



# 中性子線・線量計

取扱説明書

検出器：BDKN-03

表示ユニット：PU2



©2023 ATOMTEX 1.01

著作権：無断複製を禁じます。著作権法に基づく許可がある場合を除いて、転載禁止、不許複製・禁無断転載、禁無断転載です。トレードマーク ATOMTEX® は ATOMTEX によって登録されています。その他のトレードマーク Microsoft® and Windows® は Microsoft Corporation によって登録されています。その他の商品、サービス名は他の権利者によって所有されています。ATOMTEX による継続的な商品の改良に一部の機能が変更になる場合もありますが、主要な仕様、機能には影響を与えません。よってすべての仕様や動作は変更になる場合があります。

## 目次

<b>1</b>	<b>はじめに.....</b>	<b>4</b>
1.1	線量計の取り扱いにおける注意点.....	4
<b>2</b>	<b>測定器の紹介.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>仕様・付属品.....</b>	<b>6</b>
3.1	付属品.....	6
3.2	BDKN-03 中性子線・検出器の仕様.....	7
3.3	PU2 液晶・表示端末の仕様.....	9
<b>4</b>	<b>利用の準備.....</b>	<b>11</b>
4.1	電池の入れ方.....	11
4.2	バッテリーの充電.....	12
4.3	電池パックを使う場合.....	12
4.4	車載 12V 電源を使う場合.....	12
4.5	測定器の組み立て.....	13
4.5.1	方式 [A] 内蔵バッテリーで動作させる.....	13
4.5.2	方式 [B] 外部電池パックを追加する.....	14
<b>5</b>	<b>使い方.....</b>	<b>16</b>
5.1	測定器の電源 ON/OFF.....	16
5.2	自己診断テスト.....	16
5.3	2つの検出器.....	18
5.4	2つの検出器の切り替え.....	19
<b>6</b>	<b>操作モード.....</b>	<b>20</b>
6.1	操作モードの変更方法.....	20
<b>7</b>	<b>線量率モード(モード 1).....</b>	<b>21</b>
7.1	線量率モードの変更方法.....	21
7.2	偏差 (%).....	22
7.3	測定のリセット.....	23
7.4	測定値の記録.....	24
7.5	背景放射線量の減算機能.....	24
7.6	測定の上限值.....	24
7.7	測定の最大値の表示.....	25
<b>8</b>	<b>積算線量モード(モード 2).....</b>	<b>26</b>
8.1	積算線量モードの変更方法.....	26
8.2	積算線量のリセット.....	27
8.3	測定値の記録.....	27

<b>9</b>	<b>探索モード (モード 3)</b>	<b>28</b>
9.1	探索モードへの切り替え	29
9.2	探索モードの表示	29
9.3	探索モードの基準値の再設定	30
9.4	探索モードの音	30
<b>10</b>	<b>カウント率モード (モード 4)</b>	<b>31</b>
10.1	カウント率モードへの切り替え	31
10.2	測定のリセット	32
10.3	測定の上限值	32
10.4	背景放射線量の減算機能	32
<b>11</b>	<b>メモ帳モード (モード 5)</b>	<b>33</b>
11.1	メモ帳モード 5 への切り替え	33
11.2	メモ帳の保存データの表示	33
11.3	メモ帳をクリアする	34
<b>12</b>	<b>サービスモード (モード 6)</b>	<b>35</b>
12.1	サービスモード 6 への切り替え	35
12.2	動作モード 6 の 3 つの設定	36
12.3	測定単位の切り替え	37
12.4	自動電源 OFF	38
12.5	通信レートの表示	38
<b>13</b>	<b>その他の操作</b>	<b>39</b>
13.1	警告音の ON・OFF	39
13.2	バックライトの設定	39
<b>14</b>	<b>背景放射線量の減算</b>	<b>40</b>
14.1	背景放射線量の減算機能の使い方	41
14.2	背景放射線量の減算機能の使い方 2	41
<b>15</b>	<b>流束密度の測定</b>	<b>42</b>
<b>16</b>	<b>警告発動値の設定</b>	<b>44</b>
16.1	警告音の種類	44
16.2	警告発動値の保存	45
<b>17</b>	<b>付録</b>	<b>46</b>

# 1 はじめに

ATOMTEX の検知器をお買い上げ頂き、誠にありがとうございます。

## 1.1 線量計の取り扱いにおける注意点

- 長期間、利用しない場合には電池パックから電池を抜いてください。  
電池を入れっぱなしにすると、電池の液漏れにより内部回路に深刻なダメージを与える可能性があります。電池の液もれによる故障は、保証修理の対象外あり、修理費用が高くなることがあります。
- 検知器は-40度～+50度の範囲でお使いください。  
特に真夏に車の中に検知器を放置しないでください。  
高温の状態になると検出器は、深刻なダメージを受けます。  
このような検出器の不具合は保証の対象外です。
- 落下や水没に注意してください。  
これらの原因による破損、動作不良は保証の対象外です。

## 2 測定器の紹介

この測定器は、環境・放射線測定器（空間線量計）です。

ガンマ線と中性子線の測定ができます。測定できる単位は、こちらです。

測定値	単位
中性子線の 1cm 空間線量率 $H^*(10)$	シーベルト値(Sv/h)
中性子線の 1cm 線量 $H^*(10)$	積算線量(Sv)
中性子線の計数率	カウント(cps)
中性子線の単位面積あたりの計数率	流束密度( $\text{cps}/\text{cm}^2 = \text{s}^{-1}\text{cm}^{-2}$ )

測定値	単位
ガンマ線の 1cm 空間線量率 $H^*(10)$	シーベルト値(Sv/h)
ガンマ線の 1cm 線量 $H^*(10)$	積算線量(Sv)
ガンマ線の計数率	カウント(cps)

線量計は、常に線量率、積算線量を監視しており、あらかじめ設定した警告発動値を超えると警告アラームを発動することができます。線量計は、検出器部( BDKN-03 )と液晶表示部( PU2 )の2つの機器から構成されています。



測定値を表示する液晶端末部分(PU2)には、ガンマ線の検出器が内蔵されており、測定者の被ばく量を測定することができます。

## 3 仕様・付属品

### 3.1 付属品

以下の付属品があります。購入時にご確認ください。

内容	個数
BDKN-03 検出器	1
PU2 表示端末	1
接続ケーブル	1
端末固定のための金具	1
AC アダプタ (充電用)	1
取扱説明書	1
校正証明書	1

## 3.2 BDKN-03 中性子線・検出器の仕様

検出器	
中性子・線量率の測定範囲	0.1 $\mu$ Sv/h ~ 10 mSv/h [*1]
中性子・積算線量の測定範囲	0.1 $\mu$ Sv ~ 10 Sv
線量率の許容固有相対誤差	$\pm$ 20%
中性子・流束密度	0.1 ~ $10^4$ cps/cm <sup>2</sup>
中性子・流束	1 ~ $3 \times 10^6$ count/cm <sup>2</sup>
エネルギー範囲	0.025 eV ~ 15 MeV
流束密度の許容固有相対誤差	$\pm$ 30%
感度	0.5 cps/(neutron)/秒/cm <sup>2</sup> 0.355 cps/( $\mu$ Sv/h)
ガンマ線に対する耐性 ( 10mSv/h ガンマ線 )	$\pm$ 5%
最大耐久・磁場	400 A/m
パソコンとの接続	RS232 シリアル通信 ( USB にも変換可能 )
測定時間の例 ( 1 $\mu$ Sv/h , Pu-Be 線源)	280 秒以下
動作温度範囲	-40°C ~ +50°C
防水・防塵	IP 64
寸法 ( 検出器のみ)	314 × 220 × 264 mm
重さ ( 検出器のみ)	8.0 kg

[\*1] 10 mSv/h ~ 100 mSv/h の範囲でも測定値が表示されます。

ですが、この範囲では校正が行われていないため、正しい測定値からずれている可能性があります。

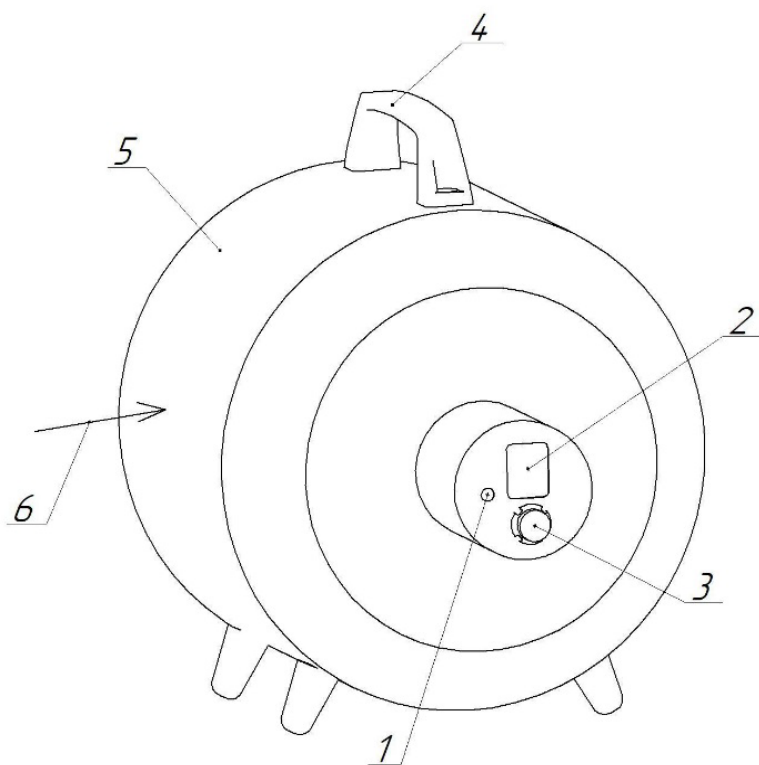


図 3-1

BDKN-03 検出器 の全体図

1. 開封の禁止シール（はがさないでください）
2. ラベル
3. ケーブルを接続するコネクタ
4. 持ち運び用のハンドル
5. ヘリウムを充填した比例計数管
6. 中性子線の減速材



### 3.3 PU2 液晶・表示端末の仕様

液晶端末 PU2 には、ガンマ線の検出器が内蔵されています。

表 3.3-1

検出器	GM検出器
ガンマ線・線量率の測定	1 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 10 $\text{mSv/h}$
ガンマ線・積算線量の測定	1 $\mu\text{Sv}$ ~ 1 Sv
線量率の許容固有相対誤差	$\pm 20\%$
エネルギー範囲	60 ~ 3000 keV
エネルギー依存性 ( $^{137}\text{Cs}$ 0.662 MeV 比)	-25 ~ +35%
感度 ( $^{137}\text{Cs}$ 0.662 MeV )	1.0 cps/ $(\mu\text{Sv/h})$
感度 ( $^{137}\text{Cs}$ 0.662 MeV )	$3.6 \times 10^3$ count/ $\mu\text{Sv}$
防水防塵	IP 64
大きさ	210 x 88 x 36 mm
重さ	0.6 kg

