



# 電子工作作品紹介

## (Dosimeter/GPS Logger)

GCM福島 (2012年7月15日, 福島県青少年会館)

GCM郡山 (2012年7月16日, ミューカルがくと館)

計測ワークショップ(マニアゾーン展示)

(THMAD Project in Sourceforge.jp)

注)本紙は、作品の品質並びに安全性を保証するものではありません。お試しには、十分に安全対策を実施の上、実施をお願い致します。



GCM

## 計測ワークショップ・マニアゾーンの紹介



マニアゾーンは、何でも作りたがり屋の有志の方々が、ガイガーカウンターなどの自作作品を持ち寄って展示し、情報交換する場です。展示作品の中には、万歩計など身近にあるものを利用して自作したガイガーカウンターや、鉛製の放射線暗室箱や、シンチレーションを採用した $\gamma$ 線分光計などマニアックな作品まで、幅広い展示となりました。この2日間で、ガイガーカウンターに興味を持たれている一般の方から、教育関係者、測定器業者の方まで、色々な方々がいらっしゃいました。来場者と作品製作者とのコミュニケーションも、比較的活発に行われ、次の創作意欲への糧となるような有意義な2日間となりました。特に、教育関係者からは、「個人でも出来るものなのか。ガイガーカウンターを、授業で、ゼロから学生にも作らせてみたい」などと、印象深いご感想をいただきました。





# GCM作品作者とTHMADの紹介

THMADは、万人から「個人では、そんなものは作れないなんて思い込み」を払拭し、万人の物造り力DIYの可能性を追求しています。



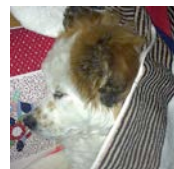
@digiporta



@mo\_t\_on



@felis\_lynx



@kid5963



@mountain\_hill



@namururu

注) 上記には、THMADメンバ以外の方も含まれています

**Tips for hand-making a dosimeter, ...** (Tips for hand-making a dosimeter and radioactivity archives): 放射線量計のプロトタイプ作り(回路図、制御プログラム、形状デザイン)や、校正の為にティップスのノウハウを、ボトムアップに蓄積し公開します。また、センサプローブ(外付けセンサ)の接続仕様の策定も、ボトムアップに行い、提案していきます。

<http://sourceforge.jp/projects/thmad/simple/>

注) 本プロジェクトは、個人のスキルアップ支援を、目的に発足したものであり、昨今の原発問題に関するコメントを、本プロジェクトとして、発言することは致しません。



# 展示作品目録



- フォトマルチプレーヤR-1548 & インチレーションCsI  
による $\gamma$ 線分光器(試作中)

@digiponta



- マイコン搭載液晶表示器付きガイガーカウンタ

@mo\_t\_on



- 万歩計を計数に利用したガイガーカウンタ
- カセットテープケースを使ったが小形ガイガーカウンタ

@felis\_lynx



- 万歩計を計数に利用したガイガーカウンタ

@mountain\_hill





## 展示作品目録



- フォトマルチプライヤ用電源装置(試作中)

@mountain\_hill



- フォトマルチプライヤ&シンチレーション放射線量計向け電源モジュール(製品参考展示)
- アロカの測定データ取得用の改造例

@namururu



- 可搬鉛放射線暗室箱(製品プロトタイプ参考展示)

@namururu



- 大形(1インチ、2インチ)のシンチレータNaI(製品参考展示)

@namururu





メンバ作品集など(当日の自動再生スライドショー)

[HTTP://SOURCEFORGE.JP/PROJECTS/THMAD/SIMPLE/](http://sourceforge.jp/projects/thmad/simple/)



## MEMO:

# 自作ガイガーカウンタのキャリブレーション

- 市販品ベースで、トリウム含有のマントル(登山用品)を、線源にして、市販ガイガーカウンタの値と比較して、CPM値から $\mu\text{sV/h}$ 値へ換算する程度を目安とした(トリウム含有で、明い灯りが利用でき、安全な登山ができるようになります)。
- でも、用途としては、平常値から異常に高いCPMへの変化を警告するものと考え、 $\mu\text{sV/h}$ 値への変換よりも、CPM値の相対的变化を見る方が実用的。自作GMカウンタの表示は、CPM値のみとした。





MEMO:

## 市販ガイガーカウンタ店頭価格

- 市販GMカウンタの売値に、大きなバラツキ。

★理由： そもそも、ガイガーカウンタ市場がニッチであり、ほとんどメーカー総代理店が国内になく、顧客の要求に応じて商社が扱っていた。原発事故需要増で、販売店が、個別に輸入して、販売している。転売という形態となり、売れ行き、在庫量によって、売値を変えざるを得ない状況。極端な例では、同じチェーン店であっても、売値が異なる機種がある。

★秋葉原店頭価格の値幅：

Dose RAE 2 (39,800円前後)

Dose RAE P (29,800円～59,800円) (表示の  
応答が遅そめ)

SOEKS 01M (39,800円前後)

⇒秋葉原に限れば、ウィンドショッピングを楽しみましょう

★通販(Amazon等)の値幅： 秋葉原店頭価格より、多少安い模様







twitter ID @digiponta

## 初号機携帯型ガイガーカウンタ（1986年）

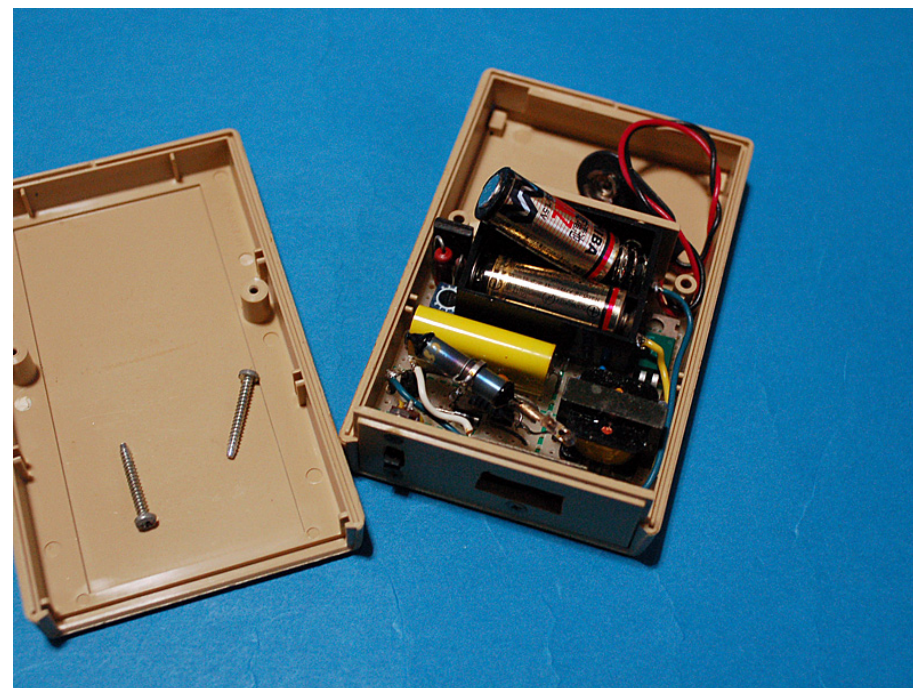


# 初号機携帯型ガイガーカウンタ（1986年）

twitter ID @digiponta

1986年：チェルノブイリ原発事故で、自作初号機1種製作（浜フォト製GM管採用/バックグランド1CPM、累計カウントのみ）

2011年：福島原発事故で、自作式号機2種製作開始（中国製GM管 J305 $\beta\gamma$ 、mbed NXP LPC 1768,  $\square$  ガー機能）



(C) 2012, THMAD



twitter ID @digiponta

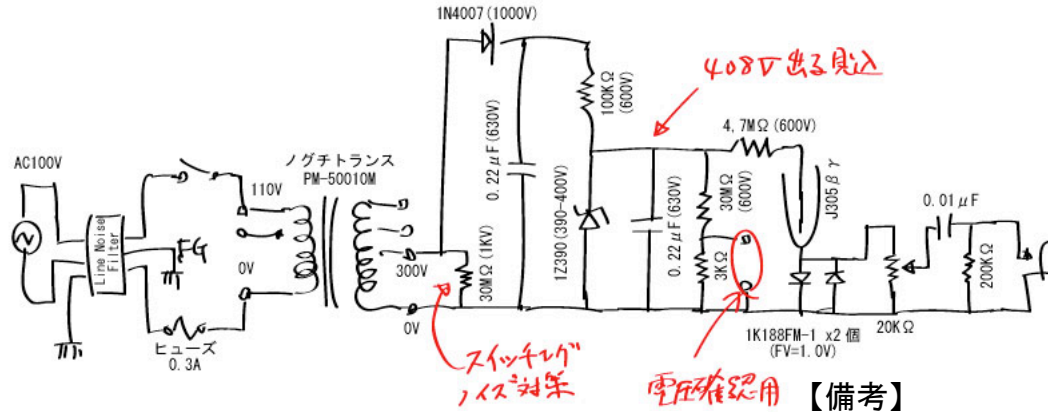
## 式号機据え置き型ガイガーカウンタ(2011年)



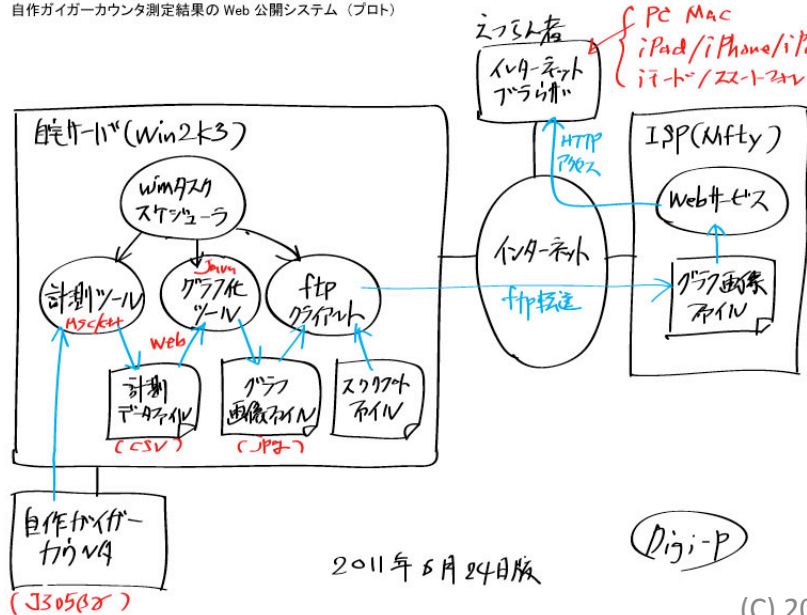
# 式号機据え置き型 (2011年)

twitter ID @digiponta

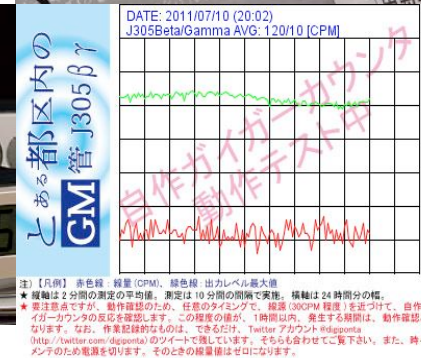
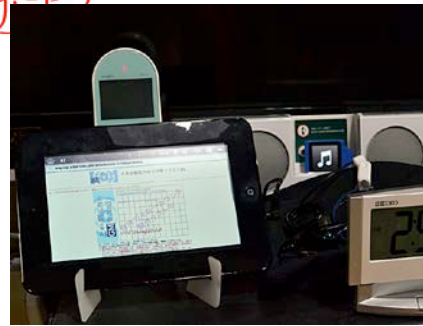
自作ガイガーカウンタノタイプ1 Rev. 3 (ノグチトランス PM-50010M & DC400V 駆動専用)



自作ガイガーカウンタ測定結果の Web 公開システム (プロト)



USBサウンドアダプタ(Pci社PL-US45AP)で、パルスをキャプチャ



注) 【凡例】 赤色線: 線量 (CPM)、緑色線: 出力レベル最大値  
 \* 縦軸は2分間の測定値の平均値、測定は10分間の間隔で実施、横軸は24時間分の値。  
 \* 縦軸は線量ですが、動作確認のために、任意のタイミングで、線量 (300CPM 程度) を表示して、自作ガイガーカウンタの反応を確認します。この程度の値が、1時間以内、発生する場合は、動作確認となります。なお、作業記録的なものは、できるだけ、Twitterアカウント (@digiponta) (http://twitter.com/digiponta) のサイトで随時アップします。もちろん合わせてご覧下さい。また、時々、レポートのため電報を切ります。そのときの線量値はゼロになります。

