

難しいことをやさしく、やさしいことを面白く、面白いことを深く探求する

楽しい自作電子回路雑誌

# Cirq



## CONTENTS

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 2 原点 若いうちに何でもやっておこう | 9 何故何故シリーズ7、方位は剰余で計算 |
| 2 可視光通信の光学系装置       | 10 高橋さんからの質問         |
| 5 可視光PM音声送受信システムの実験 | 14 雑記帖               |

**052**  
JUL.2012

# 可視光通信の 光学系装置

CirQ 051号で紹介した、「ベースバンドで3.32km達成!」は私の常識を破るものでした。何しろ送信点から受信点をはっきり認識出来ない位遠くだったからです。

この実験に立ち会って感じたことは、受信側はある程度信号が強く受けることのできる位置を探せば良いのですが、送信側は送信機から出る光のビームをいかにして受信機のある方角に絞り込むかということが難しいと思いました。つまりこの光通信はいかにして送信信号を受信点に到達させるかということに有りそうです。このことを解決しないとあ

くまでもアバウトの実験に終始してしまう可能性があります。

この問題を解決するために天体望遠鏡を使うのはどうかと考えました。

確かに望遠鏡は受信点を確認することが出来て、視野にその位置を持ってくる微妙な調節も可能です。しかし問題もあります。可視光通信の場合、送信用のLEDと受信用のLDは別の個体であって交信の際の切り替えが難しいという点です。

まず相手となる地点の確認です。望遠鏡には普通、ファインダがあって大まかの所はこのファインダで見当を付けてから、主鏡で確実なものにします。

送信のときはアイピース(接眼レンズ)を外してLEDを装着することになります。さて、受信に移ろうとするとLEDを外してPDを取付けることになりますがこれが面倒な作業になります。さらにこの作業の間に望遠鏡が動いてしまうこともありそうです。

## 若いうちに何でもやっておこう

私は今、光通信に興味を持っています。その送受信に天体望遠鏡を使うことを考えました。

私は中学から高校に掛けて毎日太陽観測をしていました。この時の「ウルフ相対数」が無線で言う太陽の活動を示す指数です。また太陽黒点を毎日スケッチしていた関係で絵画にも興味を持つことが出来ました。

さらに天文をやっていた関係でJJYとも顔なじみになったし、それを受信する為に短波の受信機も自作しました。その延長にアマチュア無線が登場します。

私が今住んでいる佐倉の住人で昔、学校の夏休みの宿題に蝶の研究をして、表彰された人が居ます。

その人は今保育園に通っている孫の昆虫の先生です。事実、その人の捕虫網のさばき方は私が見ても素晴らしいものです。さらに近くに飛んで来た蝶の名前を正確に言い当てることもできます。

私も小さい頃、蝉採りやトンボ採りをやりましたが彼程本格的にはやりませんでした。と、言って彼は生物に関係ある仕事に従事していた訳でもありません。私と同じ年金者なのです。

このことは若いときに経験したことは生涯忘れないということです。

ですから若いうち、小さいうちに何でも良いですからできるだけ沢山のことを経験しておくことが良いのではないかと最近思うようになりました。



この問題があるためこれまでの実験では送信用と受信で別々の光学系(レンズ)を使っていました。交信の相手が遠くなって来るとこの二つの光学系を同じ所に合わせることが大変です。

送信と受信、それに眼視による確認を簡単に切り替える方法はないのでしょうか。

私はボーグの76EDという天体望遠鏡を持っています。そのボーグの製品のカタログの中に「ターレット接眼部セット」というものがあったことを思い出しました。

この段階で私は実物を持っていなかったのですが良く分かりませんでした。これを接眼部にセットすることによって、ファインダ、送信、受信を簡単に切り替えることが出来そうだと考えたのです。早速ボーグのホームページを調べて見ました。

<http://www.tomytec.co.jp/borg/products/endProductDetail/summary/70>

に目指すものを見つけたのですが残念ながら生産終了品となっていたのです。

折角見つけたものですからなんとかならないものかと新宿にある天文屋さんの、コプティック星座館へ久しぶりに出掛けてみました。そして店番をしていたターレット接眼部セットを見つけて、「売ってくれないか」と交渉をしたのですが断られてしまいました。そのかわり貸してくれるということです。交渉成立、2ヶ月借りることに成功しました。

早速借りて来たターレット接眼部セットを76EDに取付けてみました。

写真1を御覧下さい。手前にあるねずみ色の (A)がファインダになる 50mmのアイピースです。主鏡の焦点距離が500mmですから倍率は10倍ということになります。これを覗くと望遠鏡が向いている地点を見る事が出来ます。

