

AT2533 線量計

取扱説明書
Ver 2.0.1



内容

1	仕様	8
1.1	目的	8
1.1.1	利用用途.....	8
1.2	動作条件.....	9
1.2.1	動作条件.....	9
1.2.2	通常の動作条件.....	9
1.2.3	防水防塵.....	9
1.2.4	対応規格.....	9
1.3	仕様	10
1.3.1	パルス放射線（X線・ガンマ線）の測定.....	10
1.3.2	相対応答変動.....	10
1.3.3	測定エネルギー範囲と依存性.....	11
1.3.4	方向特性.....	11
1.3.5	電池と動作時間.....	12
1.3.6	PU-33 測定値表示ユニットの限界仕様.....	12
1.3.7	過大線量を照射時	13
1.3.8	防水機能.....	13
1.3.9	線量率測定における補足の許容相対誤差.....	13
1.3.10	輸送パッケージを使った輸送時の限界条件.....	14
1.3.1	検出器寿命.....	14
1.3.2	重さ.....	14
1.3.3	寸法.....	14
1.3.4	その他の仕様.....	15
1.4	付属品.....	16
2	動作と設計	17
2.1	原理	17
2.2	設計	19
2.2.1	2つの検出ユニット.....	19
2.2.2	特殊ケーブル	19
2.2.3	PU-33 測定値表示ユニットの特徴.....	19

2.2.4	外観.....	20
2.2.5	線量計のマーク、シール	21
3	使い方	22
3.1	使い始める前に.....	22
3.1.1	電池.....	22
3.2	電源	23
3.2.1	電源を入れる	23
3.2.2	電源を切る.....	23
3.2.3	電池残量.....	24
3.3	線量計の起動.....	25
3.3.1	PU-33 + BDKG33 での起動.....	25
3.3.2	PU-33 だけで起動.....	25
3.4	液晶画面のバックライト	26
3.5	外部検出器の接続チェック.....	27
3.6	設定メニュー	28
3.6.1	設定メニュー	28
3.6.2	設定メニュー内でのボタン操作	29
3.6.3	設定メニューの中を移動する.....	30
3.6.4	BDKG33 + PU33 の動作メニュー	30
3.6.5	PU33 の動作メニュー	31
3.6.6	積算線量モードの中の設定メニュー.....	32
3.6.7	線量率モードに戻る方法	33
3.7	線量率の測定.....	34
3.7.1	X線・ガンマ線の線量率の測定	34
3.7.2	平均化	34
3.7.3	時定数と偏差 (%)	36
3.7.4	再測定の開始	36
3.8	線量率に対する警告発動値.....	37
3.8.1	線量率の対する警告発動値の選択.....	37
3.8.2	過大線量時の表示	39
3.8.3	L99 の表示	39
3.9	積算線量の測定.....	40
3.9.1	2つの積算線量.....	40
3.9.2	積算線量の測定方法.....	40
3.9.3	機器の最大耐久・積算線量に対する警告.....	41

3.9.4	積算線量モード	42
3.9.5	積算線量の設定モード	43
3.10	積算線量に対する警告発動値	44
3.10.1	積算線量に対する警告発動値の選択	45
3.11	パルスに対する平均線量率の測定	47
3.11.1	パルス X 線・ガンマ線に対する平均線量率の測定	47
3.12	警告の発動	48
3.12.1	警告発動時の動作	48
3.12.2	パソコンを使った警告発動値の変更	48
3.12.3	警告が発動しない状態	48
4	パソコンとの接続	49
4.1	パソコン接続でできること	49
4.2	インストールと起動	49
4.3	インストール時のエラー	50
4.3.1	方法 A	50
4.3.2	方法 B	50
4.4	ドライバーのインストール	51
4.5	測定器との接続	52
4.5.1	アプリの起動	53
4.5.2	測定器との接続	54
4.6	アプリの使い方	56
4.6.1	ノートブック	56
4.6.2	日付と時刻	57
4.6.3	イベント	57
4.7	管理者モード	58
4.7.1	管理者と利用者の2つのモード	58
4.8	警告発動値の設定	59
4.9	アプリを使った線量管理方法	60
4.9.1	グループの登録	61
4.9.2	所属の登録	62
4.9.3	被ばく管理	63
4.10	利用者登録	64
4.11	持ち出し管理	65
4.11.1	線量計の持ち出し	65
4.11.2	線量計の返却	66

4.12	記録.....	68
5	サービス.....	70
5.1	保証.....	70
5.2	メンテナンス.....	71
5.2.1	お手入れ.....	71
5.2.2	保管.....	71
5.2.3	廃棄.....	71
6	付録.....	72
6.1	エネルギー依存性.....	72
6.2	推奨される測定読み取り回数と時間.....	73
6.3	困ったとき.....	74
6.4	日付・時刻合わせ.....	75
6.5	偏差.....	76
6.5.1	測定誤差.....	76
6.5.2	専門知識.....	76
6.6	外部検出器の切り替え.....	77

線量計 AT2533 の取扱説明書です。

原理、設計、仕様など取り扱いのすべてを説明いたします。

線量計 AT2533 には、2タイプあります。測定器の裏面についてシールで型番を確認してください。

AT2533	パソコンとの接続は、USB接続。
AT2533/1	パソコンとの接続は、USBまたは Bluetooth接続。

この取扱説明書内では、以下の省略記号が使われます。

BDKG-33	X線・ガンマ線の外部検出器
PU-33	測定値表示端末
PV	光起電検出器(半導体検出器)

1 仕様

1.1 目的

線量計は、X線、ガンマ線の空間線量当量率、および空間線量当量（積算線量）を測定するように設計されています。緊急事態を含む高線量環境で使用できるように設計されています。

AT2533 線量計は、測定値の表示ユニット(以下 PU-33)とガンマ線検出ユニット（以下 BDKG-33）、接続ケーブル（以下ケーブル）で構成されています。

- 説明中で、AT2533 という型番が記載された場合には、PU-33 と BDKG-33 を接続した測定の解説です。
- 説明中で、PU-33 という型番での説明は、PU-33 に内蔵された検出器だけを使った測定の解説です。

線量計 AT2533/1 は測定値の表示ユニットは PU-33/1（以下 PU-33/1)です。PU-33/1 はパソコンとの Bluetooth 無線通信機能を備えています。以降の説明では、基本的には共通の機能について解説します。

1.1.1 利用用途

- 実験室
- 放射線安全サービス
- 電離放射線源を利用する企業
- 緊急対策機関
- 高線量の電離放射線源をもつ原子力機関
- 原子力の管理機関
- パルス設備（線形加速器）

1.2 動作条件

1.2.1 動作条件

温度	-30~+60°C
相対湿度 (35°C以下、結露なし)	98%以下
気圧	66~106.7 kPa

1.2.2 通常の動作条件

温度	-15~+25°C
相対湿度 (35°C以下、結露なし)	30~80%以下
気圧	86~106.7 kPa

1.2.3 防水防塵

BDKG-33 検出ユニット部	IP 68
PU-33, PU-33/1 測定値表示ユニット	IP 54

対応規格 GOST 14254-2015.