2011年6月24日版

Digi-P



## MEMO:

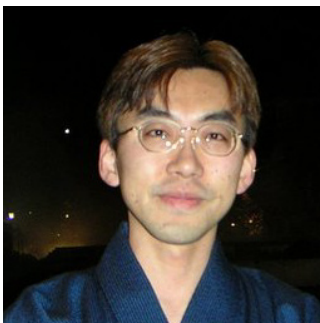
# ガイガーミュラー(GM)管の選定

- 当時(2011年)、流通していたGM管
    - 秋葉原店頭： 米国製CK1026(800V)、中国製J408 $\gamma$ (400V)、中国製J305 $\beta\gamma$ (380V)
    - 海外通販： 米国製LND712、ロシア製GM管SI-1G,SI-29BGなど
- ⇒通販の在庫は、ほとんど品切れ。結局、秋葉原店頭で、入手。作り易さから、400V当たりで稼働するGM管を使うことに。更に、J305 $\beta\gamma$ は、新古品でなく、現生産製品であることで、これが、お薦め(2011年時点)。

## 【備考】

- 1986年に購入した浜フォトのGM管は、バックグラウンドで、1CPM前後だったので、低い線量を見るのみには適してなかった。今は、何でも手に入って便利な時代と再認識！





twitter ID @mo\_t\_on

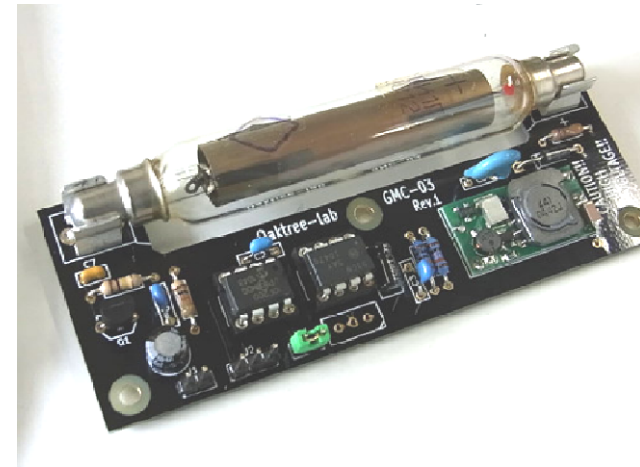
**作ってみました (2011年)**



## 作ってみました (2011年)

twitter ID @mo\_t\_on

- まずは動く物が必要だ  
@felis\_silv (櫛の木技研)さんのGM管【中】キットを入手。GM管自作の必要は無くなった。高電圧発生もキットにお任せ。
- 今回頑張った部分  
電源、液晶表示、ケースなどのGM管メイン基盤以外。「カチッ」という検出音のマナーモードもあり(スイッチだけど ^^;)。





## いざ放射線測定へ！

---

### 【測定方法】

- 放射線の測定値はバラつきが大きい
- 1分間の測定(cpm)を10分継続して平均値を求める
- 東京都小平市(自宅屋内): 12cpm(DoseRAE2: 0.06 $\mu$ Sv/h)
- 福島県いわき市久ノ浜: 35cpm(DoseRAE2: 0.40 $\mu$ Sv/h) (参考)  
いわき市久ノ浜 地表15cm: 78cpm

### 【測定値の単位について】

- 現在はSv/hではなくcpmを使用
- 変換係数が未確定 (^^; この後の校正会に期待！
- でも、cpmによる相対比較でも十分に役立ちます！





## 今後の計画 (2011年時点)

---

- 線量・GPSロギング  
地図上に測定値をマッピングしたい  
現在GPSモジュール・SDカードロガーの機能確認中
- 買い集めたGM管の組み上げ  
大型(36cm)中華GM管やロシア製GM管が多数あり  
GM管外付け式プローブも作りたい
- 自宅での定点観測
- 放射線検出音の変更♪心安らぐ音に  
ししおどし(カコーンツ)、炭酸飲料の栓抜き音(シュポポ)



twitter ID @felis\_lynx

## ガイガーカウンタ事始め(未完零号機)



# ガイガーカウンタ事始め(未完零号機)

twitter ID @felis\_lynx

- 放射線計測を始めたいと思い、いろいろと文献を検索。「紙筒と空き缶で作る高感度ガイガー計数管」  
[http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/rik\\_037.pdf](http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/rik_037.pdf)
- フィルムケースが入手難と知り、綿棒ケースでの作成を検討。高電圧電源は秋葉原の国際ラジオの-5kVの電源ユニットを使用。
- 電極は紙と真鍮の線を検討。窓には雲母円盤を検討。
- 結局現時点では未完成(先に中国GM管J408γが入手できたため)

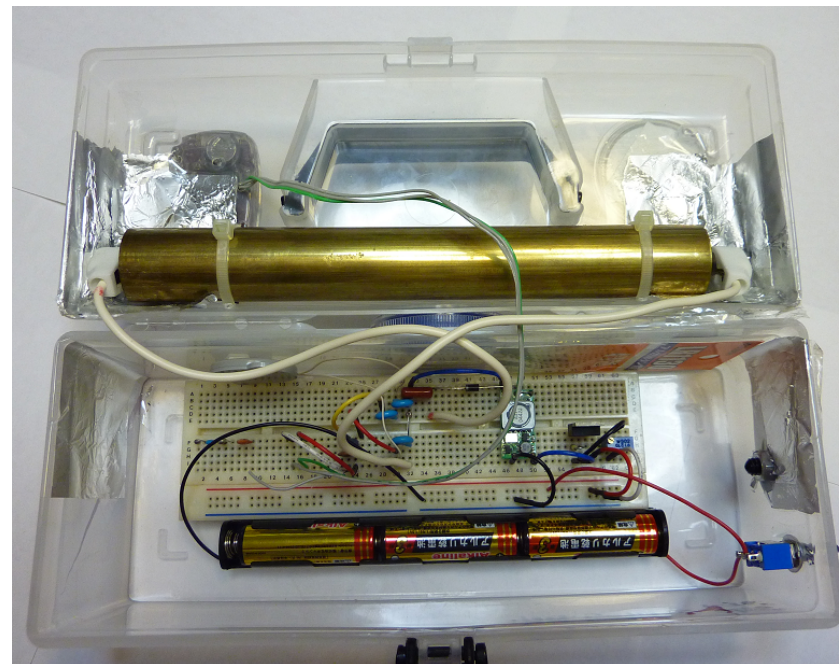




ガイガーカウンタ事始め(1)

## 中国製GM管を入手し作成開始(1号機)

- twitter上で「ガイガー」などの検索キーワードを設定し、同様なことをやっている仲間を探索
- そのうちに輸入したGM管を山分けするというtweetを発見、すぐに乗る。
- 手元に中国製のJ408γが到着。秋葉原の仙石通商でも大量に販売された模様。
- ブレッドボードで試作し、そのまま100円ショップのケースに実装。

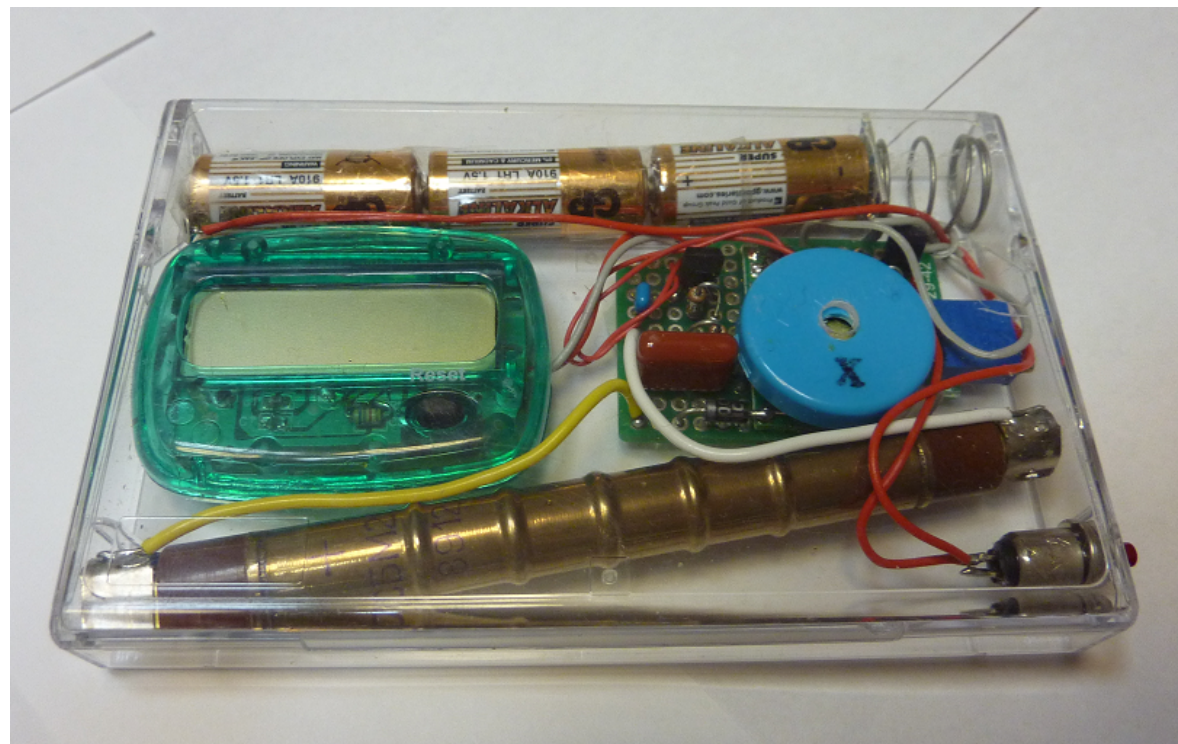




ガイガーカウンタ事始め(2)

## SBM-20をカセットケースに実装(2号機)

- ロシア製GM管SBM-20とインバータ回路、歩数計をカセットケースに実装。
- カセットケースの構造を最大限に利用





## ガイガーカウンタ事始め(3) 今後

- 中国製GM管(J106 $\gamma$ 、J109 $\gamma$ ): 据え置き型、ガイガーテルミン(楽器)
- ロシア製GM管(SBM-20): モップ型(音程で放射線量を確認)
- 紙筒ガイガー管を完成(雲母窓を実装)





## ガイガーカウンタ事始め(4) 中国製GM管の検査証

- J109 $\gamma$ の検査証には1966年6月の日付がある。
- 1964年以降の中国での核実験の影響を調査するために製造？





twitter ID @digiponta

## 式号機携帯型ガイガーカウンタ(2011年)

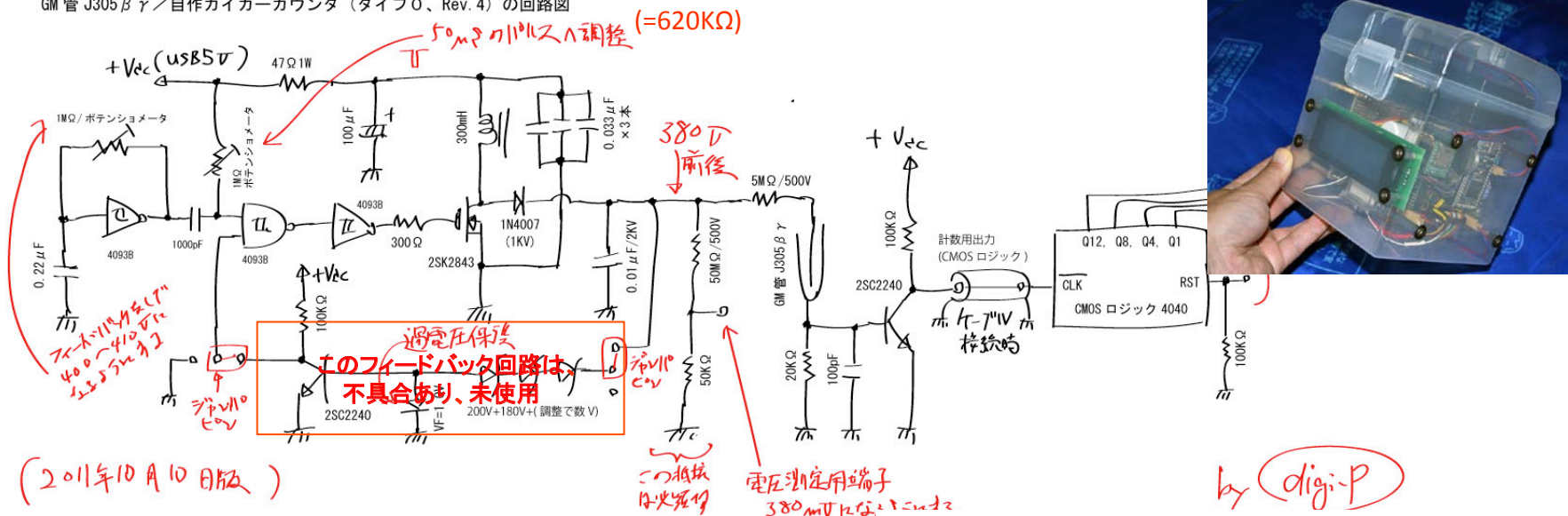




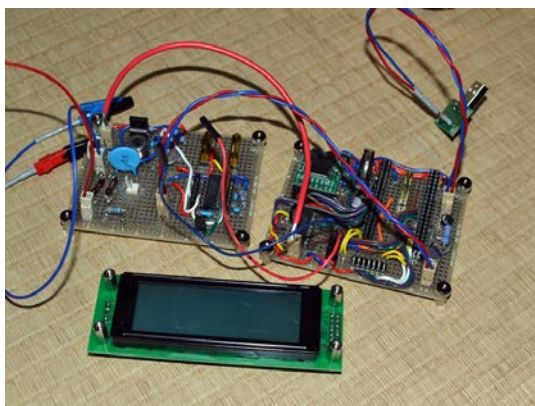
# 式号機携帯型ガイガーカウンタの製作(2011年)