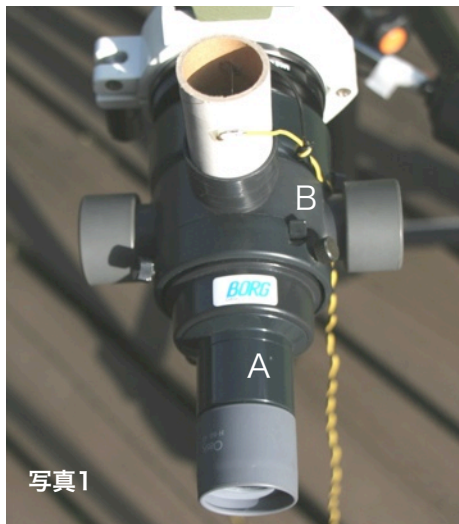


写真1

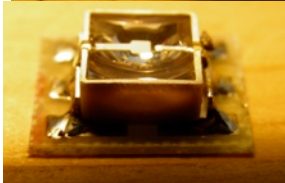
右上の(B)のレバーを前へ押し主鏡の光軸がターレット側になります。

ターレットは回すことによって4つのアイピースを振り分けることが出来ます。(この写真ではアイピースの取り付けが3箇所しか見えませんが下側にも一つあります)

元々このターレット接眼部セットはアイピースを切り替える為のものですから、切り替えるアイピースの寸法に合うように作られています。従ってLED、PDをこのターレットに取付ける為にはアイピースと同じ直径のパイプ状のソケットを作って、それにLED、PDを装着する必要があります。

アイピースの直径は アメリカンサイズの 31.7mm です。ですからそれに合うパイプを探す必要がありました。ノギスを持って色々探しまわった結果、直径が31.5mmという紙パイプを見付けました。これにPPテープを巻いて31.7mmとしました。

これに写真2のようにLEDを取り付けました。PDの LEC-RP508B は直接だと端子が弱いので左下の写真のようにFCZ基板を小さく切ってそれにハンダ付けしたものをパイプにおさめました。



### 光軸合わせ

8mばかり離れた壁にターゲットを決めて、これをファインダの視野の真ん中に入れます。次にLEDを使って光を発射しました。ほとんど目的の場所からずれてはいませんが少しだけLEDの調整をするだけで光軸はぴったり合いました。このくらいの誤差なら受信側の調整はしなくても良さそうだったので割愛しました。

### 方向の微調整

今回は重量の関係から三脚は簡易型の赤



道儀を使いました。これを赤道儀として使わず経緯台として使うことにしました。

望遠鏡は倍率が高いため、ほんの少し方向を調整しようと思ってなかなか目的の場所を視野の真ん中に持たることが出来ないものですが、この三脚には視野の調整の為に微動装置がついています。

写真3のCで高さを調節し、Dで左右を調節します。これで方向の微調整ができることになりました。

### 実際に使ってみる

050で紹介したA2(P2)送信用の青緑の小さな(5mm)LEDを取付けて約8mばかり送信してみました。

光軸を直接眼視で見ると非常に狭い領域で非常に強い光がピカッと見えました。少し横にそれると何も見えなくなってしまいます。ビームは相当絞られているようです。

これなら相当いけそうです。そこで家の前の道に持ち出してみました。距離は約210mです。距離があるのでファインダーの倍率が10倍では一寸足りないようで方向を決定するのが少し大変でしたが方向さえつかましてしまえばバッチリこの距離を飛んでくれました。

ターゲットのソケットは4箇所あるのでアイピースを追加すればファインダーの倍率は変えられます。アメリカンサイズのアイピースとして25mmを持っていますから20倍にすることが出来ますし、普通のサイズのアイピースならまだ何本か持っていますからファインダーは大丈夫です。

実験は眼視によるだけでしかやっていますが本番もこれならいけそうです。

次の実験が楽しみです。

### ギャラリー案内

7月 ユーカリとやつでと天体ショー

<http://kazenonakama.net/>

# 可視光 PWM 音声送受信システムの実験

JG6DFK/1 児玉 智史

## 1 はじめに

PWM（パルス幅変調）方式による簡単な可視光音声送受信システムの実験を行いましたのでご紹介します。

PWMによる光信号は、ベースバンド信号としての性質とAM副搬送波（サブキャリア）を含む信号としての性質を併せ持っており、それぞれの受信機でそのまま受信できるという面白い特徴があります。

