



アルファ線検出器

取扱説明書

- 検出器：BDPA-01, BDPA-02, BDPA-03
- 測定値の表示端末：PU2



©2024 ATOMTEX

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。

版：20245824 - 34 - 20240724

1 はじめに.....	5
1.1 検出器の取り扱いにおける注意点	5
2 検出器の紹介	6
2.1 測定単位	7
2.2 流束密度	8
2.2.1 計算例.....	8
2.3 流束	9
3 仕様・付属品	10
3.1 BDPA-01 の仕様	10
3.2 BDPA-01 の外観	11
3.3 BDPA-02 の仕様	12
3.4 BDPA-02 の外観	13
3.5 BDPA-03 の仕様	14
3.6 BDPA-03 の外観	15
3.7 表示端末 PU2 の仕様.....	16
3.8 表示端末 PU2 の外観.....	17
3.9 商標とシール	18
3.10 付属品.....	18
3.11 オプション品	19
3.12 付属ソフトウェア Atexch.....	19
4 測定方法.....	20
4.1 測定値の読み方	20
4.2 測定時間の目安と偏差.....	23
4.3 放射線量が不安定な場合	23
4.4 アルファ線測定の方法.....	24
4.5 アルファ線の時の保護キャップの役割	25
4.6 背景放射線を差し引く判断基準.....	27
4.7 2段階測定の重要ポイント.....	28
4.8 アルファ線の測定手順（1）	29
4.9 アルファ線の測定手順（2）	30
5 基本動作.....	31
5.1 バッテリーの充電	31
5.2 バッテリーの残量確認.....	32

5.3	測定器の組み立て	32
5.4	測定器の電源 ON/OFF	33
5.5	アルファ線の時の保護キャップ	33
5.6	自己診断テスト	34
5.7	バックライトの設定	35
5.8	2つの検出器の切り替え	36
5.9	6つの動作モード	38
5.10	モードの変更方法	39
5.11	測定値の切り替え	40
5.11.1	モード1（時間単位での測定モード）	40
5.11.2	モード2（積算に関する測定モード）	40
6	モード1 測定モード	41
6.1	測定のリセット	42
6.2	測定値の記録	43
6.3	背景放射線量の減算機能	43
6.4	測定の上限値	43
6.5	測定の最大値の表示	44
7	モード2 積算モード	45
7.1	積算値のリセット	46
7.2	測定値の記録	46
7.3	測定の上限値	47
8	モード3 探索	48
8.1	線量率に対する警告との比較	49
8.2	探索モードの表示	50
8.3	探索モードの基準値の再設定	51
8.4	探索モードの音	51
9	モード4 カウント率	52
9.1	測定のリセット	53
9.2	測定の上限値	53
9.3	背景放射線量の減算機能	53
10	モード5 メモ帳	54
10.1	メモ帳の保存データの表示	54
10.2	メモ帳をクリアする	54

11 モード6 サービスモード	55
11.1 動作モード6の3つの設定	56
11.2 測定値の切り替え	57
11.3 通信レートの表示	58
11.4 自動電源OFF	59
12 警告発動値の設定.....	60
12.1 警告発動値の初期設定値	61
12.2 警告音の種類	61
12.3 警告音のON・OFF	61
12.4 警告発動値の保存	62
13 メンテナンス.....	63
13.1 粘着式の足の除染	64
13.2 遮光フィルム	65
13.3 遮光フィルムの破損を確認する方法	66
13.3.1 遮光フィルムの交換手順(BDPA-01).....	67
13.3.2 遮光フィルムの交換手順(BDPA-02).....	68
13.3.3 遮光フィルムの交換手順(BDPA-03).....	70
14 背景放射線の測定.....	71
14.1 背景放射線量の減算	71
14.2 背景放射線量の減算が使えるモード	72
14.3 背景放射線量の測定	73
14.4 背景放射線の測定手順.....	74
14.5 背景放射線量の呼び出し方	75
14.6 測定時間の目安	75
14.6.1 BDPA-01	77
14.6.2 BDPA-02	79
14.6.3 BDPA-03	81

1 はじめに

ATOMTEX の検出器をお買い上げ頂き、誠にありがとうございます。

1.1 検出器の取り扱いにおける注意点

以下の原因による破損、動作不良は保証の対象外となるため特に注意してお使いください。

真夏の車内	検出器は-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。
落下・水没	落下や水没に注意してください。破損や水没は、測定器に大きなダメージを与えます。

2 検出器の紹介

この放射線測定器は、2つの機種の手組み合わせで動作します。

- アルファ線の検出ができる検出ユニット (BDPA-01、-02、-03)
- ガンマ線の測定ができる測定値の表示端末 (PU2)

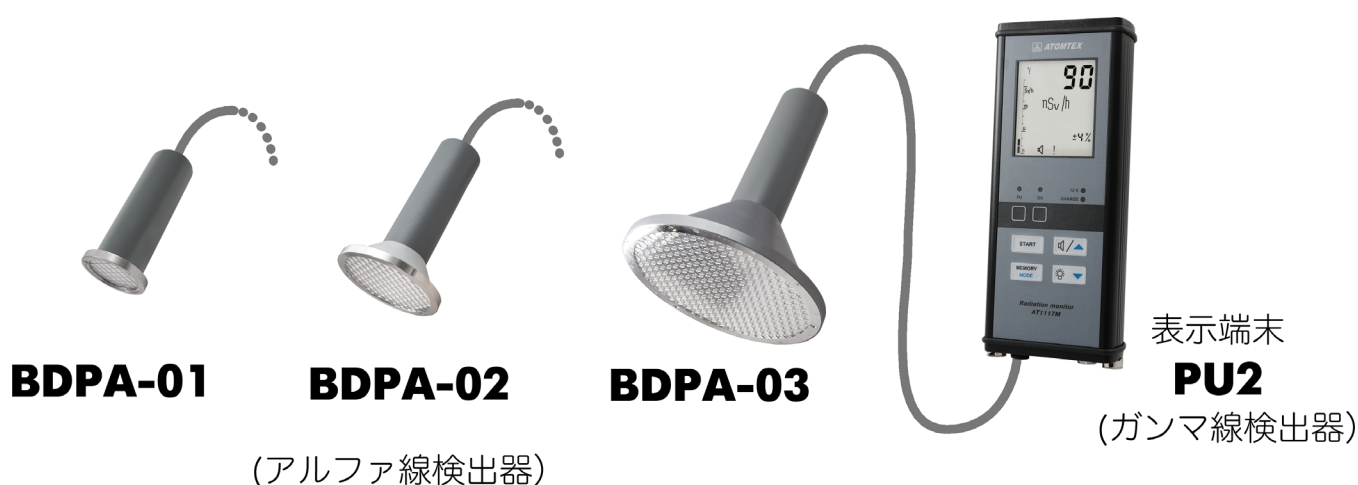


図 2-1 検出器の手組み合わせ

表示端末 PU2 はガンマ線の測定器を内蔵しており、利用者の被ばく量（線量率、積算線量）を監視する目的で使います。

検出器 (BDPA-01,-02,-03)は、アルファ線だけに応答する薄膜シンチレーション検出器です。表示端末 PU2 と接続して使います。

2.1 測定単位

測定できる単位は、こちらです。



表 2-1 BDPA-01,02,03 の測定単位

測定値	単位
アルファ線・流束密度	流束密度 (count/cm ² /分)
アルファ線・流束	流束 (count/cm ²)
表面汚染密度	ベクレル値 (Bq/cm ²)
アルファ線の崩壊数の密度(²³⁹ Pu 換算)	崩壊数 (1/cm ²)



表 2-2 PU2 表示端末の測定単位

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 積算線量 H*(10)	積算線量(Sv)
ガンマ線の計数率	カウント(cps)

2.2 流束密度

流束密度とは、1 秒間に $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の平面を 1 分間で通り抜ける放射線のカウント率（＝放射線の個数/時間）です。

流束密度の測定単位	count/cm ² /分
-----------	--------------------------

図 2-2 は中心に放射線源（S）があり、単位面積 1cm^2 （黄色の四角 1 つ分）を通り抜ける放射線カウント数の図になっています。単位面積 1cm^2 を通り抜けるカウント数が流束密度です。

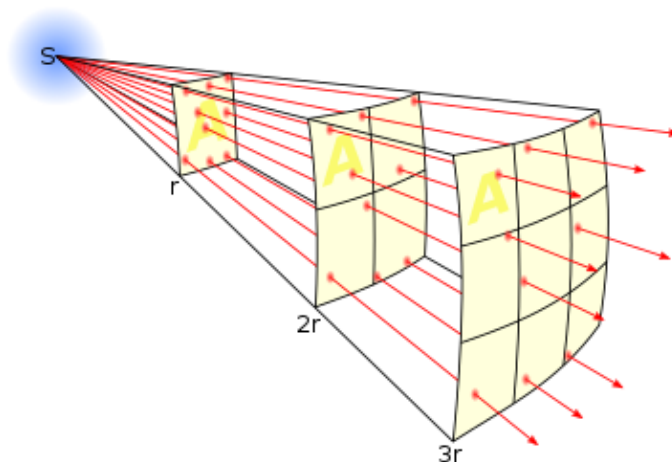


図 2-2 流束密度

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少なくなります。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、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。

2.2.1 計算例

放射線を発する放射線源の周りで流束密度を測定し、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放射線の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線源に対する有効な測定方法となります。

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。この関係は、図からも見るすることができます。

2.3 流束

「流束密度(count/cm²/分)」は1分間の量です。

これを積算した単位として「流束(count/cm²)」があります。

流束の測定単位	count/cm ²
---------	-----------------------

たとえば1分間に1cm²を100カウント(流束密度100 count/cm²/分)の場所で、1時間積算した場合には、次のような測定値になります。

流束密度	100 count/cm ² /分
流束 (1 時間の積算 , 60 倍)	6,000 count/cm ²

3 仕様・付属品

3.1 BDPA-01 の仕様

検出器	ZnS (Ag) シンチレーション 30cm ²	
アルファ線・流束密度	0.1 ～ 10 ⁵ count/cm ² /分	
アルファ線・流束	1 ～ 3・10 ⁶ count/cm ²	
許容固有相対誤差	± 20%	
表面汚染密度(²³⁹ Pu 換算)	3.4・10 ⁻³ ～ 3.4・10 ³ Bq/cm ²	
崩壊数 (²³⁹ Pu 換算)	1 ～ 3・10 ⁶ /cm ²	
エネルギー範囲	4 ～ 7 MeV	
感度	²³⁸ U 4.13～4.18 MeV	0.09 cps/cm ² /分
	²³⁴ U 4.72～4.76 MeV	0.14 cps/cm ² /分
	²³⁹ Pu 5.15 MeV	0.15 cps/cm ² /分
ガンマ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでのガンマ線 (10mSv/h)の影響下において	± 5 %以下
ベータ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでの ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y の外部線源(3×10 ³ /秒)の影響下において	± 5 %以下
最大耐久・磁場(400 A/m)	± 10%	
パソコンとの接続	RS232-USB ケーブル (シリアル通信)	
動作温度・湿度範囲	-40℃～+50℃ 95%以下 (35℃結露なし)	
防水・防塵	IP 64	
寸法 (検出器のみ)	φ 85 x 200 mm	
重さ (検出器のみ)	0.5 kg	

3.2 BDPA-01 の外観

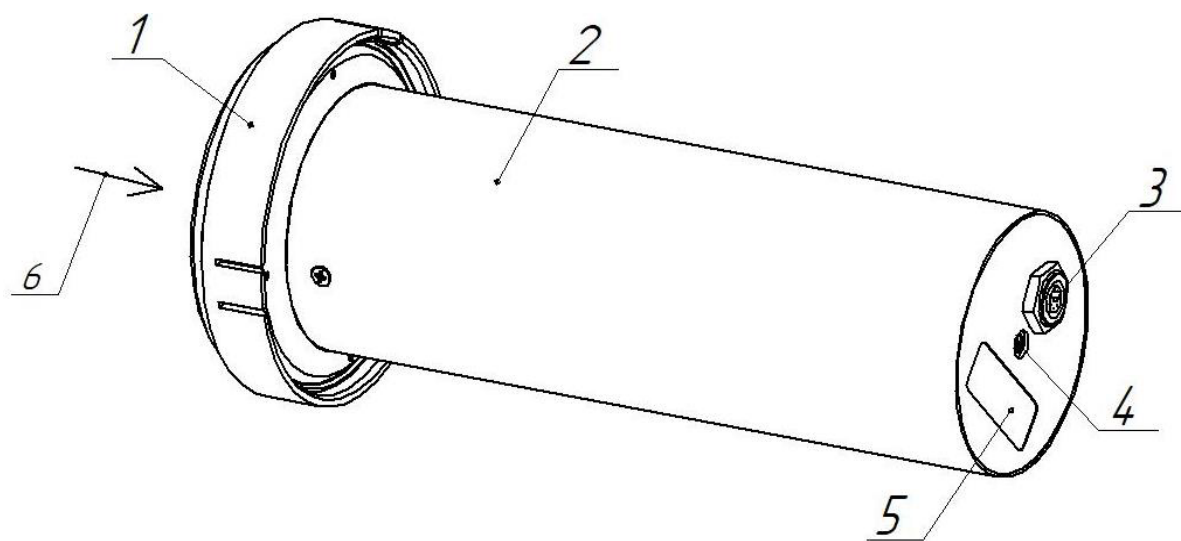


図 3-1 BDPA-01 検出器 の全体図

1. 保護キャップ
2. 本体
3. ケーブルを接続するコネクタ
4. 分解防止シール
5. ラベル
6. 校正時の放射線の方向

3.3 BDPA-02 の仕様

検出器	ZnS (Ag) シンチレーション 100cm ²	
アルファ線・流束密度	0.05 ～ 5・10 ⁴ count/cm ² /分	
アルファ線・流束	1 ～ 3・10 ⁶ count/cm ²	
許容固有相対誤差	± 20%	
表面汚染密度(²³⁹ Pu 換算)	1.7・10 ⁻³ ～ 1.7・10 ³ Bq/cm ²	
崩壊数 (²³⁹ Pu 換算)	1 ～ 3・10 ⁶ /cm ²	
エネルギー範囲	4 ～ 7 MeV	
感度	²³⁸ U 4.13～4.18 MeV	0.50 cps/cm ² /分
	²³⁴ U 4.72～4.76 MeV	0.58 cps/cm ² /分
	²³⁹ Pu 5.15 MeV	0.70 cps/cm ² /分
ガンマ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでのガンマ線(10mSv/h)の影響下において	± 5 %以下
ベータ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでの ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y の外部線源(3×10 ³ /秒)の影響下において	± 5 %以下
最大耐久・磁場(400 A/m)	±10%	
パソコンとの接続	RS232-USB ケーブル (シリアル通信)	
動作温度・湿度範囲	-40℃～+50℃ 95%以下 (35℃結露なし)	
防水・防塵	IP 64	
寸法 (検出器のみ)	φ137 x 230 mm	
重さ (検出器のみ)	0.7 kg	