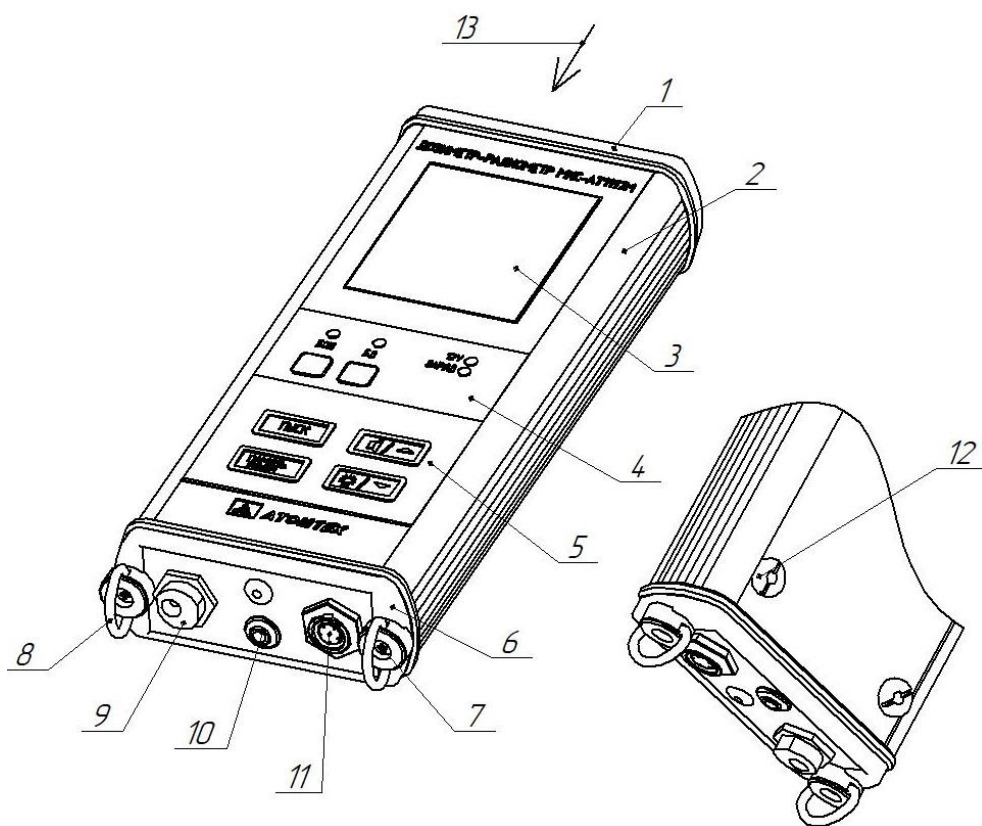


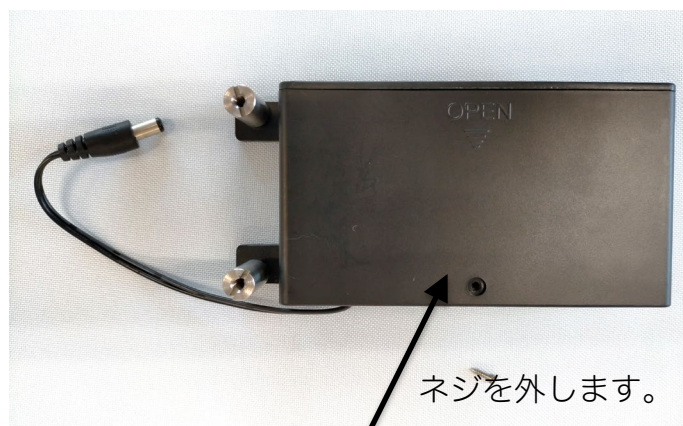
図 3-2 PU2 の全体図

1. 上部
2. 一体化されたアルミニウム合金ハウジング
3. 表示画面
4. DU と PU2 の表示エリア（外部検出 DU と内蔵検出器 PU2 の選択ライト）
5. コントロールパネル
6. 底部
7. 開封防止シール
8. ショルダーストラップ用の D リング
9. 外部電源接続用ソケット
10. ヘッドフォンジャック
11. 外部検出器（中性子線検出器）への接続コネクタ
12. 伸縮棒の固定用スレッドブッシュ
13. 校正時の放射線の方向

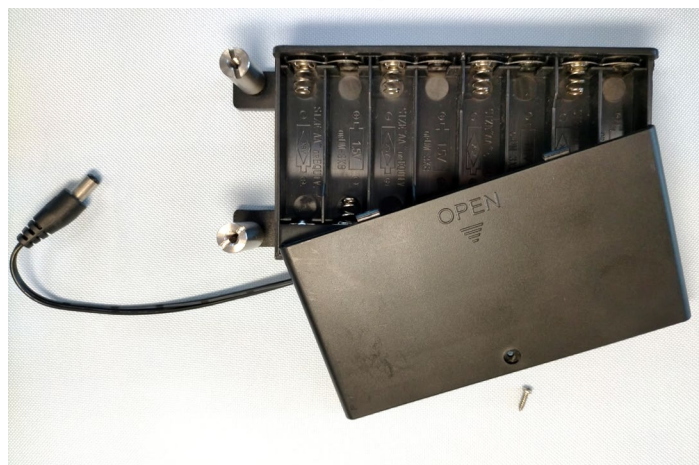
## 4 利用の準備

### 4.1 電池の入れ方

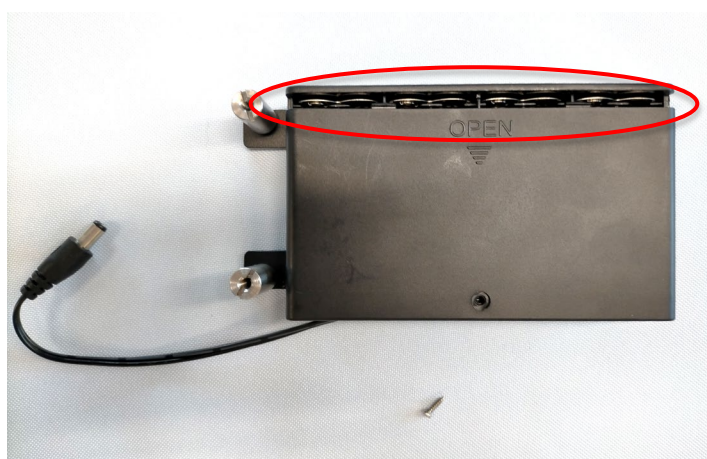
1. ドライバー (+) でネジを外します。



2. ふたを外して、電池を入れます。  
単三電池が8本必要です。



ふたが外れにくい場合は、丸で示された隙間に爪を入れると開きやすいです。





## 4.2 バッテリーの充電

測定器の電源は、表示端末内の内蔵バッテリーと、外部電池パックの2タイプを使うことができます。

内蔵バッテリーは定期的な充電が必要です。付属のACアダプタを接続して充電を行ってください。充電時間は約3時間です。

以下の場合には、充電が必要です。

- ・ 長時間の操作が予想される場合。
- ・ PU2の **START** を押しても測定器が起動しない場合。
- ・ PU2の画面に "bAt 00"と  が点滅している場合。
- ・ CHARGE のライトが点灯している場合

充電が完了すると、CHARGE のライト点灯、画面上の  アイコンが消えます。

単3形電池8本を電源として使用した場合の充電時間・状態は定まっていません。

PU2では、電源投入後1.5秒間、画面上にバッテリー充電量を表示します。

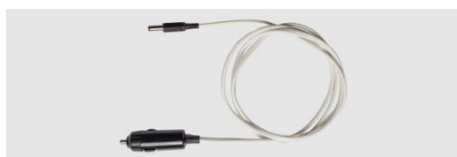


## 4.3 電池パックを使う場合

電池パックには、単三電池が8本入ります。充電がない場合でも電池パックを利用して、測定器を使うことができます。

## 4.4 車載12V電源を使う場合

測定値の表示端末PU2は、12Vで動作するため車載のシガーソケット電源を利用しての動作や充電も可能です。別売りでケーブルも販売しています。市販品も利用することができます。



## 4.5 測定器の組み立て

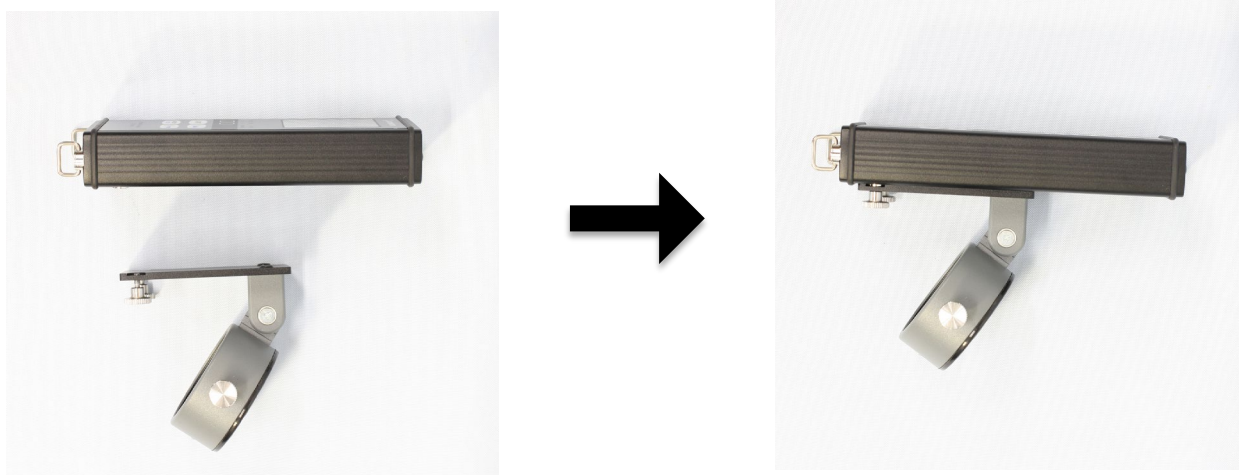
検出器部分( BDKN-03 ) と表示端末 (PU2)を組み立ててください。

組み立てには、2通りの方法があります。

組み立て方式	利用できる電源
方式 [A]	[A] は、表示端末(PU2)に内蔵されたバッテリーを使って測定器を稼働させます。この場合、表示端末を充電してから利用してください。
方式 [B]	[B] は、市販の電池（単3電池8本）を電池ケースに入れて使う方法です。この場合は、表示端末(PU2)に内蔵されたバッテリーに加えて、電池ケースの電池も電源として使われます。表示端末(PU2)が充電されていない場合でも、電池パックを使うことで稼働させることができます。