1.2.4 対応規格

GOST 27451-87	電離放射線の測定仕様
IEC 60846-2-2015	放射線防護規則 - ベータ線、ガンマ線の空間線量率測定器、モニターについての規格
IEC 61010-1-2014 Class III GOST 12.2.007.0-75	電気計測器の安全規格
GOST 12.1.004-91	火災安全に関する規格 火災になる確率は年間 10^{-6} 以下です。
TKP 181-2009	線量計は火災の現場などで利用することは想定していません。

1.3 仕様

表 1-1 は、空間線量率、空間線量（積算線量）の測定範囲、固有相対誤差です。

測定値表示ユニット PU-33 単体だけでもガンマ線測定ができます。

機種	AT2533 (AT2533/1) = PU-33 + BDKG-33	PU-33 (PU-33/1)のみで利用
線量率の測定範囲	1 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 1,000 Sv/h	0.1 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 10 mSv/h
積算線量の測定範囲	10 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 5,000 Sv	1 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 2 Sv
固有相対誤差(線量率)	$\pm 25\%$ ($\leq 10 \mu\text{Sv/h}$) $\pm 15\%$ ($< 10 \mu\text{Sv/h}$)	$\pm 25\%$ ($\leq 1 \mu\text{Sv/h}$) $\pm 15\%$ ($< 1 \mu\text{Sv/h}$)
固有相対誤差(積算線量)	$\pm 15\%$	$\pm 15\%$

表 1-1

1.3.1 パルス放射線（X線・ガンマ線）の測定

パルス放射線は、20 cps 以上のパルス率、1 μS 以上の継続期間が必要です。

パルスの平均線量率 (平均線量率)	100 mSv/h ~ 1000 Sv/h (27 $\mu\text{Sv/s}$ ~ 0.3 Sv/s)
積算線量	10 μSv ~ 5000 Sv
固有相対誤差	$\pm 20\%$

1.3.2 相対応答変動

線量計と PU-33 の線量率、積算線量の測定範囲内での相対応答変動は、 $\pm 15\%$ です。読み出し変動計数は、表 1-2 を超えない範囲です。

ここで $\dot{H}_0^*(0)$ は線量率測定範囲の下限値です。 $H_0^*(0)$ は積算線量測定範囲の下限値です。

線量率の測定	15%	線量率 $\dot{H}^*(10) = \dot{H}_0^*(0)$
	$\{16 - \dot{H}^*(10) / \dot{H}_0^*(0)\} \%$	線量率 $\dot{H}_0^*(0) < \dot{H}^*(10) < 11 \cdot \dot{H}_0^*(0)$
	5%	線量率 $\dot{H}^*(10) \geq 11 \cdot \dot{H}_0^*(0)$
積算線量の測定	15%	線量率 $H^*(10) = H_0^*(0)$
	$\{16 - H^*(10) / H_0^*(0)\} \%$	線量率 $H_0^*(0) < H^*(10) < 11 \cdot H_0^*(0)$
	5%	線量率 $H^*(10) \geq 11 \cdot H_0^*(0)$

表 1-2

1.3.3 測定エネルギー範囲と依存性

エネルギー範囲	50 keV ~ 10 MeV
エネルギー依存性 (付録Aを参照)	±30%

1.3.4 方向特性

検出器 BDKG33 : ²⁴¹Am (59.5keV)ガンマ線源

0° ~ ±45°	±40%
±45° ~ ±60°	±60%
±60° ~ ±90°	±90%
±90° ~ ±135°	±90%
±135° ~ ±180°	±90%

検出器 BDKG33 : ¹³⁷Cs (662keV), ⁶⁰Co (1250keV) ガンマ線源

0° ~ ±45°	±20%
±45° ~ ±60°	±25%
±60° ~ ±90°	±40%
±90° ~ ±135°	±25%
±135° ~ ±180°	±40%

測定値表示ユニット PU-33 内臓ガンマ線測定器 : ²⁴¹Am (59.5keV)ガンマ線源

0° ~ ±45°	±40%
±45° ~ ±60°	±60%
±60° ~ ±90°	±90%

測定値表示ユニット PU-33 内臓ガンマ線測定器 : ¹³⁷Cs (662keV), ⁶⁰Co (1250keV) ガンマ線源

0° ~ ±45°	±20%
±45° ~ ±60°	±25%
±60° ~ ±90°	±80%

- 線量計の相対応答は、エネルギー 50keV~3MeV の範囲でガンマ線の入射角 0°~±45°で -29%~+67%まで変動します。
- PU33 の相対応答はエネルギー 50keV~10MeV の範囲でガンマ線の入射角 0°~±45°で -29%~+67%まで変動します。

1.3.5 電池と動作時間

- 線量計は、2本の単三電池(各 1.5V) で動作します。
- エネループなどの充電式乾電池でも動作します (各 1.2V)。

電池の動作時間は、 $10\mu\text{Sv/h}$ 以下の線量で表 1-3 の通りです。

250時間	AT2533, AT2533/1 線量計 (Bluetooth OFF時) 測定値表示ユニットと検出器のセットで利用した場合
1,000時間	PU-33, PU-33/1 測定値表示ユニットのみで利用した場合
50時間	AT2533/1で Bluetooth接続を ON にした場合

表 1-3

1.3.6 PU-33 測定値表示ユニットの限界仕様

動作温度	-30°C~+60°C	
急激なヒートショック	±30°C	
相対湿度(35°C以下、結露なし条件)	98%	
気圧	66~106.7 kPa	
振動	周波数範囲	5~150 Hz
	加速度 (クロスオーバー周波数以上)	19.6 m/s ² 以下
	振幅偏位 (クロスオーバー周波数以下)	0.15 mm
機械的衝撃	衝撃時間	2~50ミリ秒
	衝撃加速度ピーク	100 m/s ²
	衝撃回数	1,000回以下
固定磁場耐性	400 A/m	
落下衝撃	1 ± 0.1 m	

