



電子工作作品紹介 (GMカウンタ/GPSロガー)

ガイガーオフ会 @Hitachi

会場「会瀬青少年の家」(茨城県日立市会瀬町)

2011年11月13日

@digiponta (Hirofumi Inomata)



背景

- 趣味です(プロでもないです)。
- GMカウンタ自作暦

1986年: チェルノブイリ原発事故で、自作1号機1種製作(浜フォト製GM管採用、累計カウントのみ)



2011年: 福島原発事故で、自作2号機2種製作(中国製GM管J305 β γ 、mbed NXP LPC 1768, ロガー機能)





自作GMカウンタ2号機2種

- ゴールデンウィークに製作
 - GMカウンタ自作ブーム勃発で、アキバでストロボ用のトランスが品薄、入手困難。昇圧回路をどう作るか模索。下記3つを試行。
 - (案1) AC100V電源から電源トランスで昇圧して整流して、必要な直流電圧を得る。真空管回路向けのトランスが利用可能
 - (案2) フェライトコアのトランスでなく、鉄心のトランスで代用を探す(もしくは、手巻きでトランスを作る)
 - (案3) レンズ付きフィルムのストロボ回路を拝借する
 - (案4) トランスを使わずリアクタンス(チョークコイル)のフライバック電圧で昇圧する。
- ⇒ 案1を据え置き用に、案4を携帯用に採用!



メモ(レンズ付きフィルム)

- 「写ルン」などのレンズ付きフィルムは、回収前提のビジネスモデル。できれば、壊さずそのまま、撮影後、現像依頼して欲しい。
- ⇒ GMカウンタの自作でも、自作人口が増えているので、積極的に使うことは、控えた方が良く。案3は不採用！



メモ(GM管の選定)

- 当時、流通していたGM管

秋葉原店頭： 米国製CK1026(800V)、中国製J408 γ (400V)、中国製J305 β γ (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 β γ は、新古品でなく、現生産製品であることで、これを採用。

【備考】

- 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





自作GMカウンタのキャリブレーション

- 市販品ベースで、マントル(登山用品)を、線源にして、市販GM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。
- でも、用途としては、平常値から異常に高いCPM値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。





メモ(市販GMカウンタ店頭価格)

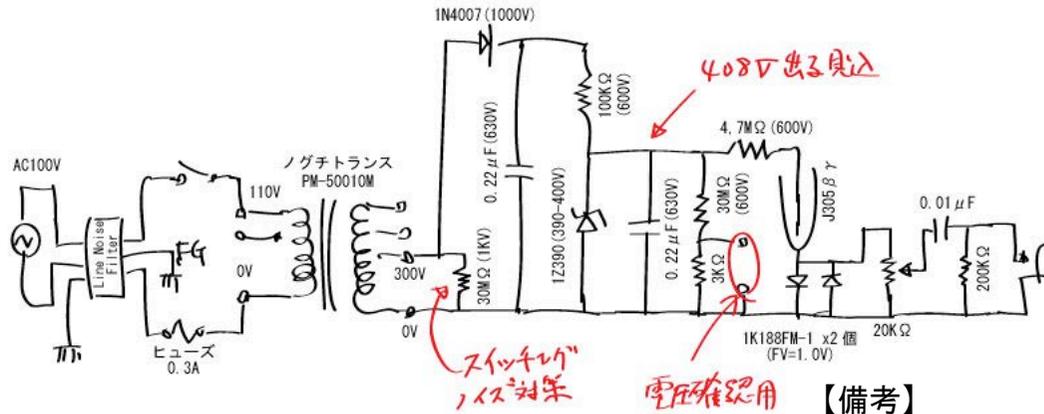
- 市販GMカウンタの売値に、大きなバラツキ。
 - ★理由： そもそも、GMカウンタ市場がニッチであり、ほとんどメーカー総代理店が国内になく、顧客の要求に応じて商社が扱っていた。原発事故需要増で、販売店が、個別に輸入して、販売している。転売という形態となり、売れ行き、在庫量によって、売値を変えざるを得ない状況。極端な例では、同じチェーン店であっても、売値が異なる機種がある。
 - ★秋葉原店頭価格の値幅：
 - Dose RAE 2 (39,800円～59,800円)
 - Dose RAE P (29,800円～79,800円) (表示の応答が遅そめ)
 - SOEKS 01M (39,800円～59,800円)
 - ⇒秋葉原に限れば、ウイ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、1万円程度安い模様