twitter ID @digi\_ponta

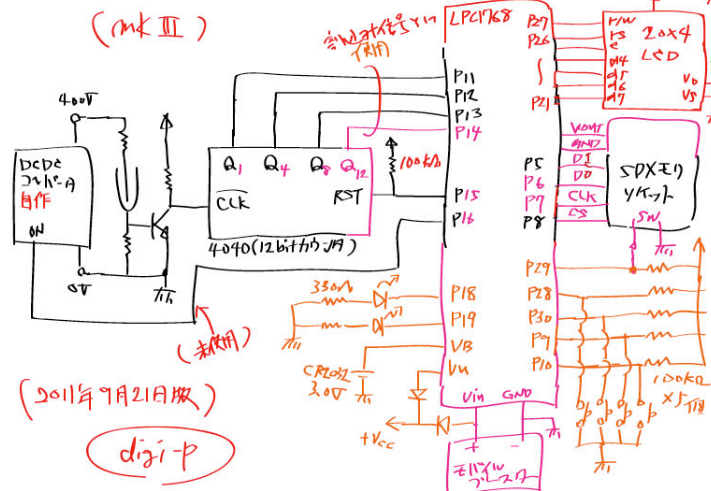
GM管 J305βγ / 自作ガイガーカウンタ (タイプO、Rev.4) の回路図



(2011年10月10日版)



ガイガーカウンタ用コントローラの実験回路図案 (mbed NXP LPC1768 版お試し)



消費電流は、40mA弱(内30mA強がmbed)



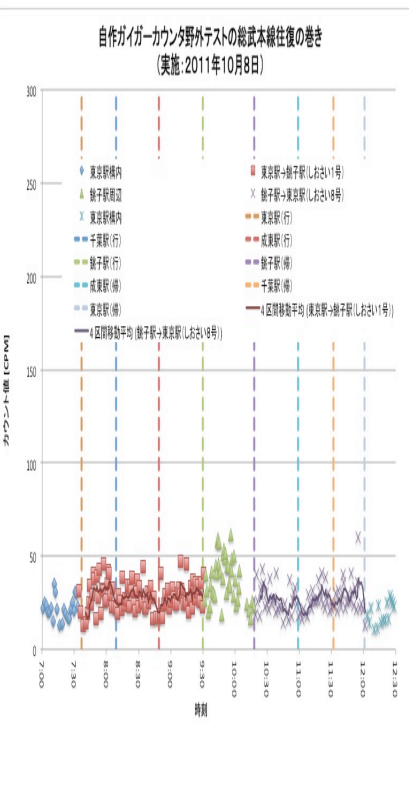
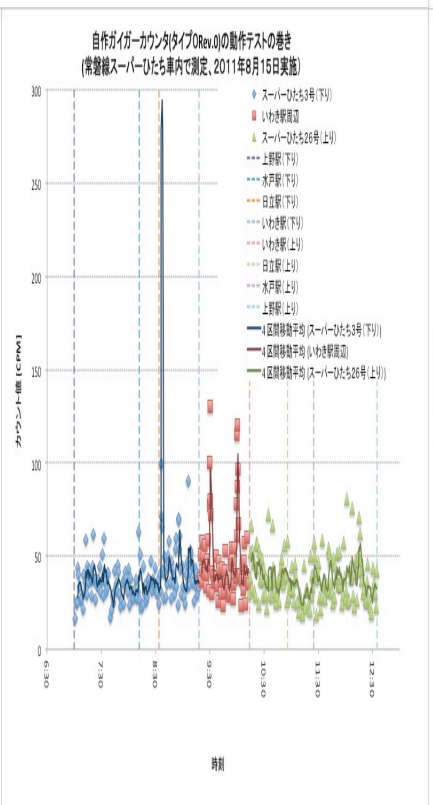
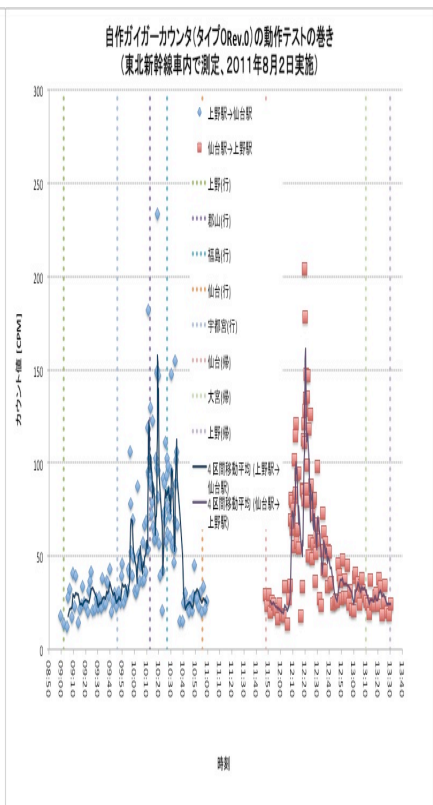
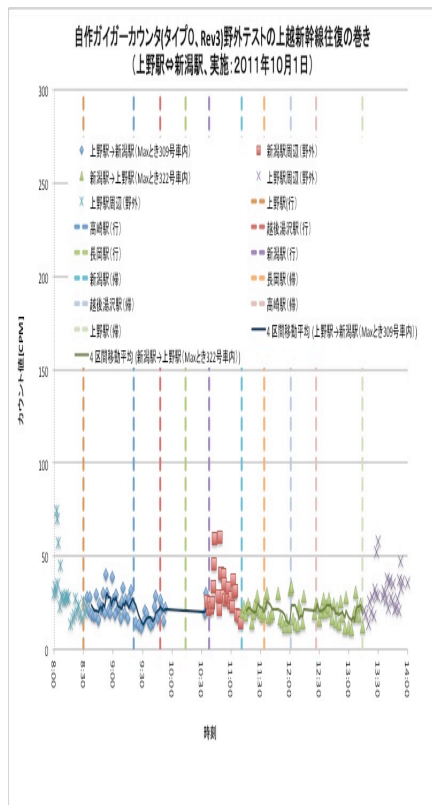
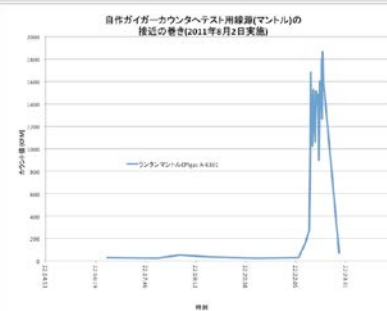
## 式号機携帯型ガイガーカウンタの製作(1) データ記録

- データ記録形式 (SDメモリ, CSVファイルとして出力)  
<日時>, <日時のミリ秒表示>, <16カウントに要したミリ秒数>, <CPMの十倍>  
2011/08/31 00:00:32, 1314748832, 42619, 225  
2011/08/31 00:01:19, 1314748879, 23757, 404  
2011/08/31 00:02:02, 1314748922, 21390, 448  
2011/08/31 00:03:14, 1314748994, 36253, 264  
2011/08/31 00:04:00, 1314749040, 22761, 421  
2011/08/31 00:05:32, 1314749132, 45987, 208  
2011/08/31 00:06:20, 1314749180, 23955, 400  
2011/08/31 00:07:18, 1314749238, 29224, 328  
2011/08/31 00:08:30, 1314749310, 35952, 267  
2011/08/31 00:09:06, 1314749346, 18017, 532  
2011/08/31 00:10:32, 1314749432, 42796, 224  
2011/08/31 00:11:40, 1314749500, 34018, 282  
2011/08/31 00:13:04, 1314749584, 42022, 228  
2011/08/31 00:14:00, 1314749640, 28139, 341  
2011/08/31 00:15:20, 1314749720, 40039, 239  
2011/08/31 00:16:32, 1314749792, 35677, 269  
2011/08/31 00:17:35, 1314749855, 31537, 304
- データ記録形式は、マイコン側のプログラムしだい。C言語



# 式号機携帯型ガイガーカウンタの製作(2) 野外動作テスト

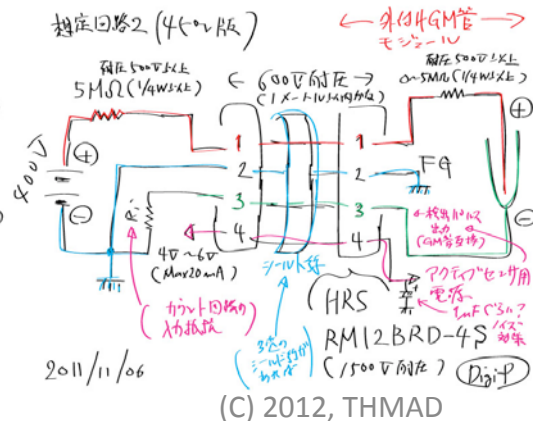
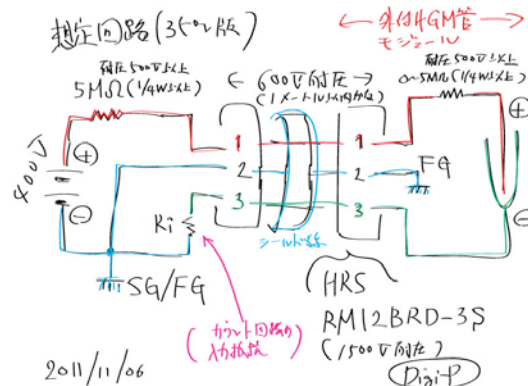
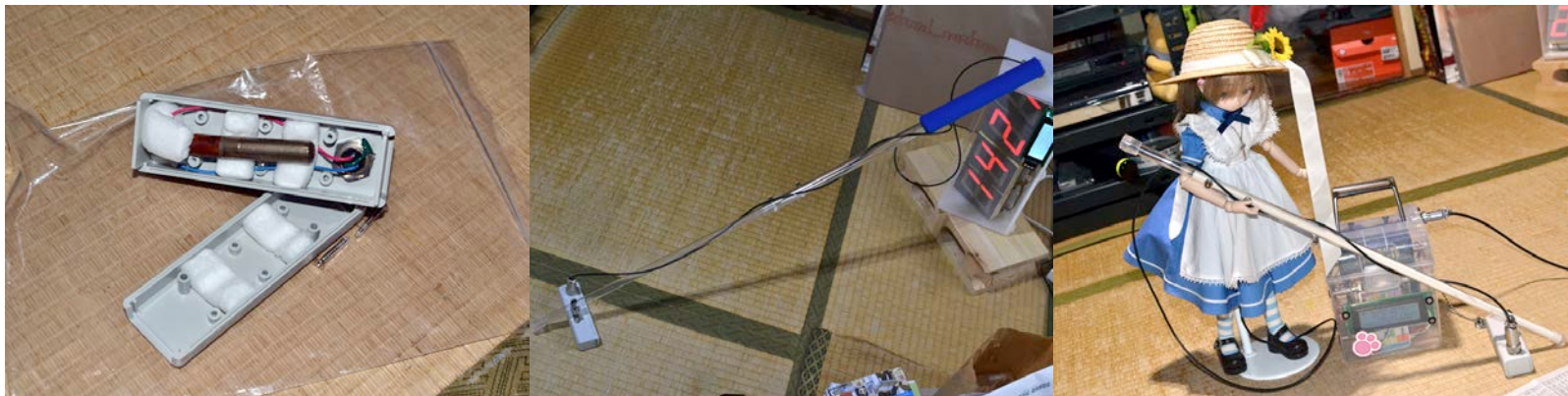
- せっかく作ったので、色々、野外で動作テスト。電車の天井棚に置いて、往復(2011年夏)。  
⇒ 線量に起伏はあるものの、東北新幹線の利用に関して、特に支障はない事も判明





## 式号機携帯型ガイガーカウンタの製作(3) 外付GM管モジュール

- 地面など低い位置の線量を測ろうとすると、腰に負担など、身体に易しくない。外付GM管モジュールを試作してみた。
- (検討中) 自作GMカウンタ同士で、接続仕様を標準化できると嬉しそう。