3.4 BDPA-02 の外観

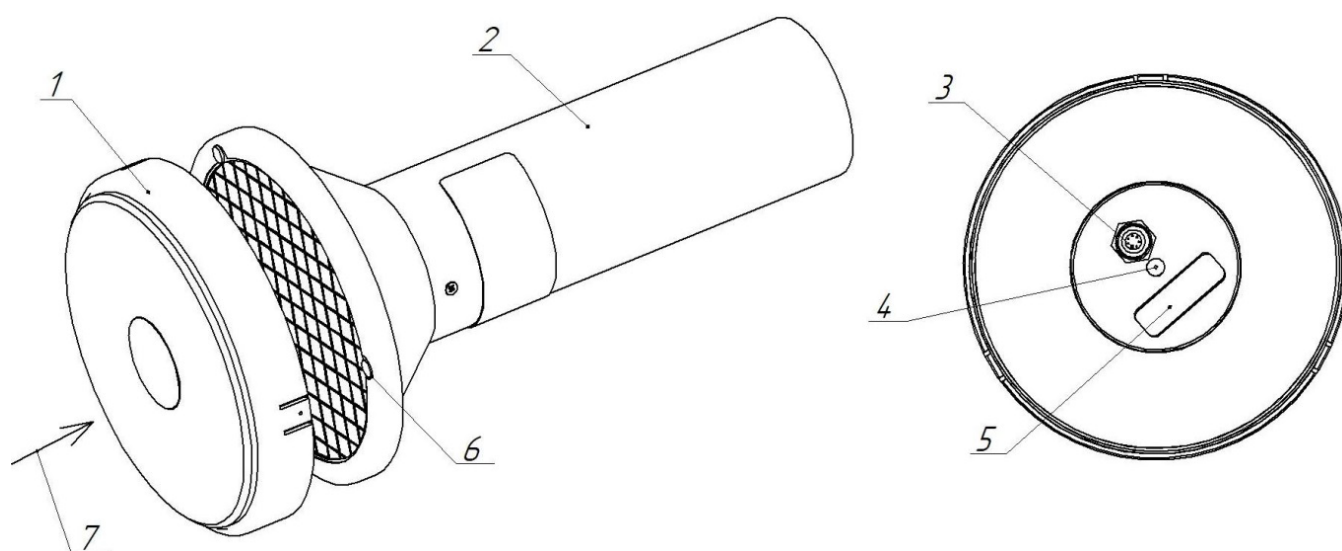


図 3-2 BDPA-02 検出器 の全体図

1. 保護キャップ
2. 本体
3. ケーブルを接続するコネクタ
4. 分解防止シール
5. ラベル
6. 足 (※)
7. 校正時の放射線の方向

(※) 足には以下の機能があります。

- 対象と検出器の距離を一定に保つ
- 検出器が直接対象に接触し、汚染されるのを防ぐ

3.5 BDPA-03 の仕様

検出器	ZnS (Ag) シンチレーション 300cm ²	
アルファ線・流束密度	0.05 ～ 2・10 ⁴ count/cm ² /分	
アルファ線・流束	1 ～ 3・10 ⁶ count/cm ²	
許容固有相対誤差	± 20%	
表面汚染密度(²³⁹ Pu 換算)	1.7・10 ⁻³ ～ 0.68・10 ³ Bq/cm ²	
崩壊数 (²³⁹ Pu 換算)	1 ～ 3・10 ⁶ /cm ²	
エネルギー範囲	4 ～ 7 MeV	
感度	²³⁸ U 4.13～4.18 MeV	1.5 cps/cm ² /分
	²³⁴ U 4.72～4.76 MeV	1.6 cps/cm ² /分
	²³⁹ Pu 5.15 MeV	2.5 cps/cm ² /分
ガンマ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでのガンマ線 (10mSv/h)の影響下において	± 5 %以下
ベータ線に対する耐性	²³⁹ Pu 線源を用いて流束密度、表面汚染の測定モードでの ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y の外部線源(3×10 ³ /秒)の影響下において	± 5 %以下
最大耐久・磁場(400 A/m)	±10%	
パソコンとの接続	RS232-USB ケーブル (シリアル通信)	
動作温度・湿度範囲	-40℃～+50℃ 95%以下 (35℃結露なし)	
防水・防塵	IP 64	
寸法 (検出器のみ)	φ222 x 277 mm	
重さ (検出器のみ)	1.4 kg	

3.6 BDPA-03 の外観

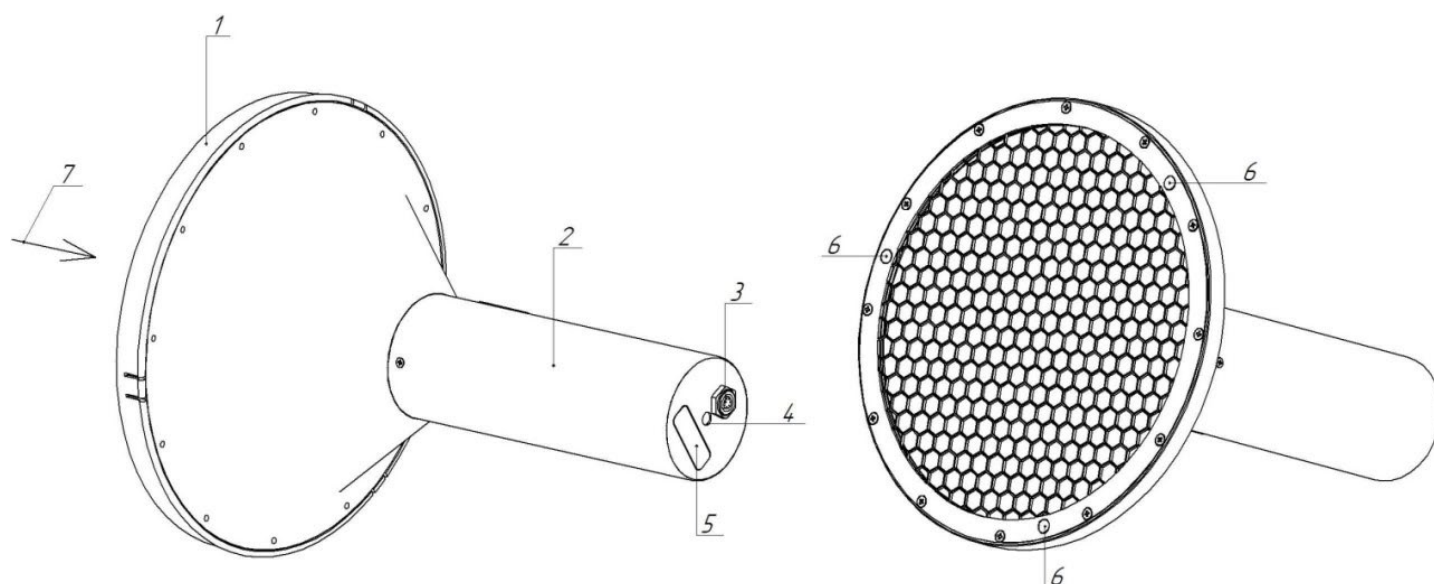


図 3-3 BDPA-03 検出器 の全体図

1. 保護キャップ
2. 本体
3. ケーブルを接続するコネクタ
4. 分解防止シール
5. ラベル
6. 足 (※)
7. 校正時の放射線方向

(※) 足には以下の機能があります。

- 対象と検出器の距離を一定に保つ
- 検出器が直接対象に接触し、汚染されるのを防ぐ

3.7 表示端末 PU2 の仕様

検出器	G M管検出器
ガンマ線・線量率の測定	1 μ Sv/h $\sim$ 100mSv/h
ガンマ線・積算線量の測定	1 μ Sv $\sim$ 1 Sv
線量率の許容固有相対誤差	$\pm 20\%$
エネルギー範囲	60 $\sim$ 3,000 keV
エネルギー依存性 (^{137}Cs 0.662 MeV 比)	-25 $\sim$ +35%
感度 (^{137}Cs 0.662 MeV)	1.0 cps/(μ Sv/h)
感度 (^{137}Cs 0.662 MeV)	3.6×10^3 count/ μ Sv
10 μ Sv/h から 100 μ Sv/h への変化した場合の応答時間	2 秒未満
動作温度・湿度範囲	-40°C $\sim$ +50°C 95%以下 (35°C結露なし)
防水防塵	IP 64
大きさ	210 x 88 x 36 mm
重さ	0.6 kg
バッテリー残量	電源投入後、 または下ボタン長押し操作にて表示

3.8 表示端末 PU2 の外観

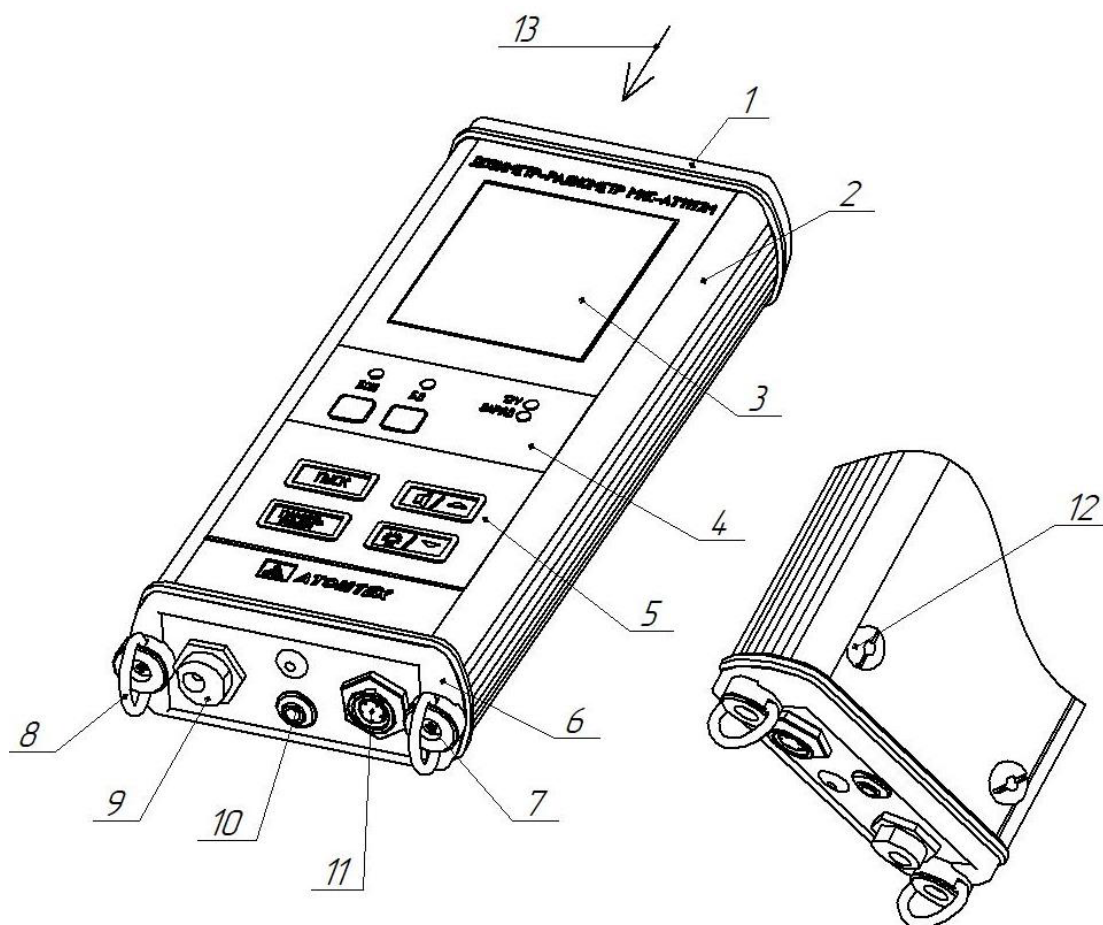


図 3-4 PU2 の全体図

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. 検出器の選択表示エリア（外部に接続したアルファ線の検出器と、内蔵のガンマ線検出器の2つのどちらの測定値が表示されているかをライトで表示するエリア）
5. コントロールパネル
6. 底部
7. 分解防止シール
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（アルファ線検出器）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角

3.9 商標とシール

表示端末の商標は前面と背面にあります。

前面	種類と名称
	メーカーの商標
背面	モニターの種類と名称
	シリアル番号
	製造年
	IP64
	EAC,CE 加盟マーク
	メーカーの商標
	製造国

3.10 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
BDPA 検出器（-01,-02,-03 のうちご購入していただいた型番）	1
PU2 表示端末	1
外部検出器の接続ケーブル	1
AC アダプタ（充電用）	1
ソフトウェア（USB メモリ）	1
PU2 用肩掛けベルト	1
交換用の足	12
交換用の遮光フィルム	2
取扱説明書	1
校正証明書	1