1.3.7 過大線量を照射時

表 1-4 を超える照射を行うと、校正パラメータなどの記録情報が失われ、再校正が必要になります。過大線量照射後に、正常動作に戻るには約 1 分かかります。

PU-33	線量率測定範囲の上限の100倍を超える線量率(= 1Sv/h)の照射を短時間 (5分以内)
BDKG-33	線量率測定範囲の上限の5倍を超える線量率(=5,000 Sv/h)の照射を短時間 (5分以内)

表 1-4

1.3.8 防水機能

検出器部は、水深 40m で利用できます。

PU-33 測定値表示ユニットには、水没できる防水性能がありません。

1.3.9 線量率測定における補足の許容相対誤差

±10%	気温変化による変動(-30°C~+60°C)
±15%	急激な気温変化 (ヒートショック)
-9~+11%	湿度変化による影響
±5%	気圧変化による影響(66~106.7 kPa)
±5%	連続振動
±5%	衝撃
±5%	磁場の影響(400A/m 以下)
±5%	落下 (高さ1.0±0.1m)
±5%	地震などの振動
±5%	ケーブルの長さ 20~50m

1.3.10 輸送パッケージを使った輸送時の限界条件

温度	-40°C~+60°C
湿度(35°C以下、結露なし)	98%
衝撃加速度 (10g)	98 m/s ²
衝撃継続時間	16 mS 以下
衝撃回数	1000±10回

1.3.1 検出器寿命

BDKG-33	25,000 Sv
PU-33	100 Sv

検出器 BDKG-33 の総積算線量が 25,000 Sv の 80%に達すると測定値表示ユニット PU-33 では、音、表示で警告が発動します。

1.3.2 重さ

PU-33	0.3 kg
BDKG-33	0.25 kg
ケーブル 20m	1.0 kg
ケーブル 50m	2.5 kg

1.3.3 寸法

PU-33	85 x 170 x 35 mm
BDKG-33	φ25 x 135 mm

ケーブルの最大長は、50m です。これ以上が必要な場合には、ご連絡ください。

ケーブルの長さが 20m 以内で注文する場合には、PU-33 に高線量を当てないようにしてください。

1.3.4 その他の仕様

初期起動時間	1分以内
連続稼働時の不安定性(24時間)	5%以下
10倍の線量(10 μ Sv/h以上)を急に照射した場合の応答時間	10秒以内
警告設定	Windows アプリで設定した8段階の警告設定値から選択する形で線量率、積算線量のアラーム発動値を設定可能
警告発動値の相対誤差	$\pm 15\%$
PCとの接続	USB : AT2533, AT2533/1 Bluetooth : AT2533/1
内部メモリへの保存ポイント	1,000 ポイント (毎分1回線量率を保存する場合、約17時間のデータを保存できます。毎1時間ごとのデータの場合には、41日間のデータを保存できます)
製品寿命	15年
校正なしでの連続保管期間	3年
電磁波放射に対する対応規格	STB 1788-2009 IEC 62479-2013
線量計が発する電波に関する対応規格	GOST 30969-2002 STB EN 55011-2012 (Class A)
静電気に対する対応規格	GOST 30969-2002 STB IEC 61000-4-2009 (Test Level 3)
電力磁場に対する対応規格	GOST 30969-2002 GOST IEC 61000-4-8-2013(Test Level 3)
無線周波数に対する対応規格	STB IEC 61000-4-6-2011 (Test Level 2)
電氣的なバーストに対応する規格	GOST 30804.4.4-2013 (Test Level 2)
特殊な物質	線量計には、貴金属や非鉄金属は含まれていません。

1.4 付属品

名称	パーツ番号	内容
AT2533 線量計	412118.039	単三電池2本
- PU33測定値表示ユニット	412159.020	
- BDKG-33 検出部	418269.123	
AT2533/1 線量計	412118.039-01	単三電池2本
- PU33/1 測定値表示ユニット	412159.020-01	
- BDKG-33 検出部	418269.123	
専用ケーブル	685621.446	20～50m で長さ指定
アクセサリキット	412914.071	
- 壁付けブラケット(オプション)	723356.004	
- 充電式電池(単三タイプ)	-	
- ケーブル巻き取りホイール	-	
- 充電式電池用のチャージャー	-	
- USB 2.0 (A/mini B)ケーブル	-	
ソフトウェア		
- Dose Manager – Windows アプリ	00315-01	
- Dose Remote – Windows アプリ	00436-01	PU33/1 – Bluetooth 用
校正証明書	MRB MP.2936-2019	
取扱説明書	412118.039 UM	
専用ケース	305648.035	