### 【備考】

- 先は、ポリカーボネート、柄側はアクリル
- GM管は、ガラス管よりは、丈夫そうな、メタル管(ロシア製GM管SI-29BG)を採用。



## 式号機携帯型ガイガーカウンタの製作(4)

## 免責事項

- 樹脂製ケースを採用しているため、外部からの電磁ノイズに弱い。特定の電波に反応して、時刻設定モードへ変わったり、LPC1768がフリーズすることがある。  
⇒ 電源の入れ直しで治る。
- 最終的に、置物(ディスプレイメント)として、部屋に置いておくことを想定し、CDケース(100円ショップ)を採用し、携帯用といえど、小形ではない。
- 外付けGM管モジュールも、プロトでもあり、ケースが金属でないため、接続ケーブルにシールド線を採用しているが、ノイズに弱い。
- GPSモジュールの搭載を考えたが、消費電力が、だいぶ増え、バッテリーでは24hもたなくなるようなので、断念。データ記録形式を突き合わせできようにな別装置として製作。



## MEMO: フライバック電圧とは

- リアクタンスの方程式

$$V(t) = L (di(t)/dt)$$

$V(t)$ : 電圧、 $L$ : リアクタンス、 $i(t)$ : 電流、 $t$ : 時間

$$E = L i^2 / 2$$

$E$ : コイルに蓄えられるエネルギー

- フライバック電圧とは、大雑把に言えば、コイルに流している電流を、断絶させたときに出る電圧。電流の変化大きい程、高い電圧が発生する。
- 周期的に断絶させるようにコイルに電流を流せば、定常的に高電圧のパルスが発生できる。これを整流平準化して直流の高電圧が得られる。



## MEMO:

### フライバック昇圧回路

---

- 部品のパラメータや電源電圧を変える事で、DC1000Vまで昇圧できることを確認。但し、電圧を上げると、消費電力も多くなる。
- DC400Vの出力の場合、消費電流は、5V3mA弱となっている。
- 出力側に負荷抵抗を常設して、内部抵抗が低いテストでも、出力電圧が測れるようにしている。
- 電源電圧に変動が起きない場合、定電圧ダイオードによる定電圧回路を省ける。この場合、更に消費電力が減らせる。



## MEMO: mbed NXP LPC1768

- ARM系マイコン評価ボードmbed NXP LPC1768を採用
- 驚愕の簡単さ！ 回路設計は、つなぐだけで使える程。制御プログラムは、C言語で開発。通常のソフトウェアと同じスタンスで作れる
- 難点は、AS-ISでは、200mAも電流を食うこと。バッテリーで使うには、省電力のTIPSの適用が必須。





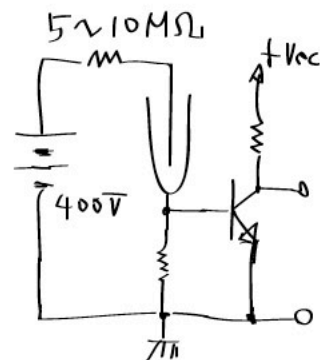


MEMO:

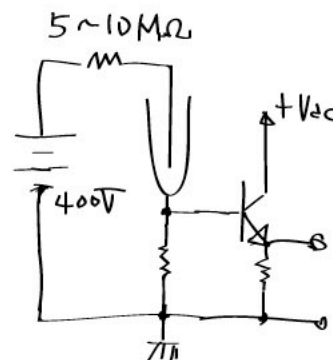
## ガイガーミュラー管パルス・レシーバ回路の色々

- 用途に応じて、電圧駆動型と、電流駆動型の2種類のレシーバ回路案(トランジスタでなくFETを使った回路もあり得る)。

GM管パルスレシーバ回路案



(a) 電圧駆動型レシーバ回路



(b) 電流駆動型レシーバ回路

2011年11月15日版

Digi-P



## MEMO: しっかり作るには

- ある程度、コストかける。特に、アナログ回路は、特に、使用可能な市販のモジュール部品を採用して行く。例えば、高圧DCDCコンバータとしては、Bellnics社が2000Vまでの製品などがある。メリットは、出力電圧の安定性、直接、テスタで電圧を計れるパワーをもっているなど。
- GM管は、ハロゲン系(稼働電圧1000V以下)でなく、寿命は短くなるが、アルコーン系(稼働電圧1000V以上)の方が、プラート特性が加電圧の変動に対して、フラットで、精度が高い。物理実験の測定では後者が、主に使われている。





twitter ID @digiponta

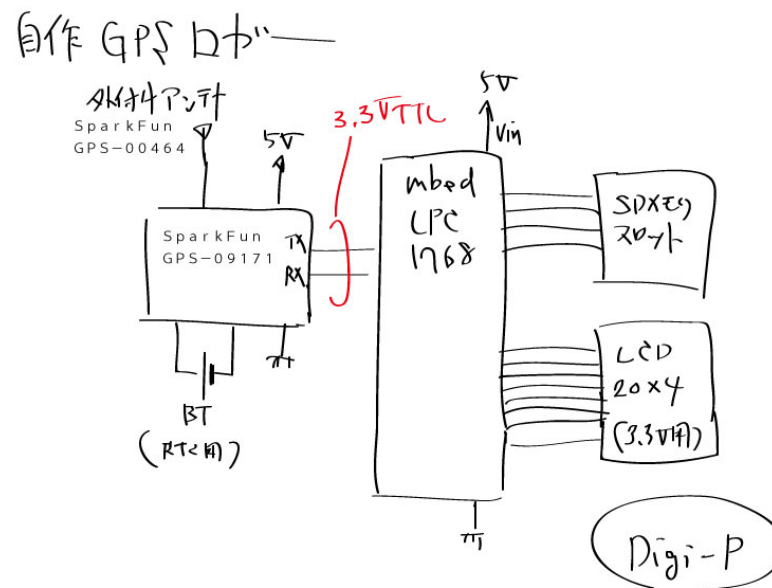
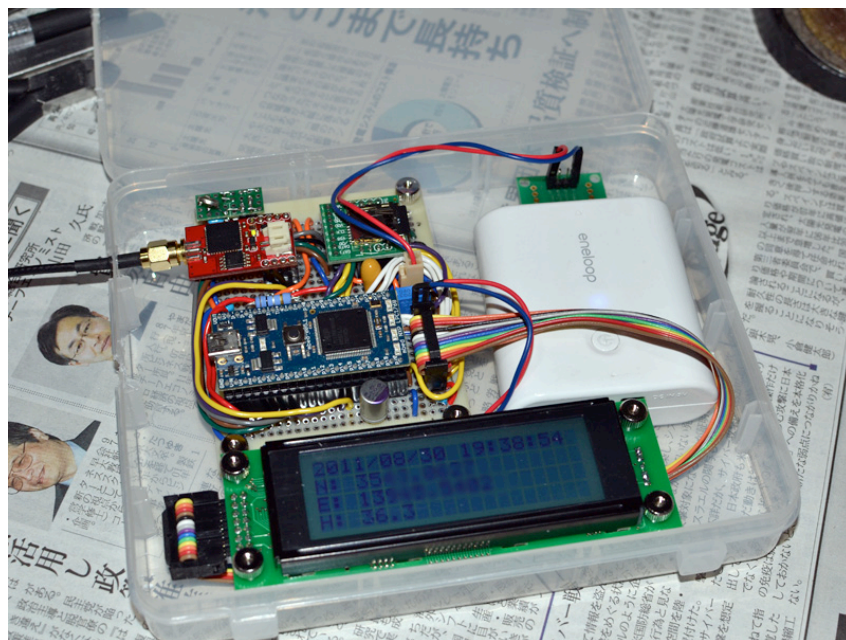
## GPS LOGGERの製作（2011年）



# GPS Loggerの製作 (2011年)

twitter ID @digiponta

- GMカウンタの測定ポイントの位置の記録も取りたくなかった。でも、GPSモジュールが、電気を食うので、合体すると電池の保ちが悪くなることが判明。合体は諦め、スプレッドシートで、記録を、日時で付き合わせることにした。

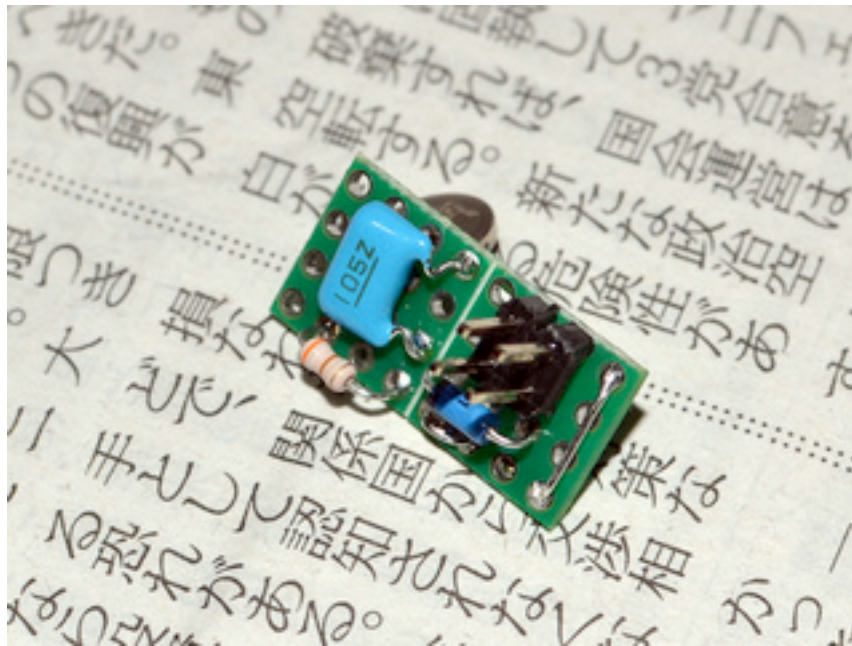




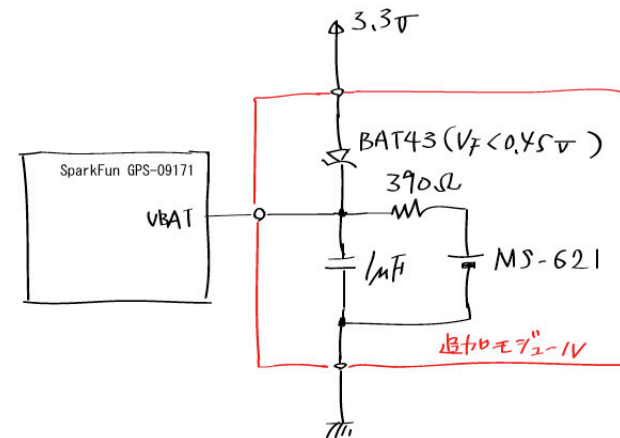
## GPS Loggerの製作(1)

## GPSバックアップバッテリー回路の製作

- データシートを参考に、GPSバックアップバッテリー回路を作成。部品が小さくて、半田付けが、なんとも難儀(\*'д`\*)~3
- 使用する2次Liボタン電池MS-621(日本メーカー製)の入手が海外通販のみ



SparkFun GPS-09171 外付けバックアップバッテリーモジュール (回路図)



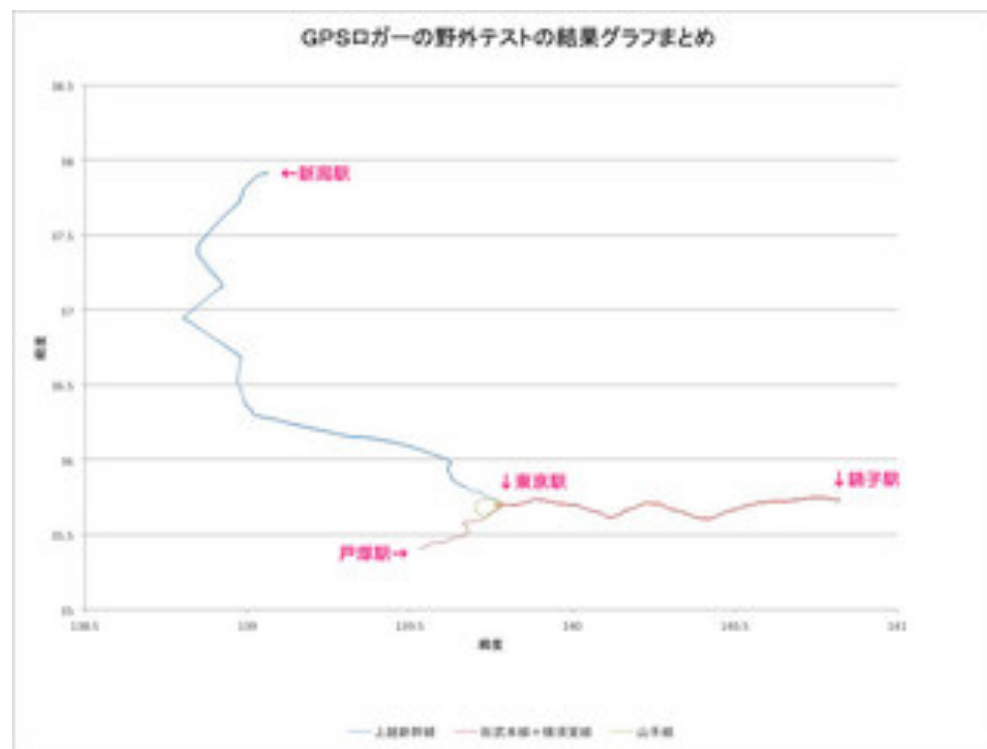
(2011年8月31日版)