3.11 オプション品

オプションによる付属品リストです。注文によって変わります。

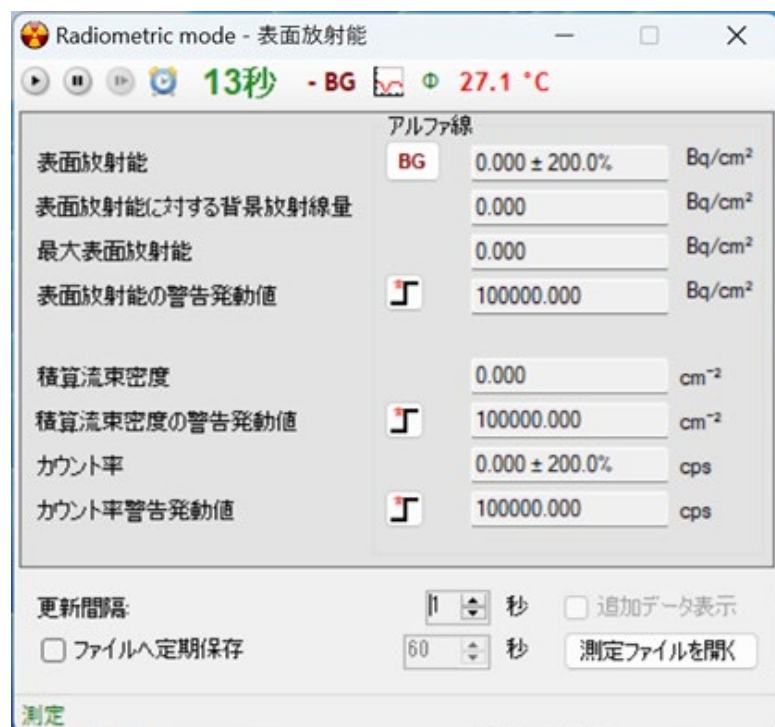
内容	個数
パソコン接続キット	1
検出器用ハンドル	1
ハードケース	1

3.12 付属ソフトウェア Atexch

ソフトウェアの使い方はこちらです。

オプション品のパソコン接続キットの USB ケーブルを使用して接続してください。

https://taroumaru.jp/Guidebook/atexch_alpha



4 測定方法

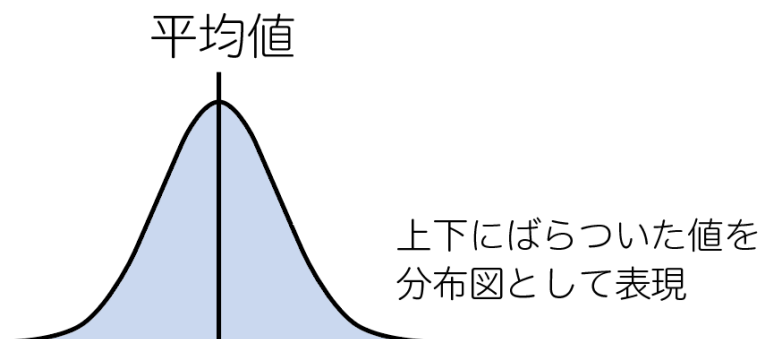
4.1 測定値の読み方

放射線測定器は、測定値と偏差の2つの数値が測定画面に表示されます。ここではガンマ線の線量率（Sv/h）を例として偏差（%）について解説いたします。

測定器では、測定値と偏差がセットで表示されます。

$$\frac{1.00 \mu\text{Sv/h}}{\text{測定値}} \quad \pm 25\% \quad \text{偏差}$$

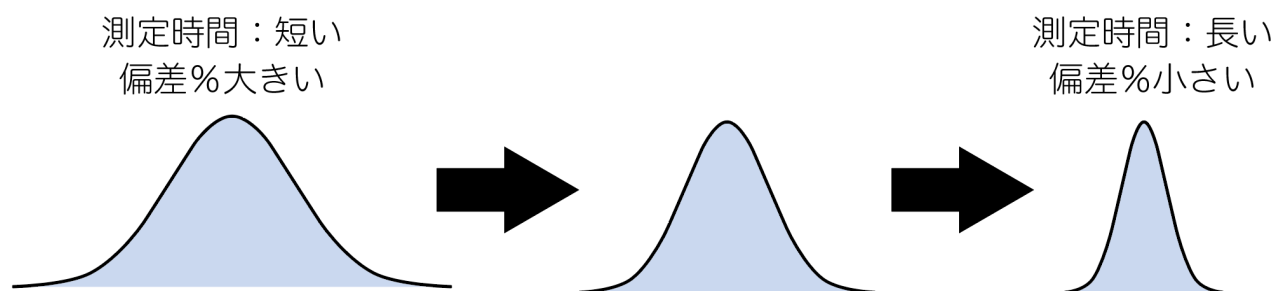
一般的に偏差とは、個々の数値と平均値との差です。個々の数値がばらついている様子は分布図を使って表現することができ、偏差は分布の横への広がりを数値化したものになります。



1.00 $\mu\text{Sv/h}$ $\pm 25\%$ という数値の場合には、25%の部分を 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ に対しての25%と解釈し $\pm 0.25 \mu\text{Sv/h}$ の範囲となります。釣鐘型のすそ野が 0.75～1.25 $\mu\text{Sv/h}$ 程度に広がっている、という意味になります。偏差(%)が大きいほど釣鐘型の分布は横に広がっていることになります。

放射線は原子核から出てくる粒子ですが、確率的に出たり出なかったりするため短時間だけ放射線を測定して分布範囲を計算すると、偏差が大きく分布は広がった形になります。つまり測定開始の直後は、分布が広がった状態として観測されます。

横に広がった釣り鐘型の分布は偏差（％）の値も 60～90％といった大きな値になります。



そのまま観測・測定を続けると、放射線の粒子がたくさん観測されますので、何度も何度も測定できるようになります。分布図の大きさを計算するための測定値も 100 回、200 回と増えてきます。このように時間をかけて測定すると、広がっていた釣り鐘型の分布図は、狭くなってきます。

実際の放射線測定では、測定場所を固定して測定器を動かさずに一か所を測定する必要があります。測定器をあちらこちらと動かしながら測定すると、偏差の数値は下がっていきません。これは測定器を動かすことで測定器に入ってくる放射線量が激しく変化することが理由となります。

固定した場所で測定する場合には測定時間が長くなれば長いほど、釣り鐘型の分布は狭く（＝偏差％は小さく）なります。これは平均値に対して釣り鐘型の分布が細くなっていくことを意味しています。

図 4-1 の分布図は、測定値 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ 、偏差 25%の状態を示しています。

ここで平均値は 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ であり、偏差 25%の意味は平均値を中心として $\pm 0.25\mu\text{Sv/h}$ 範囲 (0.75 ~ 1.25 $\mu\text{Sv/h}$ の範囲) という意味になります。

長時間の測定を行った場合、偏差 (%) と平均測定値について以下のことがいえるようになります。

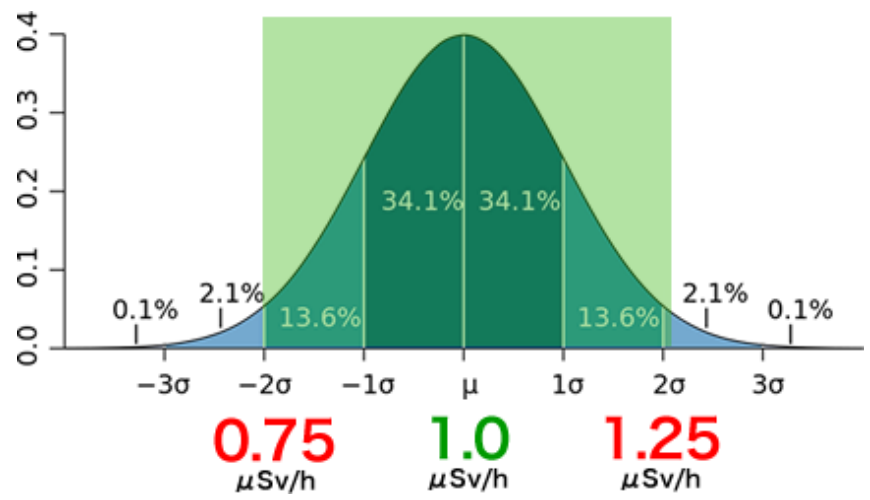


図 4-1 分布図

偏差が小さい	● 平均値としての測定値は、偏差が小さく正しい測定値として読むことができる。 ● 測定対象物の放射線量（線量率）が安定している状態である。
偏差が大きい （小さくならない）	● 偏差が大きいため、平均値の値は誤差が大きい状態である。 ● 測定時間が不足している。 ● 周りの放射線量が変動しているため、偏差が低くならない状態である。

専門知識：ここでの偏差（ $\pm 25\%$ ）の幅は、95%の測定値が含まれる幅として定義されています。図 4-1 でいう $-2\sigma \sim +2\sigma$ の範囲になります。この範囲には、95%の測定値が含まれているといえます。偏差で示される範囲は、95%の測定値が含まれると覚えておきましょう。

4.2 測定時間の目安と偏差

時間をかけて測定すれば、偏差（％）の値が小さくなってくることが見えてきました。偏差の値が一定の値まで下がるまで待ってから測定することで、毎回、同じ精度での測定が可能となります。

通常お使いの場合では、偏差が 30%以下になるまで待ってから線量率、アルファ線の測定値（平均値）を読んでください。

偏差が 30%以下になるまで待つ	十分に時間をかけた測定値として平均値を読むことができます。
------------------	-------------------------------

4.3 放射線量が不安定な場合

ここまでの解説では、周りの放射線量が安定していて変動が少ない状況を解説してきました。ですが実際の測定状況では放射線量が安定せず不安定な場合もあります。たとえば歩きながら放射線量を測定するような場合や、アルファ線測定をするような場合には、手が震えることで放射線量が高くなったり低くなったりと変動する可能性があります。

このような状況では場合には、放射線量の変動して高くなったり低くなったりしているため、いくら時間をかけても測定しても偏差（％）は下がらないことがあります。時間をかけて測定してみたが偏差が下がらない場合には、測定値（Sv/h または count/cm²/分）と偏差（％）の両方を記録しておくことをおすすめします。これによって測定値は誤差がある状況であり、周りの放射線量が変化していることを後から見ても読み取ることができます。

偏差の値	意味合い
偏差（％）の値が大きい 30～100%	測定時間が短いため、より長い時間測定してください。 周りの放射線量がふらふらと変動している 急に放射線量に変化した
偏差（％）の値が小さい 1～30%	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。 周りの放射線量の変動が少なく安定している。

4.4 アルファ線測定の方法

アルファ線は空気中を数センチしか飛ぶことができません。そのため測定中は、検出器と測定対象の距離を一定に保つ必要があります。測定器を手でもつ場合、手が震えて測定距離が変わると放射線量が安定せず偏差も下がりにくくなります。正確な測定を行う必要がある場合には、測定したい物体の上に検出器を置いて測定してください。

床など平らな面を測定する場合には、アルファ線検出器には、ゴム製の足がついています。これを測定する面に直に接触させて測定してください。ゴム足により物体と検出器の距離が一定に保たれ正確な測定が可能となります。

測定対象物に直にゴム足が接触させると、ゴム足が放射性物質によって汚染されます。一通りの測定がおわったら(13.1 粘着式の足 p.64) を見てゴム足を除染してください。

予備品に交換することもできます。ゴム足は、近い形状のものであれば市販のものでも代用できます。(参考：13.1 粘着式の足の除染 p.64)



測定対象がゴツゴツしていて突起がある場合には、検出器を接触させないでください。検出器の測定面は、破れやすい金属の薄膜（遮光フィルタと呼ぶ）でできています。そのため鋭利なものには近づけないようにしてください。遮光フィルタが破れた場合には、P.67～遮光フィルムの交換手順を見て交換してください。

4.5 アルファ線の時の保護キャップの役割

α 線の測定では、保護キャップを利用します。このキャップはプラスチック製です。BDPA（-01、-02、-03）に保護キャップをつけた状態では以下の特性があります。

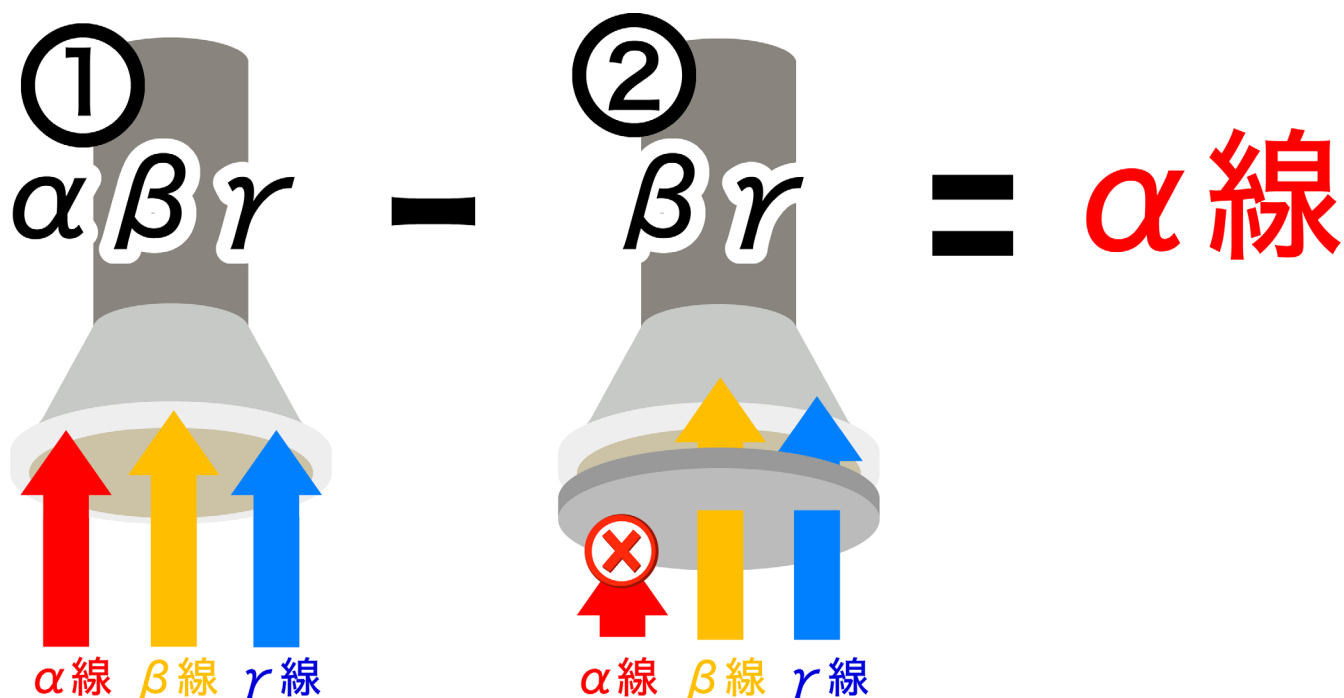


アルファ線	通さない＝測定できない
ベータ線	通す＝測定できる
ガンマ線	通す＝測定できる

この特性を利用してアルファ線を測定する環境の背景放射線（ベータ線、ガンマ線）の量を測定します。

保護フィルタをつけない場合 アルファ、ベータ、ガンマ線が すべて検出される	保護フィルタをつけた場合 アルファ線は除外され、 ベータ、ガンマ線が検出される

この仕組みを利用して保護フィルタあり/なしの2つの状態の差分（引き算）を取ると、アルファ線だけの測定値を取得することができます。



- 手順①（背景放射線の測定）は、測定する場所が近ければ1度だけ行えばよい作業になります。
- ①の測定が終わると、測定器は①の測定値を内部メモリに記憶します。
- 続いて手順②の測定をする場合には、自動的に①の測定値が減算されるようになっています。②の測定では減算した結果の値が画面に表示されるようになっています。

4.6 背景放射線を差し引く判断基準

BDPA (-01、-02、-03) の薄膜シンチレーション検出器は、ベータ線、ガンマ線に対する応答がほとんどない検出器です。

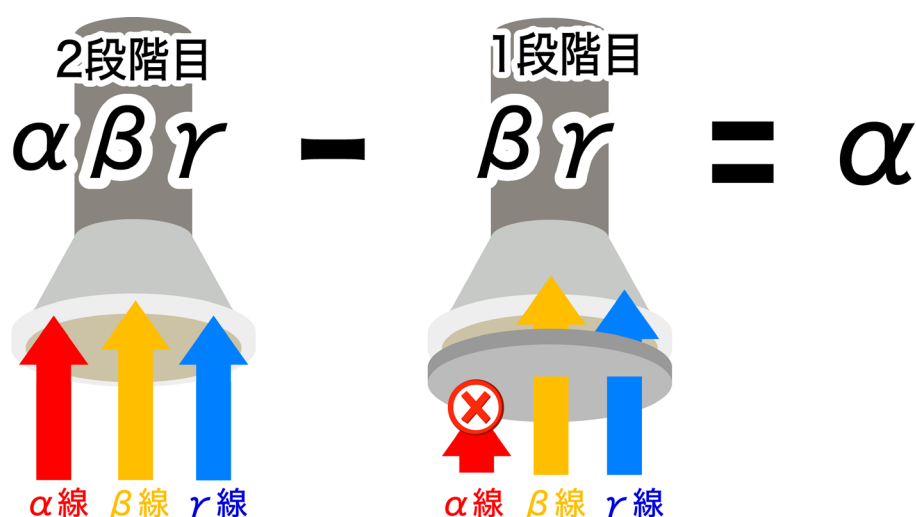
そのため 1count/cm²/分 以上のアルファ線がある場合には背景放射線（ベータ+ガンマ線）の測定を行わなくても、アルファ線だけの測定が可能です。これ以下の低線量なアルファ線の場合には、背景放射線を差し引く方法によって測定する方が正確に測定できます。