2 動作と設計

2.1 原理

AT2533 は、全部で 3 つの検出器から成り立っています。

- PU-33 測定値表示ユニット：検出器 1 個
- BDKG-33 検出部：検出器 2 個

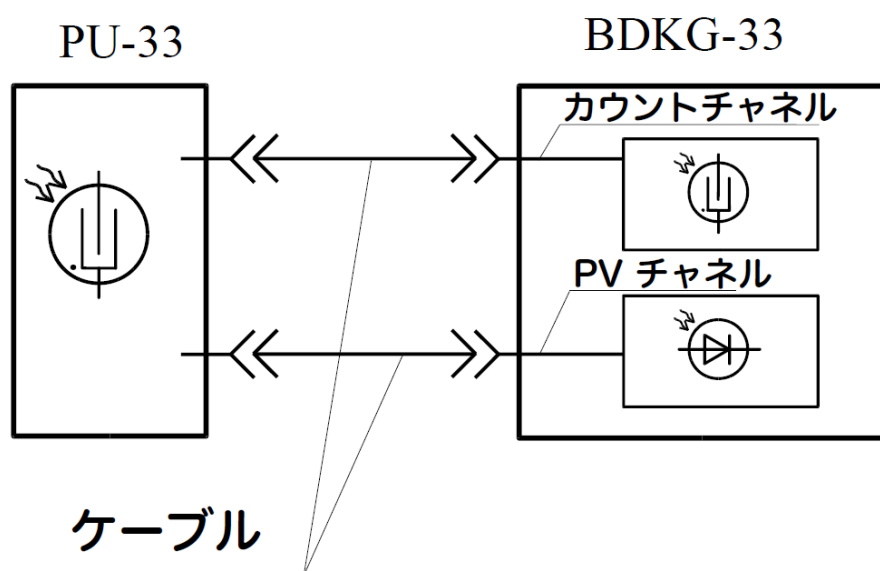


図 2-1

- BDKG-33 の中には、カウントチャンネル（GM 管検出器）と PV チャンネル（半導体検出器、光起電検出器）の 2 つがあります。
- PU-33 の中には、GM 管検出器があります。PU-33 は測定値表示端末ですが、これに内蔵された検出器は、作業側側の被ばく量を知るための物になります。
- 外部検出器 BDKG-33 を接続すると、PU-33 内の検出器は動作しません。
- 外部検出器 BDKG-33 の接続を外すと、PU-33 の検出器が動作します。
- 外部検出器 BDKG-33 内の 2 つの検出器は、線量率に応じて自動的に切り替えが行われます。

PU-33 測定値表示ユニット内のマイコンは、こちらの処理を行っています。

- 検出器 BDKG-33 からの信号を処理
- 測定値への計算
- 動作モードの切り替え
- 測定値の表示
- 自己診断機能

線量計の動作アルゴリズムは、測定すると同時に以下の処理も行っています。

- 線量率、積算線量の計算
- 現在の放射線量を警告発動値（しきい値）と比較を続ける。
- 測定結果の統計誤差（%）の計算
- 放射線量の変化を監視
- 音、表示による警告アラームの発動

PU-33 測定値表示ユニットには、不揮発性の保存メモリが内蔵されており、以下のデータを定期的に保存しています。

- 現在の測定値（線量率、積算線量） - 最大 1,000 ポイントまで保存可能
- 決められた時間間隔内での最大線量値
- 日付、時間
- 線量計の起動

2.2 設計

2.2.1 2つの検出ユニット

BDKG-33 検出ユニットには、2つの検出器が内蔵されています。

カウント計 (GM管)	不活性ガス中の電子パルスからの情報
光起電検出器(PV)	アナログ信号からの情報

BDKG-33 検出器の電源は、PU-33 が供給しています。

PU-33 測定値表示ユニットは、線量率に応じて 2 つの検出ユニットを自動的に選択しています。PU-33 には、GM 管検出器が内蔵されており、外部検出器である BDKG-33 がない場合には自動的に内部の GM 管による測定が行われます。

検出器の切り替えが何度も行われることを避けるために、

- GM 検出器(低い線量) -> PV 検出器(高い線量) に切り替わる場合には、150mSv/h で GM 検出器を基準として切り替える。
- PV 検出器(高い線量) -> GM 検出器(低い線量) に切り替わる場合には、100mSv/h で PV 検出器を基準として切り替える。

2.2.2 特殊ケーブル

BDKG-33 検出器には、高い放射線耐性を実現するために電子回路が含まれていません。

専用ケーブルは、耐放射線対策を行った特殊なケーブルが使われています。

2.2.3 PU-33 測定値表示ユニットの特徴

- 耐衝撃性に優れた ABS 樹脂製
- USB コネクタ、検出器へのケーブルコネクタの 2 つ
- 側面には、警告アラームの出力スピーカーがあります。
- 手袋をはめた状態で操作することを想定しています。

2.2.4 外観

PU-33 測定値表示ユニットには、液晶画面と2つのボタンがあります。外観は図 2-2 です。

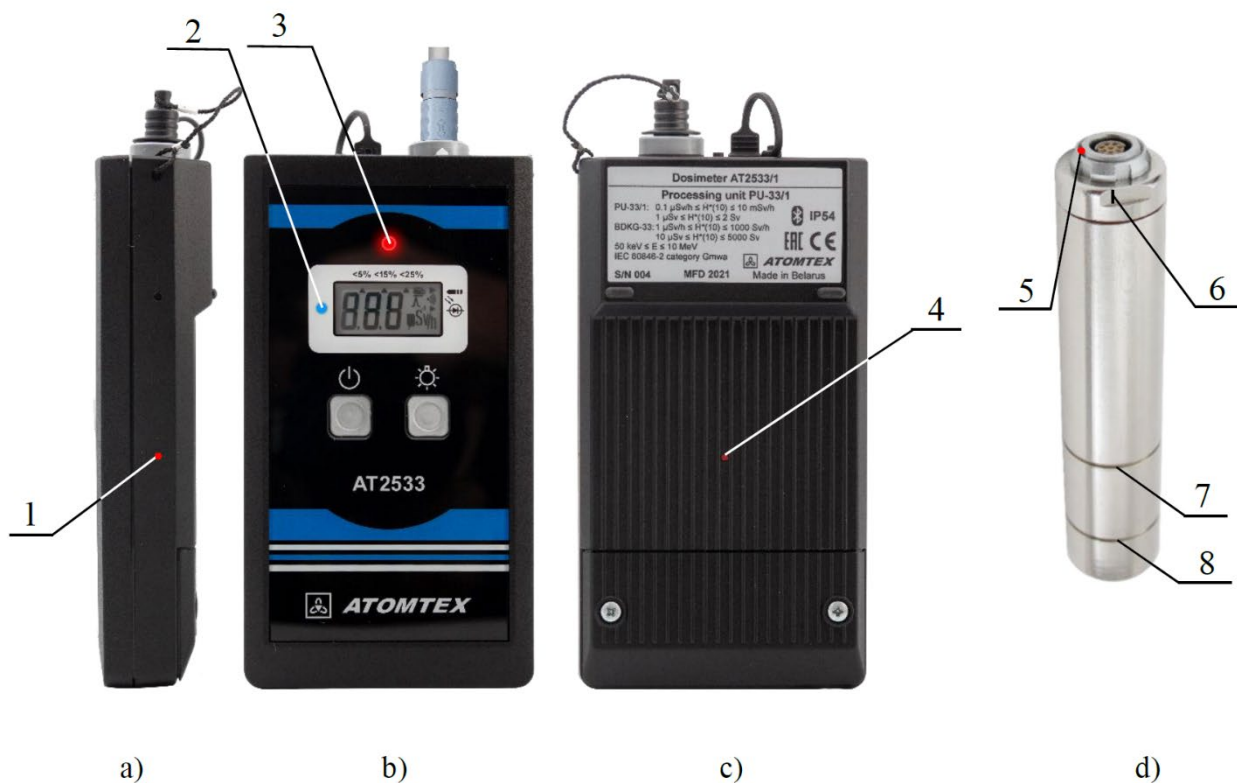


図 2-2

- (1)(4)の赤点は、PU-33 内蔵の GM 管の感度の中心点（校正点）を示しています。
- (2)は、PU-33/1 の Bluetooth の稼働状況を示すライトです。
- (3)は、警告ライトです。（線量率、積算線量）
- (5)は、BDKG-33 コネクタ
- (6)は、感度の中心点（校正点）を示しています。
- (7)は、カウント計検出器の感度の中心点（校正点）を示しています。
- (8)は、光起電検出器(PV) の感度の中心点（校正点）を示しています。