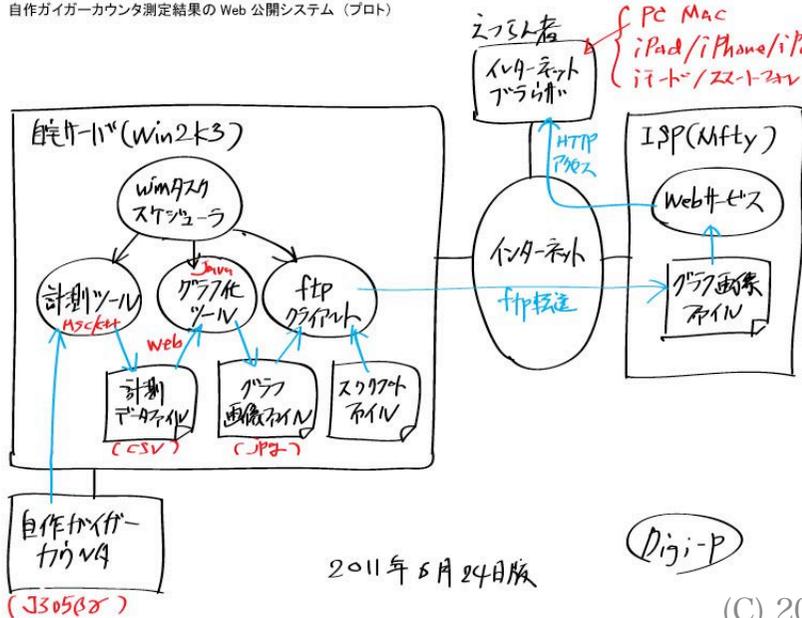


2号機据え置き型

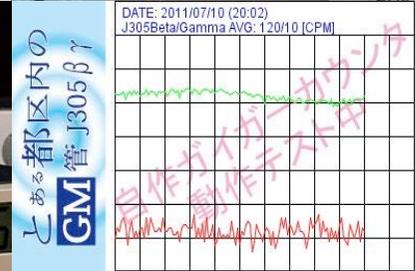
自作ガイガーカウンタノタイプ1 Rev.3 (ノグチトランス PM-50010M & DC400V 駆動専用)



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)



【備考】
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分間の測定平均値、測定は10分間の間隔で実施、横軸は24時間分の幅。
 * 留意点ですが、動作確認のため、任意のタイミングで、線量 (300CPM 程度) を計って、自作PC
 インターネットの更新を待ちます。この更新の値が、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]) のサイトで残して欲しい。それも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

(C) 2011, DIGI-P



メモ(フライバック電圧)

- 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。



メモ (mbed NXP LPC1768)

