

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 自己流                  | 7 LED送信機と受信機を作って<br>実験しよう。    |
| 2 種子島でH2Aロケットの<br>打ち上げをみる | 10 なぜなぜシリーズ17<br>遠心力の方向と大きさ   |
| 5 H2Aロケットの<br>打ち上げその後     | 11 アクティブアンテナ<br>コンテストの開催のお知らせ |
|                           | 12 雑記帖                        |

**063**  
APR.2014

## 種子島でH2A ロケットの 打ち上げを見る

2月28日、03時37分に種子島からH2Aロケットが打ち上げられました。このロケットはJAXAとNASAの共同で地球全体の雨がどのように降るかという「全球降水観測（GPM）計画」の人工衛星を打ち上げるのが主目的で、信州大学がLED通信を目的として作った人工衛星「ぎんれい（ShindaiSat）」はその隙間に他の6台の小型衛星と共に打ち上げられました。

これまでLEDの通信の実験をやっていた私はそのニュースを聞いて早速XYLと一緒にその旅立ちを見に行くことにしました。

種子島は鹿児島から高速船で1時間35分南の島で、ロケットの発射場は島の南にあります。ロケットの打ち上げる日は島の宿は満杯で私の泊まった宿も予約が遅ければ泊まれなかったかもしれません。

2月26日(雨)飛行機で鹿児島に着きました。桜島のスケッチをしようと思ったが天候が悪く桜島は見えません。傘を買って早々にビジネスホテルに入ることにしました。晩ご飯は天文館通りでそばを食べました。

2月27日 気をつけないといけないのは打ち上げが2月28日といっても朝の3時半だから今日と行った方が良いと思います。相変わらず雨が降っているので15時の船を13時に変えてもらいました。

船の中で何枚かスケッチしたが景色がはっきりせずそうこうしているうちに種子

### 自己流

皆さんご承知のガリレオは200年ばかり前に望遠鏡を発明して「地球は動いている」と発表しました。時のカトリックは宗教裁判を開き「ガリレオの発表は誤りである」と判決を下しました。

地球が動いている事は今では小学生でも知っている事実ですが。時のカトリックは絶大な権力を持っていましたからガリレオがそれに逆らう事は出来ず、「それでも地球は動いている」という有名な言葉を残して泣き寝入りしました。最近になって「この判決は間違いであった」とバチカンから発表されましたがこの200年ばかりの間カトリックの中では判決の言葉が生きていたこととなります。

4月9日小保方さんはSTAP細胞の理研の調査委員会の画像の捏造や改ざんがあったという判定に対する記者会見がありました。

この問題は簡単に言うと「論文の書き方が悪いから論文を取り下げよ」という事だと思えますが、論文の書き方が悪かった事に関し

ては彼女も認めて謝っていましたが、「STAP細胞は存在する」ので論文を取り下げるといことは国際的にSTAP細胞そのものも否定する事になるということで拒否していました。

私は門外漢なのでSTAP細胞の事はよく分かりませんが、彼女が「研究の仕方がかなり自己流だから・・・」と言っていました。自己流だからこそSTAP細胞にたどり着けたような気がします。「自己流」ということは世の中の常識に対して「とんでもない」事やってしまうことがあるのです。

自己流の話から、私はヘンテナの開発をやっていたときのことを思い出しました。当時アンテナの専門家と称する人から「ヘンテナは絶対インチキだ」と言われたのです。今もそうですが当時の私は全くの素人で、この言葉には大変なショックを受けました。それでも自己流で考えて最近ではJARLの技術講習会のテーマにもなるまで成長して来ています。

