u>5.5</u>	<u>3.8</u>	
4	3.9	3.9	3.8	3.7	4.0	<u>4.5</u>	<u>3.0</u>	
3	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	3.4	<u>2.1</u>	
2	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	2.4	<u>1.3</u>	
+1	+0.9	+0.9	+0.8	+0.8	+0.9	+1.3	<u>+0.4</u>	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.3	-0.4	
-1	-1.1	-1.1	-1.2	-1.2	-1.1	-0.7	-1.4	
2	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	1.7	2.2	
3	3.1	3.1	3.4	3.3	3.0	2.5	3.9	
4	4.0	4.3	4.3	4.3	4.0	3.6	<u>4.8</u>	
5	5.0	5.3	5.3	5.2	5.1	4.7	<u>5.7</u>	
6	5.8	6.2	6.2	6.2	6.0	5.6	<u>6.5</u>	
7	6.9	7.1	7.2	7.2	7.0	6.7	7.3	
8	8.0	8.0	8.2	8.1	8.0	7.6	8.2	
9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.7	9.0	
-10	-9.9	-9.9	-10.0	-10.0	-9.9	-9.6	-10.0	
11	<u>10.8</u>	<u>10.9</u>	<u>10.9</u>	<u>11.0</u>	<u>10.9</u>	<u>10.6</u>	<u>10.9</u>	
12	<u>11.8</u>	<u>11.8</u>	<u>11.9</u>	<u>11.9</u>	<u>11.8</u>	<u>11.6</u>	<u>11.7</u>	
13	<u>12.8</u>	<u>12.8</u>	<u>12.9</u>	<u>12.8</u>	<u>12.6</u>	<u>12.1</u>	<u>12.7</u>	
14	<u>13.9</u>	<u>13.9</u>	<u>13.9</u>	<u>13.9</u>	<u>13.7</u>	<u>13.3</u>	<u>13.6</u>	
15	<u>15.0</u>	<u>14.9</u>	<u>15.0</u>	<u>14.9</u>	<u>14.8</u>	<u>14.4</u>	<u>14.7</u>	
16	<u>15.9</u>	<u>15.9</u>	<u>15.9</u>	<u>16.0</u>	<u>15.8</u>	<u>15.4</u>	<u>15.6</u>	
17	<u>17.0</u>	<u>17.0</u>	<u>17.1</u>	<u>17.0</u>	<u>16.9</u>	<u>16.6</u>	<u>16.6</u>	
18	<u>18.0</u>	<u>18.0</u>	<u>18.1</u>	<u>18.1</u>	<u>18.0</u>	<u>17.6</u>	<u>17.5</u>	
19	<u>18.9</u>	<u>19.0</u>	<u>19.0</u>	<u>19.1</u>	<u>19.0</u>	<u>18.8</u>	<u>18.5</u>	
-20	-20.0	-20.0	-20.1	-20.1	-20.0	-19.8	-19.6	
21	21.0	20.5	21.1	21.2	21.1	20.8	20.6	
22	22.1	22.0	22.1	22.1	22.1	21.8	21.5	
23	23.0	23.1	23.4	23.4	23.2	22.7	23.2	
24	24.4	24.1	24.4	24.4	24.2	23.9	24.2	
25	25.4	25.2	<u>25.5</u>	<u>25.5</u>	25.3	25.0	25.1	
26	26.4	26.0	26.4	<u>26.5</u>	26.3	26.0	26.2	
27	27.4	27.4	27.4	<u>27.5</u>	27.4	27.1	27.1	
28	28.4	28.4	<u>28.5</u>	<u>28.5</u>	28.3	28.0	28.2	
29	29.4	29.4	29.3	29.4	29.3	29.1	29.0	
-30	-30.3	-30.3	-30.2	-30.2	-30.1	-30.1	-30.1	
31	31.2	31.2	31.2	31.2	31.1	30.9	31.1	
32	32.3	32.3	32.2	32.2	32.1	31.9	31.8	
33	33.2	33.2	32.8	32.8	33.1	32.8	32.5	32.8
34	34.4	34.4	33.9	34.0	33.9	33.6	33.7	
35	<u>35.5</u>	<u>35.5</u>	34.9	35.1	34.9	34.7	35.1	
36	36.4	36.2	35.9	35.9	35.7	35.5	35.9	
37	37.6	37.3	36.7	37.0	36.7	<u>36.4</u>	<u>36.4</u>	
38	38.3	38.3	37.9	37.9	37.6	<u>37.3</u>	37.9	
39	39.2	39.2	38.7	38.7	<u>38.3</u>	<u>38.7</u>	39.2	
-40	-40.3	-40.3	<u>-39.2</u>	<u>-39.2</u>	<u>-39.2</u>	<u>-39.2</u>	-40.3	