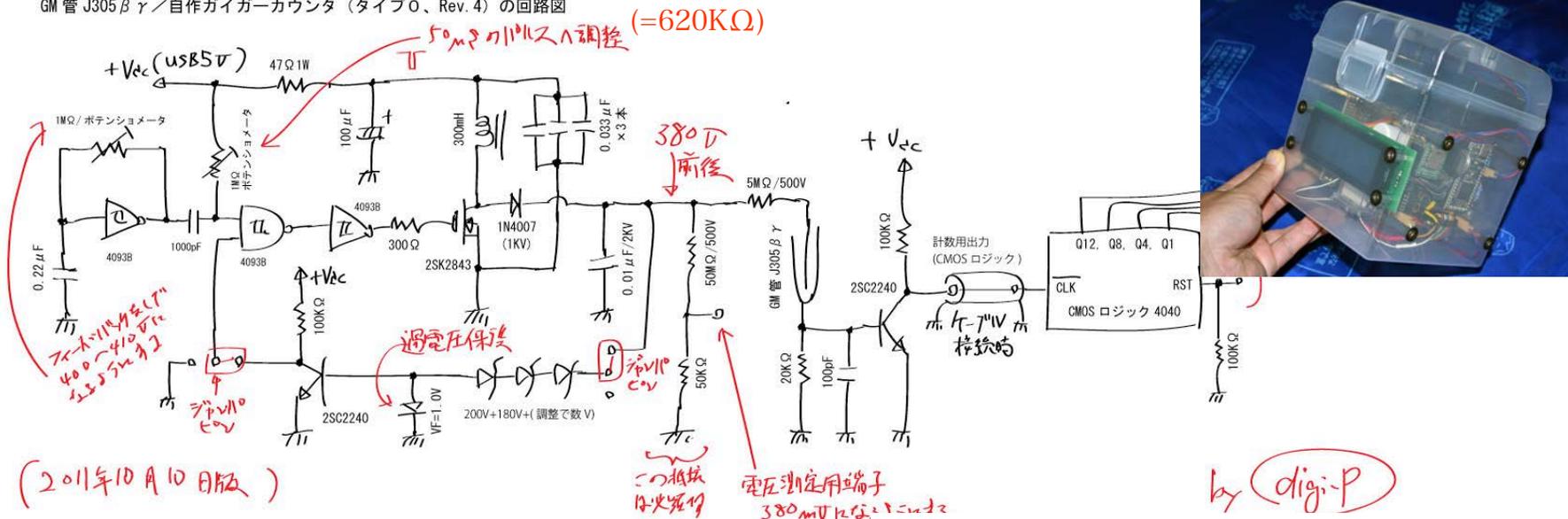
- ARM系マイコン評価ボードmbed NXP LPC1768を採用
- 驚愕の簡単さ！ 回路設計は、つなぐだけで使える程。制御プログラムは、C言語で開発。通常のソフトウェアと同じスタンスで作れる
- 難点は、AS-ISでは、200mAも電流を食うこと。バッテリーで使うには、省電力のTIPSの適用が必須。



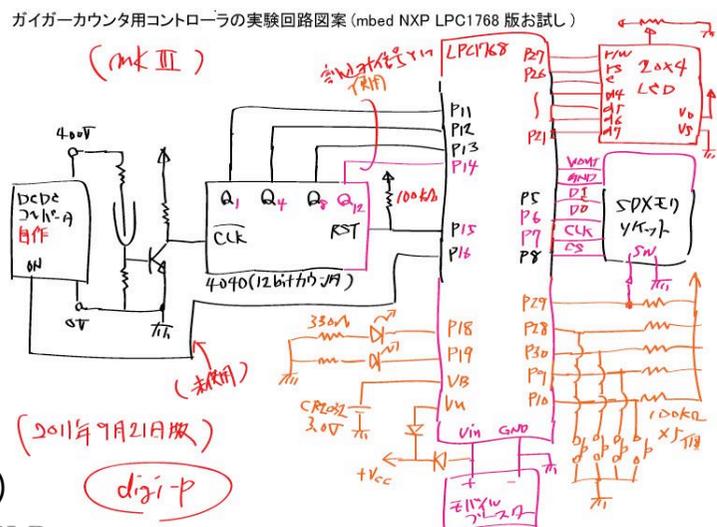
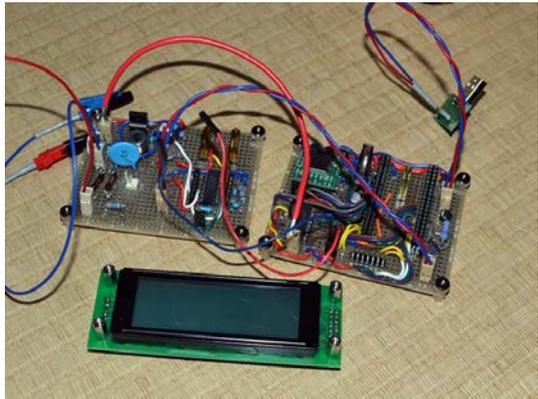


2号機携帯型(外觀、回路図)

GM管 J305 β γ / 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)



(2011年9月21日版)

消費電流は、40mA弱(内30mA強がmbed)

(C) 2011, DIGI-P



メモ(フライバック昇圧回路)