### 4.5.1 方式 [A] 内蔵バッテリーで動作させる

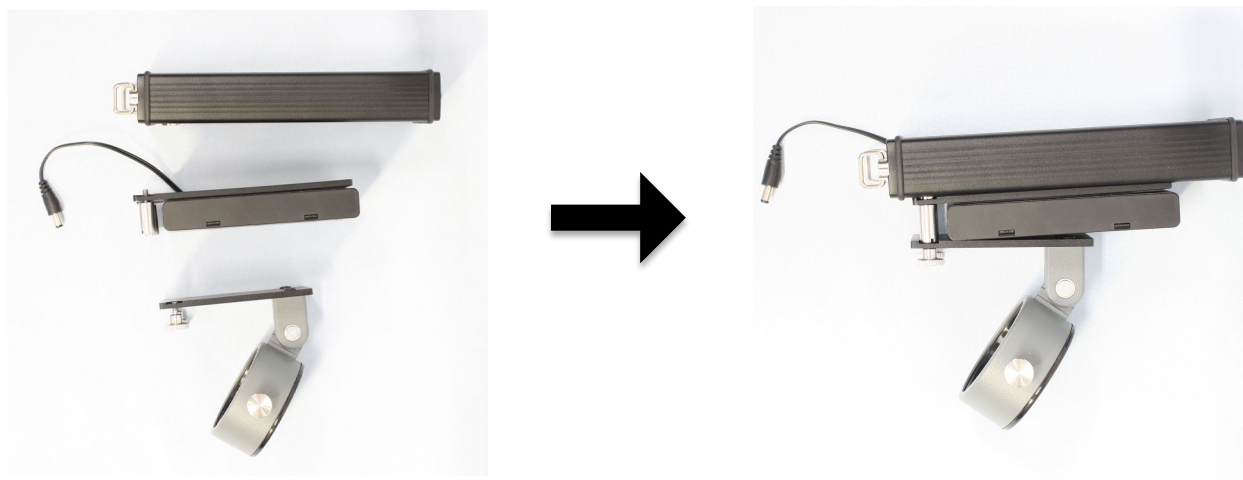
表示端末(PU2) と固定金具をネジで固定します。



**2つのネジは左右、少しずつ「交互」に締めてください**

## 4.5.2 方式 [B] 外部電池パックを追加する

表示端末(PU2)、電池パック、ネジで固定します。



正しく取り付けられているか確認してください。



付属のネジ金具を使います。  
電池パックのケーブルを  
測定端末に接続します。

**2つのネジは左右、少しずつ「交互」に締めてください**

検出器部 BDKN-03 の先端に、  
固定金具を取り付けて  
ネジで固定します。

ネジの締めすぎに注意してください。

ネジで  
固定します



最後に、接続ケーブルを PU2 と BDKN-03  
それぞれの接続端子に差し込みます。

どちら向きでも接続できるようになっています。これで組み立ては完了です。



# 5 使い方

## 5.1 測定器の電源 ON/OFF

電源を入れるには、**START** ボタンを押してください。

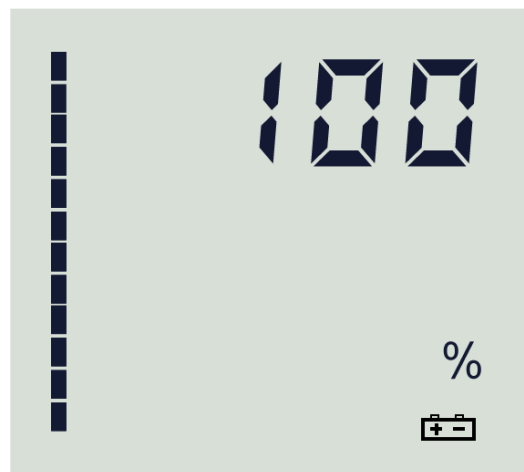
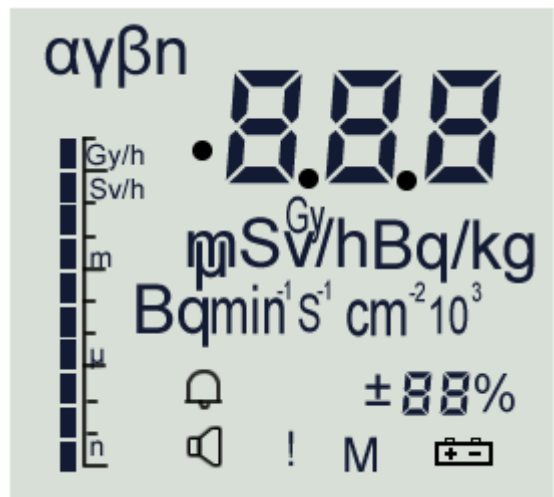
電源を切るには、**START** ボタンを、すばやく 3 回押してください。

OFF が表示されて電源が切れます。

## 5.2 自己診断テスト

測定器の電源を入れると、以下の順番で自己診断テストが行われます。

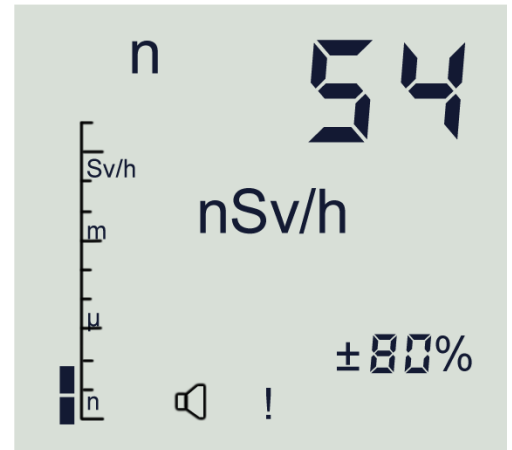
1. 液晶画面のすべての部分が表示されます。表示を見ることで、液晶の不具合を確認することができます。
2. 表示端末の表面にある警告ライトが点灯します。ライトが動作するか確認することができます。
3. 警告音が鳴ります。スピーカーが故障しているかどうか、確認できます。
4. 続いて、内蔵の放射線検出器（ガンマ線）と外部にケーブルで接続した検出器（中性子線）、そして表示端末が故障していないか、動作テストが行われます。
5. 表示端末 PU2 の内蔵バッテリーの充電量 (%) が 1 秒間だけ表示されます。






6. 自己診断テストが成功すると、測定器は測定モードになります。
7. PU2 表示端末の画面には、測定している放射線量が上部に表示されます。  
表示 (n) = 中性子( Neutron )であることを確認してください。  
ケーブルを使って外部に他の検出器を接続した場合には、測定量 ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、n)などに切り替わります。

この例では、液晶画面の左上に n と表示されており、中性子線の線量率が 54 nSv/h = 0.054  $\mu$  Sv/hであることを示しています。ガンマ線測定モードの場合には、 $\gamma$ の表示になります。



8. その他、測定単位( nSv/h )、統計誤差( % )、アイコン、および測定器の動作を示す「！」アイコンが点滅して表示されます。
9. 測定器が自己診断中に、故障を検出した場合には、断続的に音が鳴り、「Err xx」の表示が点滅します。ここでの“xx”はエラー番号です。番号によって故障の状態がわかります。エラーが出た場合には、一度、電源を切ってから再度やり直してください。動作しない場合には、販売店、またはメーカーに連絡してください。

## 5.3 2つの検出器

この製品には、2タイプの放射線検出器が搭載されています。

表示端末には、どちらか一方だけの測定値のみが表示されますが、ボタン操作で切り替えることができます。



中性子線の検出器

外部検出器

以下の説明では、DU( Detection Unit = 外部検出器)と呼ぶこともあります





ガンマ線の検出器

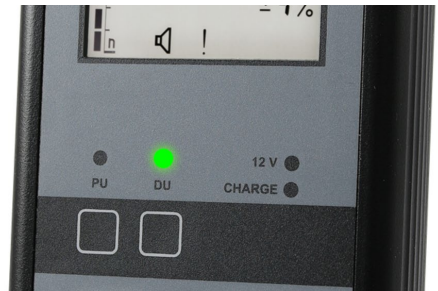
表示端末 PU2 に内蔵



以下の説明では、PU( Processing Unit = 処理端末、表示端末)と呼ぶこともあります。

## 5.4 2つの検出器の切り替え

2つの検出器は、2つのボタン、を同時に押すことで切り替えることができます。

液晶画面の下に PU, DU に点灯したライトで、どちらの検出器が使われているのか、判断することができます。



再度、とを同時に押すと、再び、動作する検出器が切り替わります。

<p>PU</p>	<p>ガンマ線が動作中です。</p> <p>液晶画面の上部には、「<math>\gamma</math>」と表示されます。</p> <p>測定値の表示端末に内蔵されたガンマ線の検出器が動作しており、ガンマ線の測定値が液晶画面に表示されています。</p>	
<p>DU</p>	<p>中性子線が動作中です。</p> <p>液晶画面の上部には、「n」と表示されます。</p> <p>中性子線の検出器が動作しており、中性子線の測定値が液晶画面に表示されています。</p>	

測定値の表示が切り替わるだけで、実際にはどちらの検出器も内部的には連続して稼働しています。



## 6 操作モード

測定器は、2つの検出器（PU=ガンマ線、DU=中性子線）があります。それぞれに対して、6つの動作モードがあります。2検出器×6モードということになります

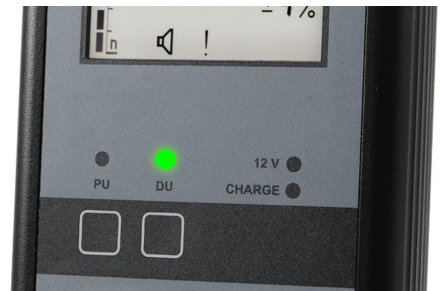
表 5.4-1 に、6つの動作モードを紹介いたします。

表 5.4-1




動作モード	2タイプの検出器	
	PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03 )
1	線量率の測定モード	線量率の測定モード（流束密度の測定）
2	積算線量の測定モード	積算線量の測定モード（流束量の測定）
3	探索モード	
4	カウント率の測定	
5	メモ帳モード	
6	サービスモード	

2つの検出器は、2つのボタン、を同時に押すことで切り替えることができます。

液晶の下にあるライトで、どちらの状態にあるのか、確認することができます。



### 6.1 操作モードの変更方法

- モードを切り替えるには、 を長押しします。
- モードの番号が表示されたら、いったんボタンから指を離して、すぐに を何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- 変更する動作モードの番号になったら、ボタンから指を離してそのまま 1.5 秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。測定器はこのモードで動作を続けます。
- いずれかのモードからモード「1」に戻るには、「1」が表示されるまで を押し続けます。

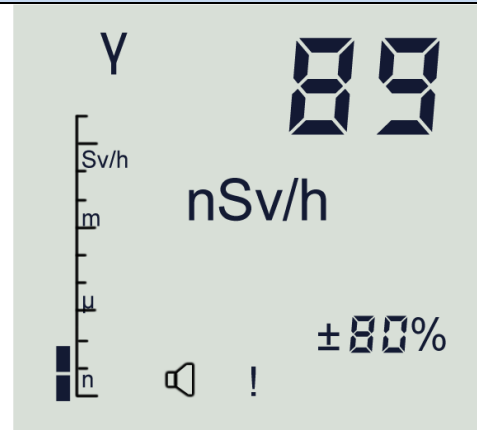
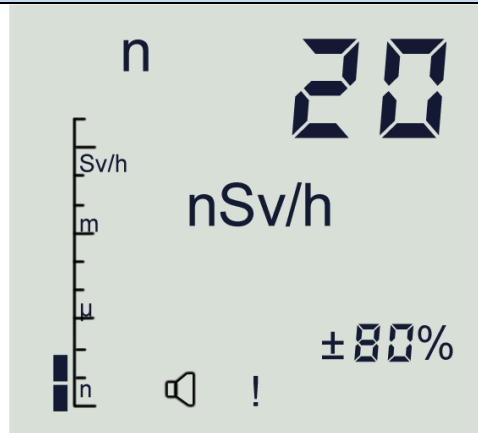
## 7 線量率モード(モード 1)