1count/cm ² /分 以上のアルファ線がある場合	背景放射線を無視することができるため、背景放射線の減算機能を使う必要はありません 手順：4.8 アルファ線の測定手順（1） p.29
1count/cm ² /分 以下のアルファ線がある場合	アルファ線の量が小さく背景放射線に近い量です。そのため、ある程度、アルファ線が強い場所が把握できたら背景放射線量を差し引く方法で測定してください。 手順：4.9 アルファ線の測定手順（2） p.30

4.7 2段階測定的重要ポイント

アルファ線の測定を精密に行うには、2段階で行います。

1 段階目	背景放射線の測定	$\beta + \gamma$ を測定する 保護キャップをつける 背景放射線量を記録し、減算モードにする
2 段階目	アルファ線の測定	$\alpha + \beta + \gamma$ を測定する 保護キャップをとる 引き算が自動的に行われるため画面には、アルファ線だけの測定値が表示される。



最終的なアルファ線の測定値を高精度で測定するには、重要なポイントがあります。

- 1 段階目の測定により長い時間をかける。
- これにより結果的に 2 段階目の測定時間が短くても、最終的なアルファ線の測定結果の誤差が小さくなる。

とにかく背景放射線の測定は最初に 1 度だけ行えばよいものですからできるだけ時間をかけて測定してください。それによりその後の測定が楽になります。

4.8 アルファ線の測定手順（1）

アルファ線のカウントが高く背景放射線を見捨てる場合（1count/cm²/分以上のアルファ線の場合）には、こちらの手順で背景放射線（ベータ線、ガンマ線）は測定する必要はありません。これは薄膜シンチレーション検出器が、アルファ線だけを選択的に検出できるためです。

1. 保護キャップを BDPA（-01、-02、-03）から外します。保護キャップのふちに指をかけ、ストッパーを少しずつ外しながら水平に取り外します。

2. 測定対象の面に検出器を置き、**START** ボタンを押します。

測定時間は（14.6 測定時間の目安 p.75～を参考）にしてください。



3. 再度、場所を変えて測定する場合には、別の場所に検出器を置き、**START** ボタンを押すと再測定が開始されます。
4. 測定が一通り終わったらゴム足の除染(p.64)や、保護キャップの除染を行ってください。

4.9 アルファ線の測定手順（2）

アルファ線のカウントが背景放射線に近い場合(1count/cm²/分以下のアルファ線の場合)には、こちらの手順で背景放射線（ベータ線、ガンマ線）を差し引く方法での測定が必要となります。

1. 保護キャップを BDPA（-01、-02、-03）に取り付けます。
2. 測定対象の面に検出器を置いて背景放射線を測定します。
◎測定方法は（14.4 背景放射線の測定手順 p.74）を参考にしてください。
◎測定時間は（14.6 測定時間の目安 p.75～）を参考にしてください。

3. 背景放射線減算モードをオンにします。

（手順：p.74）

減算モードを ON にすると測定値の左横に黒丸●が表示されるようになります。これは減算機能が ON の状態を示しています。



4. 保護キャップを BDPA（-01、-02、-03）から外します。保護キャップのふちに指をかけ、ストッパーを少しずつ外しながら水平に取り外します。

5. 測定対象の面に検出器を置き、**START** ボタンを押します。

測定時間は（14.6 測定時間の目安 p.75～）を参考にしてください。



6. 再度、場所を変えて測定する場合には、別の場所に検出器を置き、**START** ボタンを押すと再測定が開始されます。背景放射線量としては同じものが減算されます。

7. 測定が一通り終わったらゴム足の除染(p.64)や、保護キャップの除染を行ってください。

5 基本動作

5.1 バッテリーの充電

検出器 BDPA (-01、-02、-03) は、表示端末内の内蔵バッテリーで動作します。内蔵バッテリーは定期的な充電が必要です。

以下の場合は、充電してください。

- 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  の表示が点滅している場合。



付属の A C 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。充電が完了すると、CHARGE のライトが消灯、画面上の  アイコンが消えます。

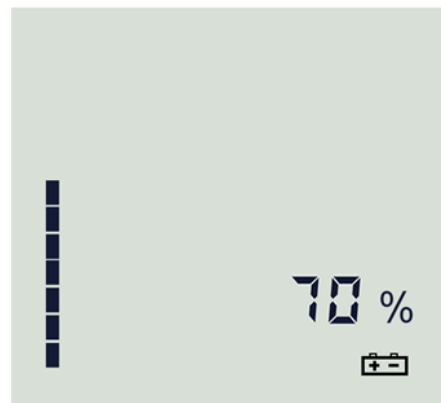
12V で動作するため車載のシガーソケット電源を利用した動作や充電も可能です。別売りでケーブルも販売しています。市販品も利用することができます。



5.2 バッテリーの残量確認

PU2 では、電源投入後約 1.5 秒間、画面上にバッテリー充電量が表示されます。左側の黒いバーは、電池残量の割合を示しています。

使用中にバッテリー残量を確認するには、モード 1 でボタン  を長押しします。残量が数秒間表示されます。



5.3 測定器の組み立て

測定器を組み立ててください。

1. ハンドルを検出器に取り付けて、ネジを締めて固定します。

ネジは落ちない程度に締めてください。
あまり強く閉めすぎないようにしてください。



2. 検出器と PU を専用ケーブルで接続してください。

赤い丸がケーブルと本体の端子に書かれていますので、合わせるように差し込んでください。



5.4 測定器の電源 ON/OFF

電源 ON	電源を入れるには、 START ボタンを押してください。
電源 OFF	電源を切るには、 START ボタンを、短く 3 回押してください。 OFF が表示されて電源が切れます。

5.5 アルファ線の時の保護キャップ

検出器には保護キャップがついています。

保護キャップを取り外すには、保護キャップのふちに指をかけ、ストッパーを少しずつ外しながら水平に取り外します。

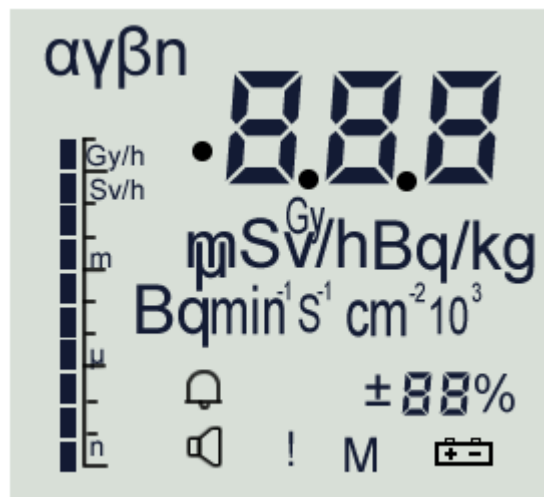


保護キャップを取り外すと検出窓が見えます。検出窓は金網が貼ってあります。鏡面のようにになっていますが、強く押したり触ったりしないようにしてください。測定対象がゴツゴツしていて突起がある場合には、検出器を接触させないでください。検出器の測定面は、破れやすい金属の薄膜（遮光フィルタと呼ぶ）でできています。そのため鋭利なものには近づけないようにしてください。遮光フィルタが破れた場合には、P.67～遮光フィルムの交換手順を見て交換してください。

5.6 自己診断テスト

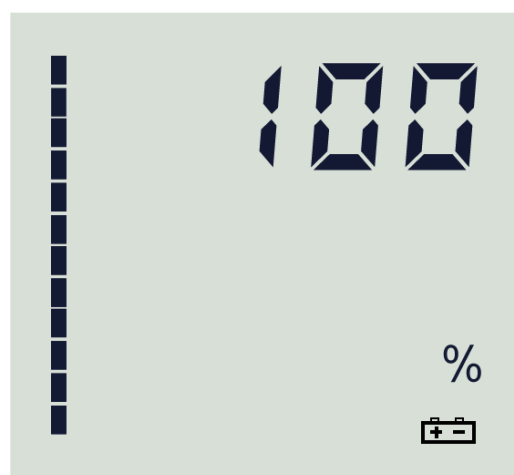
測定器の電源が入ると、自己診断テストが行われます。自己診断テストでは、各部品が故障していないかテストされます。

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. 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（アルファ線）、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。



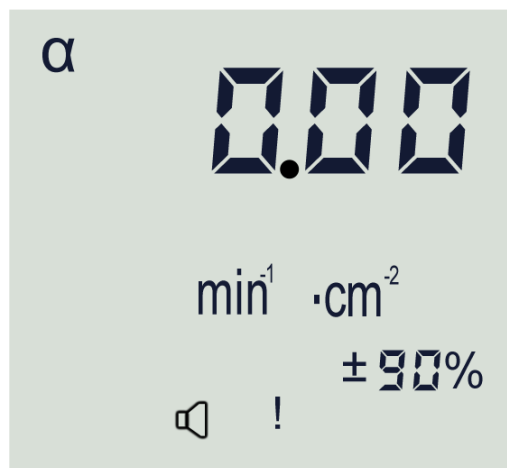
5. 表示端末 PU2 の内蔵バッテリーの充電量(%)が1秒間だけ表示されます。

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 (α) = アルファ線 であることを確認してください。

ケーブルを使って他の検出器を接続した場合には、各々の測定線種 (α 、 β 、 γ 、 n) に切り替わります。



この例では、液晶画面の左上に α と表示されており、アルファ線の流束密度が $\text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ (count/cm²/分と同じ単位です) 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、 γ の表示になり、単位も変わります。

8. 測定線種、測定単位 ($\text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$) のほかに、偏差 (%)、 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态がわかります。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、販売店に連絡してください。

5.7 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。

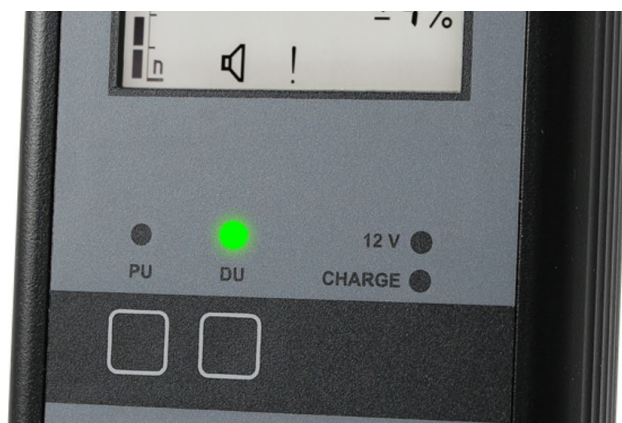
5.8 2つの検出器の切り替え

2つの検出器の測定値を切り替えることができます。

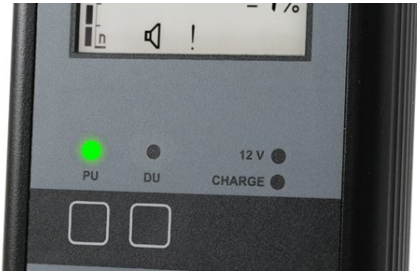
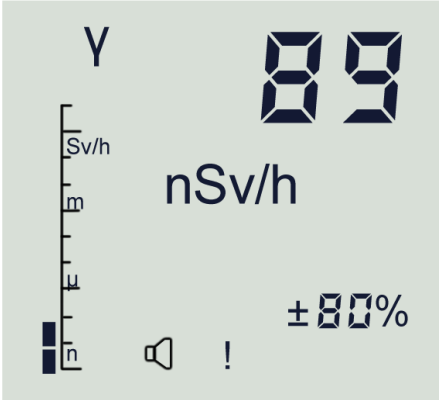
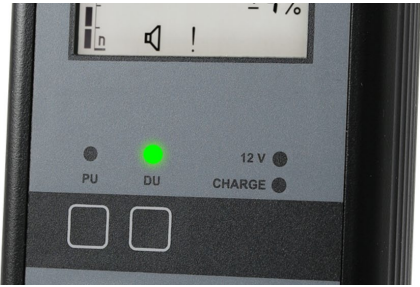
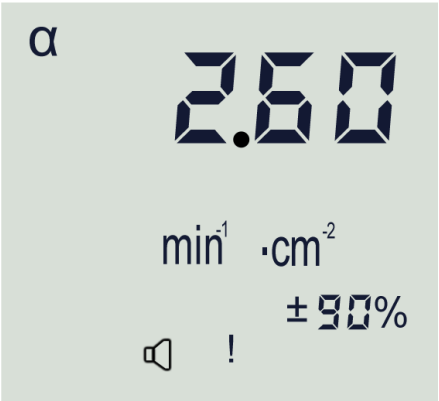
	アルファ線の検出器・外部接続の検出器 以下の説明では、DU(Detection Unit = 外部接続の検出器)と呼ぶこともあります
	ガンマ線の検出器 表示端末 PU2 に内蔵された作業者の被ばく監視用の検出器です。以下の説明では、PU(Processing Unit = 処理端末、表示端末)と呼ぶこともあります。

2つの検出器は、2つのボタン $\left[\text{ベル}/\blacktriangle \right]$ 、 $\left[\text{放射線}/\blacktriangledown \right]$ を同時に押すことで表示を切り替えることができます。

液晶画面の下に PU, DU のライトがあり、点灯している方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、 $\left[\text{ベル}/\blacktriangle \right]$ と $\left[\text{放射線}/\blacktriangledown \right]$ を同時に押すと、再び動作する検出器が切り替わります。

PU 表示端末に 内蔵された ガンマ線の 検出器	ガンマ線が動作中です。 ライトは PU が点灯します。   液晶画面の上部には、「γ」と表示されます。
DU ケーブルで 接続された アルファ線 検出器	アルファ線が動作中です。 ライトは DU が点灯します。   液晶画面の上部には、「α」と表示されます。

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。

5.9 6つの動作モード

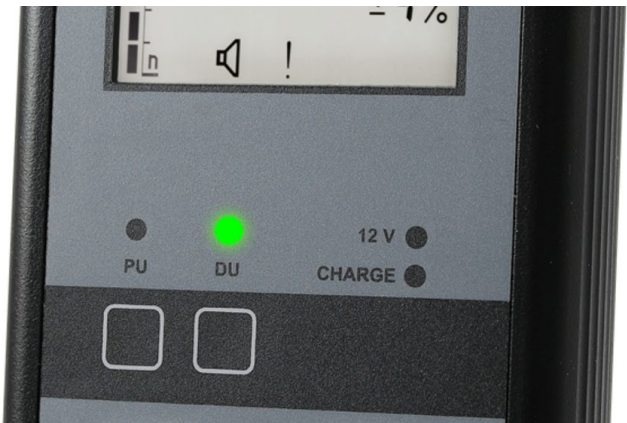
測定器は、6つの動作モードがあります。
動作モードを切り替えることで、測定方法や設定を変更できる仕組みになっています。