## 2 送信機について

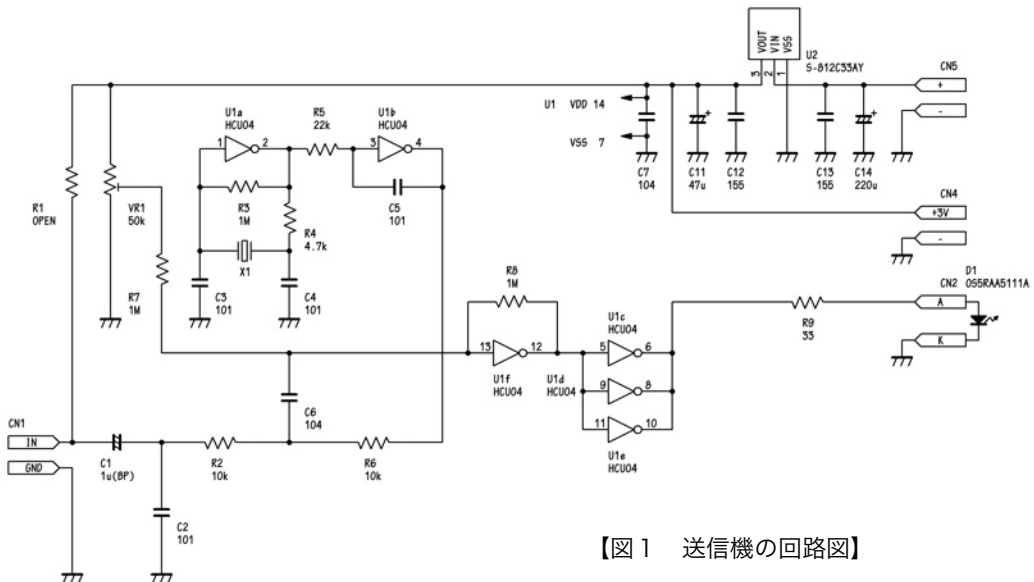
今回製作した送信機の回路を図1に示します。

主要部分に74HCU04を1個だけ使用した

ごく簡単なものです。U1a,U1bで生成した三角波と音声信号をまず加算し、それと基準（スレッシュホールド）電圧をU1fで比較して得られたPWM信号をU1c~U1eで増力してD1を駆動します。回路全体の動作電圧はU2で3.3Vに安定化していますが、これを省略して1.5V乾電池2本で直接駆動することもできます。U1自体の消費電流が激増するため、電源電圧をこれ以上にすることはお勧めしません。

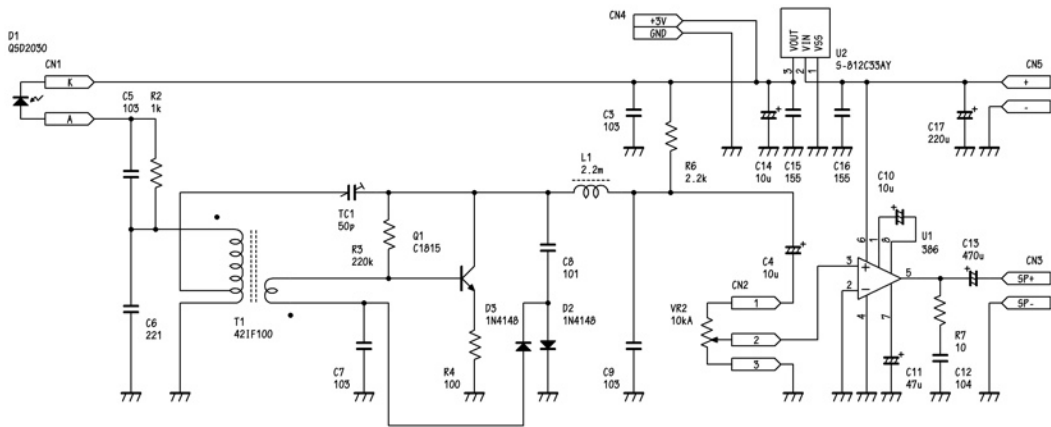
X1は副搬送周波数を決めるためのセラロックで、450~600kHzの範囲で選びます。VR1は無信号時のデューティ比を設定するための基準電圧調整用で、通常はD1を接続しない状態での出力電圧が電源電圧の1/4（デューティ25%）となるように、ベースバンド用受信機のみで受信する場合は1/2（デューティ50%）となるように調整します。

R1を2.2kΩ程度にすると、2端子型のコンデンサマイクが直結できます。利得はR2とR6の比率である程度調整できます。C2は副搬送波の漏洩を防止するフィルタで、必要に応じて増減します。