<第9表> -30dBm以下の補正用指数の変更

指数	0.871	0.870	0.869	1MHz	3MHz	10MHz	30MHz	100MHz	300MHz	1GHz
-30	-30.4	-30.3	-30.1	-30.1	-30.1	-30.1	-30.0	-30.1	-30.1	-
31	31.4	31.2	31.1	31.1	31.1	31.0	30.8	31.0	31.0	-
32	32.4	32.3	32.1	32.1	32.0	32.0	31.9	31.7	31.6	-
33	33.3	33.2	33.1	33.1	32.7	32.9	32.7	32.8	32.7	-
34	<u>34.5</u>	34.4	34.2	34.2	33.7	33.9	33.7	33.5	33.6	-
35	<u>35.6</u>	<u>35.5</u>	35.3	35.3	34.7	34.9	34.7	34.6	34.9	-
36	<u>36.6</u>	36.4	36.3	36.0	35.8	35.8	35.5	<u>35.3</u>	35.8	-
37	<u>37.7</u>	<u>37.6</u>	37.4	37.1	36.5	36.8	36.5	<u>36.3</u>	<u>36.3</u>	-
38	<u>38.8</u>	38.3	38.2	38.2	37.8	37.8	<u>37.4</u>	<u>37.1</u>	37.8	-
39	39.4	39.2	39.0	39.0	38.6	38.6	<u>38.2</u>	<u>38.6</u>	39.0	-
-40	<u>40.5</u>	-40.3	-40.1	-40.1	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	-40.1	-

した。(アンダーラインの引いてある数字)

そこで 0.870 で計算し始めたのですが、まだまだ一寸大きすぎるような気がしたので、0.869 で計算してみました。その結果、周波数の高い方で誤差が出てくることがわかり、再び 0.870 としました。その結果は表 10 に示すようになります。結果となりました。

今後の問題

ISS99 を使った電力検出器とポケットコンピュータを組み合わせると +10dBm (10mW) から -40dBm (100nW = 0.1μW) までの測定が少なくとも ±1dB の精度で測定できることがわかりました。(PROGRAM-1)

今迄、何年かハードウェアによるイコライザの製作に苦勞して来たのがウソのようです。

しかし、今回の実験ですべてが解決した訳ではありません。今後の問題点などについて少し考えてみることにしましょう。

周波数 今回の実験では 1~800MHz あたり迄は実用化できそうです。しかし、できれば 1200MHz の測定もやりたいですね。その場合、ダミーロード、検出器の周波数特性を改善するという理論と、ソフトウェアで周波数補正をする妥協論の二つが存在します。できるだけ理論を通

したいのですが、どこ迄理想を追求できるかが鍵となります。

+10dBm 以上 +10dBm 以上の測定は ISS99 では無理です。(発熱してしまいます)

+10dBm 以上の測定には別のダイオードを使うのが良いでしょう。ISS99 が使えるのではないかと考えています。

この場合、入力コネクタを 1 つにして内部で切替えるという方法も考えられますが、切替 SW の損失が周波数によって変化することも考えられるので、入力端子は +10dBm 以上と、以下の 2 つを設けた方が良さそうです。

A/D とコンピュータの一体化 検出した電圧をデジタルマルチメータ(デジタルテスタ、デジタル)ではかってから手打ちでコンピュータに入力する方法はあまりスマートな方法ではありません。検出器から増幅器を通して自動的にコンピュータに入力できればよいのですが……。

測入出スではどうでしょう。

測入出スの A/D は 8 ビットです。8 ビットのデータで 1dB 以内の測定をしようとするときレンジの測定範囲は、15~255 の約 17 倍ということですから、4~5 レンジのアンプが必要となります。更にそれを自動的に切り換