動作モード 1 は、線量率の測定モードです。

ガンマ線の線量率、中性子線の線量率を表示することができます。

### 7.1 線量率モードの変更方法

- モード 1 に切り替えるには、**MEMORY MODE** を長押しします。
- モード番号が表示されたら、いったんボタンから指を離して、すぐに **MEMORY MODE** ボタンを何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- モード番号が 1 になったら、ボタンから指を離してそのまま 1.5 秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。
- 他のモード番号からモード「1」に戻るには、「1」が表示されるまで **MEMORY MODE** を押し続けます。

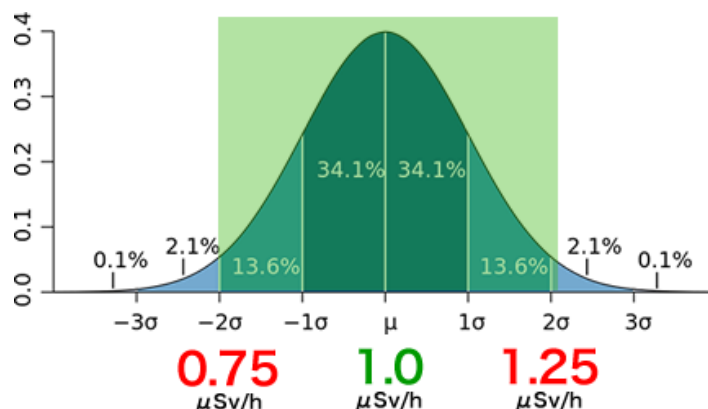
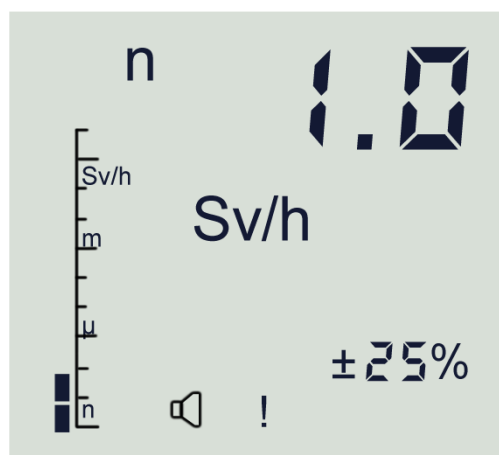
動作モード 1	
PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03 )
	

線量率モードでは、ガンマ線の場合には「 $\gamma$ 」の文字、中性子線の場合には「n」の文字が液晶の上の方に表示されます。

測定単位は、nSv/h (ナノ) ,  $\mu$ Sv/h (マイクロ) , mSv/h (ミリ) , Sv/h と変わります。  
1 nSv = 0.001  $\mu$ Sv/h と換算できます。

## 7.2 偏差 (%)

液晶の右下の数字[%]は、偏差 (%) = 統計誤差です。



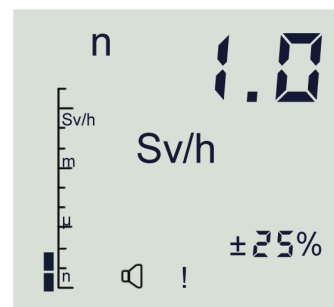
1~ 200 %の値が表示されますが、この偏差 (%) は、こちらの表のような意味合いがあります。

偏差の値	意味合い
偏差 (%) の値が大きい 30~100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定時間が短い、もっと長い時間測定してください。</li> <li>周りの放射線量がふらふらと変動している</li> <li>急に放射線量に変化した</li> </ul>
偏差 (%) の値が小さい 1~30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>十分な測定時間、測定できているので表示される線量率を正しい値として読むことができる。</li> <li>周りの放射線量の変動が少なく安定している。</li> </ul>

右の図では、測定値 1.0  $\mu\text{Sv/h}$ 、偏差 25%の状態を示しています。偏差 25%という場合には、1.0  $\mu\text{Sv/h}$  を中心に  $\pm 25\% = \pm 0.25 \mu\text{Sv/h}$  の幅がある、という意味になります。つまり 0.75 ~ 1.25  $\mu\text{Sv/h}$  の範囲です。

放射線量は、出たり出なかったりと確率的に変動しています。測定器は、時間をかけて何度も放射線を測定しながら平均値を計算しています。ばらつきの範囲から、95%の確率ですべての測定値が収まるような幅を「偏差 (%)」として計算します。偏差の範囲が 0.75 ~ 1.25  $\mu\text{Sv/h}$  の場合には、この範囲に何度か測定したうちの 95%の測定値が収まっているという状況を示しています。

偏差が小さくなるということは、測定値の変動する範囲が小さいということがいえます。偏差が小さいときに表示される測定値（平均値）は、より正確な値ということが出来ます。



測定時間を長くすると、偏差の値（%）は25%、20%、15%と小さくなってきます。偏差（%）が30%以下の時に平均値の値を読むことで、おおよそ正確な線量率の測定ができます。

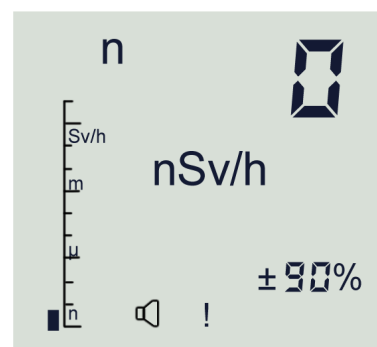
周りの放射線量が時間的に大きく変動している時、たとえば車で移動しながら測定する場合には周りの放射線量が大きく変化するため、偏差（%）は時間をかけて測定しても十分に下がらない場合もあります。偏差が下がらない場合には、周りの放射線量に変化していると理解することができます。この場合には、平均値と偏差（%）の両方の値を記録しておくのがよい方法となります。

## 7.3 測定のリセット

線量率の測定は、放射線量の応じた時間で平均化を行い線量率が計算されています。

たとえば車の中で測定を行っていて車外に出た場合には、車の中で測定した測定値を引きつった測定値が画面に表示されている状態となります。このように「場所」を移動したときには、以下の手順で平均化をリセットして、その場所の放射線量を0から測り直してください。


- 平均化のリセットは、線量率モードでボタン **START** を短く押します。



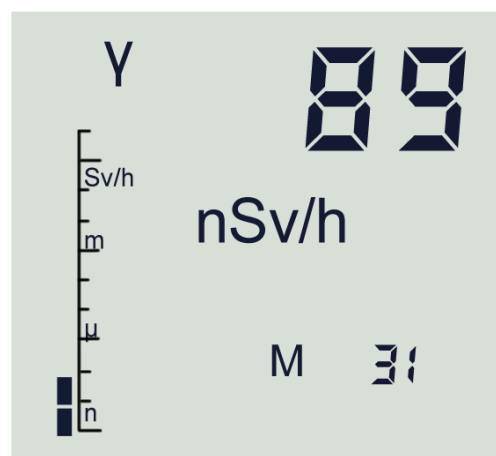
平均化がリセットされると、測定値が0になり、測定偏差（%）の値が90%になります。平均値がリセットされたことで、偏差が一時的に大きく表示されます。ですが時間の経過とともに測定偏差の値は再び小さくなってきます。偏差が30%以下になったらその場所の放射線量が正しく測定できている、ということが言えます。

場所を移動する場合でなくても、いつでも再測定を行いたい場合には、測定リセットを行ってください。測定リセットは、その場所の放射線量を正しく測定するために最初に行うとよい方法です。

## 7.4 測定値の記録

線量率の測定モード（モード1）で、ボタン  を短く押すと、現在、表示されている測定値を内部メモリに保存することができます。保存した直後に、Mの文字と、保存番号が表示されます。

保存された測定値は、メモ帳モード（モード5）で呼び出して見ることができます（参考：11 メモ帳モード（モード5） p.33）




## 7.5 背景放射線量の減算機能

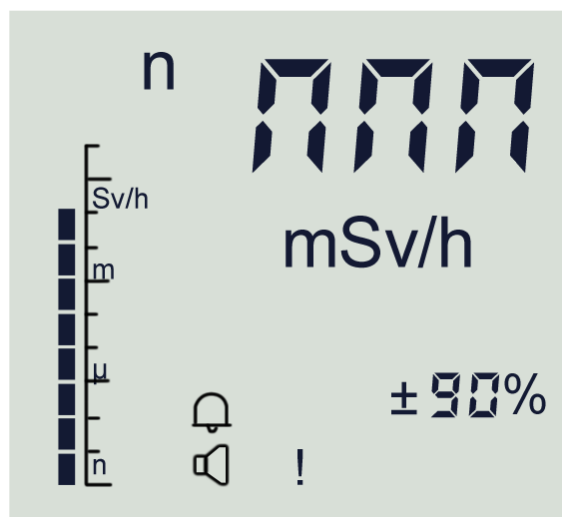
線量率の測定モード（モード1）では、現在いる場所の背景放射線量を基準として、移動先の放射線量との差分を表示する機能があります。詳しくは、(14 背景放射線量の減算 p.40)を見てください。

## 7.6 測定の上限值

線量率が測定範囲の上限を超えると、□□□のような表示になります。


測定範囲上限に達しているというマークになっています。同時に警告音が鳴り、アイコン  が表示されます。


この表示が出た場合には、過大な放射線量が検出されている状態ですので、放射線源から離してください。

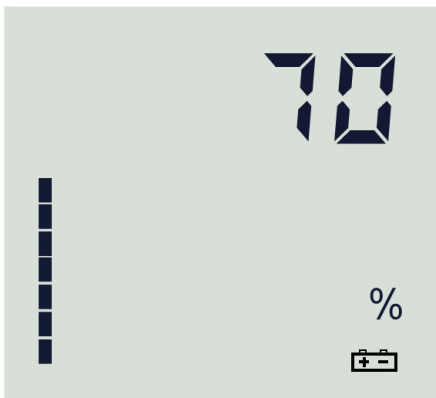






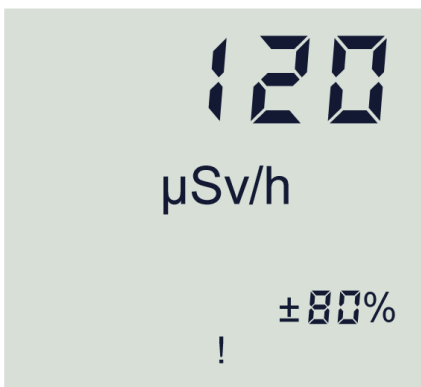
## 7.7 測定の最大値の表示

ボタン  を長押しすると、バッテリー残量と、電源を入れてからの最大の線量率を表示することができます。

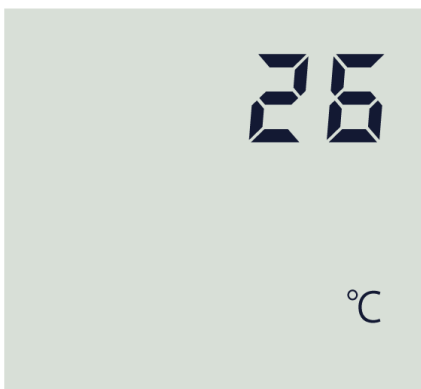
- ボタン  を長押しします。最初は、バッテリー残量が表示されます。



- ボタン  から指を離して、再度ボタン  を長押しすると次は、電源を入れてからの最大の線量率が表示されます。統計誤差が40%以下になった場合のみで記録されています。