ぜひSTAP細胞が日の目を見るように小保方さんを応援したいと思います。



島に着いてしまいました。空はだんだんと晴れて来ていました。

船を降りると宿の迎いの車が来ていたのでその車に乗って宿につきました。

宿の紹介をしておおきます。名前は「民宿清流峡」です。詳細は次のホームページを御覧下さい。<http://www.seiryukyo.com>



部屋はドームと呼ばれていて、人工衛星の打ち上げにバッチリと思われる小屋です。素泊まり1泊1万円でも何人泊まってもOKです。まあ4~5人ですか。

もし2月28にうまく上げられない場合には3月1日に発射することになっていましたから予備日を含めてここを2晩予約していました。

ご飯は自炊でも良いし、バーベキューでも良いという自由な宿です。私達はまかないを頼みました。おでんで一杯付けました。

この宿は島の北の方ありますからロケットの打ち上げ場とはかなり離れています。

島の北にある西表市から宇宙センターへ行く臨時バスは満杯で乗れません。宿から宇宙センターまで車で約1時間という

距離なのでどうしたらいいかと迷っていましたが宿のご主人が車を出してくれるというので渡りに船と乗せてもらうことにしました。

2月28日0時、車は出発しました。空は晴れて居ます。さい先良い空模様です。道は市道でメインの道から外れているので、こん



な夜中に車を走らせる人はいません。すれ違った車はタクシー2台、土地のクルマ2台でした。約1時間の後ロケットの打ち上げ場の北側にある新しい展望台に着きました。すでにギャラリーの車が100台以上止まっていました。

宿のご主人はなれた物で腰をかける場所にゴザをかけ、場所を確保してくれました。そして約2時間半そこで待つことになりました。この展望台はロケットから約3km



はなれていて270mmの望遠レンズを使ってもロケットはカメラの視野の半分位にしかなりません。辺りは暗くてはっきりしません。打ち上げ場の手前は海の様です。ロケットの火が海に写るときれいだという話を聞いてズームを少し戻してロケットの長さを視野の1/6位にしました。

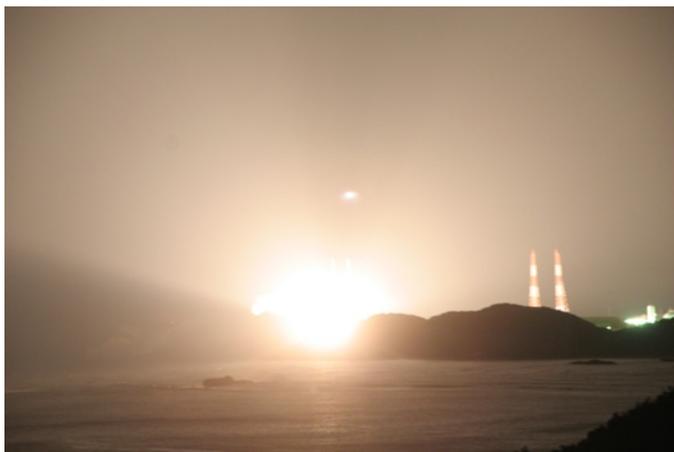
準備は大体整いましたからあとは時間を待つだけです。

長野から来ていた人はもう10回も来ているそうです。島の役場の人は色々とう島の様子を話してくれたり、島の特産品の「たんかん」(みかんの1種)をごちそうしてくれました。東の空にさそり座が登り始めました。もう夏の星座なんですね。こうして2時間半という待ち時間も「あっ」という間に過ぎて行きました。

さて、いよいよ打ち上げです。誰かが秒読みを中継してくれていました。

「発射」という声が聞こえたかどうか興奮してはっきりしません。遠くのロケットの下の方に明かりが見えました。次の瞬間それまで星が瞬いていた空がまっ黄色に染まりました。そして火の玉になったロケットが徐々に上って行ったのです。

カメラの露出が自動でしたから後で判ったのですが、発車前のロケットの写真が



F5.6で2.5秒なのに一番明るくなった時はF5.6で1/250秒と6,000倍の明るさになっていました。

ロケットが段々上がってもう静止写真で撮っても変化が無いと思ってとるのをやめたとき、プースターが切り離されたのを観ることができました。

良く分かりませんが、私は発射位置より北側で観ていたのですが、ロケットが上がると従って真上の方に来て(つまり北側へ)いるように見えたのです。そして南の方に曲って行きました。