第 2 表のの値を最終的に補正する	入力 (dBm)	10MHz	100MHz	200MHz	300MHz	400MHz	500MHz	600MHz	700MHz	800MHz	900MHz	1GHz
+10	+9.9	OVER	OVER	OVER	+9.8	OVER	OVER	OVER	OVER	+9.9	OVER	+8.5
		(10.0)	(10.3)	(10.4)	(10.1)	(10.3)	(10.0)				(10.8)	
0	0.0	0.0	+0.1	+0.3	0.0	+0.2	+0.2	+0.4	+0.2	+0.6	-0.4	
-10	-10.0	-9.9	-9.8	-9.6	-10.1	-9.8	-9.8	-9.6	-9.9	-9.4	-10.0	
20	20.1	20.0	19.9	19.8	20.1	19.9	19.9	19.7	20.0	19.7	19.6	
30	30.2	30.2	30.1	30.1	30.1	30.0	30.0	29.8	30.1	29.8	30.1	
40	39.2	39.2										40.3

<PROGRAM 1> ISS99 の検波出力を dBm 表示にする演算プログラム

5000:"PH" INPUT "DC mV ";A:A=A-0.05	(ISS99 の出力を mV 単位で入力)
5010:B=20* LOG (1000/A)	(1000mV=0dB の計算) (+ を便宜上反転させてある)
5015:IF B<1.6 THEN PRINT "OVER LEVEL":GOTO 5000	(オーバーレベルの設定)
5020:C=B-13	(0dBm の設定)
5025:IF C<0 GOTO 5060	(0dBm 以上は 5060 へ)
5030:D=0.871+((50-C)/3300)	(0 ~ -30dBm の計算)
5040:IF C>50 LET D=0.870:E=C D	(-30dBm 以下の計算)
5045:E=-E	(+ の転換)
5050:PRINT USING "###.#";E:GOTO 5000	(プリントアウト)
5060:C=B-1.6:E=10-(C 0.951):GOTO 5050	(0dBm 以上の計算)

えようとするトリレー制御等、仲間めんどうな問題も起きて来ようです。しかも、増幅率の最高は4000倍位必要ですから2段アンプになるでしょうから、これらのレンジ間の程差をどう処理するかという問題も新たに生じて来ます。

しかし、+10dBm ~ -10dBm の測定に的を絞ってしまえば、3.0倍の増幅器1台でこなしてしまうことが可能です。そして10mW以上はATT、(0.0mW以下はアンプを付けること)によって測定は可能です。

このアイデアはアンテナ測定用の電界強度計としてもかなり有望なものです。

RFミリバルへの発展 パワーメータの場合は50Ωのダミーロードで終端しますが、RFミリバルの場合はRFプローブを使って、オープンのまま測定することになります。その場合はインピーダンスが高いので、考えられないような問題が多発するかも知れませんが、キットでRFミリバルが出来るとなれば、それはまた面白いことです。

何か一つの事について徹底的に調べてみると、いろいろとバリエーションについてアイデアが湧いてくるものです。

ハードウェア 次号でハードウェアについて考えてみます。

附録として1K60による検波出力を表12に示します。

注 意

(1) このデータの適応は、あくまでも、本記事と同じ部品、構成の検出部を使ったときのみ有効です。

特に、ダイオードの名称、ダミーロードについては気を付けて下さい。

(2) 電圧の測定は必ずデジタルマルチメータ(デジタル、デジタルテスト)を使用して下さい。理由は入力抵抗が非常に高いためです。有効数字も沢山とれます。

<第12表1> 1K60の検波出力

入力 (dBm)	10MHz	50MHz	200MHz	400MHz	800MHz
+10	+11.15	+10.89	+10.78	+9.94	+9.71
0	0.00	-0.31	-0.53	-1.50	-2.07
-10	-13.24	-13.65	-14.16	-15.52	-16.98
20	-29.57	-30.09	-30.79	-32.23	-34.09
30	-45.38	-45.79	-46.22	-47.07	-47.93
40	-51.95	-52.09	-52.24	-52.39	-52.54

手づくり QRP 送信機と FOX センサー

ミキサー方式でない送信機(TX)を作ったとき、安定度の点から、受信中もVFOを動かしておくのが善策です。この欠点を、受信中自分のVFOからのモレ電波がビートになることが再び補助のタネでした。そんなとき、RIT回路を活用し送信時と受信時で共振周波数をかえてもらうので、オールのOKと成ります。

ピコにキットがないとガッカリされた方に、目下ピコの再生産は21.7.50MHzの完成品のみです。自作ファンには申し訳ありません。しかし考えがえてトランジスタユニットを12脚のケースに入れ直したり如何にしよう世界一の新しいトランジスタにやると思っています。ピコ再生産の命の入手も早やめに。