【図1 送信機の回路図】





【図2 受信機の回路図】

### 3 受信機について

今回はAM副搬送波用受信機を製作しました。その回路を図2に示します。

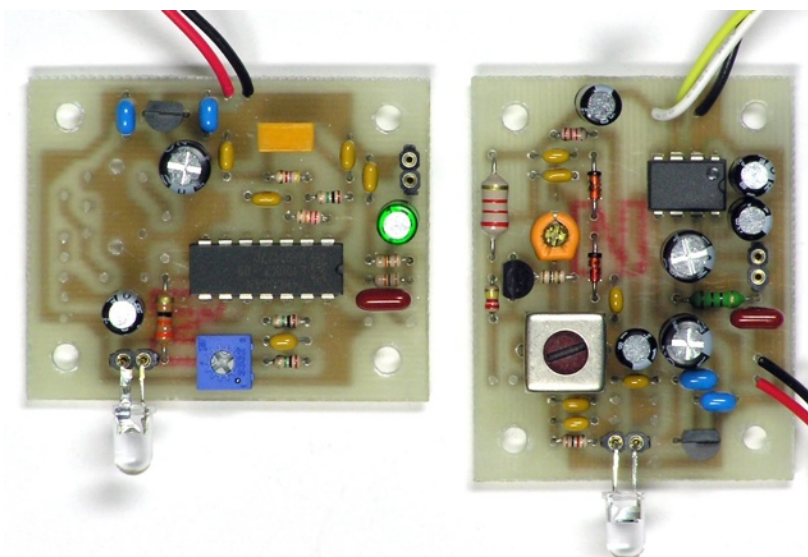
D1で光電変換されて得られた副搬送波をQ1,D2,D3で増幅・検波した後にU1で電力増幅し、スピーカを駆動します。Q1の動作電圧はU2で3.3Vに安定化しています。Q1の周辺はお馴染みのレフレックスラジオがベースのため、詳しい説明は不要でしょうが、感度を上げるための再生作用とAGC作用を持たせてあります。TC1が再生調整用のトリマコンデンサで、発振する直前に調整します。

T1はスーパーラジオの局部発振コイルで、図2に示すC6の値（同調容量）は副搬送波周波数が540kHzの場合です。455kHz前後で実験する場合は330pFが、600kHz前後では180pFが適当です。C5とR2はD1を逆接続したときの保護用です。

この受信機は少しの回路変更でベースバンド用受信機にも転用できますが、詳しくは触れません。興味があれば実験してみてください。

### 4 成果

実際の送受信機を写真1に示します。左が送信機で、右が受信機です。



受信機の感度を最大に調整すると、単なる対向で5m以上先にある送信機の光信号がはっきり受信できました。狭帯域のため音質はよくありません。

再生を強めて受信機の感

度を上げるほど通過帯域が狭くなるため音質も悪くなりますが、同時に同調がシャープになります。ただし、受信信号が強くなるとAGCの働きで再生作用は弱まって通過帯域が広がります。言い換えれば入力信号の状態に応じて受信状態を最適化していることになり、単純な回路ながら面白い受信機だといえます。

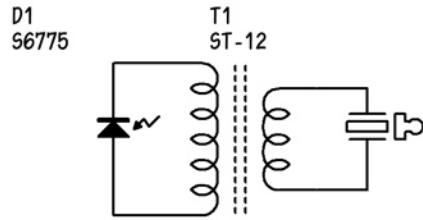
## 5 (おまけ) 受信回路あれこれ

ここで、他の受信回路についてもう少し触れます。

### 5.1 無電源ベースバンド受信機

まずは少々面白い回路を図3に示します。

さしずめ「光版ゲルマラジオ」といったところでしょうか。フォトダイオードも太陽電池のようなものですから、光が当たると発電します。その電圧だけでクリスタル(セラミック)イヤフォンを鳴らそうというものです。トランスの接続が逆に見えま