周りの人達はこの段階で帰り始めましたが、この時に至ってもXYLは「まだ見える、まだ見える」と騒いでいました。

私もXYLもロケットの光に昂奮していたのか、ロケットが発射された時の音は何も聞こえていなかったですね。

宿の息子さんが撮った動画では画面は荒れていますが、発射から10秒位あとに音まではっきりと記録していました。

<http://www.seiryukyo.com/2014/03/08/ロケット打ち上げ見学後記/> (このホームページを開くと下の方に動画があります)

ロケットの発射記録には動画が有効手段だと改めて感じました。

宿に帰ってゆっくり寝たのですが、となりのドームに止まっていた大学生達(どこの大学か判らないけれど打ち上げの仕事をしていた)はとっくに出て後始末に行ったようでした。

ロケットの打ち上げはこれで終わりました。その後、折角種子島まで行ったのですから私達は少しゆっくりしてきましたが、ロケットから離されたぎんれいの発信する電波も受信出来て、その後も地球を回り続けています。

# H2Aロケット 打ち上げその後

ちょっと寄り道をしたので佐倉に帰って来たのは3月2日になってしまいました。その間ぎんれいはどうなっていたのでしょうか。

私はJH1FCZというコールサインを持ちながら最近電波に関してはほとんどご無沙汰をして居ますし、ロケットの打ち上げを見て来た関係で帰って来た当初はぎんれいが正常にまわっている物かどうかもよく分からない状態でした。そこで電波観測をやっているJA5FP 間さんのシャックを見せてもらうことにしました。



JA5FPのアンテナ これでぎんれいの電波を受けている。

幸いぎんれいからの437.485MHzのA1電波は強いらしくFM用の144/435MHzのアンテナでも受ける事が出来ていました。宇宙通信をやられた方はご存知だと思いますが衛星からの電波はドップラー効果を受け、周波数が変化して行きます。それは11kHzにもなるそうでした。

次に驚いたことはモニターに映っている画像で現在働いている約560個の人工衛星



ドップラー調整をしているJA5FP間さん

が3秒毎にその運行方向に動いているサイトがあることです。(次ページ参照)

その数のすごいことにびっくりしました。良く宇宙でぶつからないものだと思います。皆さんもぜひこのサイトを見てください。[http://homepage2.nifty.com/m\\_kamada/javascript/satellite/index.htm](http://homepage2.nifty.com/m_kamada/javascript/satellite/index.htm)