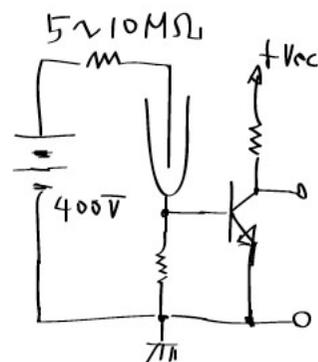
- 部品のパラメータや電源電圧を変える事で、DC1000Vまで昇圧できることを確認。但し、電圧を上げると、消費電力も多くなる。
- DC400Vの出力の場合、消費電流は、5V3mA弱となっている。
- 出力側に負荷抵抗を常設して、内部抵抗が低いテスタでも、出力電圧が測れるようにしている。
- 電源電圧に変動が起きない場合、定電圧ダイオードによる定電圧回路を省ける。この場合、更に消費電力が減らせる。



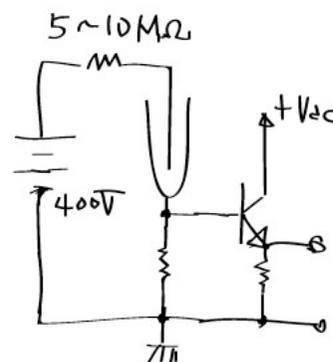
メモ(GM管パルス・レシーバ回路の色々)

- 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



2号機携帯型(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



メモ(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)

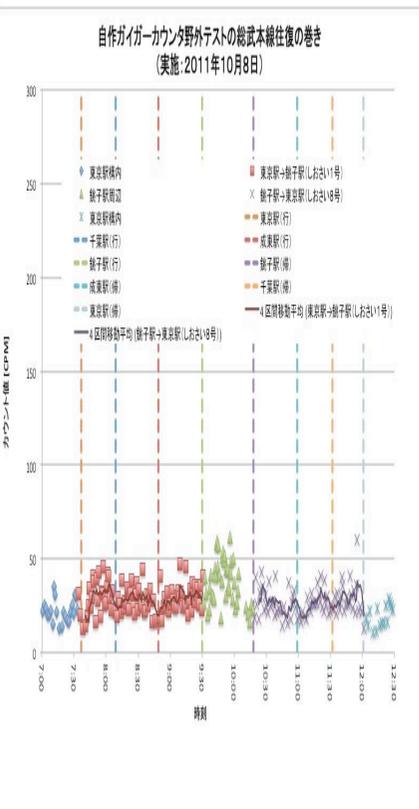
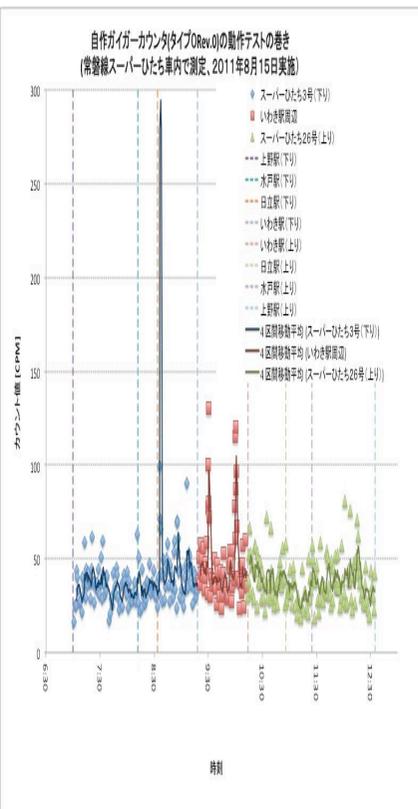
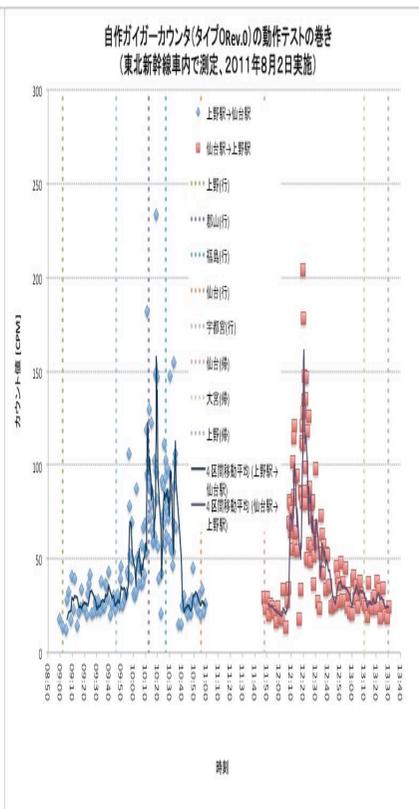
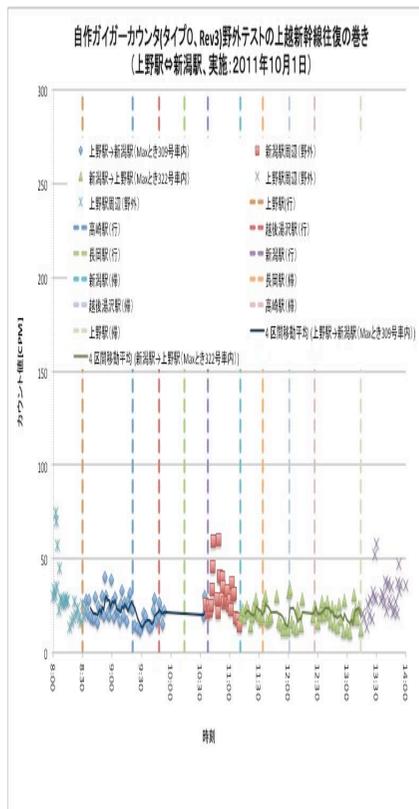
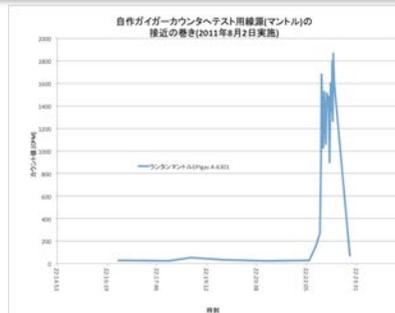
効用： 日常会話では、「線量計持ってきた」とか話すよりも、「メルたん持ってきた」のように話すと、周りの人に無用な警戒感を与えない済む。