2.2.5 線量計のマーク、シール

線量計についているマーク、シールは、規格 GOST 22261-94 , GOST 26868-86 の基準で作られています。

PU-33 の表側には、以下の情報がマークとしてあります。

- 機種名 AT2533
- 製造者名
- 機種名 AT2533 Dosimeter
- 処理ユニットの名称
- 製造者名
- 製造国名
- シリアル番号
- 製造年
- 認証マーク
- 欧州規格のマーク
- 防水性能 IP54 (GOST 14245-2015)
- 線量計の分類 (IEC 60846-2-2015)
- 感度の中心点 (校正の中心点) のマーク
- 無線 Bluetooth のアイコンマーク(AT2533/1)

BDKG-33 には、以下の情報がマークとしてあります。

- 機種名 BDKG-33
- 製造者名
- シリアル番号
- 機種名 AT2533 Dosimeter
- 処理ユニットの名称
- 防水性能 IP 68 (GOST 14245-2015)
- カウント計・検出器の感度の中心点、ライン (校正点)
- 光起電検出器(PV) の感度の中心点、ライン (校正点)

3 使い方

3.1 使い始める前に

取扱説明書をよく読んでください。購入した直後や、長い保管を行った後であれば、外観に損傷がないか確認してください。

3.1.1 電池

PU-33 に単三電池2本を入れてください。電池はPU-33の裏にある電池ボックスにあるネジ2本を外して電池を入れてください。

電池を交換する場合、30秒以内に交換すれば内部の時計を合わせ直す必要はありません。

注意

- 電池を入れ替える場合には、必ず線量計を OFF にしてから電池を入れ替えてください。
- 古い電池と新しい電池を組み合わせず使わないでください。
- 長い間使わない時は、必ず電池を抜いてください。電池が液漏れした場合、修理代金は高くなります。
- 電池を入れた後、警告音が鳴り止まない場合、再度、電池を入れ直してみてください。


3.2 電源

3.2.1 電源を入れる



電源が OFF であることを確認してください。続いて、検出器 BDKG-33 と PU-33 をケーブルで接続してください。

注意

- 電源が ON の状態で、ケーブルを抜き差ししないでください。故障の原因となります。
- BDKG-33, PU-33 のシリアル番号は一致している必要があります。
- ケーブルは強く曲げないでください。

検出器 BDKG-33 と測定値表示ユニット PU-33 をケーブルで接続できたら、電源ボタン  を押して電源を入れてください。電源ボタンは、2 秒以上長押しはしないでください。押したらすぐに手を放してください。




3.2.2 電源を切る

1. 電源が ON の時に電源ボタン  を 3 秒長押しします。
2. 画面に OFF の文字が表示されたら、いったんボタンから手を放します。
3. 再度、 ボタンを液晶画面が消えるまで長押しすると、電源が OFF となります。

3.2.3 電池残量

電源が ON になると毎 5 分毎に電池残量がチェックされ、機器の動作が自己診断されます。

残量は、電池マークのアイコンに表示されます。

	十分に電池残量があります。
	液晶画面に5分毎に b16 といい数字が表示されます。これは残り16時間利用できることを意味しています。（線量率 10 μ Sv/h以下、警告アラームなし、Bluetooth OFF の条件です）
	電池アイコン内が空になった状態では、液晶画面に5分毎に b2 が表示されます。これは残り2時間利用できることを意味しています。（線量率 10 μ Sv/h以下、警告アラームなし、Bluetooth OFF の条件です） バッテリーが完全になくなると bt0 と表示されます。この場合には、測定モードに切り替えることができません。電源を切ることが可能です。

その他 bt0, dt0, Er0, Ehu, d4 などが液晶画面に表示されます。これらについては、6.3 困ったとき (p.74)を見てください。

3.3 線量計の起動

3.3.1 PU-33 + BDKG33 での起動

起動は以下に順に進みます。


1. 自己診断モード
2. 液晶画面のすべての場所が同時に 2 秒間だけ点灯します。
3. 赤色 LED (警告発動ライト) が点滅します。
4. ビープ音が鳴ります。
5. 緑色 LED が点滅します。
6. 自己診断テスト終了
7. もし PU-33 の内部時計が設定されていない場合には、Sdt の文字が画面に表示されます。
Sdt = Set Date and Time の略です。内部時計が合わせられていないため設定が必要という注意になっています。内部時計が設定されている場合には、Sdt は表示されません。
8. 5 秒間、BDKG-33 の積算線量値が表示されます。
9. 現在の線量率の測定値モード(BDKG-33 で測定)に入ります。

3.3.2 PU-33 だけで起動

起動は以下に順に進みます。

1. 自己診断モード
2. 液晶画面のすべての場所が同時に 2 秒間だけ点灯します。
3. 赤色 LED (警告発動ライト) が点滅します。
4. ビープ音が鳴ります。
5. 緑色 LED が点滅します。
6. 自己診断テスト終了
7. もし PU-33 の内部時計が設定されていない場合には、Sdt の文字が画面に表示されます。
Sdt = Set Date and Time の略です。内部時計が合わせられていないため設定が必要という注意になっています。内部時計が設定されている場合には、Sdt は表示されません。
8. PU-33 内臓の GM 管による線量率測定値が表示されます。
9. 液晶画面が消えます。



3.4 液晶画面のバックライト

 ボタンを長く押しとバックライトが点灯します（3秒以内で押ししてください）

ライトが点灯したらボタンから手を放してください。

ライトは、約10秒間点灯します。

3.5 外部検出器の接続チェック

PU-33 測定値表示ユニットは、毎 5 秒おきに動作チェックを行い BDKG-33 外部検出器が接続されているか確認を取っています。チェックする瞬間には、液晶画面の右側にある  検出器のマークの横に  矢印マークが表示されます。