- ボタン  から指を離して、再度ボタン  を長押しすると次は、室温が表示されます。



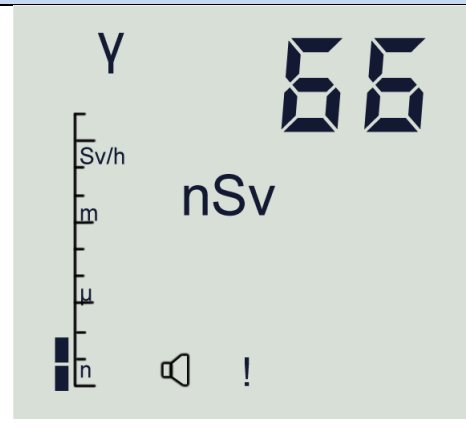
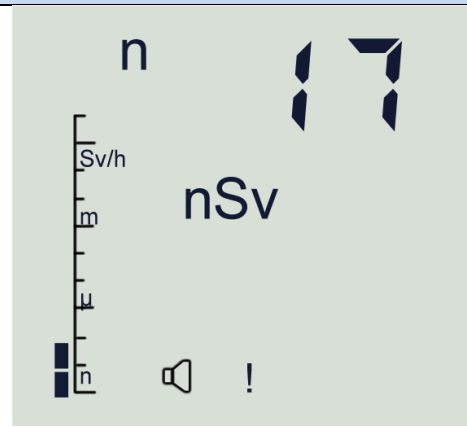
## 8 積算線量モード(モード 2)

動作モード 2 は、積算線量の測定モードです。

### 8.1 積算線量モードの変更方法

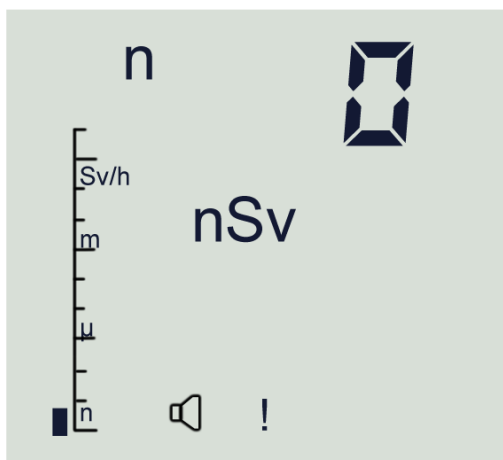
- モード 2 に切り替えるには、**MEMORY MODE** を長押しします。
- モード番号が表示されたら、いったんボタンから指を離して、すぐに**MEMORY MODE** ボタンを何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- モード番号が 2 になったら、ボタンから指を離してそのまま 1.5 秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。

利用する検出器によって、ガンマ線の線量率、中性子線の線量率を表示することができます。

動作モード 1	
PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03 )
	

## 8.2 積算線量のリセット

積算線量をリセットするには、ボタン **START** を短く押します。



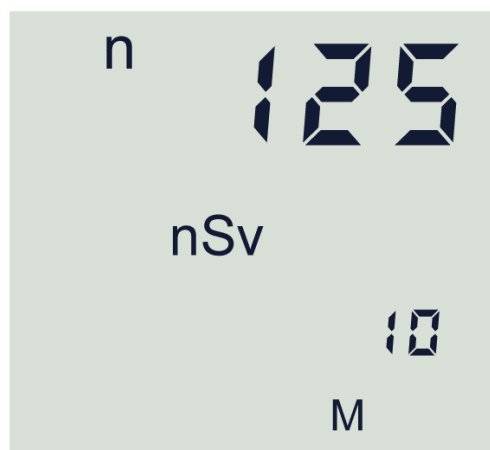
活動を開始する前に0にリセットして、作業終了後までの被ばく量を合計することができます。あるいは、作業開始前の積算線量の値と、終了後の差分を見る方法でも作業中の被ばく量を知ることができます。

積算線量の値は、ボタン **START** だけでリセットされてしまうため、操作に注意してください。

## 8.3 測定値の記録

積算線量の測定モード（モード2）で、ボタン **MEMORY MODE** を短く押すと、測定値を内部メモリに保存することができます。保存した直後に、Mの文字と、保存番号が表示されます。

保存された測定値は、メモ帳モード（モード5）で呼び出して見ることができます。



## 9 探索モード（モード 3）

動作モード 3 は、探索モードです。

探索モードは、放射線が高くなると警告音がより強く、より頻度が高く鳴るモードです。警告音の強さを聞きながら、放射線の強い場所を体感的に探すことができます。

探索モードの警告音は、電源を入れた場所や、基準設定をした場所の放射線量と比較して、放射線が強ければ音が強くなる、という仕組みです。

たとえば、公園の入り口に到着して測定器の電源を入れると、この場所が「基準値」となります。公園の中を歩いて回り、放射線量がより強い場所になると警告音がより強く、より頻度が高くなるように鳴ります。

警告音が最大となった地点が見つかったら、放射線が高いその場所を「基準値」として再設定します。その後は、さらに強い放射線の場所では警告音が鳴りません。これを繰り返していくことで公園の中で、最も放射線量が強い場所を探していくことができます。

この線量計には、あらかじめ設定した線量率値になったら警告音が鳴る、という形式の警告アラームもあります。ですが、仮に  $3\mu\text{Sv/h}$  で警告音を鳴らすと決めた場合には、それに到達しない限りは、警告音は一度も鳴りません。一方で、探索モード（モード 3）の警告音は、放射線が変化すると、音の強さも変化します。そのため、行ったことがない場所で放射線の強い場所に注意したい、といった場面では、探索モードの警告音の方が体感的に放射線の強さを理解しやすくなります。

探索モードは、表示端末に内蔵されたガンマ線検出器と、中性子線検出器の両方で使うことができます。

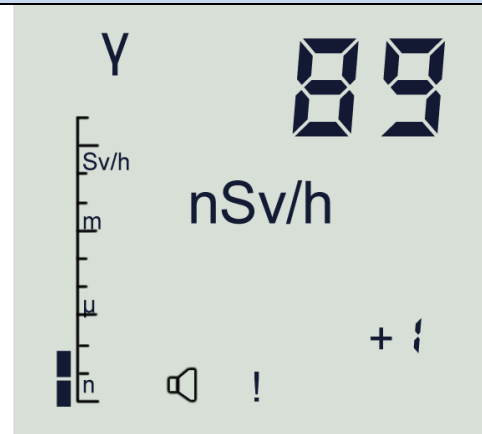
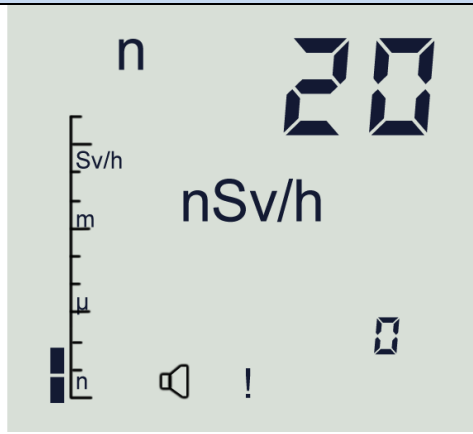
## 9.1 探索モードへの切り替え

- モードを切り替えるには、**MEMORY MODE** を長押しします。
- ボタン **MEMORY MODE** を何度か押します。
- 数字3（動作モードの番号）が表示されたら、いったんボタンから指を離して、**MEMORY MODE** を何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- 変更する動作モードの番号になったら、ボタンから指を離してそのまま1.5秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。測定器はこのモードで動作を続けます。

## 9.2 探索モードの表示

探索モードが稼働すると、線量率の値とアイコン (叫点滅)が表示されます。

探索モードで表示される線量率の値は、平均化されていない値であるため、放射線量に対する応答性がよくなっています。測定値は毎秒更新されます。測定値の数字変化を頼りに、放射線の強い場所を探していくこともできます。

動作モード3	
PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03 )
	

右下には、K 値（範囲 -99~+99）が表示されます。K=0 は「基準点」の放射線量を示しており、K 値の数字が増える方向（+側）になると、基準点より放射線が高いことを示します。逆に K 値の数字が減る方向（-側）になると、放射線が下がっていることを示しています。



## 9.3 探索モードの基準値の再設定


探索モードでK値が高い場所を見つけたらその場所を新たな「基準点」として設定できます。START ボタンを押すと、その場所の放射線量を基準として測定器が記憶します。同時にK値は0になります。

基準値を設定すると、その場所の放射線量が基準0となり、その場所より放射線が高いところで、警告音が鳴るようになります。

探索モードでは、警告音の強さと放射線量が比例していますので、音の強さを頼りに放射線の強い場所を探ることができます。またK値の数字を見ながらでも、放射線の強い場所を探ることができます。

## 9.4 探索モードの音

ボタン  を短く押すと、警告音が鳴らなく鳴ります。画面の  アイコンが消えます。

ボタン  をもう一度短く押すと、警告音が再び鳴るようになります。

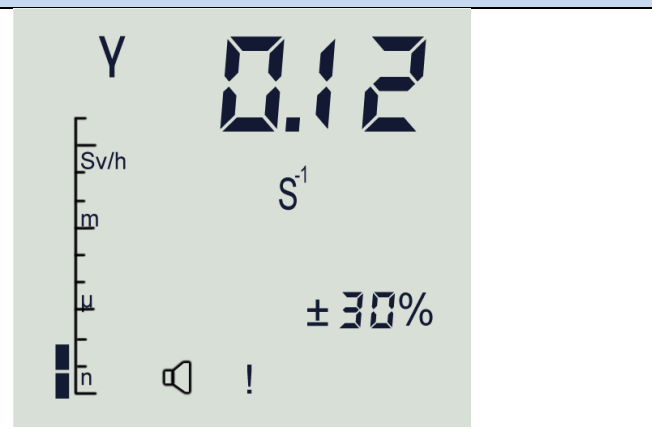
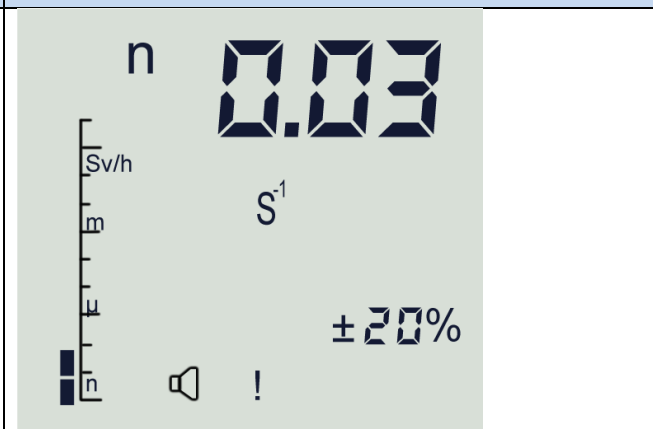
## 10 カウント率モード（モード 4）