まあ、多分、「ドジメータ」と、英語で言っても変わらないけど。



2号機携帯型(野外動作テスト)

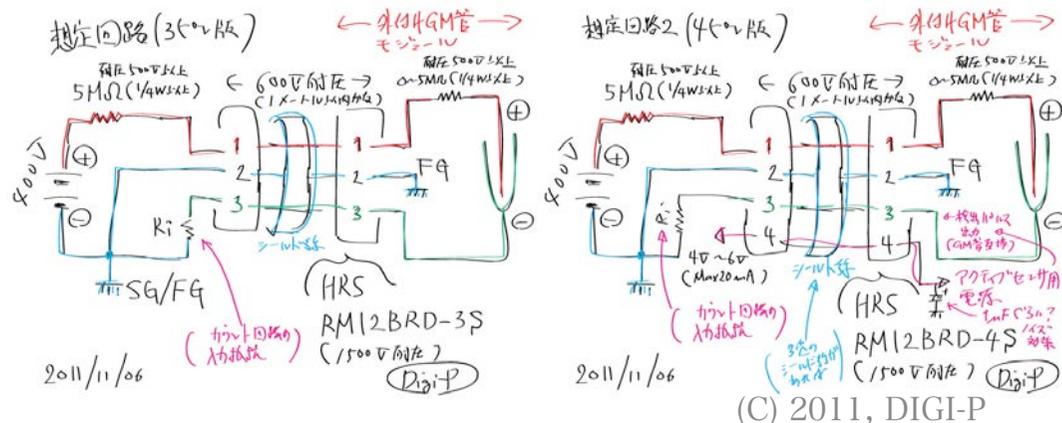
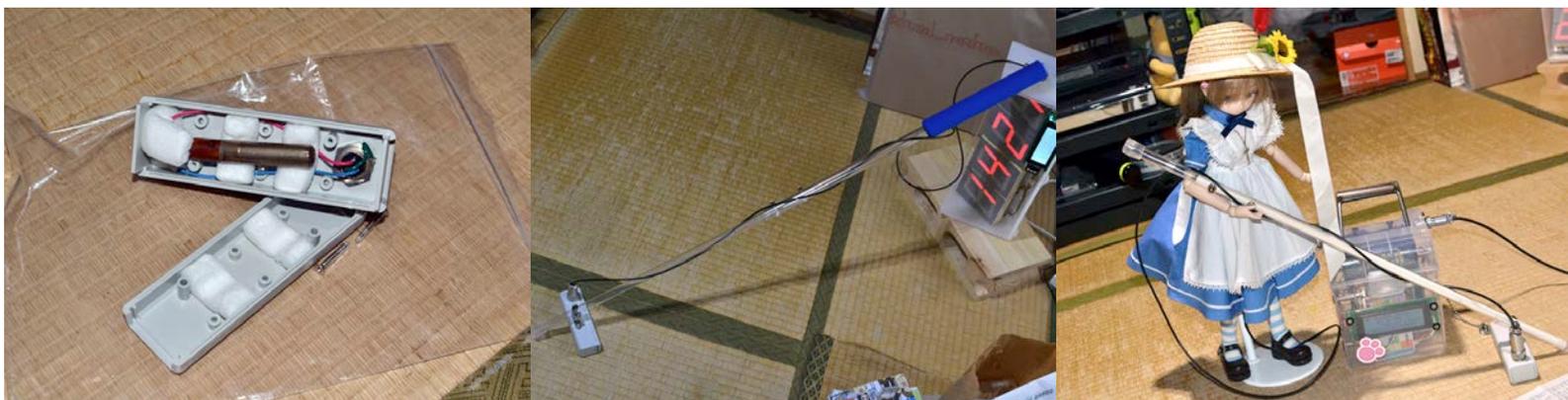
- せっかく作ったので、色々、野外で動作テスト。電車の天井棚に置いて、往復。