- もし線量計が動作しているときに BDKG-33 検出器が切断されてしまった場合には、この矢印マークが消えて赤ライトが点滅し、線量率の表示は PU-33 の内部検出器に自動的に切り替わります。
- 再度、外部検出器 BDKG-33 が接続されると最初に積算線量の表示が 5 秒間表示され、続いて線量率の表示に戻ります。検出器マークや三角のアイコンも表示されるようになります。

外部検出器のケーブルの抜き差しは、必ず電源を OFF にしてから行ってください。

3.6 設定メニュー

3.6.1 設定メニュー

測定器は、最初は線量率の測定値が表示されます。

線量率の表示モードをスタート地点として設定画面では、以下の動作を変更することができます。



- 電源を OFF にする
- 外部検出器 BDKG-33 で高線量用の検出器だけを使うようにする。
- 線量率に対する警告発動値を変更するモード
- 積算線量の測定値を表示するモード
- 積算線量に対する警告発動値を変更するモード
- 積算線量を 0 にリセットするモード
- 線量計 PU-33 内部の日付・時計の設定（パソコンアプリからも実行可能）
- Bluetooth 接続を ON/OFF するモード

3.6.2 設定メニュー内でのボタン操作

測定値表示ユニット PU-33 には、2つのボタンがあります。

ほとんどの操作は左側の  ボタンだけを使います。

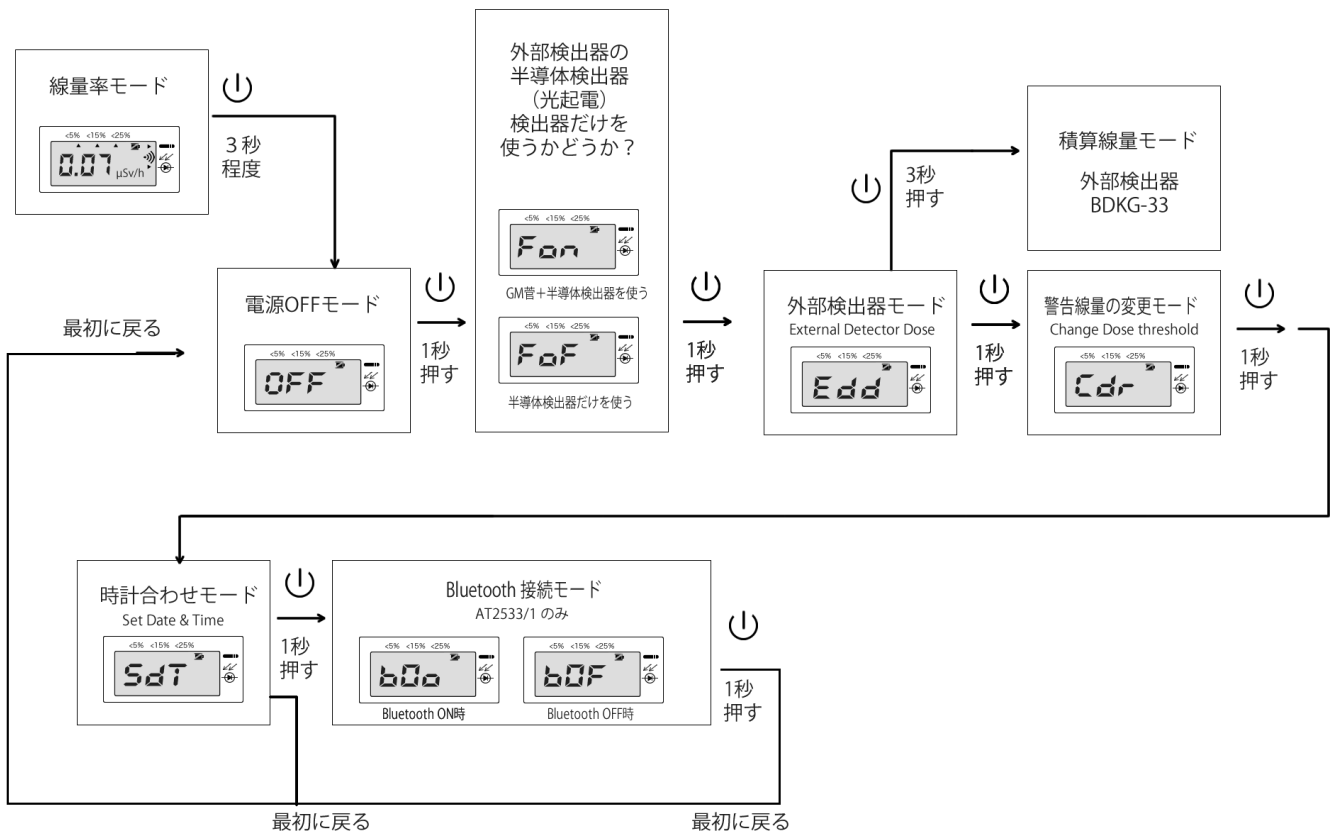
測定器の設定を変更する場合には、こちらを覚えておくと操作しやすくなります。

 ボタン 3 秒間押す 長押し	設定画面に移る時は長押しです。 <ul style="list-style-type: none"> ● 測定値モードから設定画面に移り変わるときには長押しします。 ● 設定画面で、その設定を変更したいときは長押しします。
 ボタン 1 秒間押す 短く押して手を放す	複数の選択肢を順番に移動する時は短く押します。 <ul style="list-style-type: none"> ● 設定画面が複数ある場合に、画面を 1 枚目、2 枚目と順番に移動していく場合には短く押します。 ● 設定する値が複数ある場合、ON/OFF を切り替える場合などに選択できる値を順番に見ていく場合に短く押します。
なにも押さずに 5 秒待つ	元に戻る、その値を選択する <ul style="list-style-type: none"> ● 設定の値を選んだ後で、何にもボタンを押さないと 5 秒待つとその値が選択され保存されます。 ● 設定画面で、何にもボタンを押さないと 5 秒待つと線量率モードや積算線量モードなど、最初にいた場所まで自動的に戻ります。