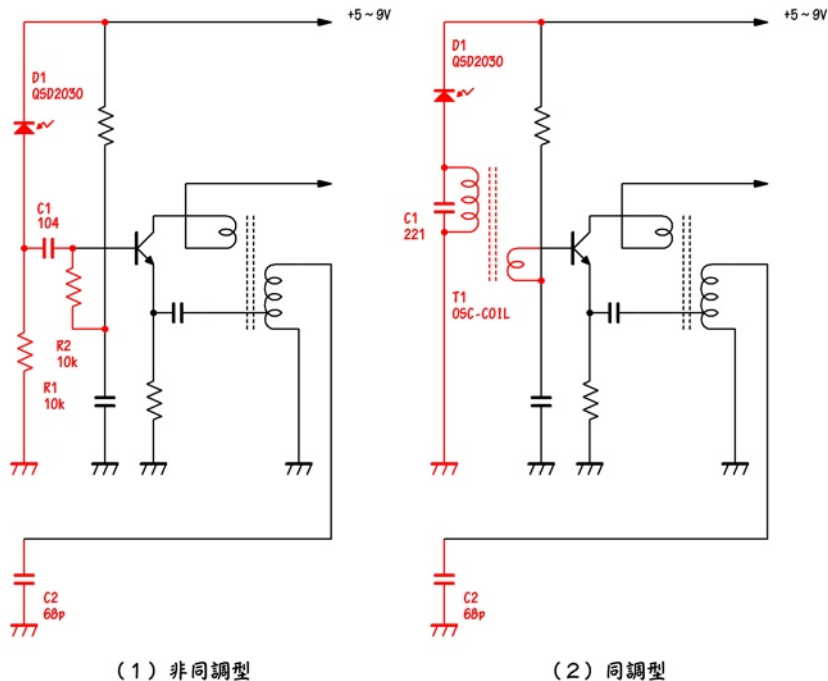
【図3 無電源ベースバンド受信機の回路図】

すが、感度はなぜか「ステップダウン」した方が高くなります。こういったことはただ頭の中だけで考えている間はわからないものです。

驚いたことに、今回ご紹介した送信機との組み合わせではお互いの距離が5m以上になっても信号が識別できました。

### 5.2 中波ラジオの改造

副搬送周波数を540~600kHzあたりにする場合、もし遊んでいる6石スーパーラ



【図4 中波ラジオの改造例】

ジオなどがあればそれを改造する手もあります。その例を図4に示します。

赤色が変更部分で、感度・再現性とも(2)の同調型が有利です。そこで使用するT1はスーパーラジオの局部発振コイルが適当で、もし必要であればD1の逆接続保護回路を挿入します。ただし、多くのラジオでは電源ラインにデカップリング抵抗が挿入されているので、そのようなラジオではこのままで問題はありません。

その他、アンテナ-アース端子間に巻線を持つ「並三」や「5球スーパー」などであれば本体を無改造で光受信機に転用できるでしょう。この場合、受光素子は「光電管」がお似合いかもしれませんが、その辺はご自由にどうぞ。

## 6 最後に

今回ご紹介したシステムは作りやすさを最優先に設計しており、性能を追求したものではありません。理論上PWM信号の伝送は受発光素子の非直線性に影響されにくいはずですが、今回ご紹介した送信機は簡易型のため、それ自身の直線性がよくありません。最後に参考文献を示しておきますので、高性能化をお望みであればそれを参考に、満足がいくものをご自身で設計してください。

参考文献：D級/デジタル・アンプの設計と製作（本田 潤 編著 CQ出版社）



**南天の星空** 中央左側の南十字星がわかりますか？ そのまわりをケンタウル座が巻き、南十字星の左側にぼんやり写っているのがケンタウルの $\omega$ 星団です。



## 方位は剰余で計算

JA5FP 間 幸久

風向計や方向探知機などから得られる次々刻々変動するデータ群をある個数について平均すると、到来方向を統計的に明瞭に表現できます。これを標本平均といい、例えば北東方向の  $45^\circ$  と南東方向の  $135^\circ$  の2つのデータの平均は、算術的に  $(45^\circ + 135^\circ)/2 = 90^\circ$  となり、東方向であることは分かりきっています。

ところが、データ群が例えば北東方向の  $45^\circ$  と北西方向の  $315^\circ$  の場合はどうでしょうか。同じ算術式を使うと  $(45^\circ + 315^\circ)/2 = 180^\circ$  という数値となり、正しい平均方向である北方向の  $0^\circ$  とは真反対の南方向を表してしまいます。この単純な計算式に問題がありそうです。

気がつくことは、この算式の分子の値が 360 以上となる場合には間違った答えが出ることです。そこで、この弊害をなくす計算方法を考えましょう。

.....

私たちは、方角は  $0^\circ \sim 360^\circ$ 、時刻は 0~12 時、曜日は日~土、年は 1~365 日という風に、無限の数値をある特定の範囲で巡回させるという便利な方法を発明し、日常的に用いています。数学ではこれを剰余と呼びます。

方角の場合は、与えられた方角を 360 の倍数で割り、360 未満の余った数値だけが大切であると考えます。これを、360 を法として考えるといい、記号は  $\text{mod } 360$  です。これと同様に時刻は 12 を法とし、曜日は 7 を法とし、年は 365 を法として考えている訳です。

だとすると、私たちが意識する方角  $d$  は任意の方角  $D$  との間に次の関係があります。

$$d [^\circ] = D [^\circ] \quad \text{mod } 360$$

したがって、360 を法として考えるかぎり 0 と 360 は同じ値であり、風向計などの個々のデータに 360 を加えてもそれが元のデータと変わることはありません。

このような剰余の性質を使って、整数  $n$  で表したデータ群を  $D_n$  としてそれらの方角の平均値  $d_{av}$  を求めてみます。360 を法とすれば、次式でも良いことになります。

$$d_{av} [^\circ] = \frac{(D_0 + 360) + (D_1 + 360) \dots (D_n + 360)}{n} [^\circ] \quad \text{mod } 360$$