この測定器には2つの検出器（PU=ガンマ線、DU=アルファ線）があり、それぞれに対して、6つの動作モードがあります（合計12モードがあります）

表 5-1 すべての動作モード

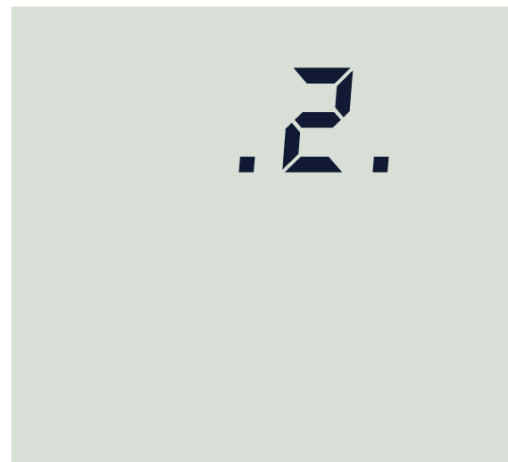
動作 モード	2タイプの検出器	
	PU 測定器表示端末・ガンマ線	DU 外部接続検出器・アルファ線検出器
1	線量率の測定モード	流束密度の測定 表面汚染密度の測定モード
2	積算線量の測定モード	流束の測定 崩壊カウン트의測定モード
3	探索モード	
4	カウント率の測定モード	
5	メモ帳モード	
6	サービスモード	

どちらのモードになっているのかは、PU, DU のライトで判別できます。



5.10 モードの変更方法

1. モードを切り替えるには、 を長押しします。
2. 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  ボタンを何度か短く押して動作モードの番号を切り替えます。
3. 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、その動作モードへ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。



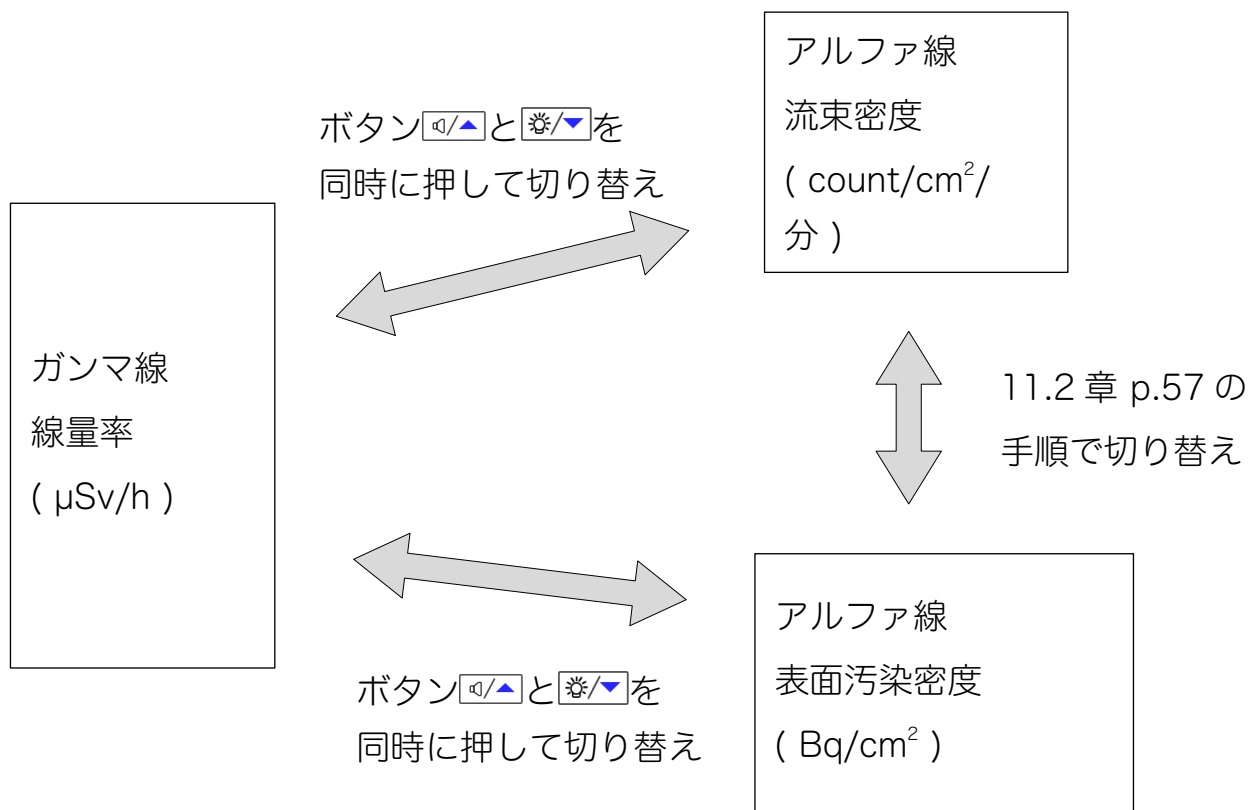
いずれかのモードからモード「1」に戻るには、「1」が表示されるまで  を押し続けます。

モードの切り替えは少し練習が必要です。ここの手順を試してみてください。

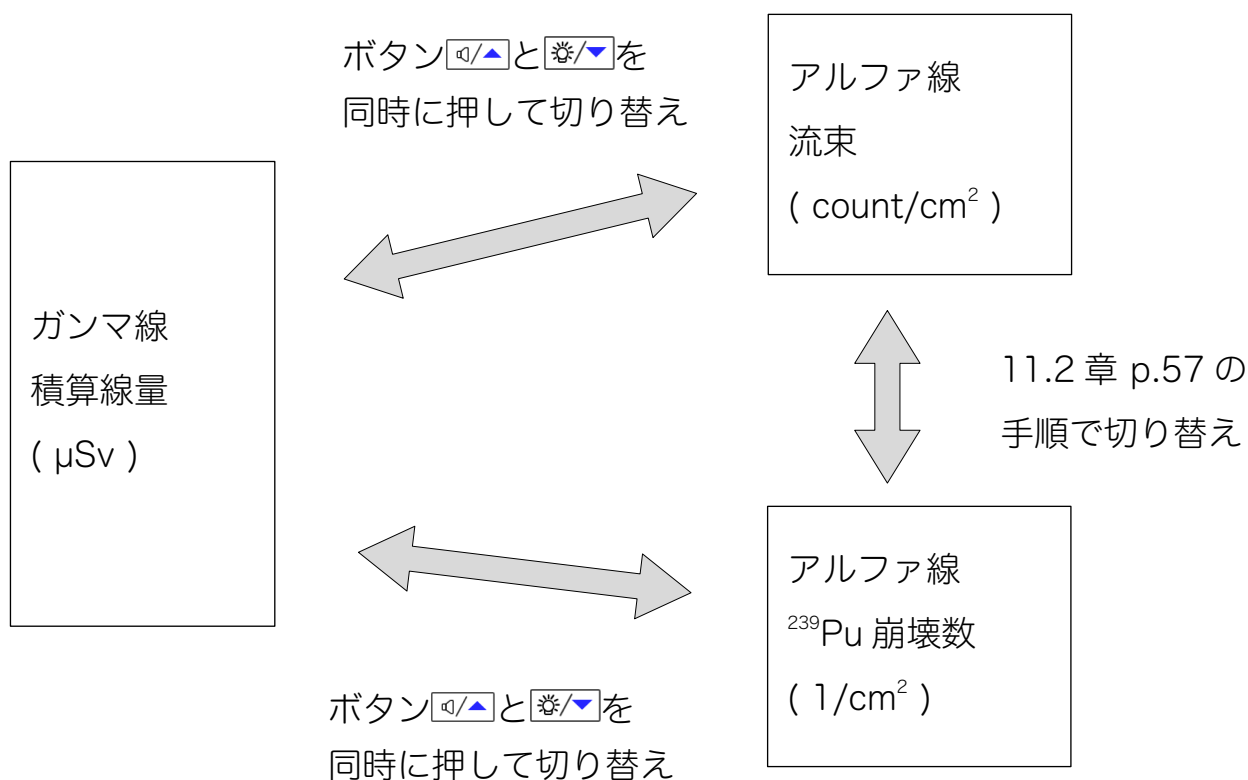
5.11 測定値の切り替え

測定値の切り替え方法について、図で紹介いたします。

5.11.1 モード1（時間単位での測定モード）



5.11.2 モード2（積算に関する測定モード）

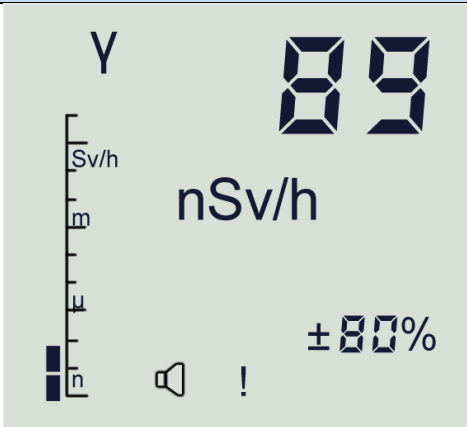
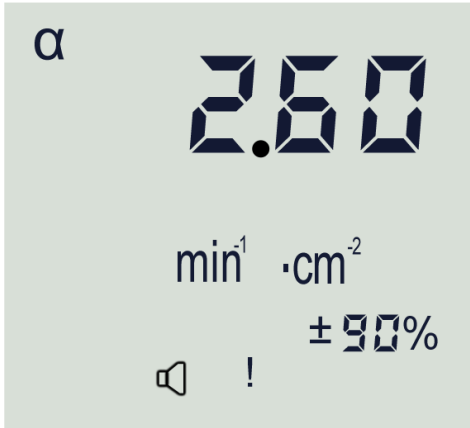
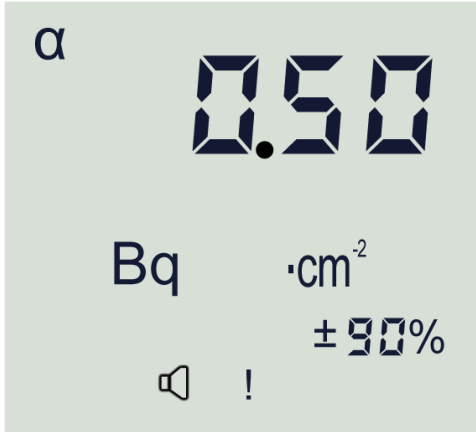


6 モード 1 測定モード

モード 1 は、時間あたりの測定モードです。

- PU（内蔵検出器）はガンマ線の線量率($\mu\text{Sv/h}$)
- DU（外部接続検出器）はアルファ線の流束密度($\text{count}/\text{cm}^2/\text{分}$)、
または表面汚染密度(Bq/cm^2)の測定となります。

モード 1 では、放射線量に応じて最適な時間幅で平均化を行い、測定値が表示されます。測定値を読む方法は、偏差（％）の値が 30%以下になるまで待ってから測定値を読んでください。

動作モード 1	
PU（測定器表示端末・ガンマ線）	DU（アルファ線検出器）
	流束密度  表面汚染密度 

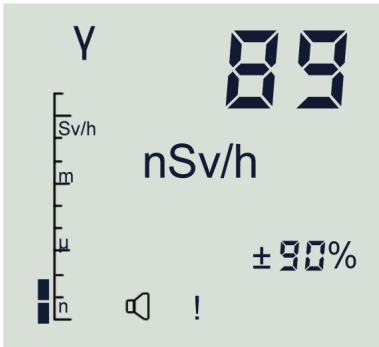
ガンマ線の場合には「 γ 」の文字、アルファ線の場合には「 α 」の文字が液晶の上の方に表示されます。単位もそれぞれ異なります。

アルファ線の測定値は、（11.2 測定値の切り替え p.57）の手順で変更できます。

6.1 測定のリセット

測定値のリセットは、平均化のために蓄積された測定データを破棄して、その場所の放射線量を再測定する機能です。

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ずった測定値が画面に表示される状態となります。



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最初から測り直してください。リセット後は、再び偏差（％）が30%以下になるまで待ちます。

平均化のリセット 再測定の方法	ボタン START を短く押します。 線量率、流束密度、表面汚染密度の時にリセットできます。
--------------------	--

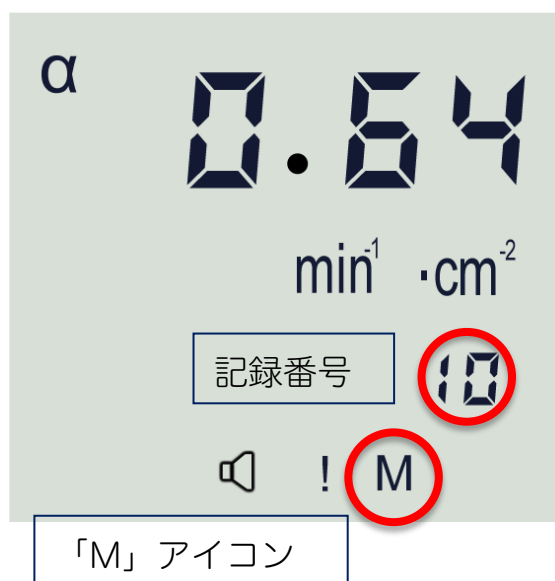
平均化がリセットされると、測定値が0、偏差は90%になります。平均値がリセットされたことで、偏差が一時的に大きく表示されます。ですが時間の経過とともに測定偏差の値は再び小さくなってきます。偏差が30%以下になったらその場所の放射線量が正しく測定できている、ということが言えます。偏差については、(4.2 測定時間の目安と偏差 p.23)を見てください。

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。

6.2 測定値の記録

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。保存した測定値を呼び出すには、10 モード5 メモ帳（p.54）の手順を見てください。



6.3 背景放射線量の減算機能

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、(14.1 背景放射線量の減算 p.71)を見てください。

6.4 測定の上限值

線量率、流束密度、表面汚染密度の測定において測定範囲の上限を超えると、□□□の表示になります。

これは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。

6.5 測定の最大値の表示

ボタン  を長押しすると、ピピッと音が鳴ります。何度か繰り返すことでバッテリー残量、電源を入れてからの最大の線量率、室温を確認できます。

測定の最大値はモード 1 でしか表示されません。手順は以下の通りです。

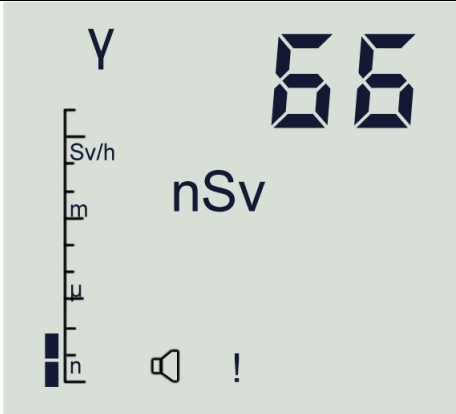
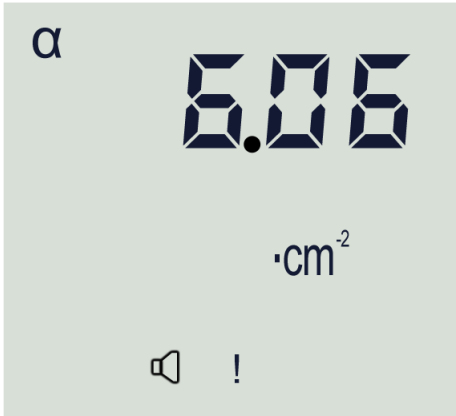
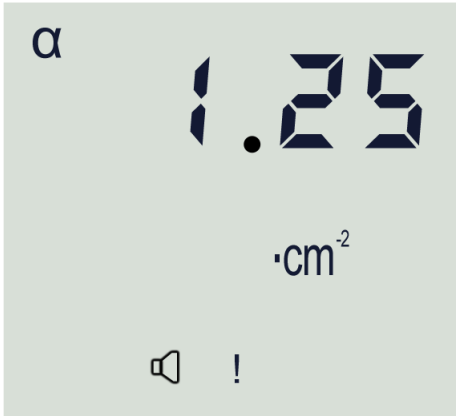
- ① ボタン  を長押しします。最初は、バッテリー残量が表示されます。
- ② ボタン  から指を離して、測定画面に戻る前にボタン  を再度、長押しすると次は、電源を入れてからの最大の線量率が表示されます。偏差が 40 % 以下になった場合のみで記録されています。
- ③ ボタン  から指を離して、再度測定画面に表示が戻る前にボタン  を長押しすると次は、室温が表示されます。
- ④ そのまま数秒操作しないでおくと、自動で測定画面に戻ります。