Digiponta



# GPS Loggerの製作(2) 野外動作確認

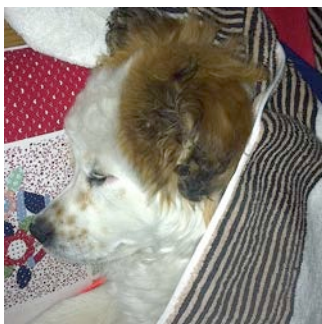
- GPSモジュールには、出力メッセージを2種類(\$GPGGA,\$GPRMC)に制限



【SDメモリ記録フォーマット】(CSVファイルとして出力)

```

2011/08/31 12:09:13,$GPGGA,030913.014,3541.8715,N,13946.3281,E,1,05,2.4,123.7,M,36.2,M,,0000*5B,$GPRMC,030913.014,A,3541.8715,N,13946.3281,E,0.00,0.06,0.4,310811,...,A*62
2011/08/31 12:09:23,$GPGGA,030923.014,3541.8707,N,13946.3283,E,1,05,2.4,125.2,M,36.2,M,,0000*5A,$GPRMC,030923.014,A,3541.8707,N,13946.3283,E,0.02,3.15,7.7,310811,...,A*67
2011/08/31 12:09:33,$GPGGA,030933.015,3541.8644,N,13946.3285,E,1,05,2.4,133.6,M,36.2,M,,0000*59,$GPRMC,030933.015,A,3541.8644,N,13946.3285,E,0.02,3.18,7.5,310811,...,A*68
2011/08/31 12:09:43,$GPGGA,030943.015,3541.8586,N,13946.3256,E,1,05,2.5,144.8,M,36.2,M,,0000*52,$GPRMC,030943.015,A,3541.8586,N,13946.3256,E,0.02,3.21,11.6,310811,...,A*63
2011/08/31 12:09:53,$GPGGA,030953.015,3541.8545,N,13946.3282,E,1,05,2.5,149.9,M,36.2,M,,0000*59,$GPRMC,030953.015,A,3541.8545,N,13946.3282,E,0.02,0.12,9.3,310811,...,A*6A
2011/08/31 12:10:03,$GPGGA,031003.015,3541.8540,N,13946.3335,E,1,05,2.5,149.7,M,36.2,M,,0000*52,$GPRMC,031003.015,A,3541.8540,N,13946.3335,E,0.01,9.11,9.0,310811,...,A*65
    
```



twitter ID @kid5963

## ガイガーミュラー管を利用した 簡易食品検査機製作（2011年）



# GM管を利用した簡易食品検査機製作(2011年)

twitter ID @kid5963

---

簡易食品検査機を作ってみました。制作費はiPhoneを除いて4万円弱です。  
目標精度 10Bq/kg程度まで簡易判定出来るもの。検査時間はむにやむにや。

試行錯誤の結果、現状は以下の状況です。

BG= 35.8 ±0.2CPM

1CPM当たり約8.7Bq (炭酸カリウム水溶液による簡易校正)

## 計測方法

マリネリ容器に検査品を詰め計測。この時、カリウムも同時に計測してしまうため、食品検査表を参照してカリウム含有量分を検査結果から引く。引いた残りは主にセシウム134+137と推測。(スペクトル見てません)

## ということとは？

ちゃんとした計測器ではない。気休め。おおよその量を量る為の物。10Bqを2σまで追い込む為には6時間くらい計測が必要。なんちゃって計測器のご紹介。





## GM管を利用した簡易食品検査機製作(1)

GM管を使った簡易検査機です。

高圧発生部分はちっちゃいものぐらぶのKITを流用しています。

電圧はツエナーによる切り替え式でプローブ交換によりJ408yやLND-712が利用出来ます。

食品検査用プローブはSBM-20x7 構成です。

プローブ交換時に電圧切り替えスイッチでツエナーを入り切りしています。



SBM-20x7束ね式  
制作費15000円



高圧部  
ACアダプタ電池  
制作費3500円



内部回路  
空中配線



J408y  
空間線量用



LND-712  
 $\alpha$ 線計測用



## GM管を利用した簡易食品検査機製作(2)

カウンター部分は、iPhone4に「ガイガーボット」を組み合わせて、イヤフォン端子にパルスを入力しています。

ガイガーボットはフリーソフトです。

マリネリ容器はDIYショップの1リットル容器の底を抜きました。乾燥させた田んぼの土を一杯に入れるとおおよそ1kg入ります。



寸胴2個の組み合わせ  
廃棄品の再利用  
寸胴の間には  
水が満たされている  
制作費2500円



マリネリ容器の内部にプローブが入る  
β線遮断用に銅板を巻いて入れている  
試料を入れるときはビニル袋に入れる

制作費 1000円位



マリネリ容器は  
分割出来て、水洗い可能



## GM管を利用した簡易食品検査機製作(3)

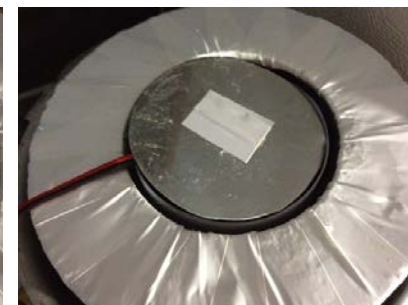
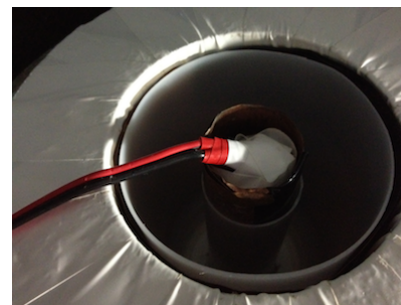
遮蔽容器は寸胴の中に鉛の内径105mm外径200mmのドーナツ型と円形のブロックを入れています。各部の重量は15kgでビニルテープを巻き付けて鉛に直接触れない様になっています。鉛遮蔽厚さは約45mmドーナツの高さは約50mmで3段重ねで高さ約150mmを確保しています。総重量は65kg。



内部のパーツ。  
上部フタは最大厚さ60mm。  
底部は最大厚45mm。  
クズ鉛を10kg2000円で購入  
込んで作成。



寸胴の中に底部、ドーナツx3個を  
重ね、底部は1mmのアルミ版を  
入れている。ドーナツの内側に  
銅板を入れている。これらは鉛か  
ら出て来るβ線遮断用。



プローブを差し込み、アルミのフタをかぶせて、この上に60mm厚の鉛のフタを乗せる。アルミ板は鉛由来のβ線遮断用。

### 使い方

シイタケや山菜などを切り刻んで一杯に詰め込み、計測します。6時間程計測すると2σ位まで達します。

カリウム含有量を食品表で概算で決めている為、様々な食材が混在している物には使えません。

カリウム水溶液による実験では、30Bq/kg～300Bq/kgまではほぼ比例した計測値となっています。(410Vでの計測)



twitter ID @digiponta

## フォトダイオード+シンチレーション型放射線量計 (2011年)



# PD+シンチレーション型放射線量計製作(2011年)

twitter ID @digiponta

---

## フォトダイオード(PD)+シンチレーション型放射線量計とは

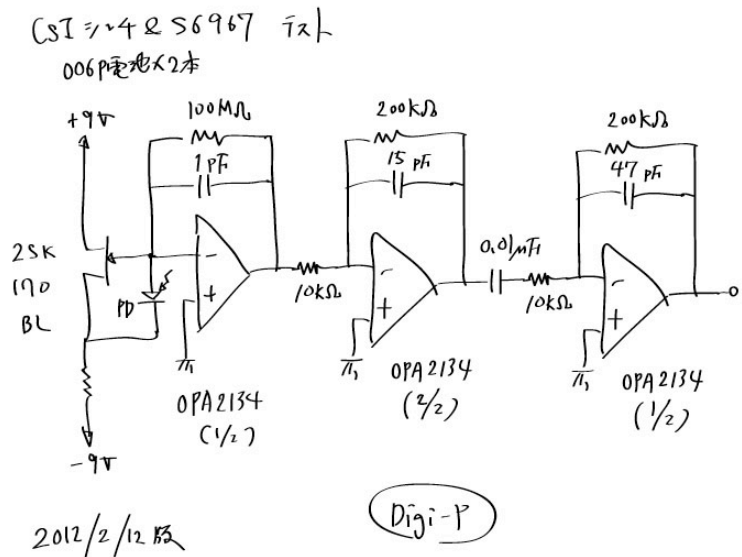
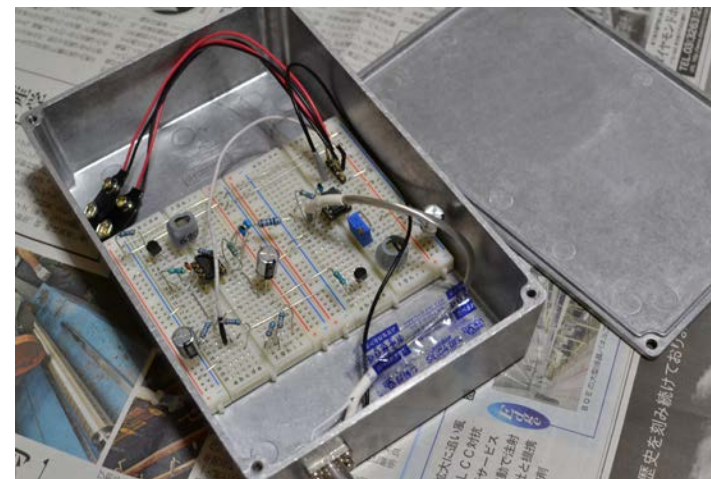
- フォトダイオードは、光を受光し、電気信号として出力する半導体でバイス(センサデバイス)。
- シンチレーションは、放射線を光に変える物質。今回は、 $\gamma$ 線を、微弱な光に変えるCsIを採用。
- 今回は、シンチレーション(CsI)で発生する微弱な光りを、フォトダイオードで受光して電気信号として取り出し、パソコンのサウンド入力から計測し、放射線量データとして集計する装置の電子工作を紹介します。



# フォトダイオード+シンチレーション型放射線量計の製作(1) 実際に作ってみた

- 浜フォト社製フォトダイオード S6967(内部50pF)と、5.5mm角のシンチレーションCsI(Tl) を使って、センサもシールドを作ってみた。かなりノイズが多くて、扱い難いことも判明。一方、ちゃんとシールドすれば、ブレッドボードでも実験が可能とも判明。

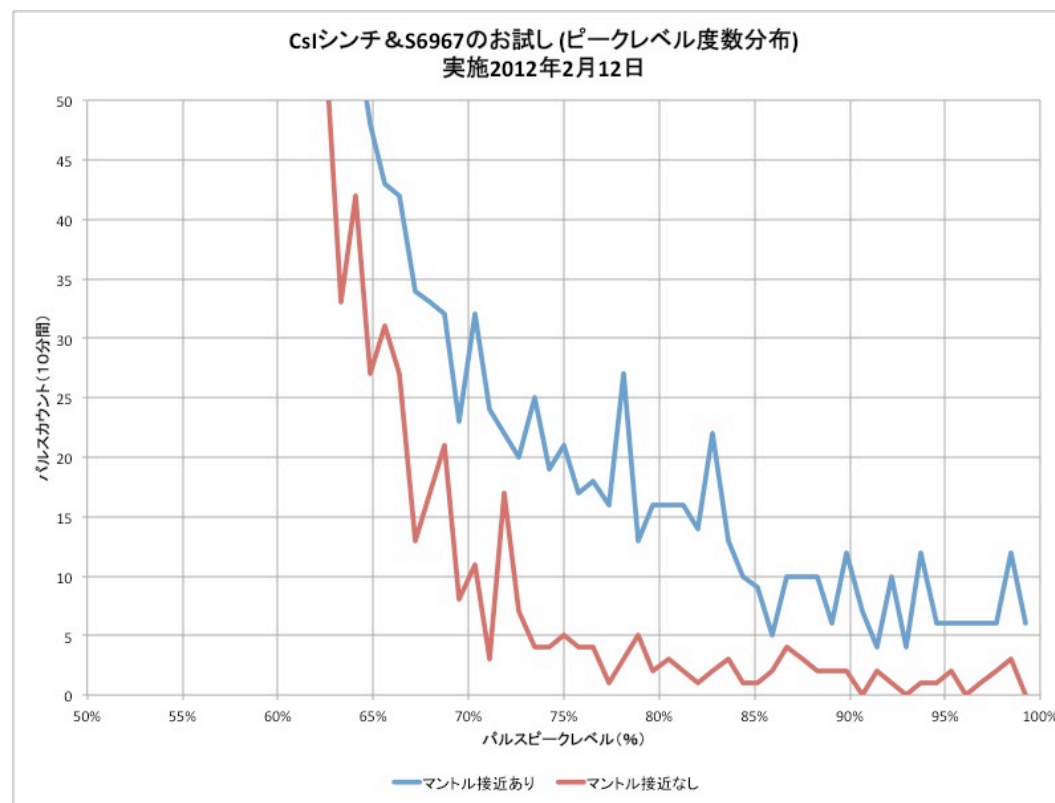
注) 上記のシンチレーションCsI(Tl) は、秋葉原の秋月商会で販売されているのも。





