

# GAMoV ユーザガイド

version 1.1.1

最終更新：2011 年 7 月 12 日

**K&F** Computing Research Co.

株式会社 K & F Computing Research  
E-mail: gamov@kfcr.jp

## 目次

<b>1</b>	<b>本文書の概要</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>基本的な測定方法</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>測定に関する注意</b>	<b>7</b>
3.1	測定原理 . . . . .	7
3.2	適した用途、適さない用途 . . . . .	8
3.3	誤検出の要因と対策 . . . . .	9
3.4	測定時間と精度 . . . . .	11
3.5	測定値 avg cpm から放射線当量率 $\mu\text{Sv/h}$ への換算 . . . . .	12
<b>4</b>	<b>電池交換</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>ソフトウェアの機能拡張予定</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ソフトウェア利用許諾</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>免責事項</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>GAMoV ユーザガイド更新履歴</b>	<b>14</b>

# 1 本文書の概要

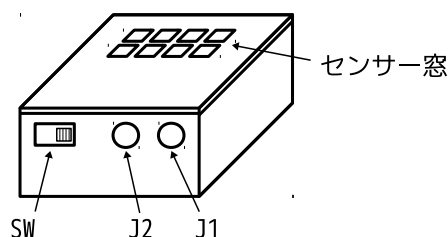
この文書では GAMoV の使用方法を説明します。GAMoV は株式会社 K&F Computing Research 開発の、スマートフォン向け放射線カウンターです。現時点ではスマートフォンとして Apple 社 iPhone および iPod touch に対応しています。

GAMoV は一般的な放射線カウンターとは性質を異にする部分があり、扱いに注意が必要です。第 2 章「基本的な測定方法」で測定操作の概要を紹介しますが、それだけでは正しい測定を行えません。実際にご使用になる前に、必ず第 3 章「測定に関する注意」を熟読して下さい。第 4 章以降については必要に応じて参照してください。

## 2 基本的な測定方法

以下に GAMoV を用いた測定の手順を紹介します。ただし、以下で紹介する手順はあくまでも測定の実際をイメージを把握して頂くための概要にすぎず、それだけでは、おそらく正しい測定値は得られません。正しく測定を行うために、本章を読み終えた後、必ず次章「3 測定に関する注意」を熟読してください。

測定手順:



GAMoV 本体 (GAMoV ディテクター)。

1. GAMoV 本体にはヘッドホンジャックが 2 つあります。このうち「smart phone」と書かれているほう (上図 J1) を、付属のオーディオケーブルを用いて iPhone のヘッドフォンジャックと接続します。
2. GAMoV の電源スイッチ (上図 SW) を on にします。
3. iPhone 上でソフトウェアを起動して測定します。ソフトウェア (GAMoV アナライザー) は、あらかじめ Apple 社 App Store からダウンロードし、インストールしておいてください。ソフトウェアは 5 つの画面を持ちますが、通常は「測定」画面だけを使用します。「測定」画面下部の「start」ボタンをタップすると測定を開始し、もう一度タップすると測定を停止します。より詳しい使用方法については、ソフトウェアの「ヘルプ」画面、本文書の第 3.3 節、および第 3.5 節を参照してください。
4. 十分な時間の測定を行い、「測定」画面上部の「avg cpm」(次図) を測定値として読み取ります。測定値は 1 分当りの放射線検出回数 (cpm) の、測定期間全体に渡る平均値です。「計数/線量」の切り替えスイッチの「線量」を選択すると、測定値を放射線当量率に換算した値を表示することもできます。ただしこの換算値は正確では

ありません (節 3.5 参照)。



5. 測定を終えたら GAMoV の電源スイッチを off にし、オーディオケーブルを外します。

(注意) オーディオケーブルの抜き差しを行った場合や、iPhone のホームボタンを押してソフトウェアを中断後に再開した場合などに、極端に大きな測定値を示したり、ゼロのまま一切反応しなくなることがあります。このような症状が発生した場合には、お手数ですが、ソフトウェアを完全に終了するか、iPhone の電源を入れ直してください。ソフトウェアを完全に終了するには、ホームボタンをダブルタップしてタスクリストを表示し、GAMoV のアイコンを長押しします。するとアイコン左上に赤いマイナス記号のバッジが現れますので、これをタップします。

また iPhone を充電しながら測定を行った場合にも、極端に大きな測定値を示すことがあります。

## センサー窓

GAMoV 本体にあいた 8 個の穴 (前ページ図 センサー窓) の内部にセンサーがありますが、ガンマ線を測定対象とする通常の空間放射線当量率測定では、これらの穴の位置を考慮する必要はありません。ガンマ線は GAMoV 本体ケースによってほとんど減衰しないからです。