これは FOX センサーについての便宜化です。

Q1 FRX-2001 に 外部アンプがなくてもOKです。

A1 モーテル FOX アンテナ。ケースの下部に付いている端子は BNC-R ヒトケルスイッチ 2回線用です。

Q2 モーターは照明と外部アンプに12Vの4キ球をモーターの底面に貼り付けます。DXタイプはこの場所にLEDが着くので、両サイドで照らす。しかし、左側はムダだからスイッチを付けるようにしよう。

Q3 1.5DIN 0.8D 同軸

Q4 12Vの4キ球をモーターの底面に貼り付けます。

Q5 DXタイプは この場所にLEDが着くので、両サイドで照らす。しかし、左側はムダだからスイッチを付けるようにしよう。

Q6 12Vの4キ球をモーターの底面に貼り付けます。

Q7 DXタイプは この場所にLEDが着くので、両サイドで照らす。しかし、左側はムダだからスイッチを付けるようにしよう。

Q8 1.5DIN 0.8D 同軸

Q9 12Vの4キ球をモーターの底面に貼り付けます。

Q10 DXタイプは この場所にLEDが着くので、両サイドで照らす。しかし、左側はムダだからスイッチを付けるようにしよう。

Q11 1.5DIN 0.8D 同軸

Q12 12Vの4キ球をモーターの底面に貼り付けます。

Q13 DXタイプは この場所にLEDが着くので、両サイドで照らす。しかし、左側はムダだからスイッチを付けるようにしよう。

Mizuho

三木通信株式会社

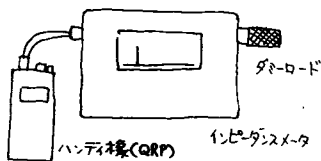
194 東京都町田市高ヶ坂1635
☎0427-23-1049

430 MHz アンテナ インピーダンスメータ の製作 (1)

プロローグ

430 MHz のインピーダンスメータの要望はかなり以前からありました。しかし、430 MHz ともなると、インピーダンスと Γ に云ってまほんのちよとしたことぞリアクタンス分が発生してしまい (X_C は 1 PF で 370 Ω) 50 Ω のダミーロード製作のめかなり苦労してしまうのが現実です。

そこで、430 MHz のインピーダンスメータを自作し、そしてそれを使う上でどうしても対面しなくてはならない問題点について今月はお話しようと思います。



R	指示
50	→ 50
75	→ 68
33	→ 56
0	→ 36 ?

第1回は、今度にあなたの作った 430 MHz のインピーダンスメータだとします。

これに 50 Ω のダミーロードをつないでインピーダンスを計ったとします。結果は「50 Ω 」と出ました。これでまずひと安心です。

今度は 75 Ω のダミーロードをつけてみましょう。結果は 68 Ω 位の表示です。「やっぱり少し誤差が出たかなア？」なんて思うことでしょう。

そして 33 Ω のダミーロードをつけてみます。「エッ! 56 Ω ?」「おかしいな! ?」

この段階であなたは、その理由を何と考えますか?

それでは実験を更に進めましょう。

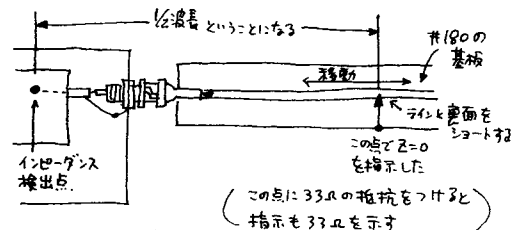
インピーダンスメータの測定端子をショートしてみてください。測定結果は 0 Ω になるはずですが、しかし、メータの針は 30 Ω あたりを示しているのです。

「そんなバカな」「やっぱり 430 MHz のインピーダン

ス計はむずかしいや」と、せつかく作ったインピーダンスメータをジャンク箱にほうり投げますか?

ちよと待って下さい。このインピーダンスメータにプロリソナ (寺子屋シリーズ 180) を取り付けて下さい。そして、マイクロストリップラインと裏側のアース面との間を銅線でショートさせながらライン上を移動させてみてください。どこかでインピーダンスの指示がゼロになる場所があるはずですよ。

そうですね。その位置がインピーダンスメータとしてインピーダンスを検出する点から Γ 度 $\lambda/2$ 波長離れた位置なのです。インピーダンスの検出部から $\lambda/4$ 波長は離れた位置にコネクタがあったとすると、このコネクタの所で回路をショートすればインピーダンスは ∞ になってしまうことに気がつきましたか?