2号機携帯型(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。



メモ(自作GMカウンタ免責事項)

- 樹脂製ケースを採用しているので、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。



メモ(しっかり作るには)

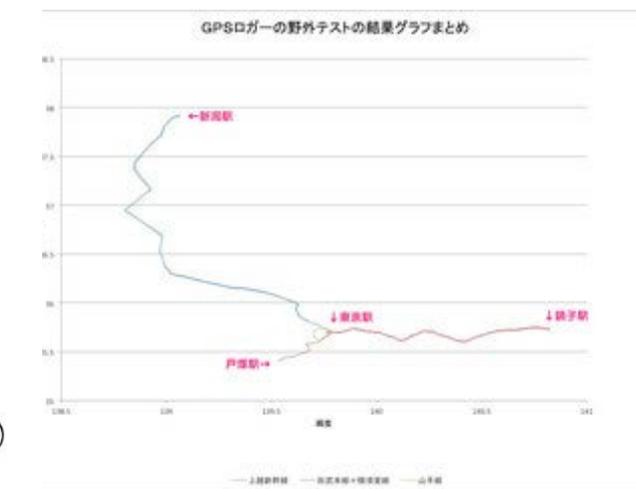
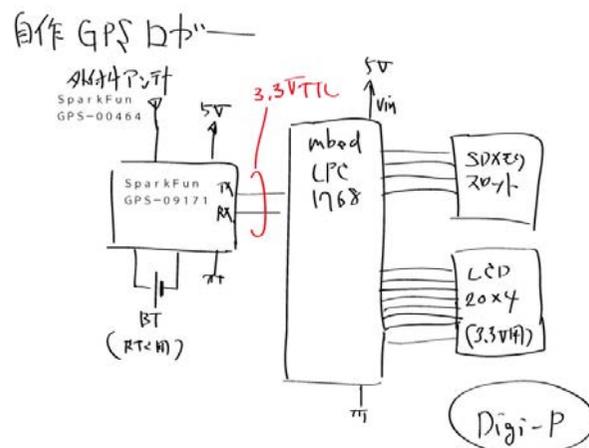
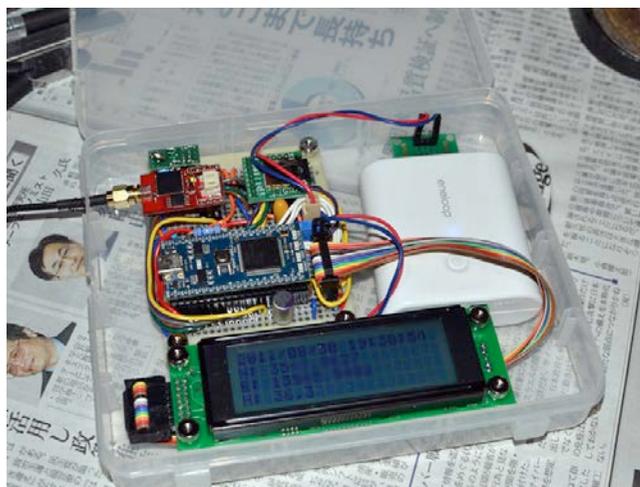
- ある程度、コストかける。特に、アナログ回路は、特に、使用可能な市販のモジュール部品を採用して行く。例えば、高圧DCDCコンバータは、ベルニクス社が2000Vまでの製品をだしている。メリットは、出力電圧の安定性、直接、テスタで電圧を計れる容量をもっているなど。
- GM管は、ハロゲン系(稼働電圧1000V以下)でなく、寿命は短くなるが、アルコール系(稼働電圧1000V以上)の方が、プラート特性が加電圧の変動に対して、フラットで、精度が高い。物理実験の測定では後者が、主に使われている。