7 モード 2 積算モード

モード 2 は、積算値のモードです。

- PU（内蔵検出器）はガンマ線の積算線量(Sv)
- DU（外部接続検出器）はアルファ線の流束(count/cm²)、
または崩壊数密度(崩壊数/cm²)の測定となります。

動作モード 2	
PU（測定器表示端末・ガンマ線）	DU（アルファ線検出器）
	流束密度  崩壊数密度 

アルファ線の測定値は、（11.2 測定値の切り替え p.57）の手順で変更できます。
同じ単位ですが、²³⁹Pu 崩壊数用に校正された数値が表示されます。

7.1 積算値のリセット

積算値をリセットするには、ボタン **START** を短く押します。

ピッピピッと音がなり、積算値がリセットされます。



ガンマ線の積算線量の場合、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。

注意

積算線量の値は、**START** ボタンを一度押す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。

7.2 測定値の記録

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。保存した測定値を呼び出すには、10 モード5 メモ帳（p.54）の手順を見てください。



7.3 測定の上限值

積算、流束、崩壊数の測定において測定範囲の上限を超えると、□□□ の表示になります。

これは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。

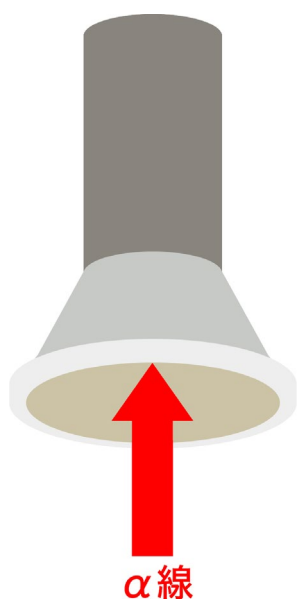


8 モード 3 探索

モード3は、探索モードです。探索モードでは、放射線が高くなると警告音の鳴る間隔が短くなることで、音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が「基準値」になり、この基準値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の鳴る間隔が短くなります。



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、音の強さを頼りに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。

BDPA (-01、-02、-03) の薄膜シンチレーション検出器は、ベータ線、ガンマ線に対する応答がほとんどない検出器です。保護フィルタを外して周りを調査することで、アルファ線の強い場所を探することができます。

8.1 線量率に対する警告との比較

線量計にも、あらかじめ設定した線量率になったら警告音が鳴る、という固定形式の警告アラーム機能があります。固定式の警告アラームの設定方法は、（12 警告発動値の設定 p.60）に解説があります。

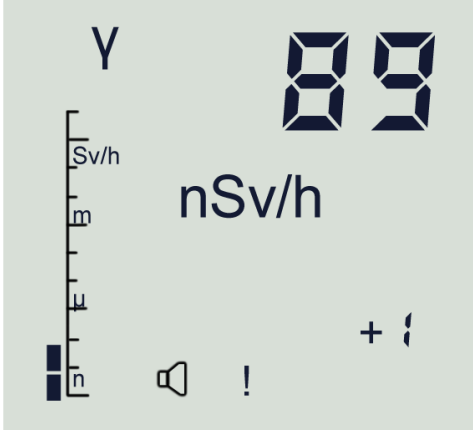
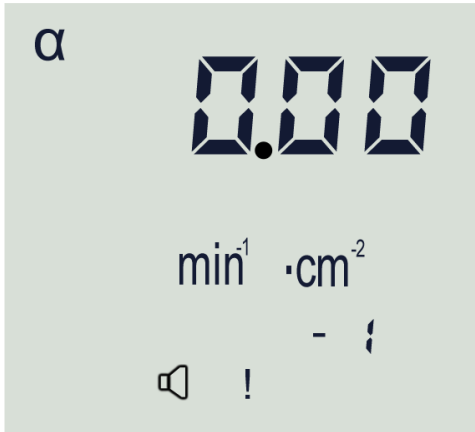
固定式の警告で $3\mu\text{Sv/h}$ で警告音を鳴らすと決めた場合には、それに到達しない限り、警告音は一度も鳴りません。一方で探索モード（モード3）の警告音は、放射線が変化すると音の強さも変化します。そのため行ったことがない場所で放射線の強い場所に注意したいといった場面では、探索モードの警告音の方が体感的に放射線の強さを理解しやすくなります。

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

8.2 探索モードの表示

モード 3 に移動し探索モードが稼働すると、測定値とアイコン (🔊) が点滅します。

探索モードで表示される放射線量の値は平均化されていない値であるため、放射線の変化に対する応答性がよくなっています。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 (アルファ線検出器)
	 

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。

8.3 探索モードの基準値の再設定

探索モードで放射線量の強い場所（＝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。 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。

基準値の再設定	 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。
---------	--

基準値を再設定するとその場所の放射線量が基準 0 となり、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。

8.4 探索モードの音

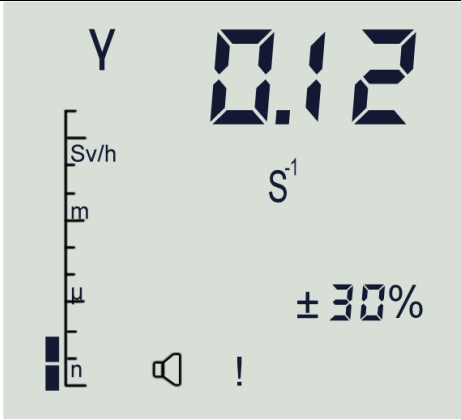
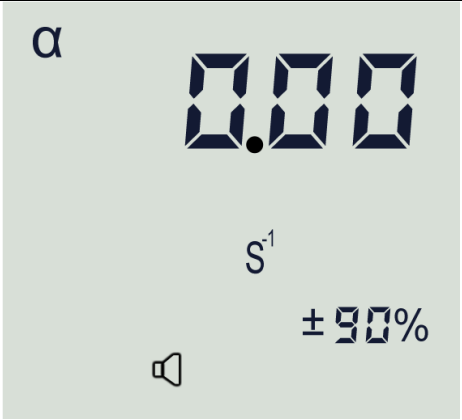
探索モードでは、警告音の強さと放射線量が比例していますので、音の強さを頼りに放射線の強い場所を探することができます。また K 値の数字、測定値の数字を見ながらも、放射線の強い場所を探することができます。

ボタン  を短く押す	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	警告音が再び鳴るようになります。

9 モード 4 カウント率

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、外部のアルファ線検出器の両方で利用できるモードです。

動作モード 4	
PU (測定器表示端末・ガンマ線)	DU (アルファ線検出器)
	

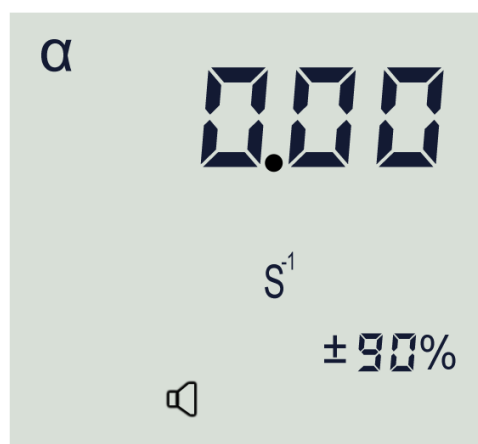
カウント率の測定値（単位 $s^{-1} = cps$ ） と、偏差（％）が表示されます。誤差が 30％以下に値を読むことで、より正確な測定値として読むことができます。

移動しながらの測定や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。

9.1 測定のリセット

カウント率の測定は、放射線量に応じてある時間の間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、ということになります。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。

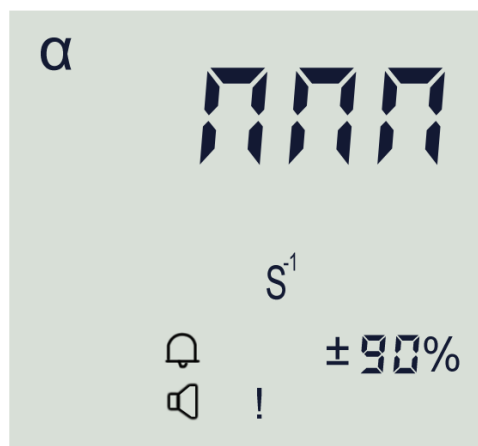


平均化のリセットは、カウント率モード（モード4）でボタン $\boxed{\text{START}}$ を短く押します。

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。

9.2 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。



9.3 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、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、(14.1 背景放射線量の減算 p.71)を見てください。

10 モード5 メモ帳

動作モード5はメモ帳モードです。

モード1（時間あたりの測定値）、
モード2（積算測定）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。

10.1 メモ帳の保存データの表示

モード「5」：メモ帳モードに移動してください。メモ帳モードでは「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。
-  を押してすぐ離すと、記録の最後にジャンプします。

10.2 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元に戻すことはできないため注意してください。

1. ピッピピッと音が鳴るまで  を押し続けます。
2. 画面上に「000 00」が点滅表示されます。
3. すべてのデータを消すには、画面に「1」が表示されるまで  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、 を短く押して消去を中止してください。

11 モード6 サービスモード

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。

測定値の切り替え	アルファ線検出器の測定値の切り替え（DU 接続時のみ） （A）（B）の 2 タイプを切り替えることができます。 <table><tr><td></td><td>モード 1 時間率のモード</td><td>モード 2 積算のモード</td></tr><tr><td>(A)</td><td>流束密度 ($\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$)</td><td>流束 (cm^{-2})</td></tr><tr><td>(B)</td><td>ベクレル測定 (Bq/cm2)</td><td>崩壊数 (cm^{-2})</td></tr></table>		モード 1 時間率のモード	モード 2 積算のモード	(A)	流束密度 ($\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$)	流束 (cm^{-2})	(B)	ベクレル測定 (Bq/cm2)	崩壊数 (cm^{-2})
	モード 1 時間率のモード	モード 2 積算のモード								
(A)	流束密度 ($\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$)	流束 (cm^{-2})								
(B)	ベクレル測定 (Bq/cm2)	崩壊数 (cm^{-2})								
自動電源 OFF の設定	一定時間、操作しない場合に電源が自動で切れる設定を行えます。									
シリアル通信速度の設定	検出器をパソコンと接続して独自アプリケーションを開発する場合に利用できます。BDPA 検出器は、RS232 測定器として動作します。 初期値 19,200 bps									

11.1 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。

測定値の切り替え (DU 接続時のみ)	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 ³ bps = 19,200 bps)
解説ページ数：57	解説ページ数：59	解説ページ数：58
α $\text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ α $\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$	OFF 0	19.2 10³ bd bd = baudrate の略語です。

11.2 測定値の切り替え

- 1. モード 6 になったら MEMORY MODE ボタンを短く何度か押すと、3つの設定画面が順番に表示されるようになります。
- 2. 単位のところで MEMORY MODE ボタンの操作を止めてください。
- 3. ボタン α/▲、☼/▼を押すと測定単位を切り替えることができます。
- 4. 単位が切り替わったら 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。

単位の切り替え	単位($\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$): 流束密度	単位(Bq/cm^{-2}):表面汚染
	α $\text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$	α $\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$

それぞれに対応してモード 1 の測定単位が変わります。

	モード 1 :	
単位の切り替え	単位($\text{min}^{-1}\text{cm}^{-2}$): 流束密度	単位(Bq/cm^{-2}):表面汚染
	α 2.60 $\text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ±90% ☼ !	α 0.50 $\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ ±90% ☼ !

モード 2 では、モード 1 のように単位が変わるというような変化はありません。

しかし流束密度の測定をしているときは流束が、表面汚染の測定をしているときは崩壊数の測定を行っています。流束密度も崩壊数も 1cm^2 当たりの粒子の数を測定していますので、同じ単位で表示されています。

どちらの測定を行っているか確認するときはモード 1 もしくはモード 6 にて単位の確認を行ってください。

	モード 2：	
単位の切り替え	単位(cm^{-2}): 流束	単位(cm^{-2}):崩壊数密度
	α 0.00 $\cdot\text{cm}^{-2}$  ! 単位の变化はなし	α 0.00 $\cdot\text{cm}^{-2}$  ! 単位の变化はなし

11.3 通信レートの表示

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（ $19.2 \times 10^3 \text{ bps} = 19,200 \text{ bps}$ ）です。



11.4 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。

1. モード6になったら  ボタンを短く何度か押すと、3つの設定画面が順番に表示されるようになります。
2. OFFのところで  ボタンの操作を止めてください。
3. ボタン 、 を押すと分数を変更することができます。

変更が終わったら  を長押しすると設定が保存されモード1に戻ります。

右の図では、3分後に電源が切れるように設定しています。



12 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、ライトが点灯して、利用者に放射線量の警告を出すことができます。

警告発動値は予め決められた倍数ごとでの設定になります。警告したい値に近い数値を選んで設定してください。

警告発動値は、以下の手順で設定できます。

1. モード 1, 2, 3, 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。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						

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

4. 設定が終わったら、 を押すと設定値が保存されます。

12.1 警告発動値の初期設定値

29 $\mu\text{Sv/h}$	ガンマ線・線量率
180 μSv	ガンマ線・積算線量
20 $/\text{cm}^2/\text{分}$	アルファ線・流束密度
0.68 Bq/cm^2	アルファ線・表面汚染密度 (^{239}Pu)
10^5 s^{-1}	ガンマ線・アルファ線・カウント率

12.2 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、表面汚染
(3 回の短い音) + (長い休止) の繰り返し	積算線量
カウント率に比例した (短い音)	カウント率の測定 (モード 4 選択時のみ)

12.3 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  を押すと再び鳴り出します。

騒音が大きい場所では、ヘッドホンジャック (ステレオ、 $\varnothing 3.5 \text{ mm}$) 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。

12.4 警告発動値の保存

測定器は、警告発動値を変更すると内部メモリに自動保存されるようになっています。ですが、もし保存されない場合には、以下の手順を実行してください。

自動保存に変更する手順

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ビ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. $\uparrow/\downarrow$ と $\odot/\sphericalangle$ 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、画面に「20-」と表示されたら 2 桁目の「2」を設定 (選択) します。 $\uparrow/\downarrow$ と $\odot/\sphericalangle$ を使用して数字を調整します。
9. **TRAT2** ボタンを押し、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。 $\uparrow/\downarrow$ と $\odot/\sphericalangle$ 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。この手順は一度行えば、以後は電源を切っても警告発動値は自動保存されます。