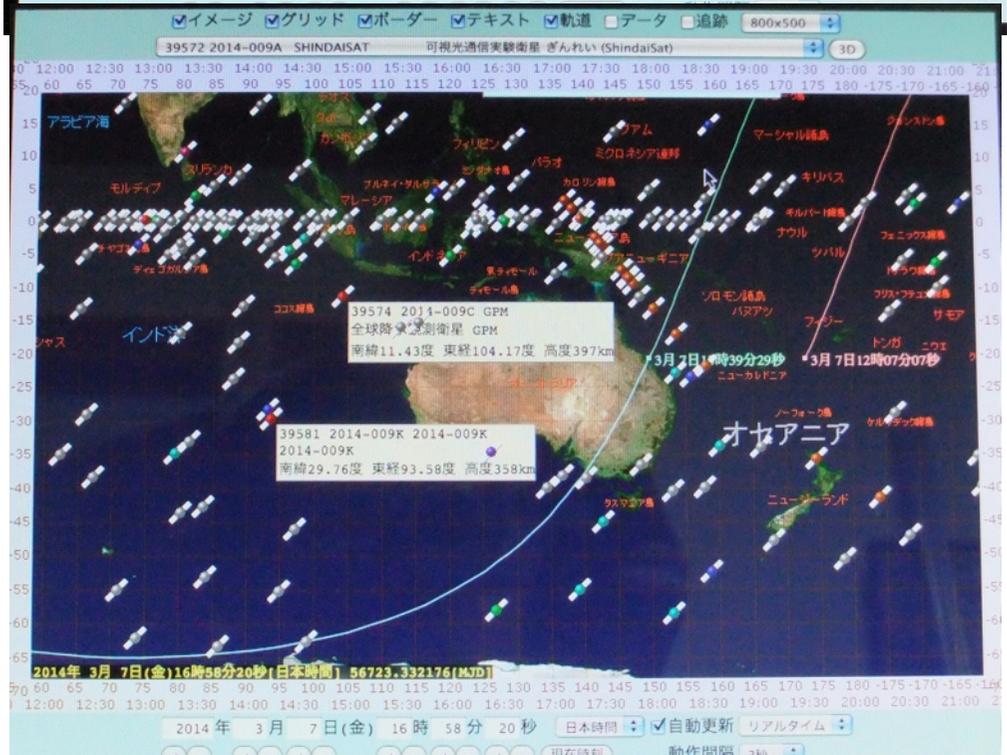
その後見ていると同じロケットから打ち出された8個の衛星はだんだんに離れています。そして高度もだんだんに下がっています。(3月7日393km, 4月10日388km)

段々に地球に落ちて来ているのですね。

ぎんれいは地球を回っています。その運動は北北西の方向から南南東の方向へ移動するのと、南南西から北北東に移動する場合があります。

ぎんれいの主目的であるLED通信は信州大学でコントロールされていますが、信州大学としての観測所の関係で南南西から北北東に移動する時が色々の実験が行われるようです。

ぎんれいが松本-長野を結ぶ線を夜間通る時が狙い時ですが明るいモード(1等星位の明るさ)の時は光として見える範囲が40kmすから遠征しないと見る事は難しいかもしれません。詳細は <http://www.shinshu-u.ac.jp/shindaisat/system/index.html> を御覧下さい。



人工衛星って一杯あるんですね。

CIRQ 062-6

# LED送信機 と受信機 を作って実験しよう

CirQではこれまでLED通信について書いてきましたがどちらかと言えばマニアックな話でした。そこでCirQ本来の記事である「難しいことをやさしく」に帰ってLED通信について初心者の方にも判り易く書いてみようと思います。

\*\*\*\*\*

もう皆さんはLEDが電流を流すと光る素子であることは知っていますね。その電流をスイッチでon-off して見ましょう。もちろんLEDは光ったり消えたりしますね。その on-off の切り替えを早くして行ったらどうなりますか。手でスイッチの切り替えは追いつかなくなるでしょうがそうになったら頭の中で考えてみましょう。ひかりが付いたり消えたりが段々早くなって、しまいには判らなくなってずっと付いた様に見える。

しかし、目には見えなくてもやはりLEDは付いたり消えたりしています。それではその付いたり消えたりしている早さを更に早くして行ったらどのくらいの早さまでonとoffの切り替えが出来ると思いますか？

LEDの種類にもよりますが大体1秒間に10,000,000,回位までならできますし、早いものでは30,000,000回以上出来ます。周波数にすると30MHzですね。こんなに速いと人間の手では切り替えることはもちろん出来ません。

人間の声は300Hzから3kHzまで通れば声として認識出来ます。このことは電話の周波数が300Hzから3kHzで制限されていることでも判ります。これでLEDのon-off 出来る速度が人間の声の速度(聞くことのできる周波数)よりずっと高いことが判ります。

LEDは流す電流を大きくすると明るく光り、小さくすると暗くなります。もちろん必要以上流せばLEDは駄目になってしまい、電流を流さなければ消えてしまいます。人間の声も大きくなったり小さくなったりします。その声の大きさをLEDに流す電流の大きさに比例するようにすれば、LEDの発する光は人間の声と同じように変化しますね。