3.6.3 設定メニューの中を移動する

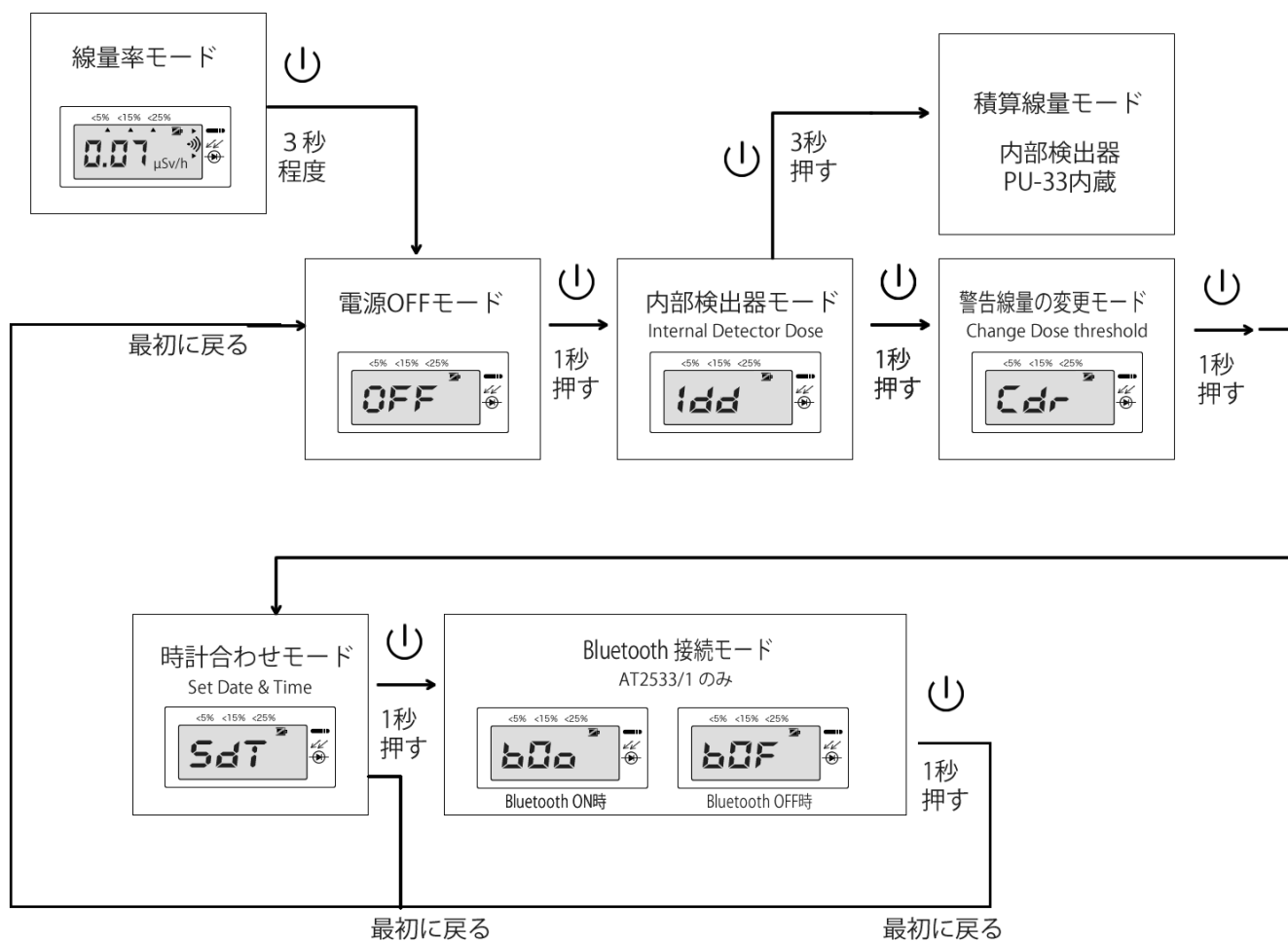
1. 線量率(測定単位 $\mu\text{Sv/h}$) の測定値が表示された状態からボタン ⏻ を3秒長押しします。
2. 画面に OFF の文字が表示されたら、ボタンから手を放します。
この状態は電源を切る一歩手前の状態です。
この状態で放置しても電源は OFF にはなりません。
3. 次に、 ⏻ ボタンを短く押して指を離します。(1秒以内)
画面表示が切り替わります。
これは複数ある設定メニュー画面が順番に切り替わる動作になっています。
4. さらに何度かゆっくりと、 ⏻ ボタンを短く押して指を離します。(1秒以内)
5. さらに画面が変わります。
再び OFF の文字が表示された時点で設定メニューを一周したことになります。
6. 各モードで5秒以上ボタンが押されない場合には、線量率表示モードに戻ります。