出荷時には、自動保存されるようになっています。

同じ手順でパスワード「226」をもう一度入力すると、自動保存されなくなります。

13 メンテナンス

メンテナンスは少なくとも月に 1 回は行ってください。

保管中は 1～2 ヶ月に 1 度はバッテリーを充電してください。

メンテナンス項目はこちらです。

- 外装のチェック
- 標準装備品のチェック
- 埃や不純物などの汚れのチェック

また、測定中に放射性物質が付着した場合には、水や薄めたアルコールで湿らせたガーゼ、タオル等で優しく拭き取ってください。

検出器の汚染を調べるには、以下の手順を行います。

1. 自然放射線量($0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以下)の場所で保護キャップを付けます。
2. モード 4 に切り替えて、放射線源がないところでカウント率を確認します。

0.01 s^{-1} より大きい数値が表示されたら、汚染されていますので汚染箇所の除染を行ってください。

13.1 粘着式の足の除染

BDPA シリーズには取り外し可能な 3 本の粘着式の足がついています。

足の目的

- 放射線源と検出器の距離を一定に保つ
- 検出器本体の汚染を防ぐ



粘着式の足が外れている、もしくは破損している場合は新しいものと交換してください。

表面を湿らせたタオル、ガーゼ等で拭っても除染しきれない場合は、分解して洗浄、または部品の交換を行ってください。

粘着式足の除染手順

1. 13.3.1 遮光フィルムの交換手順(BDPA-01)(p.67～)等を参考に分解します。
2. 外枠、金網などのパーツを洗浄します。
3. パーツをよく乾燥させてください。
4. 組み立てた後、もう一度汚染状況を調べてください。カウントの数値が下がっていれば完了です。

洗浄した後もカウント率が下がらない場合は部品の交換を行ってください。

- 粘着式の足……付属の交換用の足と交換してください。
- 遮光フィルム……p.67～のフィルム交換手順を見て交換してください。

13.2 遮光フィルム

BDPA 検出器はシンチレーション検出器です。シンチレーション検出器は放射線が入ってくると光る特性があります。

この光を電気信号に変えることで放射線をカウントしています。もし検出器に自然光が入ってしまうと正しい測定ができないことになります。



BDPA では、薄い金属膜を使うことで自然光が検出器に入らないようにしています。この薄い金属膜は、金網のすぐ後ろにある鏡面の部分です。

この膜は破れやすいため、ゴツゴツした面や、尖った面に接触させる場合には、気を付けて下さい。また直接、指で触らないようにしてください。すぐに破れることはありませんが、鋭利な物の場合には破れます。

もし遮光フィルムが傷ついて穴が開いた場合は、放射線がない場所でも測定器の数値が著しく高くなります。この場合には遮光フィルムを交換する必要があります。

13.3 遮光フィルムの破損を確認する方法

最初に以下の手順で遮光フィルムに破れが生じてないか、正しく機能しているかを確認します。

1. 自然放射線量($0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以下)の場所で保護キャップを付けます。
2. キャップを付けたまま、背景放射線のカウント率を測定します。
(測定方法：14 背景放射線の測定 p.71)
3. 検出器本体から保護キャップを取り外します。
4. 60 W 白熱ランプを BDPA の検出面から 40 ～ 50 cm の距離に配置し、ランプを付けます。
5. 1000 秒以上の時間をかけてカウント率を測定します。

ランプがある場合とない場合双方でのカウント率が上記の値 (0.01 s^{-1}) を超えない場合は遮光フィルムの損傷はないものとなります。

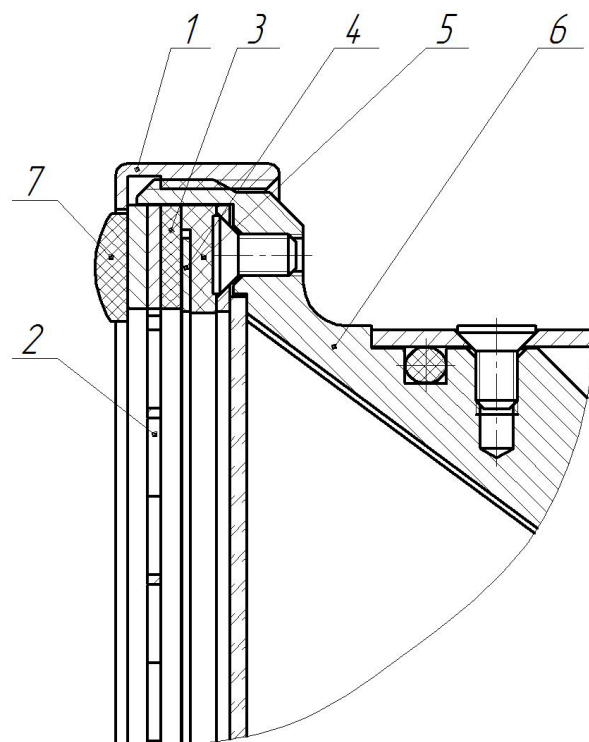
上記の値 (0.01 s^{-1}) を超えていた場合は、遮光フィルムが破損しています。販売元に交換を依頼するか、p.67～70 の手順で付属の新しいフィルムと交換してください。



13.3.1 遮光フィルムの交換手順(BDPA-01)

遮光フィルムのフィルム面に直接触れないようにしてください。
フィルムに付属しているワッシャー部分を持ってください。

- (1)外枠
- (2)金網
- (3)ゴムパッキン
- (4)ワッシャー付き遮光フィルム
- (5)ゴムパッキン
- (6)BDPA-01 本体
- (7)粘着式の足(3 個)



交換の手順

1. 保護キャップを外します。
2. 本体(6)から外枠(1)を反時計回りに回して外します。
3. 金網(2)を外します。
4. ゴムパッキン(3)、古い遮光フィルム(4)を外します。
5. 新しい遮光フィルムを取り付けます。
6. 下のゴムパッキン(5)の上に新しい遮光フィルム(4)を置きます。
7. 遮光フィルム(4)の上にゴムパッキン(3)を置き、その上に金網(2)を置きます。
8. 本体の外枠(1)を締め、しっかり固定します。
9. 付属の粘着式の足(7)がとれている場合は、外枠(1)に貼り付けてください。

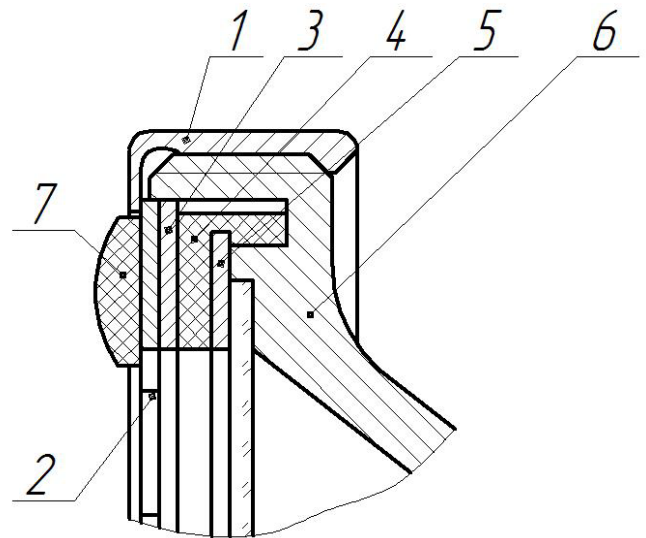
注意

- 遮光フィルムを交換してから **24 時間は使用しないでください**。交換直後は検出器に光が入りすぎているため、正確な数値を測定できなくなります。
- 交換したフィルムは専用の箱で保管してください
- 交換後の使用前には 13.3 遮光フィルムの破損を確認する方法 (p.66)を参照し、BDPA-01 の遮光性を確認してください。

13.3.2 遮光フィルムの交換手順(BDPA-02)

遮光フィルムのフィルム面に直接触れないようにしてください。
フィルムに付属しているワッシャー部分を持ってください。

- (1)外枠
- (2)金網
- (3)ワッシャー
- (4)ゴムパッキン
- (5)ワッシャー付き遮光フィルム
- (6)BDPA-02 の本体
- (7)粘着式の足 (3 個)



交換の手順

1. 保護キャップを外します。
2. 本体(6)から外枠(1)を反時計回りに回して外します。
3. 金網(2)を外します。
4. ワッシャー(3)、ゴムパッキン(4)、古い遮光フィルム(5)を外します。
5. 新しい遮光フィルムを取り付けます。
6. 新しい遮光フィルム(5)をゴムパッキン(4)の溝に挟みます。まっすぐ付いていることを確認してください。
7. 遮光フィルム(5)を挟んだゴムパッキン(4)を本体の溝に入れ、ワッシャー(3)と金網(2)をその上に置きます。しっかりと位置が合っていることを確認してください。
8. 本体の外枠を(1)を締め、しっかり固定します。
9. 付属の粘着式の足(7)がとれている場合は、外枠(1)に貼り付けてください。

注意

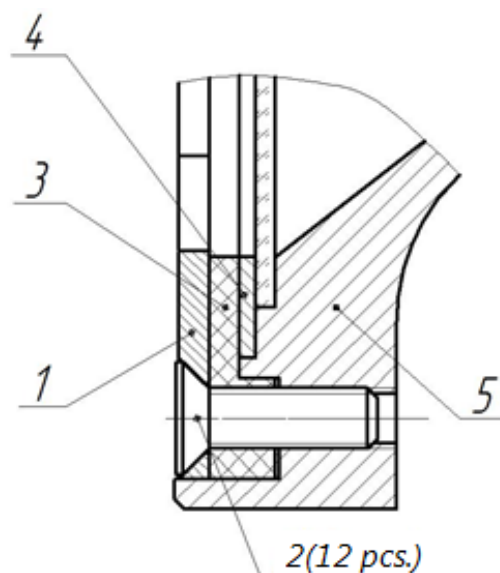
- 遮光フィルムを交換してから **24 時間は使用しないでください**。交換直後は検出器に光が入りすぎているため、正確な数値を測定できなくなります。
- 交換したフィルムは専用の箱で保管してください

- 交換後の使用前には 13.3 遮光フィルムの破損を確認する方法 (p.66)を参照し、BDPA-02 の遮光性を確認してください。

13.3.3 遮光フィルムの交換手順(BDPA-03)

遮光フィルムのフィルム面に直接触れないようにしてください。
フィルムに付属しているワッシャー部分を持ってください。

- (1)金網
- (2)ネジ (12 本)
- (3)ゴムパッキン
- (4)遮光フィルム
- (5)BDPA-03 の本体



交換の手順

1. 本体(5)からネジ(2)を全て、金網(1)が落ちないように支えながらドライバーで外します。
2. 金網(1)、ゴムパッキン(3)、古い遮光フィルム(4)を取り外します。
3. 新しい遮光フィルムを取り付けます。
4. 遮光フィルム(4)をゴムパッキン(3)の上に置きます。水平に置かれていることを確認してください。
5. 遮光フィルム(4)とゴムパッキン(3)を本体の溝にいれ、その上に金網(1)を置きます。しっかりと位置が合っていることを確認して取り付けてください。
6. 本体にネジ(2)を全て取り付けて、しっかり固定します。
7. 付属の粘着式の足が外れている場合は、金網(1)に貼り付けてください。

注意

- 遮光フィルムを交換してから **24 時間は使用しないでください**。交換直後は検出器に光が入りすぎているため、正確な数値を測定できなくなります。
- 交換したフィルムは専用の箱で保管してください
- 交換後の使用前には 13.3 遮光フィルムの破損を確認する方法 (p.66)を参照し、BDPA-03 の遮光性を確認してください。

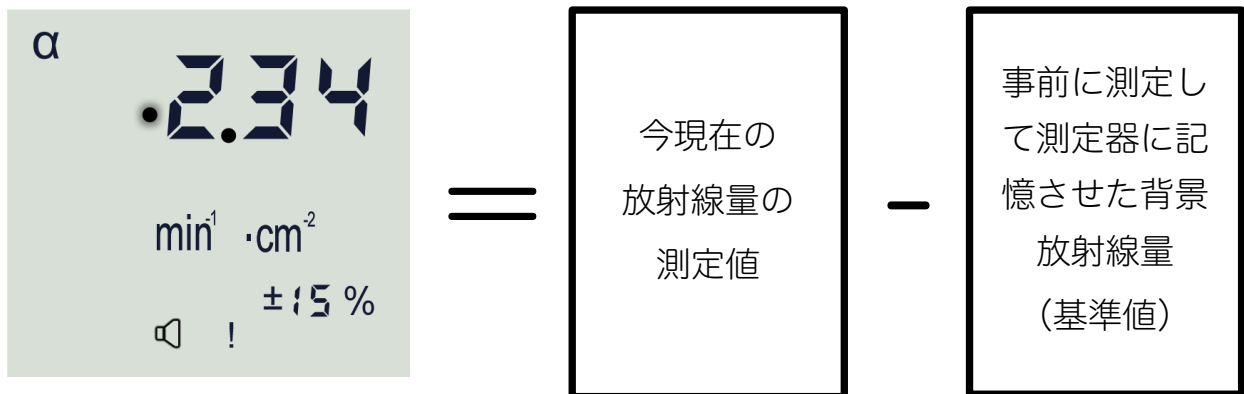
14 背景放射線の測定

14.1 背景放射線量の減算

背景放射線の減算は、外部検出器(BDPA)のモードでのみ利用できます。

背景放射線の減算は、画面に表示されている測定値からあらかじめ背景放射線量を減算しておくための機能です。

画面に表示される値



背景放射線量の測定を事前に行っておくと、画面の表示される値は背景放射線が差し引かれた値となります。

減算機能が ON になっている場合は、測定値左横に●が点滅表示されます。

14.2 背景放射線量の減算が使えるモード

背景放射線量の減算モードは、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(アルファ線検出器)
1	線量率の測定モード	流束密度の測定モード (または表面汚染密度の測定)
2	積算線量の測定モード	流束の測定モード (または崩壊量の測定)
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。測定器が起動します。

14.3 背景放射線量の測定

背景放射線の減算機能は、測定環境の背景にあるガンマ線やベータ線の量をあらかじめ測定しておく手順になります。ここで測定した背景放射線の量を差し引くことで、測定対象物から発せられるアルファ線だけを測定することが可能となります。

背景放射線の測定では、以下の項目について事前に考えておく必要があります。

- どの程度の精度でアルファ線を測定したいのか、アルファ線測定における目標の偏差（％）
- アルファ線の測定下限値は、どこまで必要か？

背景放射線の測定はガンマ線、ベータ線に対するものですが最終的なアルファ線の測定結果に大きな影響を与えるため、どのようなアルファ線を測定したいのか、この段階で検討する必要があります。

14.6 測定時間の目安 p.75 には、背景放射線の測定時間と、達成できるアルファ線の測定下限値の関係が示されています。背景放射線の測定を行う前に、この章を見てアルファ線の測定について事前に検討が必要となります。

1. 14.6 測定時間の目安 p.75 の表で、測定したい最小値や偏差の値を確認します。
2. 測定の精度に応じて、背景放射線の測定時間（縦軸）を決定してください。