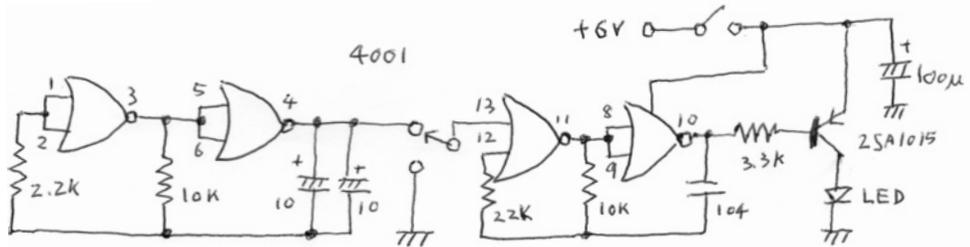
こうしてLEDを人間の声の周波数(300Hz-3kHzまでの)や声の大きさを制御する方法をAMと言います。もちろんそのためには人間の声をLEDに伝えるための電子回路が必要になりますが、今回は人間の声をLEDに乗せるのは次号に回してデジタルの音をLEDに乗せることをやってみたいと思います。

LEDは少なくとも10MHzまではON/OFF出来ますからアマチュア無線で使う周波数の電波と同じ周波数での通信が可能です。この周波数をサブキャリアと言い、色々な変調が出来ます。例えばアマチュア無線では許可されない3.5MHzのFMなんて言う実験も可能です。

しかしはじめはLEDをそのまま変調するベースバンドと言う方式の実験記を作ることにしてしましよう。

## 送信機

デジタルの送信回路を第1図に示します。



第1図 送信機の回路図

電源は6Vで、ICはNORのCMOS IC、1401です。この回路はICの初心者向けの回路ですから簡単に組み上げる事が出来るでしょう。

S1は電源スイッチで電源ON/OFFします。S2は光信号の連続と断続の切り替えスイッチで、光が連続して光るか、断続して光るか選択します。どちらにしても光に発振音がかっていますから受信機で聞くことができますので都合の良い方でお使いください。

LEDの種類は何色でも良いですがなるべく高輝度の物を使うことをお勧めします。私は「OSY5CA5111A-WY」という黄色の超高輝度LEDを使いました。これは秋月電子で手に入られます。

LEDの光は遠くへ行くと広がりますからLEDの前面にレンズを付けることによって光のビームを細くすることが出来ます。もちろんビームを細くした方が遠くへ届きます。しかし一寸ビームから外れると受信出来なくなってしまいます。このレンズの選択や取り付けが記録の善し悪しを決めることになりまますから皆さん良く考えてください。

この送信機の音質は出力が矩形波ですから決して良い物ではありませんが、簡単に実験出来ますから始めてLED通信をやるには良いと思います。

焦点距離の調整は夜 暗い時にすると便利です。実験の仕方のとこ

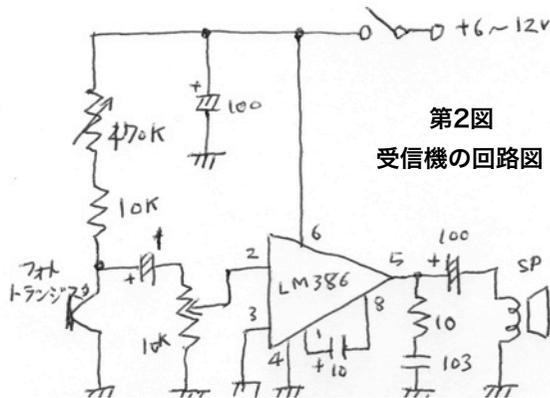
ろで説明します。

## 受信機

受信機の回路図を第2図に示します。

光信号を電気に替えるセンサーとしてフォトトランジスタを使いました。これは感度が良いのでLM386で簡単に回路を組むことが出来るためです。

これも送信機と同じようにフォトトランジスタの前面にレンズを装着するのが信号の通達距離を伸ばす極意です。しかし問題があります。それはレンズの焦点の問題です。ごく簡単に送信機の場合と同じ様にレンズの焦点にフォトトランジスタをもって行けばいいと考えますが、フォトトランジスタの所に焦点を合わせなければならないのですが送信機の光が弱く、また細いのです。しかもフォトトランジスタにはレンズが付いていますから焦点を合わすとということが非常にむずかしいのです。