実際の数値をあてはめてみましょう。先に挙げた北西方向の  $D_0 = 315^\circ$  と北東方向の  $D_1 = 45^\circ$  の平均方角は次式で正しく計算できます。(ヒント: 360 を法とすると 360 と 720 や 1080 は 0 です。)

$$\frac{(315 + 360) + (45 + 360)}{2} = \frac{1080}{2} = 0 [^\circ] \quad \text{mod } 360$$

ここでは、個々のデータを  $360 \sim 720^\circ$  の範囲に展開して数値の連続性を保ちました。実際には個々のデータに 180 を加えて  $180 \sim 540^\circ$  の範囲に展開しても支障ありませんが、剰余の考え方をそのまま使って 360 を加算とする例を示しました。

計算機プログラムにこの計算方法をとれば、サイクリックな表現をする場合の平均値が誤りなく計算できます。

参考までに、2 進法の 1 桁は 2 を法とする剰余ですし、16 進法では 16 を法とする剰余で各桁の数値を表します。お馴染みの 10 進法では 10 を法としているだけで、剰余はありふれた概念です。

## 高橋 正博 (ex JA7GAV) さんからの質問

**Q** いつも楽しく、C i r qを読ませていただいています。

C i r Q 4 7号、4 8号で可視光通信について記事が掲載されていますが、「サブキャリアの確保」という事がよく理解できません。

光通信は現在では光ファイバ・ケーブルを使ったクローズド・システムが一般的だと思います。

クローズド・システムは設備の所有者（会社）が自由に使用しますので サブキャリアについても設備所有者の勝手となります。残るはオープン・システムですが、この設備は誰が作るのでしょうか。政府が作るのでしょうか？どの様な形態になると考えられるのでしょうか。ここの所が今一イメージできません。

可視光に限った場合、既得権の扱いはどうなるのでしょうか？（既得権：各家庭の照明、ネオンサイン、道路の街燈、車のヘッドライト e t c）ネオンサインは放電を利用しているため雑音の塊と考えられるので「サブキャリア」うんぬん以前に受信機への直接飛び込みが問題になるかも？

現在の電波法でも微弱な電波については自由に使用できますし、C i r q 4 8号で説明されていた「水族館」での使用例も水が光を通すといった通信媒体の話でしかないと思うのですが。

どうも、話に水をさすような意見で申し訳ないとおもっています。

**A** 高橋さん、JH1FCZ大久保です。C i r Qご愛読ありがとうございます。

可視光線通信の件は次の通りです。

(1)現在オープンシステムの場合はすべて自由です。

(2)オープンシステムをこのままにしておく将来、使用する周波数等で問題が起きる可能性があります。

(3)そのため現在周波数の取り合いが関係者の間で始まっています。

(4)その場合電波と同じようにHAMバンドをサブキャリアとして既得権として確保しておく必要があります。

(5)この問題はHAMの間ではあまり知られていませんが経済界では相当熾烈な競争になっているようです。

(6)設備を作るのは昔のHAMと同じで、メーカーが現れる迄は自作ということになります。モード、周波数等も自由です。

(7)家庭の照明、車のライト、宣伝媒体から人工衛星の通信迄、現在使われていない分野がターゲットになっています。

(8)サブキャリアによる電波への妨害は今の所出ていません。

(9)気がついたときに光を自由にさせない事態にならないように今から啓蒙しています。

(10)このシステムは日本が世界をリードしています。

まだあまりこの問題は話題になっていませんが、将来のために良く見守っててください。

**Q** 先のFCZさんのMa i lでちょっと気になりましたので、補足させていただきたいとおもいます。

1. FCZさんは私が例に上げたクローズド・システムとオープン・システムの違いを、光が外に漏れる漏れないの物理的な違いと判断なされたのかなと推測するのですが、私が意図したのは使用形態のことで、例をあげれば（適当かどうかわかりませんが）通信キャリア（N T T、K D D Iなど）の通信網と、インターネットのような

個人が自由に使える通信網（費用はそれなりに必要）が該当するのかなと思います。

2. 光の通信技術はもう確立されています。各通信キャリアで光ファイバを通信媒体とした技術がすでに実用化されているのは御存知の事だと思います。後は通信媒体に合わせた物理的インターフェイスだけではないでしょうか。

3. 通信はサブキャリアが使われるのでしょうか。現在の通信網は帯域だと思うのですが。

F C Zさんが仰られているサブキャリアの争奪戦の具体的な例を教えてください。もうすこし認識のギャップも縮まるのかなと思うのですが。

**A** さて新しい問題です。

(1)についてはおっしゃるように意味が少し違っていたと思います。私が言ったのは光ファイバの中にあるのをクローズドと考えていました。電気通信で言えば、電線でつながっている有線か、無線でつながっているかの違いで、光を無線で通信に使うことを意味していました。