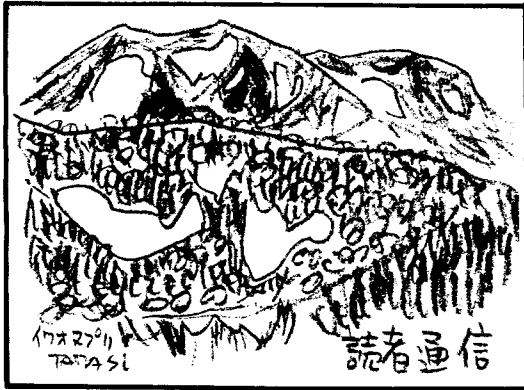
この、インピーダンスの検出点から $\lambda/2$ 波長離れた点に 33 Ω のダミーロードをつけるとメータの指示はちゃんど 33 Ω を示します。もちろん 50 Ω のダミーロードでも 50 Ω を示します。

インピーダンスを正確にはかるには、この例のようにインピーダンスの検出点より正確に $\lambda/2$ 波長の整数倍の位置 (といっても同軸ケーブルのロスが検出されるようだとそれも誤差となるので出来るだけ短かっ方が良い) に測定対象物を置くようにしなければなりません。

HF 帯のように波長が長いときはこんなことに気がつかう必要はなかったのですが、430 MHz と云えば波長は約 70 cm。これを同軸ケーブルにのせたときの $\lambda/4$ 波長は同軸ケーブルの短縮率を 67% とすると 11.7 cm になってしまいます。したがつて「ケーブルのどの位置でインピーダンスをはかるか?」ということが大問題となってくるのです。

430 MHz のインピーダンスメータを自作することはむずかしいことです。しかし、只むずかしいというだけでなく、今お話したようなことがあるのだ」ということを正しく理解しておかないと本当にわからなくなってしまいます。

次号からの製作編をお楽しみ下さい。



* JR7CLS 坂本俊樹さん the QRP NEWS「掲載中止」……残念です。振り返って見れば QRP CLUBメンバーとして何をやってきたのかな、と思って居ます。やってきたのはJARL主催のコンテストのクラブ欄に、QRP クラブと書いてきました。#328 JG4VGN 局とLSで(50MHz)で「ガンバワウネ」といつてきました。いろいろ、A3 1X も作りました。しかし会則に付いては見ましたが意見を「いいとも、悪いとも」ノーコメントでした。そして「掲載中止」……ちよいとムズカシク考え過ぎたと自分でも思っています。QRP 好きが集まってCLUB作って、まぜてもらって、いろんな人がいて…、自由にペンをとって…、これがQRP のページだったのでは…と思っています。コウカイ、アトニタタズ…

さて、私はFCZ 201 号、JL1DL吉沢さんのカクヘンテナを製作中です。この位の大きさを探していました。9φアルミを16φで、13φ塩ビチーズにくわえさせるとガッチリしますが重くなるため迷っています。どうしようかと、8φと16φが4本づつあそんでいま〜す。(QRP#324)

* JR3ELR 吉本信之さん JARLより今年のハムフェア案内がとどきました。ここ数年、傾斜家賃のように基本参加料金が25kWになりました。出展者証が3枚含まれた値段とは言え極端な上昇幅です。出展者証代を差し引き昨年の値段の9400円と比較したら何と234%になってしまいました。

これでは非販売系のクラブが参加していくのは無理かと考えます。費用負担の考え方は分からないでもありませんが、資金的に相当ゆとりを持つ団体しか参加できなくなれば、学生層の参加を拒むことになりアマチュア無線家の老齢化が止まらなくなってしまうと憂慮します。(QRP#033)

* JA0SSS 遠藤武門さん The F.C.L. 毎号ありがとうございます。202 号の「ARDF受信システム(3)」中のセラミックフィルタの特性を興味深く読みました。市販のセラミックフィルタのほとんどはその帯域内特性はメーカーの代表特性として発表されている図からはほど遠い物で、帯域内リップルや左右の傾斜特性の違いなど、SSB トランシーバにも多くSSB 用の物が使われますが、どうかと思われるよう