第2図 受信機の回路図

しかし、難しく考えれば難しいのですが、経験から言うと受信の場合は送信の時と違い焦点距離を色々調整してみてもあまり変化がないのです。つまり実際にはそんなに難しいことは無いのです。

このことは皆さんの研究におまかせしますから実験して見て下さい。

この受信機は部屋の明かり(電気による)の方に向けてとブーンという交流ハムが聞こえますし、送信機のLEDの前に持って行けば勿論送信音を聞く事が出来ます。

### 実験の仕方

さて実験開始です。初めての実験は夜暗くなってから行うのが良いと思います。始めから遠くへ飛ばそうと思わないで送信機と受信機の距離を10m位はなれたところで始めましょう。

先ず送信機の焦点を合わせです。送信機で光を出してレンズを調整します。

その光の所に受信機をもって行き、フォトトランジスタを送信機の方に向けてます。たぶん「ピーピー」という信号を受けることが出来ると思います。その光の所で受信機の焦点距離の調整をします。

10m程度で焦点の調整をすればその先距離が伸びてもそんなに調整の見直しは必要ないでしょう。それが出来たら段々に距離を伸ばして行きます。

通達距離が遠くなると受信がうまくいかなくなって来ると思いますが、これは送信機の出す光のビームの中にフォトトランジスタを持って行けなから起きている事で一度受信に成功すると信号は以外にはっきり受かる物です。

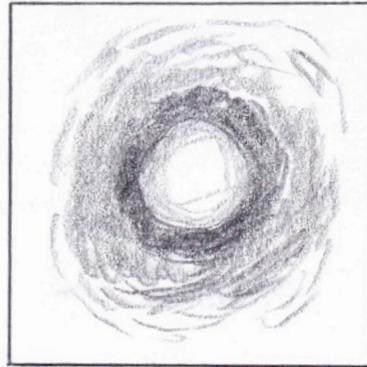
通達距離がもうこれ以上伸びないという所で記録を書き留めます。

昼間の実験もやってみましょう。夜と比べると難しいですが頑張ってみましょう。慣れて来ると夜と昼の差が少なくなってくると思います。

レンズもいろいろと工夫してみましょう。

### 実験のノウハウ

通信距離をのばすには送信の光を受信のフォトトランジスタに100%入れる事だと思えます。これは事実です。しかし、**第3図**のように、受信のピントが外れてある範囲の光を受信していると考えましょう。



第3図 ピントのずれた受信機のイメージ

そのとき視野全体の光の量の中で送信機のLEDの光が仮に10%だったとして、それが強くなったり弱くなったりしたらどうでしょう。フォトトランジスタはあとの90%の光をS/Nで考えるNとして扱います。つまりS/Nは悪くなるものの通信自体は成立します。このことは昼間明るい時にもLED通信が出来る事を意味しています。

もちろん背面の明るさはない方が良いに決まっています。このことは夜の方がこの実験をやり易いということが言えます。

光学系(LEDとレンズ、フォトトランジスタとレンズ)は固定するようにしてください。これをしっかり固定しないと通信距離を伸ばす事は難しくなります。通信距離が遠くなるに従い光のビームが細くなりますが光学系がしっかりしていないとはずれてしまい易くなるのが原因です。