カウント率（CPS）の測定モードです。

カウント率モードも、表示端末に内蔵のガンマ線検出器と、外部の中性子線検出器の両方で利用できるモードです。

### 10.1 カウント率モードへの切り替え

- モードを切り替えるには、**MEMORY MODE** を長押しします。
- ボタン **MEMORY MODE** を何度か押します。
- 数字4（動作モードの番号）が表示されたら、いったんボタンから指を離して、**MEMORY MODE** を何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- 変更する動作モードの番号になったら、ボタンから指を離してそのまま 1.5 秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。測定器はこのモードで動作を続けます。

動作モード 4	
PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03)
	

カウント率の測定値（単位  $s^{-1} = cps$ ）と、統計誤差（%）が表示されます。誤差が 30%以下に値を読むことで、より正確な測定値として読むことができます。放射線が変動している場合には、誤差の値はなかなか低い値にならないことがあります。

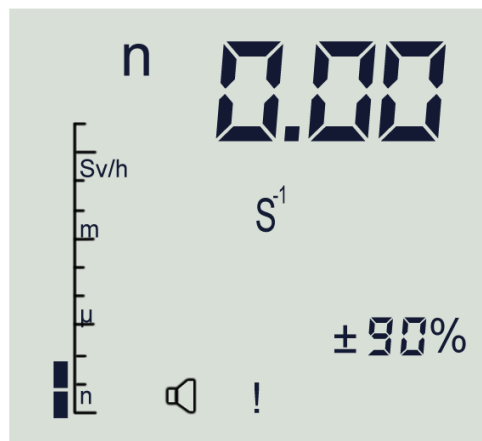
## 10.2 測定のリセット

カウント率の測定は、放射線量の応じてある時間の中で平均化を行いカウント率が計算されています。

たとえば車の中で測定を行っていて、車外に出た場合には車の中で測定した結果を平均化の中で引きずっているということができます。このように「場所」を移動したときには、以下の手順で平均化をリセットして、その場所の放射線量を0から測り直してください。

- 平均化のリセットは、カウント率モード（モード4）でボタン **START** を短く押します。

平均化がリセットされると、測定値が0になり、測定偏差（%）の値が90%近くになります。すべての平均値がリセットされたことで、偏差が一時的に大きく表示されます。ですが時間の経過とともに測定偏差の値は再び小さくなってきます。偏差が30%以下になったらその場所の放射線量が正しく測定できている、ということが言えます。

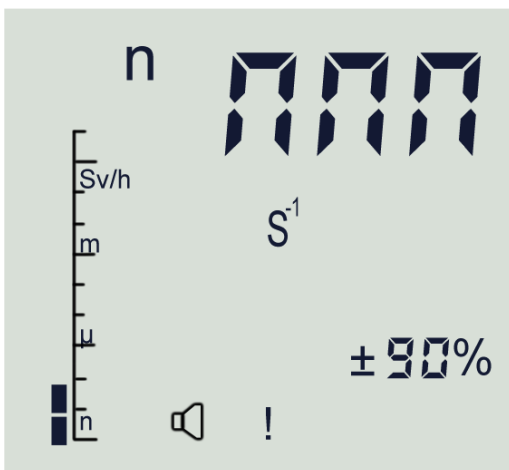


## 10.3 測定の上限値

カウント率が測定範囲の上限を超えると、□□□のような表示になります。上限に達しているというマークになっています。同時に警告音が鳴ります。

## 10.4 背景放射線量の減算機能

カウント率の測定モード（モード4）では、今現在いる場所の背景放射線量を基準として、移動先の放射線量との差分を表示する機能があります。




差分表示にすることで、放射線の変化が分かりやすくなります。

詳しくは、(14 背景放射線量の減算 p.40)を見てください。

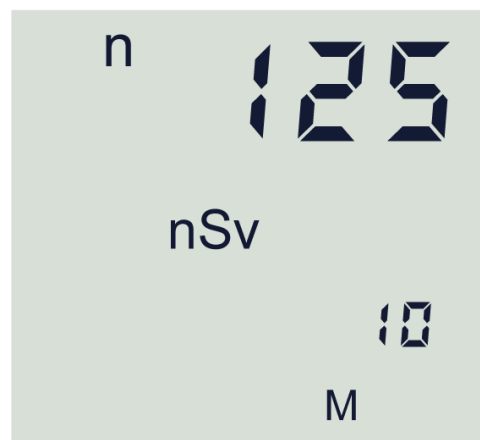


# 11 メモ帳モード（モード5）

動作モード5はメモ帳モードです。




モード1（線量率、流束密度の測定）、モード2（積算線量、流束の測定）で、ボタン  を短く押すと、今現在の測定値を内部メモリに保存することができます。記録番号と「M」アイコンが画面に表示されます。

この保存メモリのことを、「メモ帳」と呼びます。



メモ帳の最大記録数は99件です。BDKN-03検出器が接続されている場合でも接続されていない場合でも、メモ帳からデータを読み取ることができます。




## 11.1 メモ帳モード5への切り替え

- モードを切り替えるには、 を長押しします。
- ボタン  を何度か押します。
- 数字5（動作モードの番号）が表示されたら、いったんボタンから指を離して、 を何度か短く押すことで動作モードの番号を切り替えます。
- 変更する動作モードの番号になったら、ボタンから指を離してそのまま1.5秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了します。測定器はこのモードで動作を続けます。

## 11.2 メモ帳の保存データの表示

モード「5」を選択します。

「5」の表示が消えると、「M」の表示、放射線の種類の表示、測定量の最終記録値、最終記録番号が表示されます。

- ボタン  および  を1回押すたびに、メモ帳の保存データをスクロールできます
-  を押してすぐ離すと、記録の先頭にジャンプします。

## 11.3 メモ帳をクリアする

メモ帳に保存されたすべてのデータを消す手順はこちらです。「メモ帳」から消去した内容は、この時点から元に戻すことはできません。




- 2回音が鳴るまで **START** を押し続けます。
- 画面上で「000 00」が点滅することで示されます。
- すべてのデータを消すには、画面に「1」が表示されるまで **MEMORY MODE** を押し続けます。やはりデータを消すのをやめる場合には、**START** を短く押して消去を中止してください。

## 12 サービスモード（モード6）

モード6はサービスモードです。以下の項目を設定できます。

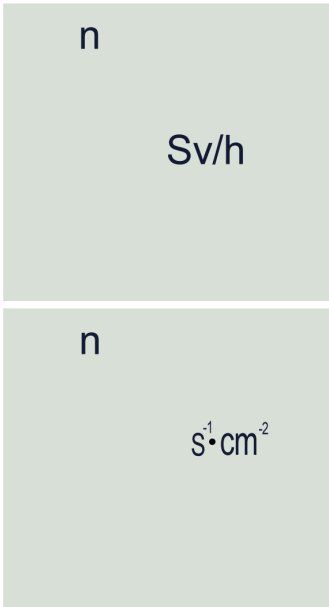


- 中性子線検出器の測定単位の切り替え  
線量率 (Sv/h) 、流束密度(  $s^{-1}cm^{-2}$  )
- 自動電源 OFF の設定
- シリアル通信速度の設定( 初期値 19,200 bps )

### 12.1 サービスモード6への切り替え



- モードを切り替えるには、 を長押しします。
- ボタン  を何度か押します。
- 数字6（動作モードの番号）が表示されたら、  
いったんボタンから指を離して、 を何度か短く押すことで  
動作モードの番号を切り替えます。
- 変更する動作モードの番号になったら、  
ボタンから指を離してそのまま 1.5 秒ほど待つと動作モードの切り替えが完了しま  
す。測定器はこのモードで動作を続けます。

## 12.2 動作モード6の3つの設定


モード6になったら **MEMORY MODE** ボタンを短く何度か押すと、以下の3つの設定画面が順番に表示されるようになります。設定したい項目で **MEMORY MODE** ボタンの操作を止めてください。

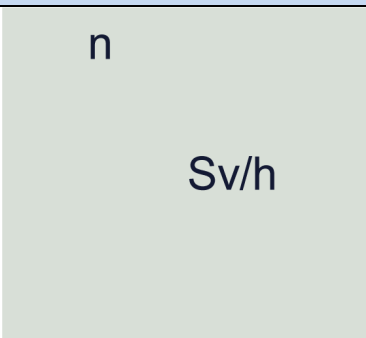
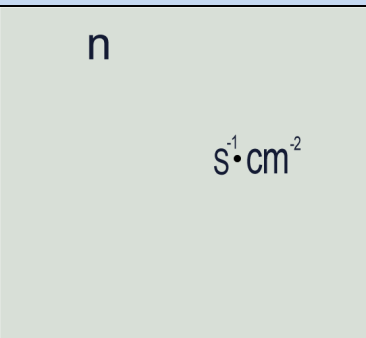
測定単位の切り替え	自動電源OFFの設定 (分数を指定すると電源が切れます。0は無効)	通信レート(Baud Rate)の表示のみ (19.2 x 10 <sup>3</sup> bps = 19,200 bps)
解説ページ数：37	解説ページ数：38	解説ページ数：38
 <p>The screen displays two options for measurement units. The top option shows 'n' above 'Sv/h'. The bottom option shows 'n' above 's·cm<sup>-2</sup>'.</p>	 <p>The screen displays 'OFF' in large digits, with '0' centered below it.</p>	 <p>The screen displays '19.2' in large digits, with '10<sup>3</sup>' below it and 'bd' at the bottom.</p> <p>Bd = baudrate の略語です。</p>

## 12.3 測定単位の切り替え

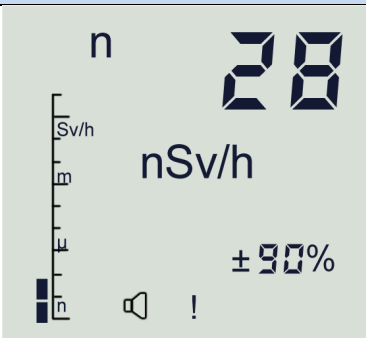
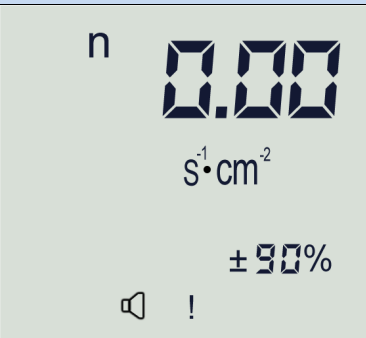
動作モード6で、ボタン、を押すと測定単位を切り替えることができます。

ここで測定単位を切り替えると、動作モード1、動作モード2の表示単位が変わります。

単位が切り替わったら  を長押しすると設定が保存されモード1に戻ります。

動作モード6：測定単位の切り替え		
単位の切り替え	単位( Sv/h ): 線量率	単位( $s^{-1}cm^{-2}$ ): 流束密度
		

それぞれに対応して動作モード1、2の測定単位も変わります。

動作モード1：		
単位の切り替え	単位( Sv/h ): 線量率	単位( $s^{-1}cm^{-2}$ ): 流束密度
		

動作モード2：		
単位の切り替え	単位( Sv ): 積算線量	単位( $cm^{-2}$ ): 流束
		

## 12.4 自動電源OFF

自動電源OFFは、一定時間経過後に測定器が自動的に電源OFFになる設定です。電源が切れるまでの時間は、1～90分の範囲で設定できます。数値0を設定すると、自動電源モードが無効となり、電源は常時ON状態となります。