な特性でも平気で使用されています。帯域内リップルについてはマッチングトランスを入出力にいれることでかなり改善されます。今回の 07S450 はこの目的にピッタリで過去の455 のIF では適当な物がありませんでした。近日注文したいと思います。ところでメーカーのトランシーバでは単に抵抗でターミネートしただけで済ませているケースが多く気になっています。SSB 用に限らずAM, FM 用でも同じことと考えます。退試を期待します。

* JP2BFD 勝又良彦さん 「こちらは JP2BFD 裾野市常設場所より今日は晴天なり、ただいまアンテナの調整中」430MHzでこんな声が聞こえたら、それは私のアンテナの試験中であります……。

FCZ 研究所始まって以来のトンチンカンなるものが現れたとFCZ 氏は思っていることだろう、いやはやそのとおりなのであります。ちなみに我々XYLは「私がこの世に生を受けてひどいミスをおかしたのはあなたを亭主に選んだことです。」とぼやきますから私のトンチンカンに付きましては相当定評のあることの様です。

前置きはこの位に致しまして、この度FOX チェイサーを購入し製作致しました。結果から申し上げます。失敗しました。「製作加工技術1級の壁はベルリンの壁よりも越えがたし」を観念しFCZ 研究所に電話をしたのである。氏は優しい言葉で対応してくれたのであるが、「無線を無銭」と考える愚かなこのBFD にとってはせつかくの神様のように優しい教えも理解できなかったのである。

お天気のよい5月の戸外で日だまりにいたりうつつらと汗ばむ程こちよい、うつらうつらと昼寝をした後、気を取り直してFOX チェイサーを取り出し基板を見てみると何やらキラッと光るものがあるではないか。レンズを持ってきてこの光るものを観察すると、見えます見えます！なんと驚き！配線に使った切れ端の銅線がプリント配線を跨いで隣同志をくっつけていたのであった。

視力1.5 以下に下がったことなどなく、医者からも「素晴らしい目の持ち主です。」と御墨付きを頂いた小生の目がどういふ訳か基板の銅線を見逃していたのであった。

原因ここにあり老眼鏡を持ってXYL がニコニコしながら差し出した眼鏡を掛けると、新たな世界が広がったのである。むろん老眼を強制的に意義付けられたのはいうまでもない。

年齢に関係なく小生の先をいく諸先輩の方々はこのような失敗はない事と思うのだが、小生より後から始められる方々、特に老眼適齢期の方々に置かれましては周囲の視線にとらわれることなく！！心のΩを取り去って！！細かい配線上の注意はFCZ研究所の注意書きにある通り虫眼鏡の活用を心掛けて見て下さい。FCZ研究所の説明では10倍位がよろしいでしょうとのことでした。

そこで再び「こちらはJP2BFDただいまアンテナの調整中」……。



雑記帖

＊北海道 新緑の北海道を2泊3日で遊んで来ました。ルートは 羽田-千歳-支笏湖-洞爺湖(泊)-ニセコ-神恵内-東積丹-神威岬(泊)-積丹岬-余市-小樽-札幌-千歳-羽田です。道内はレンタカー、三菱ミラージュを借りました。

千歳でレンタカーをかりて走り出すと、すぐに「北海道」まだ芽をかいいたばかりの新緑の中を道は気持ちよく続いています。この新緑の道のオーナーになったような気分ぞつたりしたドライブで支笏湖につききました。

支笏湖は大きな湖で、まわりの山々には所々に残雪が光っていました。私達はその支笏湖の北側を大回りに一周する道をとったのですが、あと1/4周位のところで、それまで立派な舗装で黄色いセンターラインまで引いてあった道が突然ダートとなり、ゲートがあって「大型車通行禁止」の標識にぶつかり「エッ？」とウターンをして案内板のあるところまで戻ったのですが「まちがいなし！」。幸にしてゲートの向う側から乗用車が現れたので又し振りのダートに突入しました。それまで薄日の出ていた空が、このダートに入った時から一気に暗くなり、大粒の雨が降り出しました。

ミラージュはフルタイム4WDでしたが、ダートにはあまり強い車とは云えず、音乗っていたスズキプロンテを思い出しました。

国道276号線に出ると雨はやみ、美瑛峠を過ぎた所のフォーレスト276で北海道ラーメンという豪快なラーメンを食べました。山道をくねくねと登っていくうち、昭和新山が見えて来ました。一旦、宿に荷物を置き、昭和新山と有珠山を見に行きました。片や、火のまんまにモコモコと盛り上って、今も蒸気を出している山、片や1977年に大噴火した有珠山(FCC誌29号雑記帖にカットあり)でこれを蒸気を上げている山。実にダイナミックな眺めでした。