# 遠心力の方向と大きさ

JA5FP 間 幸久

遠心力については、私たちは運動会のトラックで体験しましたし、潮汐の原因としても知られています。衛星の軌道高度と飛行速度に最も深く関係するのが、遠心力です。

では、具体的にどのようなものなのか、数値的に調べてみましょう。

図1のように、物体から質量を除いた質点という幾何学的な点が半径  $R$  の円上の A 点から B 点に進行するとします。

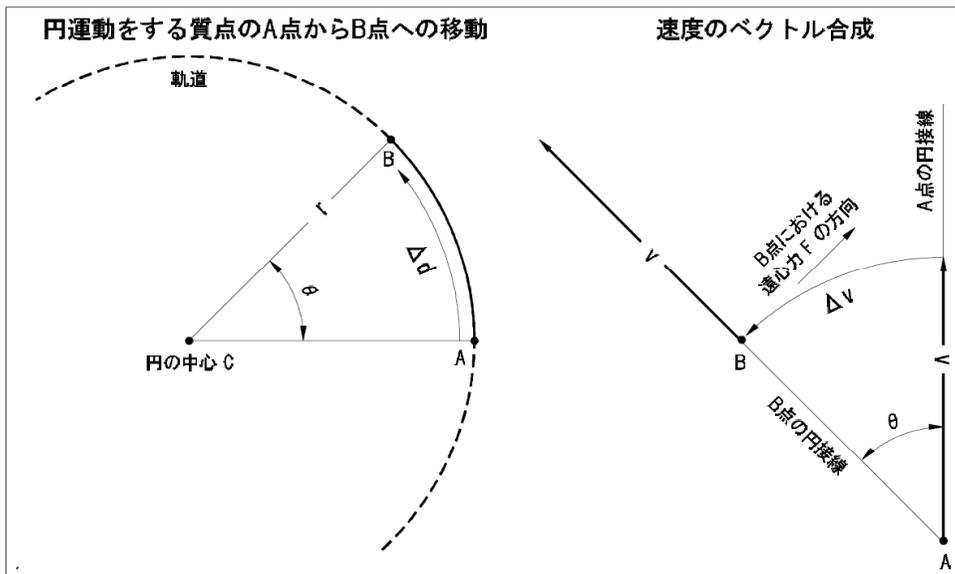


図 1: 円運動をする物体の速度の方向

この間の移動距離  $\Delta d$  は、円の中心点  $C$  での角度  $\theta$  (radian) として、次式となります。

$$\Delta d = r \theta \quad (1)$$

質点の移動速度  $v$  はベクトル (大きさと方向) を持っており、場所ごとに円の接線の方向にあります。具体的には、A 点の速度と B 点の速度とは  $\theta$  の方向差があります。これは質点の移動中に生じた速度のベクトル合成  $\Delta v$  に依るものです。

図 1 の  $\theta$  の二つの扇形は相似形ですので、 $\Delta v$  は次式で表せます。

$$\Delta v = v \theta \quad (2)$$

式 (1) と式 (2) から  $\theta$  を消去して、次の関係式が得られます。

$$\Delta v = \frac{v \Delta d}{r} \quad (3)$$

加速度  $a$  は、時間  $t$  として  $a = \Delta v / \Delta t$  と定義されます。これに式 (3) を代入すると次式となります。

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \Delta d}{r \Delta t} \quad (4)$$

式 (4) の中で  $\Delta d/\Delta t = v$  に他なりませんから、次の公式が導かれます。

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (5)$$

円運動をする実際の質量  $m$  の物体に働く遠心力  $F$  は、初速がゼロで加速度が  $a$  ですから、次式で計算されます。その方向は移動方向と直角です。