この設定を行うには、モード6に変更して **MEMORY MODE** ボタンを短く何度か押してOFFの表示のところで、止めます。

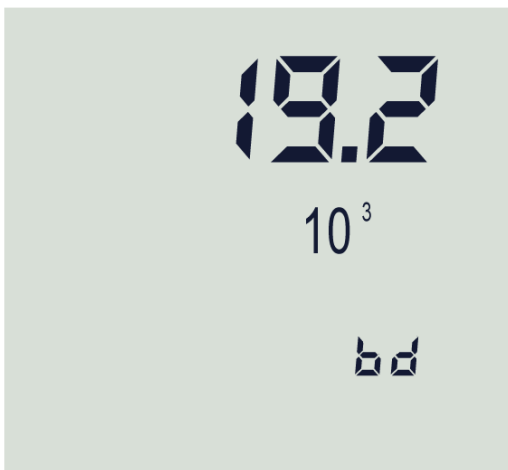
続いてボタン **▲/▼**、**▼/▲** を押すと、電源OFFまでの分数を変更することができます。設定が終わったら **MEMORY MODE** を長押しすると設定が保存されモード1に戻ります。

この絵では、3分後に電源が切れるように設定しています。



## 12.5 通信レートを表示


通信レートの設定が表示されます。この値は表示のみで、変更はできません。初期値（ $19.2 \times 10^3$  bps = 19,200 bps）です。




## 13 その他の操作

### 13.1 警告音の ON・OFF


警告発動値に達すると、測定器は警告音を発します。




警告音は、ボタン  を短く押すと消すことができます。

再度、ボタン  を押すと再びなり出します。

騒音が大きい場所では、ヘッドフォン (ステレオ、 $\varnothing 3.5$  mm) で警告音を聞くこともできます。警告音を OFF にすると、ヘッドフォンの音を消すことができます。

### 13.2 バックライトの設定


測定器の操作中に、 を短く押すと、バックライトを点灯させることができます。バックライトの明るさは次のように調整されます。

-  を 1 回短く押すと、省エネバックライト モードがオンになります
-  を 2 回短く押すと、高レベルバックライト モードに切り替わります。
-  をもう一度押して、バックライトをオフにします。

# 14 背景放射線量の減算

背景放射線の減算は、今現在の放射線量を基準0として表示する方法になります。

基準となる場所の放射線量を0として、移動では基準からの放射線量の差分を表示することができます。

背景放射線量は、以下のモード  の場合だけで使うことができます。表示端末に内蔵の検出器では使うことができません。

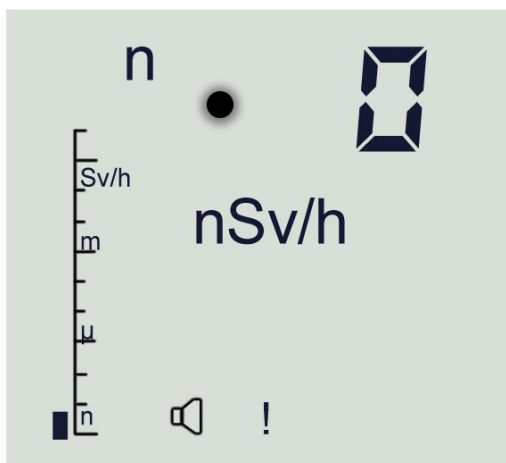
動作 モード	2タイプの検出器	
	PU ( 測定器表示端末・ガンマ線)	DU(中性子線検出器 BDKN-03 )
1	線量率の測定モード	線量率の測定モード (または流束密度の測定)
2	積算線量の測定モード	積算線量の測定モード (または流束量の測定)
3	探索モード	
4	カウント率の測定	カウント率の測定
5	メモ帳モード	
6	サービスモード	

通常、測定器の電源を ONにした直後は、背景放射線量の減算機能は無効の状態です。測定器は起動します。



## 14.1 背景放射線量の減算機能の使い方

- 線量率モード、カウント率モードを表示中に、ボタン **START** を 1.5 秒間、長押しします。
- 画面の有効数字の前にアイコン●が表示されます。
- ボタン **MEMORY MODE** を素早く押す
- ボタン **START** を再度、押してすぐに離します。
- アイコン●が点滅し、周りの放射線量の測定が開始されます。状況によっては、しばらく時間がかかることがあります。測定が完了すると、測定値の表示が0になります。これは、この場所が基準値（0）になったことを示しています。これで、この地点の背景放射線量を測定器が記憶しました。
- アイコン●が点滅している場合には、背景放射線量の減算機能がONの状態であることを覚えておいてください。



## 14.2 背景放射線量の減算機能の使い方2

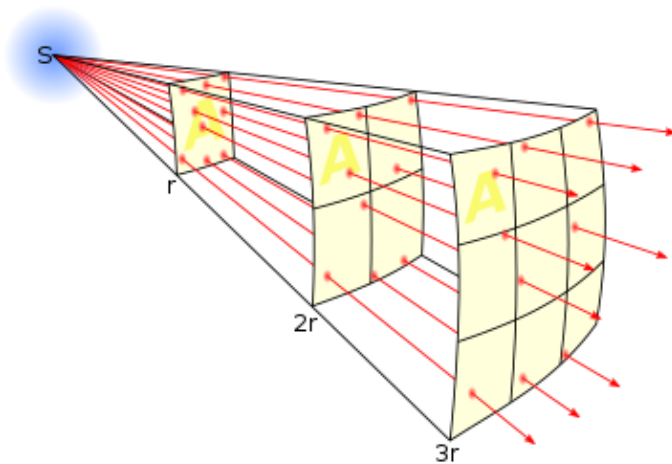
すでに一度、背景放射線量の値を測定器に記憶させた場合には、次回からその背景放射線量を呼び出して使うこともできます。

- ボタン **START** を 1.5 秒間、長押しします。
- ボタン **START** を短く押してすぐに離すと、以前に測定された背景放射線量の値が短時間（～1.5 秒）表示され、続いてアイコン●が点滅表示します。これで背景放射線量の減算機能がONの状態となります。
- 測定値の表示は、以前測定した背景放射線量が差し引かれた値となります。

# 15 流束密度の測定

流速密度とは、1秒間に1cm x 1cmの平面を1秒間で通り抜ける中性子線のカウント率=中性子線の個数です。

流束密度について下図を見てください。



ここでは、中心に放射線源（S）があり、単位面積（黄色の四角1つ分）を  
通り抜ける放射線カウント数が流束密度  
という測定単位になっています。

放射線源（S）から距離が離れるほど、  
単位面積あたりのカウント数は小さく  
なります。逆に放射線源に近づく  
ほど流束密度は大きな値となります。

この関係を利用して、離れたところから

流束密度を測定すれば、仮に近づいたときにどれぐらいの放射線量になるのか、計算によって求めることができます。線源の距離が分かれば、中性子線源に近づかずに中心付近の放射線量を知ることができます。

中性子を発する放射線源の周りで流速密度を測定し、その値に球の表面面積である  $4\pi r^2$  を乗ずることで中心にある中性子線発生源からの総カウント数を求めることが可能となります。ここで  $r$  は中性子線発生源からの距離です。流束密度測定は、容易に近づくことができない中性子線源に対する有効な測定方法となります。

計算例として距離  $r$  の場所で流束密度が  $C$  であった場合、線源までの中間地点（距離  $r/2$ ）まで近づいた場合には、流束密度は  $4C$  となります。つまり放射線量は4倍になることが分かります。

測定単位を流速密度に変更すると、モード 1、モード 2 の測定単位も切り替わります。  
それぞれに対応して動作モード 1、2 の測定単位も変わります。





流束密度の単位	
モード 1 単位( $s^{-1}cm^{-2}$ ): 流束密度	モード 2 単位( $cm^{-2}$ ): 流束
<p>Mode 1 display showing a reading of 0.00 in units of <math>s \cdot cm^{-2}</math> with a <math>\pm 90\%</math> error margin and a speaker icon with an exclamation mark.</p>	<p>Mode 2 display showing a reading of 1.43 in units of <math>cm^{-2}</math> with a <math>\pm 90\%</math> error margin and a speaker icon with an exclamation mark.</p>

モード 1、モード 2 で使っていた以下の機能も、この単位でも同じように使うことができます。

- モード 1 : 測定の再スタート( **START** を短く押す )
- モード 1 : 測定値をメモ帳に保存する( **MEMORY MODE** を短く押す )
- モード 1 : 背景放射線の減算機能 (14 背景放射線量の減算 p.40 を参照)
- モード 2 : 流束のリセット( **START** を短く押す )

## 16 警告発動値の設定

測定器は、一定の警告発動値に達すると警告音、ライトで警告を出すことができます。警告発動値は、以下の手順で設定できます。

1. 線量率モード（モード1）、積算線量モード（モード2）、探索モード（モード3）、カウント率モード（モード4）でボタン  を警告音が短く鳴るまで長押しします。
2. 現在設定されている警告発動値が表示されます。
3. すぐにボタン 、 のどちらかを押して、警告発動値を上下させて値を変更することができます。ボタンで操作する場合には、決められた倍数ごとに値が変化します。  
(倍数： 1.0; 1.1; 1.2; 1.3; 1.5; 1.6; 1.8; 2.0; 2.2; 2.4; 2.7; 3.0; 3.3; 3.6; 3.9; 4.3; 4.7; 5.1; 5.6; 6.2; 6.8; 7.5; 8.2; 9.1)
4. 設定が終わったら、 を押すと設定値が保存されます。

警告発動値の初期設定値はこちらです。

29 $\mu\text{Sv/h}$	線量率
180 $\mu\text{Sv}$	積算線量
17 $\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$	中性子線流束密度
2.99 $\cdot 10^6$ $\text{cm}^{-2}$	フルエンス
10 <sup>5</sup> $\text{s}^{-1}$	パルス計測率

警告発動値は、決められた倍数でしか変化しないため、設定値は任意の値は設定できません。警告したい値に近い値を選択してください。

### 16.1 警告音の種類

警告音には、いくつかの種類があります。測定項目と警告音の種類をご紹介します。

警告発動時の警告音	測定項目
(長い音) + (長い休止) の繰り返し	線量率、流束密度
(3回の短い音) + (長い休止) の繰り返し	積算線量、流束
カウント率に比例した (短い音)	カウント率の測定