## フォトダイオード+シンチレーション型放射線量計の製作(2) 動作テストの結果

- 登山用具のマントル(トリウム含有)を線源にして、動作テスト。パソコンの48KHzサンプリングで録音して、後からプログラムで集計してグラフ化しています。





twitter ID @digiponta

## フォトマル+シンチレーション型「線分光計 (2012年)





# フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(2012年)

twitter ID @digiponta

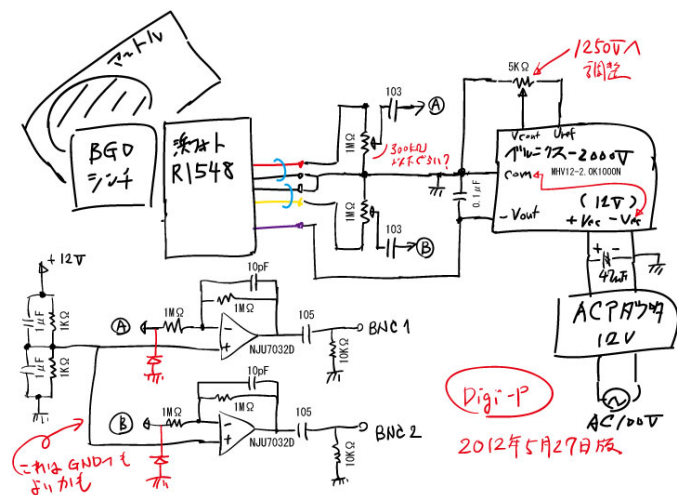
## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計とは

- フォトマル[チプライヤ](光電子増倍管)は、光を受光し光電効果により発生する電子を高倍率に増幅し、電気信号として出力する真空管(センサデバイス)。
- シンチレーションは、放射線を光に変える物質。今回は、 $\gamma$ 線を、微弱な光に変えるBGOを採用。
- 今回は、シンチレーション(BGO)で発生する微弱な光りを、フォトマルで受光して電気信号として取り出し、マイコンのADCで計測し、放射線量データとして集計する装置の電子工作を紹介します。

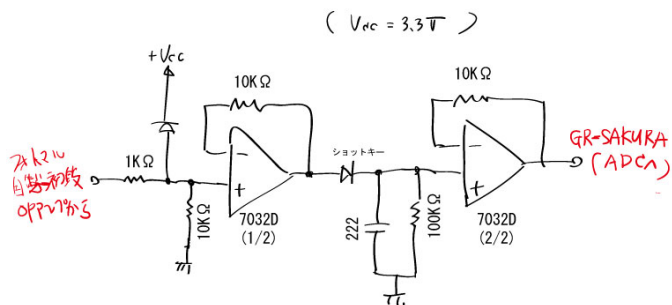


# フォトマル+シンチレーション型γ線分光計の製作(1) センサデバイスとマイコンを接続する回路設計

浜フォト R1548+BGO シンチのテスト回路

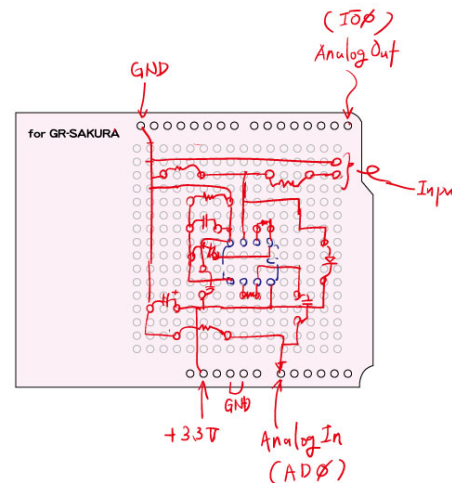


R-1548+BGO の試し回路 (信号変換部)



2012年6月9日

Digi-P

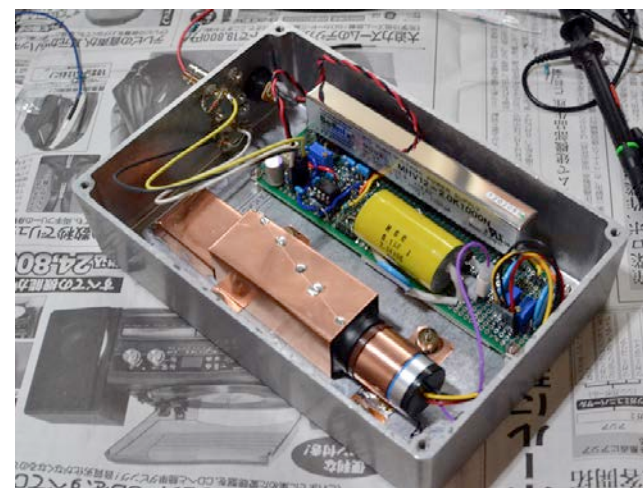


- フォトマルの出カパルス電圧を実測、最大100Vの幅があるが、必要な範囲は、数十Vと狭い範囲なので、マイコンのADCの最大電圧3.3Vに合わせて回路設計
- まあ適当、結果おーらい



## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(2) 実際に作ってみる

- フォトマルは、完全遮光しないと壊れるんで。あと、1250Vは(iDi)コワー! 独立したケースに収納!

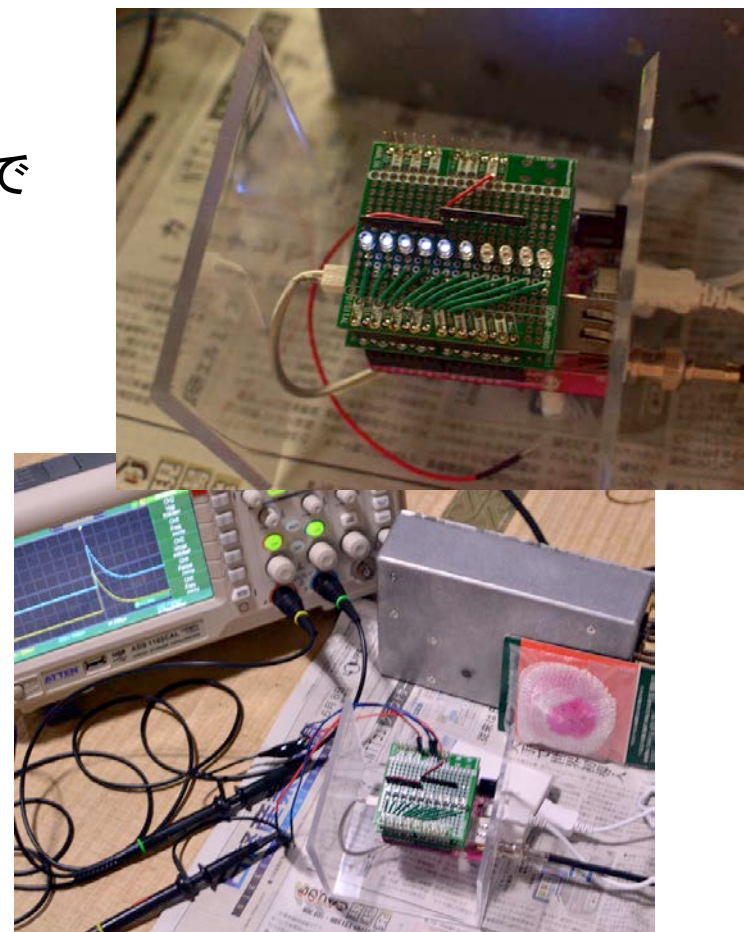
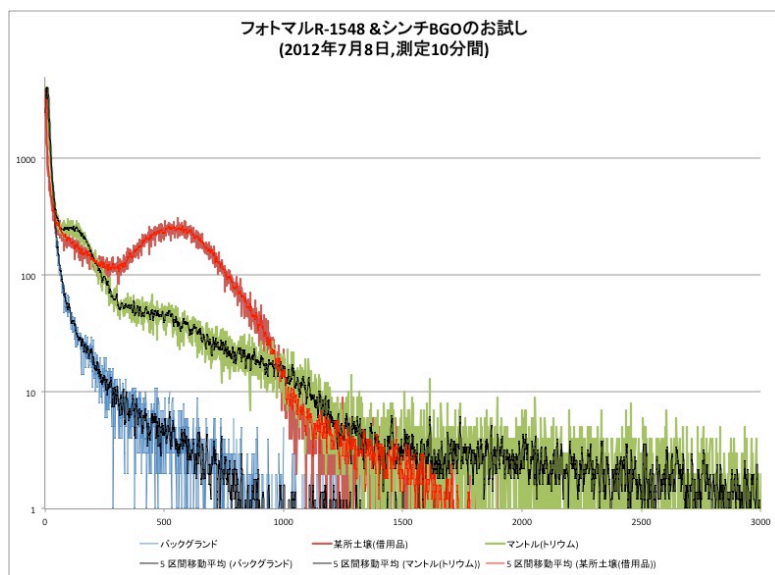


- GR-SAKURAベータ版(Renesas RX63N搭載のArduinoピン互換カード)は、ノイズの心配もあるが、透明ケースへ収納。Etherソケットが出っぱるので、中継ぎピンヘッダ? を使ってみた。



## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(3) とりあえず完成？

- 全部つないで、動作確認！
- ちゃんとビカビカしててる
- MMC/SDメモリにも、測定データ記録ができた(下グラフは、スプレッドシートでグラフ化したもの)。



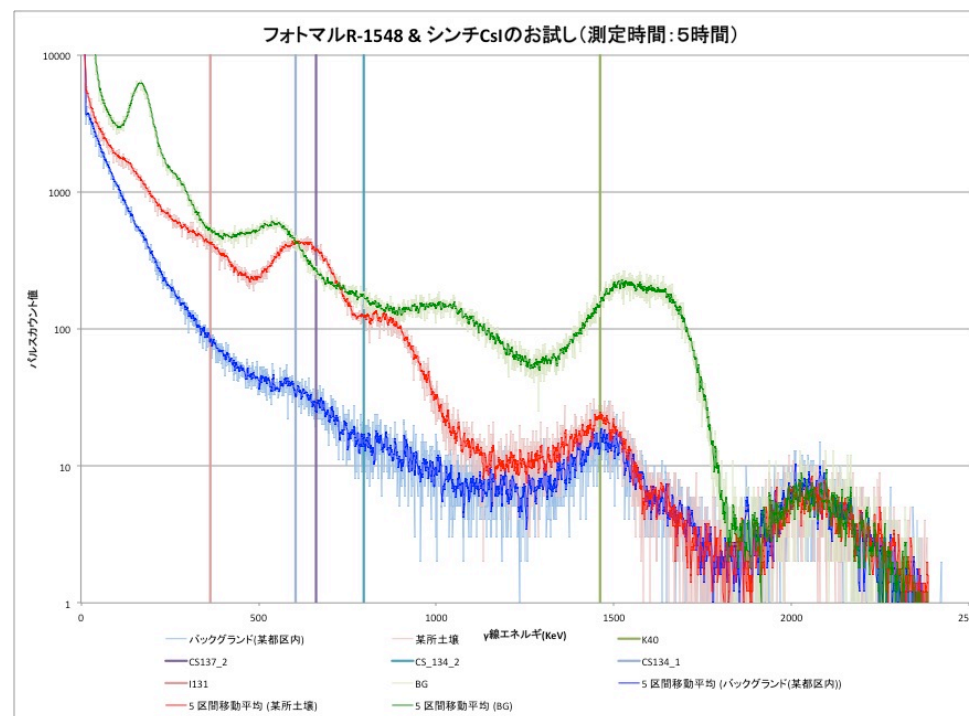


## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(4) シンチレーションCsIへ交換してみた

- BGOから、シンチレーションCsI (TI) (中国製、3cm x 1cm x 1cm x 2本)へ交換してみたら、グラフに、より細かい起伏を見れるようになった(測定場所は、都区内木造2階)。
- グラフはK40のピークが合うようにしました