自作GPSロガー

- 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



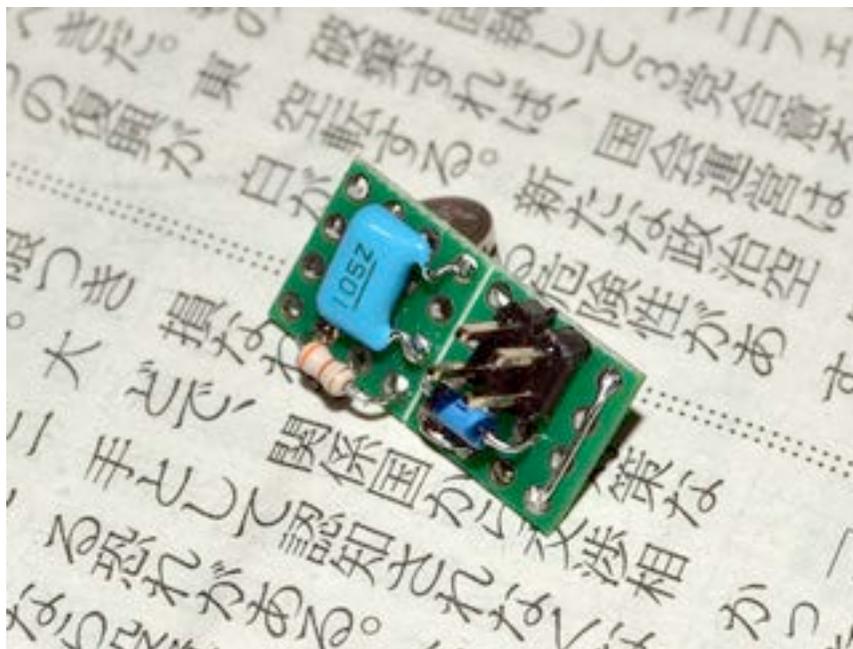
【SDメモリ記録フォーマット】(CSVファイルとして出力)

```
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
```

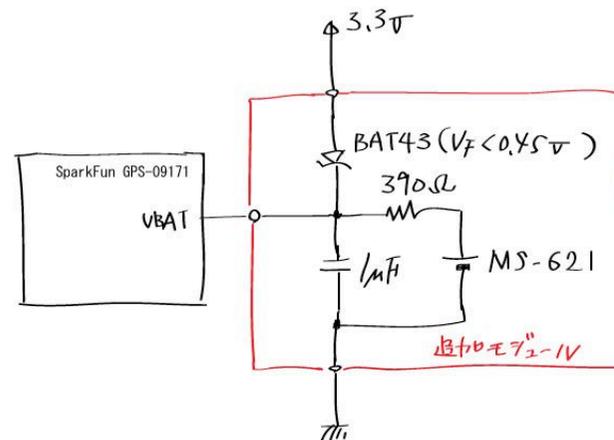


メモ (GPSバックアップバッテリー)

- データシートを参考に作成。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)