(2)光通信の技術が、光ファイバー等の有線で進歩していることはすでに存じています。こうして高橋さんとメールの交換しているのも光を使っているのですから。

CirQでいっているのは、光の無線、つまりオープンエアーによる通信のことです。この問題でも赤外線、レーザー等が使われていることも承知しています。可視光通信は一番簡単な可視光のLEDを使っていることが特徴です。

赤外線と違って目で見るのが出来ますから確認が簡単です。

レーザーと違ってLEDの場合は、光の波長がコヒーレントでないので気象状態の変化による影響が少ないようです。

自動車のヘッドライト、テールランプも、交通信号も、光源をLEDにすることによって

通信機能を持つことが出来ます。

一般的な照明の中にアナウンスを埋め込むことも可能です。

考えられる応用は多方面に渡っています。

(3)サブキャリアについては現在30MHzあたり迄は実用出来ます。

例えば 3.500MHzのサブキャリアAMで変調した光の場合(FMでもSSB,各種パルス変調でもかまわない)(無線で言えば3.5MHzのAM変調波)受信側では光は単なる光として見えるが、この光を電気信号にして3.500MHzの受信機に通すことによって元の信号を取り出すことが出来ます。

このことは受信周波数を3.510MHzにすれば復調することは出来ません。送信側のサブキャリアを3.510MHzにすれば再び受信することが出来ます。つまり無線で言う周波数の考え方がそのまま光に当てはまるのです。

このことによって、光を電波と同じように利用出来るということです。

LEDの場合、サブキャリアの周波数は今の所HF帯止まりですが、側波帯に関しては規則はありませんから良質な通信を考えると成る可く広くとりたいと考えます。ですから今の段階で少なくとも電波で言うアマチュアバンド位は確保しておきたいと考えているのです。

尚、ベースバンドと言って居りますが、サブキャリアを使わないで直接信号をLEDに載せる方法もあります。前号で紹介した3.32kmの記録はこのベースバンドの記録です。

サブキャリア争奪戦の現状に着いてはもう少し調べてから何らかの方法でお伝えします。(ここで暫くの間)

こんな会話していて私は、高橋さんの質問が可視光通信のこれからについて重要な問題を含んでいることが分かってきました。この可視光通信の実験をやっているOMさん達のご意見も伺い、少し整理してみようと思いました。

(1) サブキャリアについて サブキャリアと言うとFMのステレオ放送の時の「19kHz」というような固定の周波数を考えるかもしれませんが。この場合は誰かが19kHzという周波数を決めないと放送局によってこの周波数が違うと聞く人にとって不便なものになります。しかし可視光通信で言うサブキャリアはアマチュア無線におけるキャリア周波数と考えてください。従って自由に動くことが出来るのです。今の所は自由ですから2MHzでも3MHzでも9MHzでも13MHzでも本当に自由に動くことは出来ません。

しかし、この自由ということは今だけの話で、私達アマチュアが将来もこの自由を謳歌出来るという保障はありません。このことは電波の発展の歴史を見れば明白です。(100年ばかり昔、電波はどんな周波数でも自由に出すことが出来ました。)

可視光通信が人類にとって非常に便利なものであることが認識されるようになるとこのサブキャリアの周波数が資産となり諸国の収入源となるため、この自由は色々な規則によって制約を受けることになるでしょう。

電波の場合、アマチュアが行っていた実験によって国際的な規則の中に「アマチュアバンド」という周波数帯を維持することが出来ました。これと同じように可視光通信における「既得権」を得るためにはできるだけ多くの人達によってこの実験をしていなければならないのです。

#### サブチャンネルバンドプラン

次のページを御覧になってください。

<http://www.h7.dion.ne.jp/~jflgyo/VLC/bandplan.htm>

これは VLCCの標準化委員会に出されたバンドプランであります。

VLCCという組織については

<http://www.vlcc.net/>

を参照してください。

このバンドプランは現在決定しているものではありません。あくまでも案です。背後には電波利用税のような課税の問題もあるようです。

しかし良く見て欲しいのは、ここでアマチュアバンドと記されている所は黙っているとほかの用途に飲み込まれてしまうであろうことを危惧した、あるアマチュアでもある委員が提唱したものです。

このように私達の知らない所で周波数が色々な用途に切れ切れにされようとしていることは分かりますね。しかも現在のLEDではどうにもならない2,450MHzまで討議の対象になっているのです。

#### LEDにリニアリティの問題、

LEDは電極に掛ける電圧と光の出力の関係は直線的ではありません。例えば赤色のLEDに1Vの電圧をかけても電流も流れず、全然光りません。1.8V程度での電圧を掛けることによってようやく光り始めます。それでは3V掛けたらどうなるでしょう。電流はめっちゃめっちゃに流れてLEDは壊れてしまいます。これを保護するためには保護抵抗が必要になります。