## 16.2 警告発動値の保存

線量計は、電源を入れ直すと、初期値に戻ってしまう仕組みになっています。ここでは、設定した警告発動値を保存する方法をご紹介します。

### 設定手順

1. **START** ボタンを押して測定器の電源を入れ、起動直後からすぐに **MEMORY MODE** ボタンを長押ししてピープ音が連続して鳴り、画面に「Err4」が表示されるまで押し続けます。
2. **MEMORY MODE** ボタンを離します。
3. 画面には、製造日から積算線量が「Sv」で表示されます。
4. **MEMORY MODE** ボタンを1回押すと、製造日からの計算した平均的な機器の故障間隔が表示されます。
5. **MEMORY MODE** ボタンをもう一度押すと、画面に --- が表示されます。  
ここで、数値 226 を入力します。これは警告発動値を、測定器に保存するためのパスワードになっています。
6. **START** ボタンを2回押すと、画面に「0」と表示されます。
7.  $\blacktriangleleft$  と  $\blacktriangleright$  を使用してパスワードの数字「2」を設定 (選択) します。
8. **START** ボタンを押して、画面に「20-」と表示されたら2桁目の「2」を設定 (選択) します。  
 $\blacktriangleleft$  と  $\blacktriangleright$  を使用して数字を調整します。
9. **START** ボタンを押して、画面に「220」と表示されたら3桁目の数字「6」を設定 (選択) します。  
 $\blacktriangleleft$  と  $\blacktriangleright$  を使用して数字を調整します。
10. **MEMORY MODE** を長押しすると、測定器は線量率測定モード1に切り替わります。

この手順でパスワードを入力すると、電源をオフにする前の警告発動値が機器に保存されます。

パスワード「226」を繰り返し入力すると、この機能はキャンセルされます。

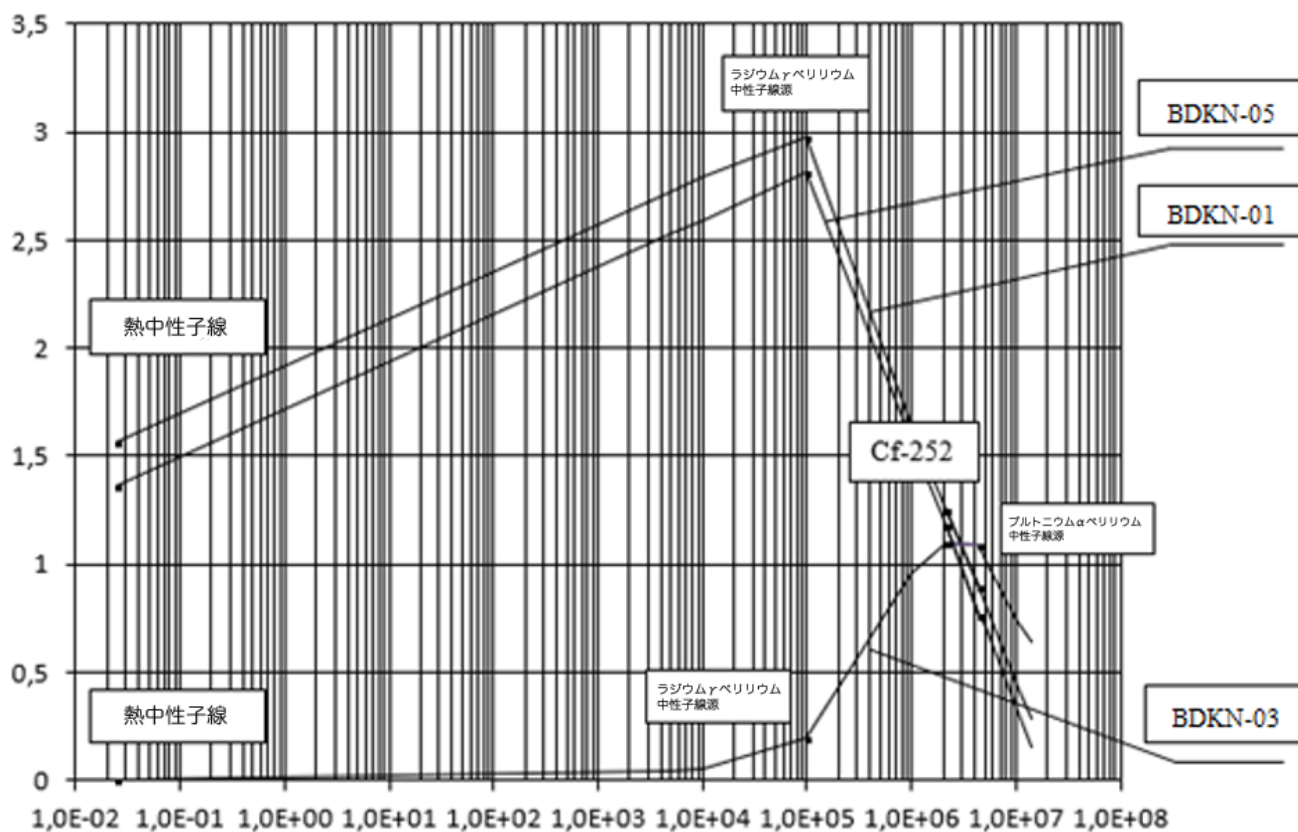
# 17 付録

BDKN-03 中性子線検出器の感度とエネルギー依存性はこちらです。

表 2

エネルギー $E_n$ の中性子線源	相対感度の測定	
	流束密度	線量率
	BDKN-03	BDKN-03
熱中性子線 $E_n = 0.025 \text{ eV}$	$0.0070 \pm 0.0014$	$0.225 \pm 0.045$
ラジウム $\gamma$ ベリリウム中性子線源 $E_n = 100 \text{ keV}$	$0.20 \pm 0.02$	$0.81 \pm 0.08$
252Cf $E_n = 2.13 \text{ MeV}$	$1.10 \pm 0.11$	$1.02 \pm 0.10$
UKPN 型の校正装置での プルトニウム $\alpha$ ベリリウム中性子線源 $E_n = 3.7 \text{ MeV}$	1.0	1.0
プルトニウム $\alpha$ ベリリウム中性子線源 $E_n = 4.16 \text{ MeV}$	$1.09 \pm 0.11$	$1.0 \pm 0.1$

流束密度測定における中性子線エネルギーに対する感度はこちらです。



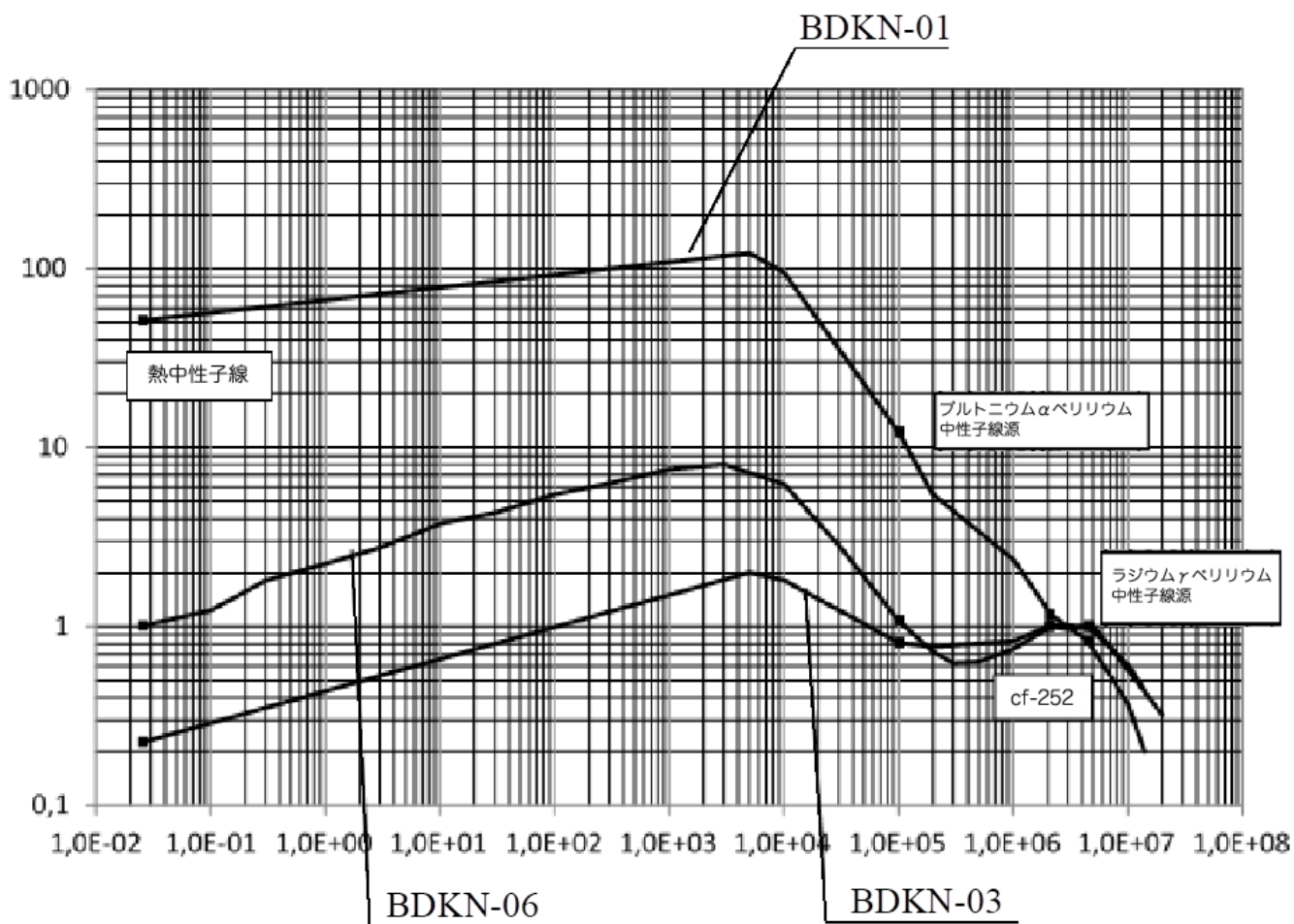
流束密度測定モードでの感度は、次の式によって決定します。

$$S_{\varepsilon\varphi} = \frac{n(E_H)}{\varphi(E_H)} / \frac{n_{Pu}}{\varphi_{Pu}}, \quad (1)$$

ここで

- $n(E_H)$  は中性子線源のエネルギー  $E_H$  における BDKN-03 検出器のカウント率( $s^{-1}$ )です。
- $\varphi(E_H)$  はエネルギーでの中性子線・流束密度( $s^{-1} \cdot cm^{-2}$ )です。
- $n_{Pu}$  は、ポロニウム・ベリリウム線源における BDKN-03 検出器のカウント率( $s^{-1}$ )です。
- $\varphi_{Pu}$  は、ポロニウム・ベリリウム線源における中性子線・流束密度( $s^{-1} \cdot cm^{-2}$ )です。

線量率測定における中性子線エネルギーに対する感度はこちらです。



線量率測定モードでの感度は、次の式によって決定します。

$$S_{\varepsilon H} = \frac{n(E_n)}{H(E_n)} / \frac{n_{Pu}}{H_{Pu}}, \quad (2)$$

- $n(E_n)$  は中性子線源のエネルギー  $E_n$  における BDKN-03 検出器のカウント率( $s^{-1}$ )です。
- $H(E_n)$  はエネルギーでの中性子線の線量率 ( $\mu Sv/h$ )です。
- $n_{Pu}$  は、ポロニウム・ベリリウム線源における BDKN-03 検出器のカウント率( $s^{-1}$ )です。
- $H_{Pu}$  は、ポロニウム・ベリリウム線源における中性子線の線量率 ( $\mu Sv/h$ )です。