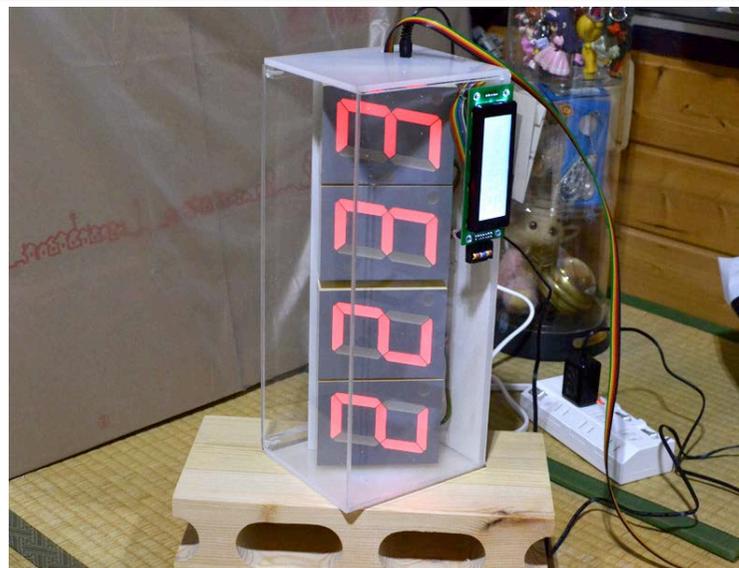
(2011年8月31日版)

Digi-P



置き時計に向けて

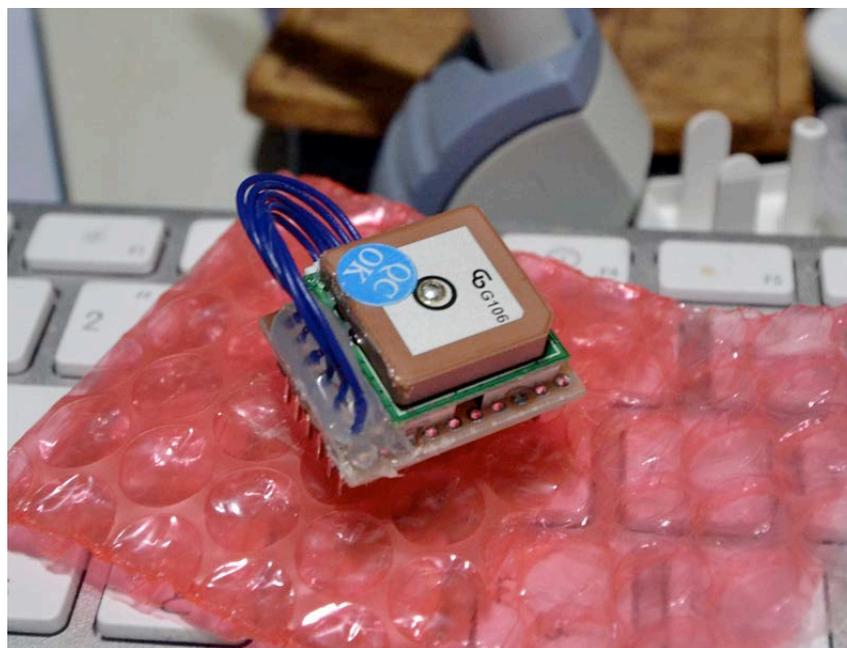
- GPSベースの電波時計のプラットフォーム制作
- GMカウンタの搭載予定(異常CPM値での警告音などの機能搭載したい)
- でも、製作動機は、老眼対応(^_^;A





メモ (GT-723F)

- GPSモジュールGT-723F





まとめ

- 自作GMカウンタでも、平常から、放射線量の相対的な高低を、ラフに見る程度に使える。裸のGM管は、危険値以下の領域で高低がみれる幅を持っているので、注意を喚起するCPM値を設定することが可能ということが分かった。
 - ⇒GMカウンタ(ロガー)搭載の置き時計が実用的かも。部屋の温度や湿度を時計でみるのと同じように、放射線量もみれば良い。
- GM管で、高過ぎる放射線量を測る場合は、遮蔽ケースなどで、線量を弱くして測る必要があり、使用条件の要注意。



さらに詳しい情報

mbed NXP LPC1768のプログラムはオープンソースで公開中

- GMカウンタの自作
<http://digi-p.cocolog-nifty.com/open/>
- GPSロガー自作
<http://the.nerd.jp/blogs/digip/it/diy/gps/>
- 測定結果Web公開(当日1日分のグラフ)
http://homepage3.nifty.com/digi-p/gm/test_img.html
- Twitterアカウント: @digiponta
- 電子メール: digi-p@nifty.com

Thank you !