ですからAMに例をとると、保護抵抗を付けて、バイアスを掛けても信号電圧の最高値と最低値ではLEDに流れる電流つまり光出力は直線的にはならないのです。

このため、送る信号は電流で直線的に変化するアンプを使うか、変調度を浅くするかしなければならなくなります。

#### サブキャリアのリニアリティ

アマチュア無線の場合、3.5MHzの電波には高調波である7MHzをある程度以上含んでいてはいけないという規則があります。電波



の場合でも発展途上の時代には「CQ エイティ」と3.5MHzで電波を出しているのに「私は3.5MHzの局を呼んでいます」とわざわざ呼びかけている時代がありました。これは、自分では3.5MHzを出しているのに、7MHzの高調波が強く、それを聴いた局が7MHzで応答することがあったことをケアした措置でした。

可視光の場合もサブキャリアが歪んでいるとその高調波が光に乗って飛んで行く可能性があります。

これを防ぐためにはサブキャリアの高調波を防ぐために、サブキャリアのリニアリティにも注意しなくてはなりません。

### A2とP2

CirQの050号で紹介したA2送信機もこうして深く考えるとA2ではなく、P2送信機でしたね。この場合のP2は簡単ではありませんがサブキャリアのリニアリティという面から観ると矩形波で高調波の宝庫の感じがしますからあまりおすすめとは言えないかもしれません。

### これからの展望

こうして考えて行くと、難しい問題が色々登場してきます。しかし、しかしです。これらの難しい問題は今の所何の規制もないのです。

ある人達が言っています。

「可視光通信は自由に安価に、高校生でも無線通信が出来る夢のような環境が目の前に広がったのです！！ この自由な通信環境が、訪れるのは、文明が工業化し電波が、発明されて以来、2回目のチャンスで、今回は、たぶん重力波通信デバイスが秋葉原で売られる様になる何世紀も先になると思いませんか？我々20世紀世代にとって最後のフロンティアだと感じているのです！！」

いろいろ実験して、いろいろ失敗を重ねて技術は進歩して行きます。ですからあとから失敗だと分かったとしても、いま思いついたシステムで実験を重ねることが非常に大切だと思います。

大いにアマチュアイズムを発揮して楽しい実験をやろうではありませんか？ 何しろ千載一遇のチャンスなのです。

高橋さん、問題を提起してくださったことを感謝します。



2ページに書いた望遠鏡のシステムの全景です。 ターレットに上にある白い筒の中にLEDが仕込まれています。



### 金環蝕

今年は天体ショーの当たり年です。

5月21日はほぼ日本中を沸かせた金環蝕が有りました。この準備については051号で紹介しましたが、実際には佐倉の城址公園で年金者組合の皆さんと見ることになっていたのですが残念ながら

曇っていて写真のようなものを数枚とただで終わってしまいました。



### 部分月蝕

次は6月4日の部分月蝕です。私も歳をとったもので表紙のように喜寿を迎えました。娘の誕生日も6月だったのでお祝いをかねてシドニーへ行ってきました。ついでにシドニーで月蝕と金星の太陽面通過を見ることにしました。ところが4日の朝空港へつくと天気予報ではその日から3日間強い風

雨だと言うのです。

なるほど午後から雨になりました。それでもシドニーの天気は変わりが易いのでスタンバイを続けていると時々月が見えてきました。そして、一番欠けた頃の写真を撮ることに成功しました。



### 金星の太陽面通過

月蝕の2日後、今度は金星の太陽面通過です。この日も予報どおり雨です。前の晩強い風も吹いたので家の前の道路は色々の葉っぱや木の実で一杯です。しかし、この現象は初めから終る迄長い時間が掛るのでどこかで見る事が出来ると踏んでワッチを続けました。

案の定、南の方から雲の切れ目が流れてくるようになりました。現象そのものはもうとっくに始まっていますが何とか1枚目を写しました。

しかし、また雨です。折角セットした望遠鏡をしまい家の中に逃げ込みました。

また暫くして晴れ間が見えて来て2枚目をとりました。そしてまた雨です。そしてまた晴れ間が出てきました。前の日に観測地としてチェックしていたラグビーランドへ行ってみました。ここで3枚目をとりました。そしてまた雨です。あとはインターネットでハワイの画像を見ることにしました。



CirQ (サーク) 052号

購読無料 2012年7月15日発行

発行者 JH1FCZ 大久保 忠 285-0016 千葉県佐倉市宮小路町56-12 TEL:043-309-5738

メールアドレス [fcz-okubo@sakura.email.ne.jp](mailto:fcz-okubo@sakura.email.ne.jp)