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad (6)$$

## 「アクティブアンテナ コンテスト」 の開催のお知らせ

**主催** 全日本長中波倶楽部

**目的** 環境雑音が大きいLF/MF 帯では、小型で設置場所に融通がきくアクティブアンテナが有用です。本行事では、アクティブアンテナに関するアイデアを学び合い、性能比較を通じて技術データを共有することを目的とします。

**行事内容** 同一場所・時刻・信号源という受信環境の下で実物測定をして、データの信頼性を高めようという試みです。

幸いにアクティブアンテナは容易に運搬と設置ができるので、東京都内の一か所に持ち寄り、デザインおよび測定データを評価します。

**開催日時** 2014年 4月20日 (日) 10:00~16:00 ※ 小雨決行とし、強雨の場合は懇談会に代える。

**開催場所** 東京都立水元公園集会所「涼亭(リョウテイ)」

所在地: 東京都葛飾区水元公園3-2

Tel. 03-3607-8321

交通アクセス: JR 常磐線または東京メトロ千代田線「金町」からバス 駐車場あり

詳細は <http://www.tokyo-park.or.jp/park/format/index041.html>

**参加資格** 誰でも出品できます。予め連絡があれば見学も歓迎します。

**出品の方法** 出品は自作・商品を問いません。何点でも出品できます。

出品は長さ2m 以内のアクティブアンテナ本体とM型コネクタ付き付属フィーダ(10m 以上)およびPFU とし、出品者本

・詳細 主催者Web サイト: <http://www1.u-netsurf.ne.jp/~7l1rll/2200mClub.xml>

開催要綱: [http://www1.unetsurf.ne.jp/~7l1rll/LF\\_MF\\_aa-contest.pdf2](http://www1.unetsurf.ne.jp/~7l1rll/LF_MF_aa-contest.pdf2)

詳細は <http://www.tokyo-park.or.jp/park/format/index041.html>

お知らせが遅くなりましたので参加はできませんが、見学は自由ですのでぜひおいでください。

見学希望者は恐れ入りますが 若鳥 陸夫様/7L1RLL [ricken@va.u-netsurf.jp](mailto:ricken@va.u-netsurf.jp) までメールでお申し込み下さい。



## 雑記帖

### 大雪

2月4日 雪が一寸降りました。道路には積りませんが畑にはうっすらと積りました。城址公園で梅の剪定をしていたので切った枝を拾って来てバケツにさしておいたら咲いてくれました。

2月9日 きのうからけさの明け方まですごい雪が降りました。千葉で33cm、佐倉では50cm位積りました。朝から15時位まで雪かきをした。雪かきは先ずは人の通る道から 御陰で腰が痛くなりました。

2月10日 やっと道が広がった。これも車も通れる。

2月11日 また雪が降って来た。道がまたぐちゃぐちゃになる。城址公園の木が大分折れた。XYLが雪灯籠をつくった。

2月12日,13日 大分雪も減って来たが道の両脇はまだ雪の山です。天気予報では14,15からまた雪。

2月14日 雪は夜のうちは大したことは無かった。

2月15日 夜半から雨と風が凄った。

2月16日 快晴 城址公園から富士山が見えた。家の玄関の先にふきのとうが雪の解けたあと現れる。福寿草も。城址公園の雪で折れた枝から椿と白梅を拾って水にさした。この間 関東甲信越での記録的雪を知らなかった。佐倉では雪は少なかつ

たのでまさかそんなに雪が降ったとは知らなかったのだ。

2月18日 城址公園の木が桜の折れた物をもたらうことに市と交渉、成功した。

2月19日 車で薪をはこぶ、チェンソー大活躍 でも一日では作業は終らない

2月20日 この日もチェンソー大活躍 どうやら夜になる前に終わった。



### H2Aロケット

ロケットの打ち上げを始めて見ました。すごいですね。でも、あっけない気もします。ものすごく大きな花火を1発、打ち上げるといふ風に考えるとです。ドーンと上がればそれでおしまい、2発目は無いのですから。それにしてもすごいです。今年の暮れにハヤブサ2があがるそうです。種子島は凄い人でしょうね。XYLは「見に行きたい」と言っていますが。

CirQ (サーク) 063号

購読無料 2014年 4月 17日発行 (不定期発行)

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)