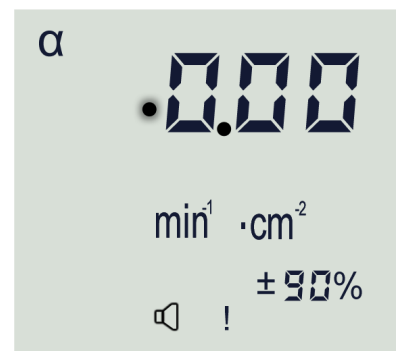
START ボタンを押すと測定が開始されるので、タイマーやストップウォッチなどを用意しておくと測りやすくなります。

14.4 背景放射線の測定手順

- ① 測定時間の目安（p. 77～）の表を見て背景放射線の測定時間、アルファ線の測定下限値を決めます。
- ② アルファ線の流束密度、表面汚染密度の測定モード、カウント率モードのいずれかで背景放射線を測定したいモードに切り替えます。
- ③ **START** ボタンを押し一度測定をリセットします。ここから背景放射線の測定が開始されます。リセット後、タイマーやストップウォッチ等で①で決めておいた時間を計測します。
- ④ 決めた背景放射線の測定時間になったら、**START** ボタンを約 1.5 秒間、ピピッと音が鳴るまで長押しします。これで背景放射線の測定は終了です。
- ⑤ 画面の有効数字の前にアイコン●が表示されます。このとき、検出器は測定を行っていないので、「！」マークがありません。
- ⑥ ボタン **MEMORY MODE** を素早く押します。「M」マークが表示され、先ほど測定した背景放射線量が保存されました。
- ⑦ ボタン **START** を再度、押してすぐに離します。



- ⑧ アイコン●が点滅し、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、測定が開始されました。測定中であることを示す「！」が表示されていることを確認してください。



※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。

14.5 背景放射線量の呼び出し方

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。

- ① ボタン **START** を 約 1.5 秒間、ピピッと音が鳴るまで長押しします。
- ② 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。

14.6 測定時間の目安

ここではどれぐらいの測定時間をかけると、アルファ線の流束密度測定でどの程度の偏差 (%) を達成できるのか紹介します。アルファ線測定を行う場合に、1 段階目に背景放射線を測定し、次にアルファ線の測定を行う 2 段階の測定を想定しています。2 段階の測定については、p.25～28 を参考にしてください。

測定時間の目安表 (p.77～) に検出器ごとに記載されています。

表の読み方は、表 14-1 を見ながら解説いたします。

1. 最初に表 14-1 の一番上にある偏差%の数字を見ます。ここでは 5% と記載があります。これは 2 段階の測定を行った結果として得られるアルファ線の流束密度の測定値に対する偏差 (%) です。
偏差 (%) は小さいほど高精度な測定といえますが、高精度な測定を行うには予想以上に長い時間がかかります。おすすめとしては、通常の測定では 20% の目標値の表を使うことをおすすめします。
2. 次に縦軸の時間を見ます。
第 1 段階目の測定として背景放射線の測定を行った時間が 3 分であれば縦軸 3 の行を見てください。この測定は最初に 1 回だけ行えばよい測定なので、できるだけ時間をかけてください。

3. 次に横軸で第2段階目のアルファ線の測定時間としてかけられる時間を考えます。仮に8分であれば、22.25の数字が見えます。
4. ここから表から読み取れることは、以下の通りになります。
 1. 背景放射線の測定（第1段階）で3分の時間をかけて、
 2. 次にアルファ線の測定（第2段階）で8分の時間をかけて測定すれば、
 3. 結果として得られるアルファ線の偏差は5%となり、
 4. アルファ線の流束密度の測定下限値は、22.25 count/分/cm²となる。
測定下限値は測定できる最小値です。この値より低いアルファ線は測定できません。より低いアルファ線を測定するはさらに時間をかけて測定するか、あるいは偏差%の目標値を大きな値20%、50%にしてください。

表 14-1

T_{ϕ} : 背景放射線の測定時間 (第1段階目の測定時間)

ϕ_H : 流束密度測定の測定時間 (第2段階目の測定時間)

測定偏差の目標値 (%)

T_{ϕ} (分)	偏差5%での流束密度 (ϕ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 ϕ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	177.79	88.91	59.29	35.60	22.28	17.85	11.96	9.03	6.13
2	177.79	88.90	59.28	35.58	22.26	17.82	11.91	8.96	6.03
3	177.79	88.90	59.27	35.57	22.25	17.81	11.89	8.94	6.00

14.6.1 BDPA-01

T _φ (分)	偏差 5%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	177.79	88.91	59.29	35.60	22.28	17.85	11.96	9.03	6.13
2	177.79	88.90	59.28	35.58	22.26	17.82	11.91	8.96	6.03
3	177.79	88.90	59.27	35.57	22.25	17.81	11.89	8.94	6.00
5	177.79	88.90	59.27	35.57	22.24	17.80	11.88	8.92	5.97
8	177.79	88.90	59.27	35.57	22.24	17.79	11.87	8.91	5.96
10	177.79	88.90	59.27	35.57	22.23	17.79	11.87	8.91	5.95
15	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.87	8.90	5.95
20	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.86	8.90	5.94
30	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.86	8.90	5.94
45	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.86	8.90	5.94
60	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.86	8.90	5.94
90	177.78	88.90	59.27	35.56	22.23	17.79	11.86	8.90	5.93

T _φ (分)	偏差 10%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	44.458	22.242	14.841	8.929	5.615	4.517	3.066	2.354	1.665
2	44.454	22.236	14.831	8.912	5.589	4.484	3.019	2.293	1.581
3	44.453	22.233	14.828	8.907	5.580	4.473	3.002	2.272	1.552
5	44.452	22.232	14.825	8.902	5.573	4.464	2.989	2.255	1.527
8	44.452	22.231	14.824	8.900	5.569	4.459	2.982	2.245	1.512
10	44.452	22.230	14.823	8.899	5.568	4.458	2.980	2.242	1.508
15	44.452	22.230	14.823	8.898	5.566	4.456	2.976	2.238	1.501
20	44.451	22.230	14.822	8.897	5.565	4.454	2.975	2.235	1.498
30	44.451	22.229	14.822	8.897	5.564	4.453	2.973	2.233	1.495
45	44.451	22.229	14.822	8.896	5.563	4.453	2.972	2.232	1.493
60	44.451	22.229	14.822	8.896	5.563	4.452	2.971	2.231	1.491
90	44.451	22.229	14.822	8.896	5.563	4.452	2.971	2.230	1.490

T _φ (分)	偏差 20%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	11.124	5.575	3.730	2.262	1.446	1.180	0.835	0.671	0.518
2	11.121	5.569	3.720	2.245	1.421	1.150	0.794	0.621	0.457
3	11.120	5.567	3.717	2.240	1.413	1.139	0.779	0.603	0.433
5	11.119	5.565	3.714	2.235	1.406	1.131	0.767	0.587	0.412
8	11.119	5.564	3.713	2.233	1.402	1.126	0.759	0.578	0.400
10	11.118	5.564	3.712	2.232	1.401	1.124	0.757	0.575	0.395
15	11.118	5.563	3.712	2.231	1.399	1.122	0.754	0.571	0.389
20	11.118	5.563	3.711	2.231	1.398	1.121	0.752	0.569	0.386
30	11.118	5.563	3.711	2.230	1.397	1.120	0.751	0.566	0.383
45	11.118	5.563	3.711	2.230	1.397	1.119	0.750	0.565	0.381
60	11.118	5.562	3.711	2.229	1.396	1.119	0.749	0.564	0.380
90	11.118	5.562	3.711	2.229	1.396	1.118	0.748	0.564	0.379

T _φ (分)	偏差 50%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	1.791	0.908	0.618	0.392	0.271	0.234	0.186	0.165	0.144
2	1.788	0.902	0.609	0.378	0.252	0.211	0.160	0.137	0.114
3	1.787	0.900	0.606	0.373	0.244	0.203	0.150	0.125	0.102
5	1.786	0.898	0.603	0.368	0.238	0.196	0.141	0.115	0.090
8	1.785	0.897	0.602	0.366	0.235	0.192	0.135	0.108	0.082
10	1.785	0.897	0.601	0.365	0.234	0.190	0.133	0.106	0.079
15	1.785	0.896	0.600	0.364	0.232	0.188	0.131	0.102	0.075
20	1.785	0.896	0.600	0.364	0.231	0.187	0.129	0.101	0.073
30	1.785	0.896	0.600	0.363	0.230	0.186	0.128	0.099	0.070
45	1.785	0.896	0.600	0.363	0.230	0.186	0.127	0.098	0.069
60	1.785	0.896	0.600	0.363	0.230	0.185	0.126	0.097	0.068
90	1.784	0.896	0.599	0.362	0.229	0.185	0.126	0.096	0.067

14.6.2 BDPA-02

T _φ (分)	偏差 5%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	38.10	19.06	12.72	7.64	4.80	3.86	2.61	1.99	1.39
2	38.10	19.06	12.71	7.63	4.78	3.84	2.58	1.95	1.34
3	38.10	19.05	12.71	7.63	4.78	3.83	2.57	1.94	1.32
5	38.10	19.05	12.71	7.63	4.77	3.82	2.56	1.93	1.30
8	38.10	19.05	12.70	7.63	4.77	3.82	2.55	1.92	1.29
10	38.10	19.05	12.70	7.63	4.77	3.82	2.55	1.92	1.29
15	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.82	2.55	1.91	1.28
20	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.82	2.55	1.91	1.28
30	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.82	2.55	1.91	1.28
45	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.81	2.55	1.91	1.28
60	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.81	2.55	1.91	1.28
90	38.10	19.05	12.70	7.62	4.77	3.81	2.54	1.91	1.28

T _φ (分)	偏差 10%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	9.532	4.775	3.192	1.930	1.228	0.997	0.697	0.554	0.418
2	9.530	4.770	3.185	1.920	1.212	0.977	0.669	0.519	0.375
3	9.530	4.769	3.183	1.916	1.206	0.971	0.660	0.507	0.359
5	9.529	4.768	3.181	1.913	1.202	0.965	0.652	0.497	0.345
8	9.529	4.767	3.180	1.912	1.199	0.962	0.647	0.491	0.337
10	9.529	4.767	3.180	1.911	1.198	0.961	0.645	0.489	0.334
15	9.528	4.767	3.180	1.910	1.197	0.959	0.643	0.486	0.330
20	9.528	4.767	3.180	1.910	1.196	0.959	0.642	0.485	0.328
30	9.528	4.766	3.179	1.910	1.196	0.958	0.641	0.483	0.326
45	9.528	4.766	3.179	1.910	1.196	0.958	0.641	0.482	0.324
60	9.528	4.766	3.179	1.909	1.195	0.957	0.640	0.482	0.324
90	9.528	4.766	3.179	1.909	1.195	0.957	0.640	0.482	0.323

T _φ (分)	偏差 20%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	2.389	1.203	0.810	0.501	0.332	0.278	0.210	0.179	0.150
2	2.387	1.199	0.804	0.491	0.318	0.262	0.189	0.155	0.123
3	2.387	1.198	0.802	0.487	0.313	0.255	0.181	0.146	0.113
5	2.386	1.196	0.800	0.485	0.308	0.250	0.174	0.138	0.103
8	2.386	1.196	0.800	0.483	0.306	0.247	0.170	0.133	0.096
10	2.386	1.196	0.799	0.483	0.305	0.246	0.169	0.131	0.094
15	2.386	1.195	0.799	0.482	0.304	0.245	0.167	0.128	0.091
20	2.385	1.195	0.799	0.481	0.304	0.244	0.166	0.127	0.089
30	2.385	1.195	0.798	0.481	0.303	0.244	0.165	0.126	0.087
45	2.385	1.195	0.798	0.481	0.303	0.243	0.164	0.125	0.086
60	2.385	1.195	0.798	0.481	0.302	0.243	0.164	0.125	0.085
90	2.385	1.195	0.798	0.481	0.302	0.243	0.164	0.124	0.085

T _φ (分)	偏差 50%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	0.389	0.203	0.142	0.096	0.073	0.066	0.056	0.052	0.048
2	0.387	0.199	0.137	0.089	0.064	0.056	0.046	0.041	0.037
3	0.387	0.197	0.135	0.086	0.060	0.052	0.041	0.036	0.032
5	0.386	0.196	0.134	0.084	0.057	0.048	0.037	0.032	0.027
8	0.386	0.196	0.133	0.083	0.055	0.046	0.034	0.029	0.024
10	0.386	0.195	0.132	0.082	0.054	0.045	0.034	0.028	0.022
15	0.385	0.195	0.132	0.082	0.053	0.044	0.032	0.026	0.021
20	0.385	0.195	0.132	0.081	0.053	0.044	0.031	0.025	0.020
30	0.385	0.195	0.132	0.081	0.053	0.043	0.031	0.025	0.019
45	0.385	0.195	0.131	0.081	0.052	0.043	0.030	0.024	0.018
60	0.385	0.195	0.131	0.081	0.052	0.043	0.030	0.024	0.017
90	0.385	0.195	0.131	0.081	0.052	0.042	0.030	0.024	0.017

14.6.3 BDPA-03

T _φ (分)	偏差 5%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	10.67	5.35	3.57	2.16	1.37	1.11	0.77	0.61	0.45
2	10.67	5.34	3.57	2.15	1.35	1.09	0.74	0.57	0.41
3	10.67	5.34	3.56	2.14	1.35	1.08	0.73	0.56	0.40
5	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.08	0.73	0.55	0.38
8	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.08	0.72	0.55	0.37
10	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.55	0.37
15	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.37
20	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.37
30	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.36
45	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.36
60	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.36
90	10.67	5.34	3.56	2.14	1.34	1.07	0.72	0.54	0.36

T _φ (分)	偏差 10%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ·cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	2.67	1.35	0.90	0.56	0.37	0.31	0.23	0.19	0.16
2	2.67	1.34	0.90	0.55	0.35	0.29	0.21	0.17	0.13
3	2.67	1.34	0.90	0.54	0.35	0.28	0.20	0.16	0.12
5	2.67	1.34	0.90	0.54	0.34	0.28	0.19	0.15	0.11
8	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.28	0.19	0.15	0.10
10	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.19	0.14	0.10
15	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.19	0.14	0.10
20	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.18	0.14	0.10
30	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.18	0.14	0.10
45	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.18	0.14	0.10
60	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.18	0.14	0.09
90	2.67	1.34	0.89	0.54	0.34	0.27	0.18	0.14	0.09

T _φ (分)	偏差 20%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	0.67	0.34	0.24	0.15	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06
2	0.67	0.34	0.23	0.15	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05
3	0.67	0.34	0.23	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
5	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04
8	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
10	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
15	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
20	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
30	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
45	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
60	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03
90	0.67	0.34	0.23	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03

T _φ (分)	偏差 50%での流束密度 (φ_H 、min ⁻¹ ・cm ⁻²)								
	流束密度 φ_H 測定時間 (分)								
	1	2	3	5	8	10	15	20	30
1	0.11	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
2	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
3	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
5	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
8	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
10	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
15	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
20	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
30	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
45	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
60	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
90	0.11	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01