ただしベータ線源を測定する場合には、線源をセンサー窓へかざすほうが、より高い感度を得られます。ベータ線は GAMoV 本体ケースによって減衰するからです。センサー窓へかざせば、GAMoV 本体ケースによる減衰を低減できます。

## ヘッドホンジャック J2

GAMoV 本体の 2 つのヘッドホンジャックのうち「AUX」と書かれているほう (前ページ図 J2) は、PC との接続に使用します。iPhone での測定には使用しません。

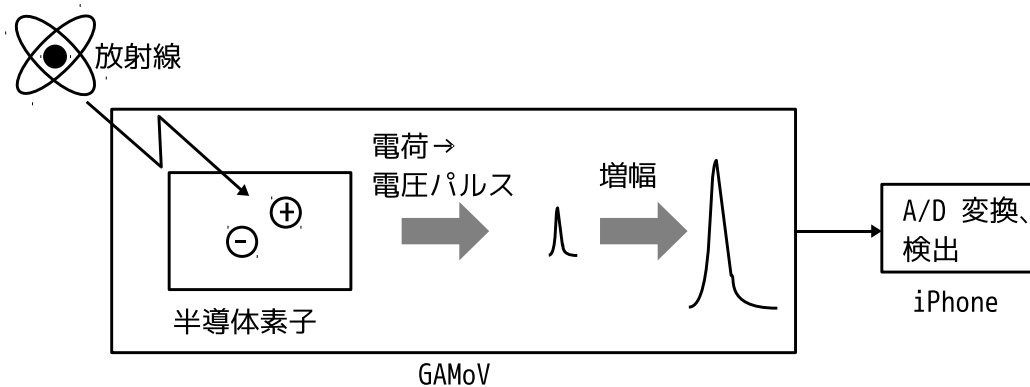
なお J2 にヘッドホンを接続すると、GAMoV の検出した放射線を音として聴くことができます (サーというホワイトノイズの中に、ときおり小さなプチプチ音が聴こえます)。

ただし本体に振動を与えた場合などに非常に大きなノイズ音が出力される場合がありますので、この機能を使用する際には耳を痛めないよう十分に注意してください。

### 3 測定に関する注意

#### 3.1 測定原理

GAMoV は半導体素子 (フォトダイオード) を用いて放射線を検出します。半導体素子に入射した放射線 (の一部) は、半導体素子を構成する原子と相互作用し、微量の電子 (とホール) のペアを生成します。GAMoV はこの電子を集めて電圧へ変換し、増幅ののち、アナログ音声信号として iPhone へ送信します。iPhone はこれをマイク入力端子で受け取り、デジタル信号に変換します。変換されたデジタル信号をソフトウェアが処理して、音声パルスを検出します。



## 3.2 適した用途、適さない用途

GAMoV には以下の機能上の制約があります。

- a. 微小な信号をアナログ電子回路によって増幅しているためノイズに弱く、振動や騒音、電磁波等の強い環境下では使用できません。
- b. 赤外線検出用のフォトダイオードを放射線検出に流用しているため感度が低く、長時間（東京近郊の放射線当量率であれば 10 分以上）の測定時間が必要です。
- c. 放射線当量率の正確な値は求められません。理由は節 3.5 を参照して下さい。
- d. 測定可能な放射線当量率の上限は 1 mSv/h 程度です。

上記の制約のため、以下のような用途には適していません。

- 騒音下での測定、安定しない場での測定（節 3.3 参照）。
- 即時性を要する測定（節 3.4 参照）。
- 高い精度での絶対値 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の測定（節 3.5 参照）。
- 極めて高い放射線当量率 (1 mSV/h 以上) の測定。

ノイズの少ない環境下で、十分に長い測定時間をかけて測定し、測定結果は絶対値ではなく相対値で評価する（「今回の測定値は xxx  $\mu\text{Sv/h}$  だった」という評価ではなく、「今回は前回の測定に比べて xxx 割増えた/減った」という評価）用途に適しています。

例えば東京近郊の放射線当量率 (0.05-0.20  $\mu\text{Sv/h}$  程度) のもとで、毎日 1 回 1 時間の測定を定期的に行い、日々の増減の傾向を調べる、といった用途には利用できます。



### 3.3 誤検出の要因と対策

GAMoV は振動や騒音、電磁波等のノイズに弱い (放射線として誤検出しやすい) ため、ノイズの強い環境下では使用できません。

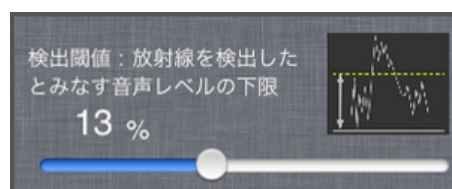
誤検出を生じやすい状況の例:

- a. GAMoV 本体をたたく、こする。
- b. オーディオケーブルを揺らす。
- c. GAMoV 本体を堅い机に置き、机に物を落とす。
- d. 繁華街や幹線道路等、大きな物音のする場所で測定する。

誤検出への対策:

- 振動や騒音によるノイズ (a. c. d.) は、GAMoV 本体をタオルなどで包むと低減できます。雑誌などを敷くだけでもある程度の効果があります。
- 放射線検出の感度を下げると誤検出を低減できます。

感度の調整はソフトウェアの「設定」画面で行います。ソフトウェアは音声波形中のある値 (検出閾値) よりも大きな音を放射線として検出します。この値を「設定」画面上部のスライダーで調整します。



検出閾値調整用スライダー。

検出閾値の目安:

検出閾値は初期設定では 13% に設定されていますが、お使いの機種や使用する環境によっては、この値が最適な値とは若干異なる場合があります。そのような場合には「設定」画面上部のスライダーで調整を行ってください。

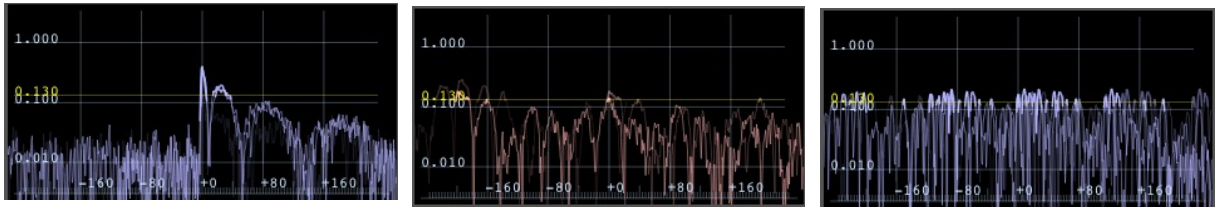
最適な検出閾値の目安は「測定」画面上部に表示されている「音声レベル」の値 (次図) の 7 倍程度です。例えば音声レベルが 1.4 の場合、最適な検出閾値は  $1.4 \times 7 = 9.8 \approx 10\%$  程度です。



音声レベル

検出閾値の設定が低すぎると、ノイズ由来の波形を信号として誤検出しやすくなります。高すぎると、放射線由来の信号をとりこぼしやすくなります。

なおソフトウェアの検出した信号の波形を観察すると、それが放射線由来によるものかノイズであるかを、目視である程度判別できます。



左:放射線由来の信号を検出した例。中央:ノイズを検出し、除去した例。  
右:ノイズを誤検出してしまった例。

### 3.4 測定時間と精度

GAMoV は測定期間中に検出した放射線の個数を測定時間 (分) で割り、測定値 (avg cpm) として表示します。この値は検出した放射線の個数が少ない間は大きくばらつきますが、個数が増えるに従って徐々にばらつきが減少します。

例えば東京近郊での空間放射線当量率測定では、平均的に毎分 1 個前後の放射線が検出されます。10 分間測定を行うと平均的には約 10 個の放射線が検出されます。しかし実際の測定では必ずしも 10 個検出されるとは限りません。平均 10 個検出することが期待される測定における実際の測定値は、おおむね  $\pm 6$  個程度の幅を持ちます。つまり 60% 程度の測定誤差を含む可能性があります。より長時間の測定を行うと、この誤差は減少します。

東京近郊よりも放射線当量率の高い地域であれば、同じ精度の測定を行うために必要な測定時間は短くなります。

下表は測定時間と誤差の目安です。測定値の「東京 x10」とは、東京近郊に比べて空間放射線当量率が 10 倍高い地域です。

測定地	測定時間	検出される放射線の個数			測定誤差 の最大値
		平均	ばらつきの目安		
東京近郊	1 分	1 個	0 ~ 3 個	200%	
東京近郊	10 分	10 個	4 ~ 16 個	60%	
東京近郊	100 分	100 個	80 ~ 120 個	20%	
東京 x10	1 分	10 個	4 ~ 16 個	60%	
東京 x10	10 分	100 個	80 ~ 120 個	20%	
東京 x10	100 分	1000 個	930 ~ 1070 個	7%	

検出した放射線の個数を測定時間で割って測定値 avg cpm を算出する際の、測定時間の長さ (以降では「区間長」と呼びます) は、初期設定では「全測定時間」に設定されています。つまり、測定を開始してから現在までの cpm の平均が、測定値 avg cpm として「測定」画面に表示されます。

区間長は「設定」画面中段のスライダーで調整できます。測定値の時間変動を見たい場合や、測定地点を移動しながら測定を行う場合には、区間長を短く設定するとよいでしょう。ただし短くすると、測定値のばらつきは大きくなります。