その夜のこと、テレビでタイガースの試合を見て、さあぼつぼつ寝ようかというとき、湖で花火が上がりました。

水中花火も上がりました。かれこれ30分近い、それも全然予期しない花火でした。(6月からは毎日打ち上げるそうですがその日はまだ5月のおしまいの頃だったのです)。(この晩の花火はホテルのサービスだったようです)

次の日はニセコへ泊ろうかとも思ったのですが、何しろ道路が空いているのでお昼にはニセコについてしまい、イワオヌプリを少し登ったのですが、上部はズブズブの雪だということで大沼へのハイキングはあきらめました。

それでは積丹の神恵内まで行こうということだったのでいた所は旅の本の説明とは少し異なり、どうやらキャンプ場で、自炊ならOKということでしたが、それもめんどろと、トーマル峠を越えて古平に出、東積丹の突先の神威岬まで行くことにしました。

宿はエースホテルを兼業している所で、2人分の宿泊料8,800円を前払い。夕食後、夕日を見に行ったのですがあいにくの曇り空で見ることができませんでした。町のスーパー兼みやげ物店で買った「ツブ」と「タコの足」のくんせいはコストパフォーマンス最高でした。

3日目は積丹岬へ行きました。頭がつかえそうな小さなトンネルを歩いて抜けると、入江になった海が崖の方まで遠くまで見え、一つの岩に海猫がニャーニャーというかギャーギャーというか大さわぎしていました。

あまりの美しさに、がけに出来た折れ曲り道を海岸まで降りてみると、漁師さん達が根ワケメをとっていました。昔使った番屋もそのまま残っており、昔と今が混然としていました。この静かな海岸(海猫はやまじい)も8月になるとキャンプのテント一杯になるそうです。

積丹半島の新緑は実にすばらしいものでした。ひまがあったら積丹女も登ってみたいと思いました。

東積丹の直を余市へ、小樽へとだんだん文明化された町へ帰って来ました。

＊ワイルド どうやら私達にはワイルドな所が良いようです。北海道と一口に云っても観光地化された所はどれも同じ感じですが、そのどこも同じ観光地が道内に蔓延して来ているようです。小樽等、20年前に仕事で毎月行っていた運河の近くは全く都会化してしまいました。

＊新三世が新 スペシャル、7月9日(木)20:00 テレビ朝日、をFCCZの読者、上杉尚棋さんが監製しています。ぜひごらん下さい。7ジ「銭形平次」の監製も向本が。

FCZ 寺子屋
シリーズの
新しい
コンセプト

① 昔、430MHz
は雷のまた上の
技術。扱える人
はほとんどいません
でした。

② そして今。
免許をもらって
初めて手にする
のが430MHzの
ハンディートラン
シーバです。

③ 430MHzは
極超短波
といってその技術
はとてむずかしい
のです。

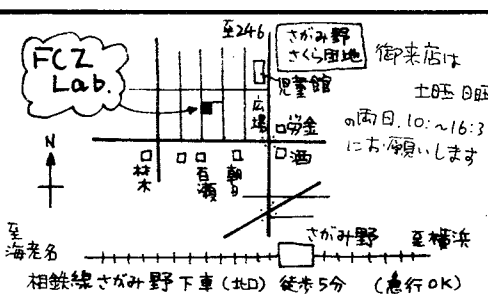
④ それなのに今
のビギナーは
一番やさしいのが
430MHz。何しろ
ボタンを押せば
QSOが出来る。

⑤ 昔のビギナーは
少くともゲルマラ
ジオは作ったこと
があります。今のビ
ギナーはほとんど何
も作ったことはありません。

⑥ でも、今のビギ
ナーの中にも自作
したい人は沢山
居ます。これは
本当です。

⑦ 何も作ったこと
のないビギナーに
いきなり430MHz
を扱わせるむず
かしい……

⑧ この430MHz
からの入門カリキ
ュラムこそ寺子屋
の新しいコンセプ
トなのです。



FCZ 研究所 株式会社

〒228 座間市東原4-23-15
TEL. 0462-55-4232 振替 横浜 7-9061