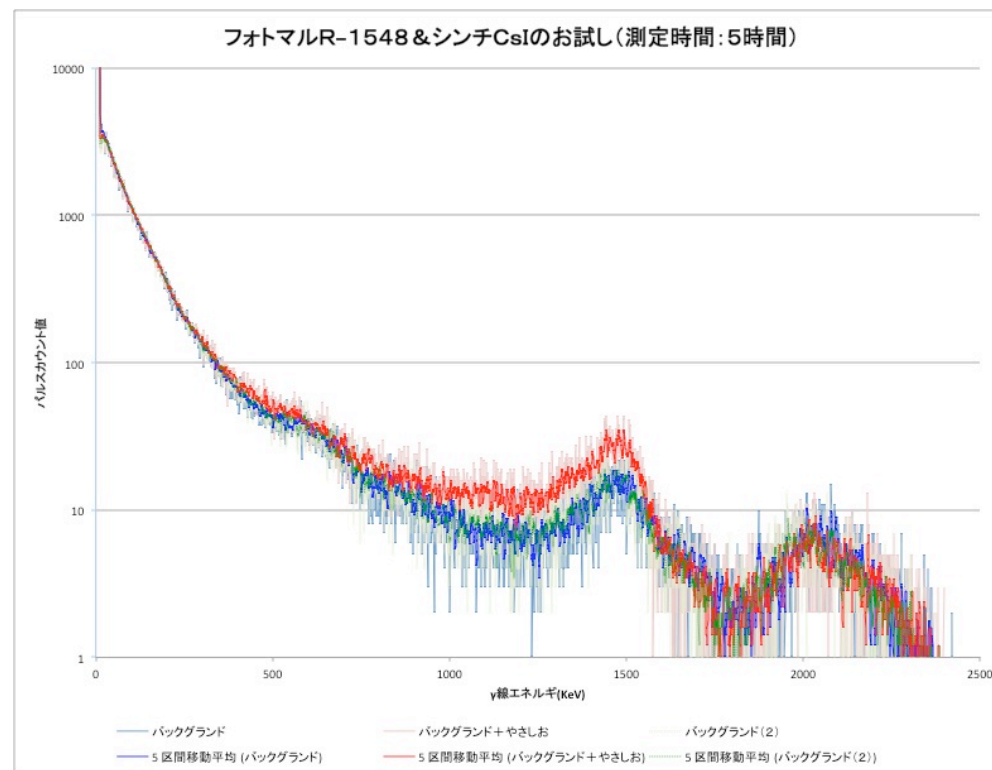
CsI(Tl)は@namururuから購入





## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(5) シンチレーションCsIへ交換してみた

- 「やさしお」のK40も測ってみた(測定場所は、都区内木造2階)。
- 5時間も測ると、バックグラウンドと差が見えてくる。測定は、2回ずつやって、再現している。

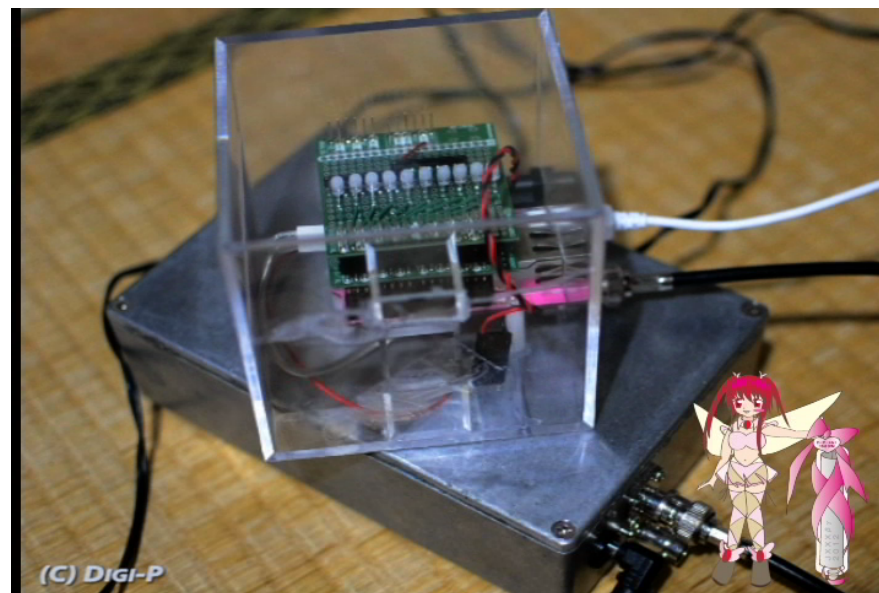


注) 2200KeV辺りの山は、中性子(宇宙線)が水素原子に当たって出る $\gamma$ 線らしい。



## フォトマル+シンチレーション型 $\gamma$ 線分光計の製作(6) 残項目

- 前シートの計測結果が正しいかのチェックは、まだ(^\_^);A。おいおいやってきます。
- 測定結果は、結局、グラフ化しないと、分からない。今後、グラフィックLCDを搭載する方向性もあり。





MEMO:

## フォトマルR-1548とBGOシンチレーション調達

- フォトマル[チプライヤ](光電子増倍管)は、光を受光し光電効果により発生する電子を高倍率に増幅し、電気信号として出力する真空管(センサデバイス)。
- eBayから、中古の浜松フォトニクス社製フォトマルR-1548と、シンチレーションBGOを購入！  
← 最近では、何でも通販で買える時代
  - 医療機器からのお流れ品らしい。
  - データシートは、添付の他、メーカーからもダウンロードできた。DCマイナス1250Vが推奨駆動電圧(^.^;







## MEMO:

# フォトマル用の高電圧電源モジュール調達

- フォトマルは、DC700Vぐらいから信号を出し始めますが、推奨電圧は、1000V以上のものがほとんどです。
  - 入力DC12Vで、DCマイナス2000V(1mA)まで可変出力のDCDCコンバータ、Bellnics社製 MHV12-2.0K1000Nを、アキバにある代理店経由で取り寄せて、購入。これで、DCマイナス1250Vを出力させて、使うことにしました。これは、出力電圧の調節ができるので、実験にも適しています。
  - Bellnics社以外では、松定プレジジョン社のフォトマル向け高電圧電源モジュールも出ています。但し、マイナス電圧出力のものはないようです。

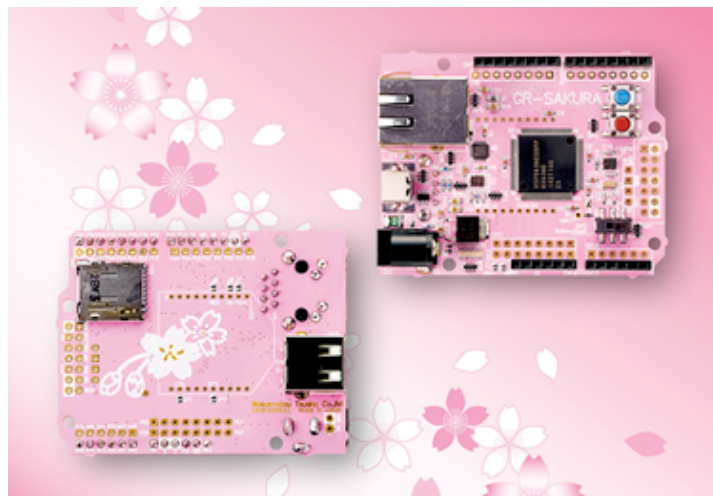
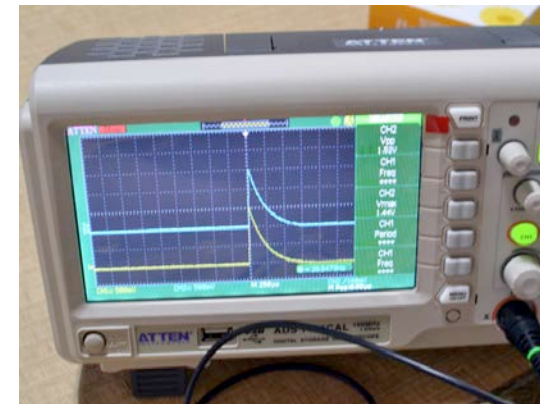
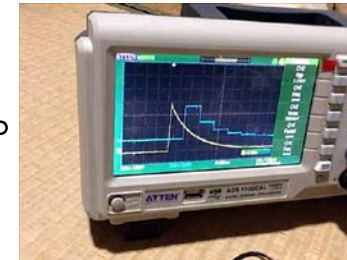




## MEMO:

# 計測部に使うマイコンの色々

- まず、mbed NXP LPC1768のお試し。ADCのサンプリングレートが、今一つ遅く、 $100\mu\text{sec}$ 前後。波形が、ギザギザになる(^\_^;A
- 次に、GR-SAKURAベータ版(Renesas RX63N搭載のArduinoピン互換ボード、秋葉原の若松通商から7月28日に発売)のお試し。ADCのサンプリングレートは $10\mu\text{sec}$ 前後。これなら、まあまあ。





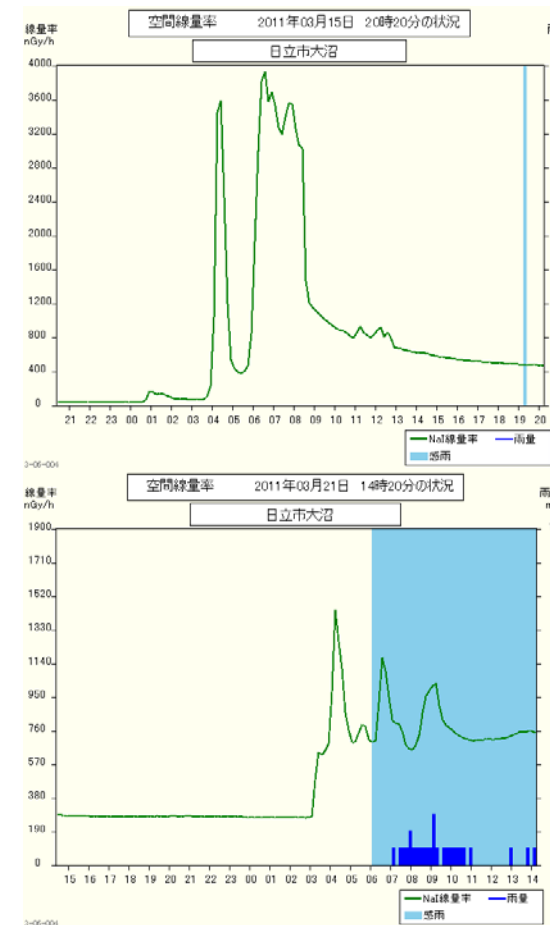
twitter ID @mountain\_hill

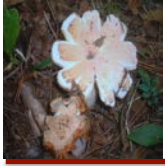
## 放射線量計の自作 (2011年～2012年)



# 放射線計測とのかかわり

- 2011/3/15: ネットで、日立市大沼町MPの異常値を観測
- 3/16: ブログ「震災情報」で、MPデータの収集分析を開始  
<http://eq201103.blogspot.jp/2011/03/20110316-onuma-hitachi-city-ibaraki.html>
- 3/21: 大沼町MP、再度異常値
- 3/26: radmonitor311(一宮氏主宰の放射線量モニターデータまとめページ) に参画  
<https://sites.google.com/site/radmonitor311/>





## ガイガーカウンタとのかかわり

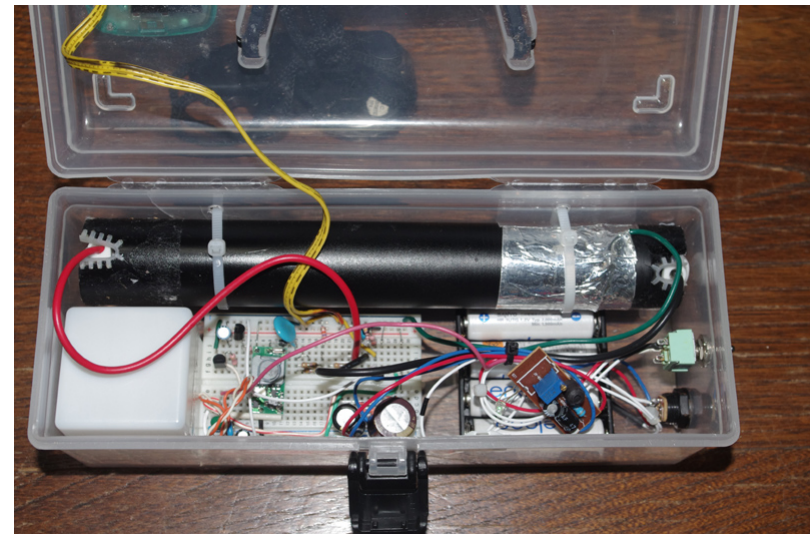
- 2011/4: 自宅付近はどうなんだろう？山はどうなんだろう？
- 2011/4: 有志からガイガーカウンタ自作の動きを知る
- 2011/5: 先ずは、↑@felis\_lynxさんから自作機を借用し  
安達太良山へ