区間長を設定するスライダー。

### 3.5 測定値 avg cpm から放射線当量率 $\mu\text{Sv/h}$ への換算

「測定」画面で表示内容を「線量」に切り替えると、測定値 avg cpm および cml cnt に代わって放射線当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) と累積放射線当量 ( $\mu\text{Sv}$ ) が表示されます。GAMoV は測定値 avg cpm および cml cnt を定数で割ることによってこれらの値を算出しています。定数の値は初期設定では 20 に設定されており、「設定」画面下部のスライダーで調整できます。



計数 (avg cpm) → 線量率換算係数調整用スライダー。

このようにして求められた放射線当量率と累積放射線当量は、おおまかな目安にすぎないことに注意してください。正確な値を求められない主な原因は以下の 2 つです。

1. 異なるエネルギーを持った放射線に対するセンサーの感度が一律ではない。
2. 校正用線源による校正を行っていない。

校正を行えば 2. の原因は解消できますが、1. の原因は残ります。つまり、仮に校正を行っても、校正に用いた線源の核種とは異なる核種から放射される放射線を測定する場合には、正確な放射線当量率は求められません。

以上の理由から、GAMoV による測定結果を他の計測器による測定結果と絶対値 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) で比較することはお勧めできません。

ベータ線が存在する場合の放射線当量率:

ベータ線が GAMoV のセンサーに入射すると、放射線当量率の表示は全く意味を持たなくなり、ベータ線に対するセンサーの感度は、ガンマ線に対する感度と著しく異なるためです (実際よりも 5 ~ 10 倍程度高い値を示します)。

このような状況下で放射線当量率を測定する必要がある場合には、GAMoV 本体をベータ線から遮蔽する必要があります。遮蔽には、例えば 3mm 厚以上のアルミケース等を使用してください。

## 4 電池交換

GAMoV はボタン型リチウム電池 CR2450 を 2 個使用しています。連続使用した場合、2 週間程度に 1 回の電池交換が必要です。電池の残量が少なくなってくると、測定値が安定しなくなったり、異常に大きな値を示したりすることがあります。このような挙動を示すようになった場合や、「測定」画面上部に表示されている「音声レベル」(下図) の値が常時 0.5% 以下を示すようになった場合には、電池を交換してください。



音声レベル

電池交換手順:

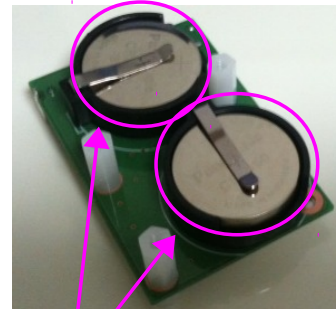
1. GAMoV 本体ケースの蓋を開けます。蓋の切り欠きにマイナスドライバー等を差し込んで開けてください。
2. ケースから基板を取り出します。基板に貼られたアルミ箔の中央付近に触れないように注意し、慎重に取り出してください。
3. 基板裏に装填されている 2 個の電池を交換します。
4. 基板をケースに戻し、ケースの蓋を閉じます。



切り欠き



アルミ箔



電池 (CR2450)

## 5 ソフトウェアの機能拡張予定

GAMoV アナライザー (GAMoV 操作用のアプリケーションソフトウェア) に対して、以下の機能拡張を予定しています。

- ノイズ除去アルゴリズムの強化。
- 測定中に iPhone がスリープ状態となった場合、測定を中断せずにバックグラウンドで測定を続けるようにする。
- iPhone 以外のプラットフォーム (特に Microsoft 社 Windows を搭載した PC) への対応。

## 6 ソフトウェア利用許諾

GAMoV アナライザー (GAMoV 操作用のアプリケーションソフトウェア。以降「本ソフトウェア」と呼びます) の利用を、本ソフトウェアの所有者に対してのみ許可します。本ソフトウェアの再配布を禁じます。本ソフトウェアの改変物についても、本ソフトウェアの利用許諾に従うものとします。

本ソフトウェアの著作権は株式会社 K&F Computing Research に帰属します。本ソフトウェアが依存する外部プログラムやライブラリについては、それぞれに個別の利用許諾と著作権が定められています。

## 7 免責事項

本製品は放射線量を測定することを目的として設計された装置ですが、この製品によって得られた放射線量データの正確性について当社は保証いたしません。また、得られたデータに基づいてとられた行動について、当社は責任を負いません。

## 8 GAMoV ユーザガイド更新履歴

version	date	description	author(s)
1.1.1	12-Jul-2011	既知の誤動作に関する注意を追記	AK
1.1.0	28-Jun-2011	GAMoV アナライザー ver 1.1.0 に対応	AK
1.0.1	31-May-2011	誤字脱字を修正	AK
1.0.0	30-May-2011	初版作成。	A. Kawai, T. Fukushige

お問い合わせおよびバグレポートは下記まで:  
株式会社 K&F Computing Research (gamov@kfcr.jp)