# 自作1号機

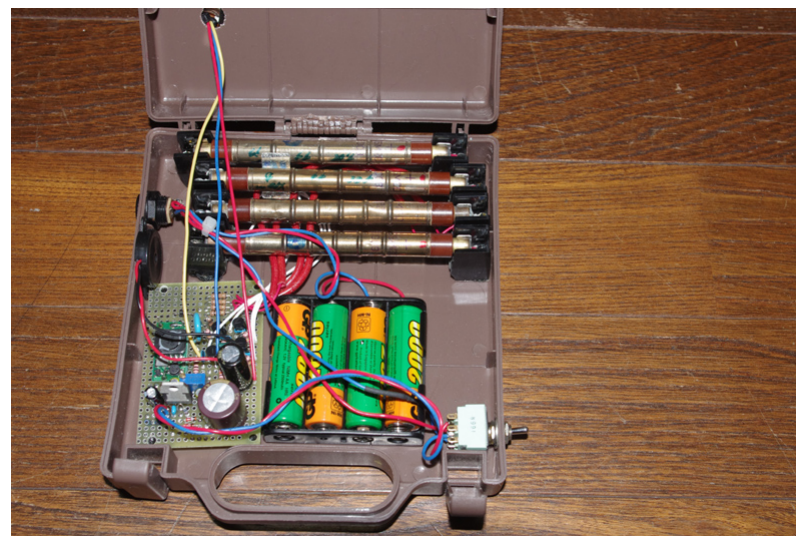
- @felis\_lynxさん初号機のクローン
  - GM管: J408y (中国製のガラス管)
  - カウンタ: 万歩計+ストップウォッチ (測定単位: CPM)
  - 苦労した点: 遮光、ベータ線シールド





## 自作2号機

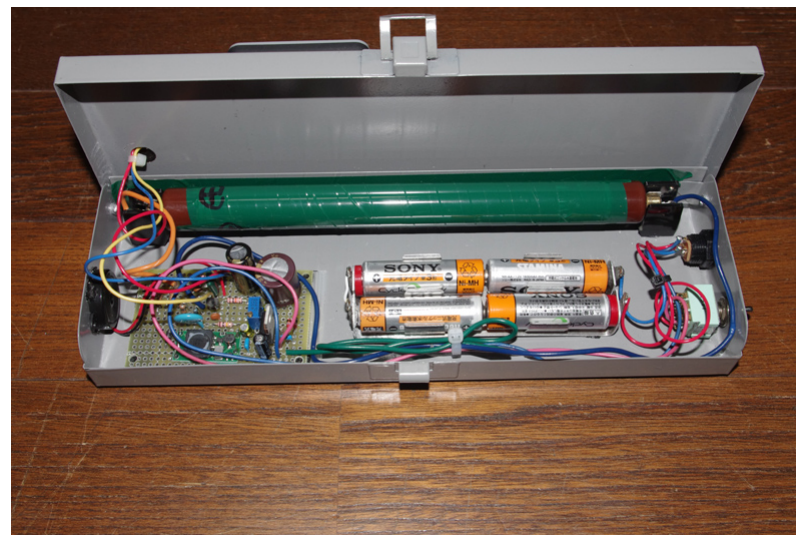
- ガイガー管を4本使った高速測定型
  - GM管: SBM20 x 4本
  - カウンタ: 万歩計+キッチンタイマ+電卓 (測定単位: CPM)
  - 苦労した点: 4本をどう接続するか? ⇒個別Tr受けワイヤードOR





## 自作3号機

- ベータ線シールドを兼ねた鉄ケース形
  - GM管: SI-22G(ロシア製の金属管)
  - カウンタ: 万歩計+キッチンタイマ (測定単位: CPM)
  - 苦労した点: 特になし







## 自作4号機

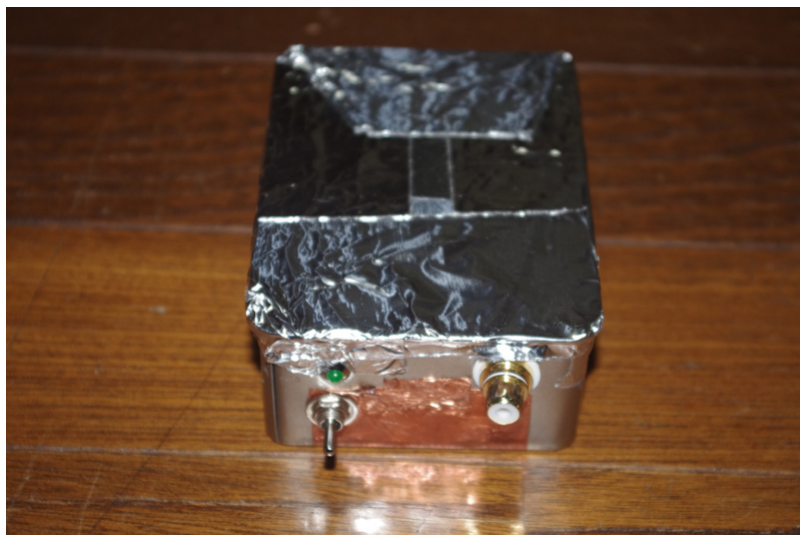
- 1号機のガイガー管外付け型
  - GM管: SI-22G (ロシア製の金属管)、LND712
  - カウンタ: 万歩計+ストップウォッチ (測定単位: CPM)
  - 苦労した点: 同軸用にインターフェースをカソード検出からアノード検出に変更





## 自作5号機

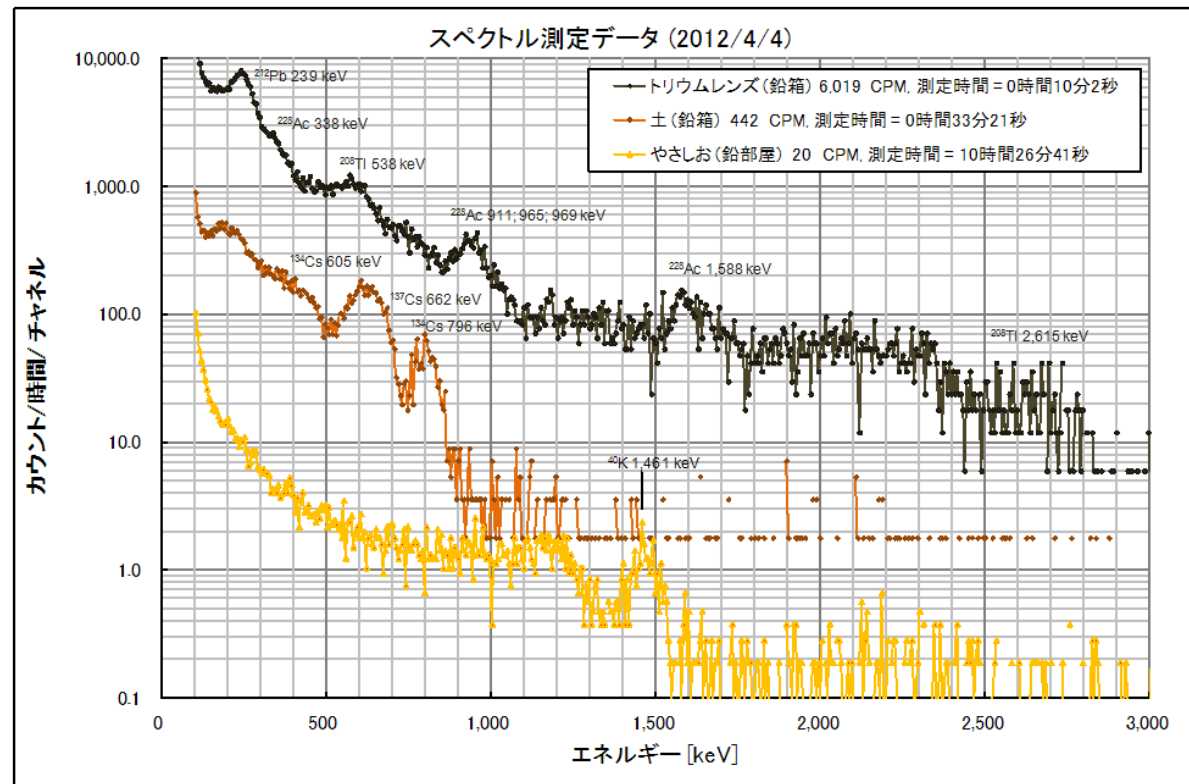
- シンチ + PD型
  - シンチ: CsI(Tl) 1cm x 1cm x 1cm
  - PD: S6775 x 3個 (測定単位: パソコンでCPM、波高値解析)
  - 苦労した点: ノイズ対策(S/N比を上げるため、PDを3個使用)





# 自作5号機での核種分析

- 鉛の家に入れて、やっと成功





## 自作6号機 製作中 1/2

- シンチとホトマル
- 左から
  - プラスティックシンチシンチ (BC-408)、CsI(Tl)、BGO
  - ホトマル: FEU-31 (ロシア製)...ソケット自作中、R1548 (ハマホト)、





## 自作6号機 製作中 2/2

- シンチ + ホトマル用電源
  - 苦労している点：低リップル高圧電源が必要





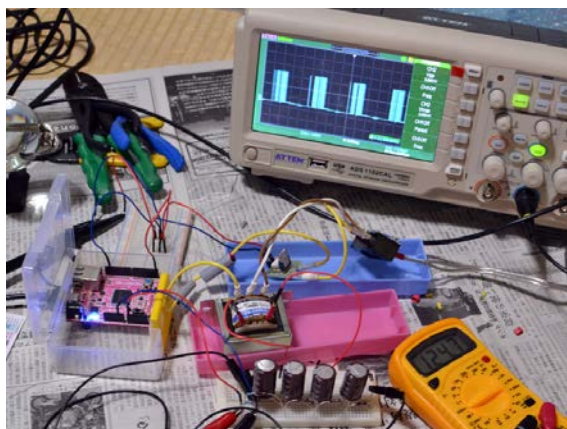
twitter ID @digiponta

## DC1000V以上の安定化電源の実験 (2012年)



# DC1000V以上の安定化電源の実験 (2012年)

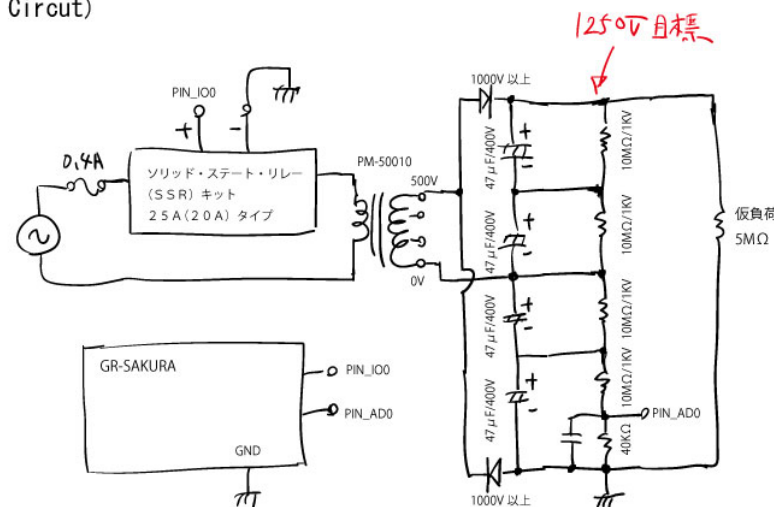
- フォトマルの電源(DC1250V)をもっと安く作る為に、真空管用の電源トランスを使って、安定化電源を作ろうと、試行錯誤中です。最近、直接、1000V以上を制御できる手軽なトランジスタも入手は困難なので、AC100V側を、TRIACで、フィードバック制御することで、DC1250Vにレギュレーションするやり方を試してみました。TRIACは、某A社のソリットリレーのキットを使いました。



## 【問題点】

- 出力電圧が、10V前後揺らぐ感じです。多分、ADCへ直接、接続しているせいもありそうです。OPアンプを1段入れる必要がありそうです。
- 1250V出すには、二倍圧だと役不足かも、三倍圧回路をベースにする必要がありそう。
- 時々、ヒーズ(0.4A)が飛びます。
- 案外、電解コンデンサが高価だった

高電圧安定化電源に GR-SAKURA をお試しの巻き  
(Test Circuit)



2012年7月7日版

Digi-P



MEMO:

ニックネーム:メルたん

- 「放射線量計」
  - ⇒ “Dosimeter” (英語)
  - ⇒ “Dosi” + “Meter”
  - ⇒ 「ド～ジ」+「メテル」
  - ⇒ 「ド～ジ・メルたん」
  - ⇒ 「メルたん」(略して)



効用： 日常会話では、「線量計持ってきた」とか話すよりも、「メルたん持ってきた」のように話すと、周りの人に無用な警戒感を与えない済む。

まあ、多分、「ドジメータ」と、英語で言っても変わらないけど。





# Thank you!

有り難うございました。作品紹介は以上です。

ご質問があれば、THMAD Project (<http://sourceforge.jp/projects/thmad/simple/>)のフォーラム「GCM\_GC\_MEETING」でも、お受け致します。また、本資料は、後日。THMADから公開予定です。