3.6.4 BDKG33 + PU33 の動作メニュー



各モードで5秒以上ボタンが押されない場合には、線量率表示モードに戻ります。

3.6.5 PU33 の動作メニュー



各モードで5秒以上ボタンが押されない場合には、線量率表示モードに戻ります。

3.6.6 積算線量モードの中の設定メニュー

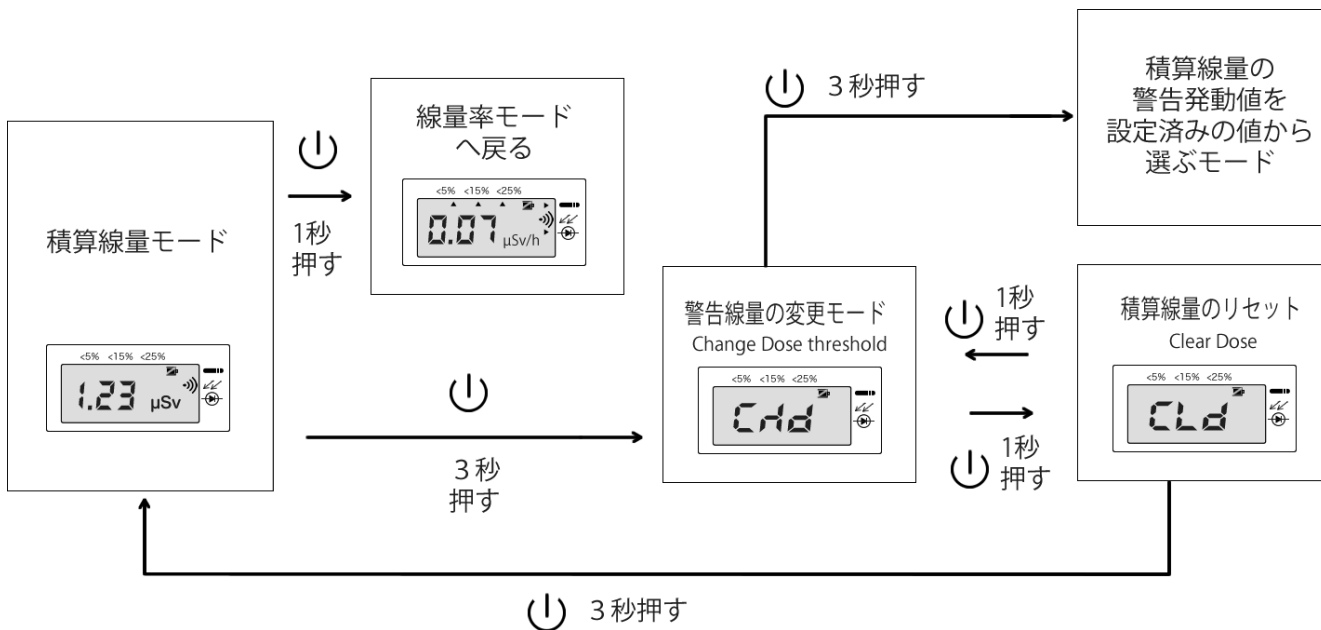
積算線量モードでは、今現在の積算線量の値が表示されます。

積算線量モードに移動するには、こちらを見て設定メニューを移動してください。


- 3.6.4 BDKG33 + PU33 の動作メニュー (p.30)
- 3.6.5 PU33 の動作メニュー (p.31)
- 3.9 積算線量の測定 (p.40)

積算線量モードに入ると、その中にも設定メニューが複数あります。

- 積算線量の表示 (単位 Sv)
- 積算線量に対する警告発動値をあらかじめ設定された値の中から選ぶ
- 積算線量を0にリセットする




各モードで5秒以上ボタンが押されない場合には、積算線量表示モードに戻ります。

さらに線量率モードに戻る場合には、ボタン  を短く押すと、戻ります。

3.6.7 線量率モードに戻る方法

PU-33 は、以下の時に自動的に線量率モードに戻ります。

- 電源を入れて起動した直後
- メインメニューを終了させた時
- 積算線量率モードで、 ボタンを短く押した時

3.7 線量率の測定

3.7.1 X線・ガンマ線の線量率の測定

測定値表示ユニット PU33 には、GM 管検出器、そして外部検出器 BDKG-33 には、GM管検出器と半導体検出器の2つが搭載されています。外部検出器 BDKG-33 を使う場合には、内臓の2つの検出器は線量率に応じて自動的に切り替えが行われます。

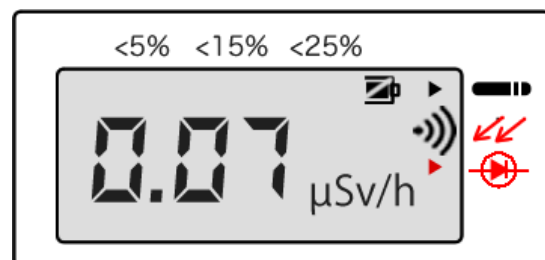
- BDKG-33 内蔵の検出器の切り替わりのタイミングは、

GM 検出器(低い線量) -> PV 検出器(高い線量) に切り替わる場合には、150mSv/h で GM 検出器を基準として切り替える。

PV 検出器(高い線量) -> GM 検出器(低い線量) に切り替わる場合には、100mSv/h で PV 検出器を基準として切り替える。

- 高線量に対応した半導体検出器が動作し始めると、半導体マークの方に▲マークが表示されるようになります。

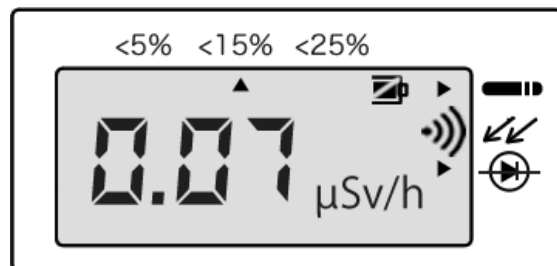
さらに線量率が上がり 20 Sv/h を超えるようになるとこの▲マークは、毎秒点滅するようになります。20 Sv/h を超える線量率になると毎秒数回、線量率の測定値は更新されます。



3.7.2 平均化

BDKG-33 内の GM 管、PU-33 内の GM 管検出器が使われている場合には、線量率の測定結果は、移動平均が使われています。測定時間が長くなるほど偏差 (%) の値が小さくなります。偏差 (%) は、▲マークで表示されます。偏差については、6.5 偏差 (p.76)を見てください。

矢印は、5, 15, 25%の3か所に点灯します。15%の部分に点灯している場合には、表示されている線量率 0.07 μSv/h ±15%の範囲に 95%の測定結果が収まっていることを示しています。



▲マークが表示されていない場合には、偏差が±25%以上あることを示しています。しばらく時間を置くことで偏差は下がってきます。

BDKG-33 の検出器のうち、高線量に対応した半導体検出器が使われている場合には、移動平均は行われずに測定結果だけが画面に表示されます。半導体検出器が使われている場合には、偏差（％）の▲マークは表示されません。毎秒数回、線量率の測定値は更新されます。

偏差部分の▲マークは、過大線量の表示の役割になります。詳しくは、3.8.2 過大線量時の表示 (p.39) をご覧ください。


3.7.3 時定数と偏差 (%)

線量計の時定数は、アルゴリズムによって自動的に調整されています。

線量計が放射線の大きな変化を検出すると自動的に現在の移動平均計算を破棄して、再測定が行われます。偏差が 25%以下の▲が点灯した時点で値を読むことで、最適な時定数で測定値を読むことができます。

3.7.4 再測定の開始

ある場所の放射線量の測定を再測定するには、平均化リセットを行います。

1. リセットするには、線量率モードでボタン  を短く押してください。
2. ライトが一度、点灯して平均化の計算がリセットされ、今現在の線量率を最初から測定しなおします
3. リセットを行うと偏差は 99%に戻り、時間がたてば徐々に値は下がってきます。
4. 再び 25%以下の▲が点灯したら値を読んでください。

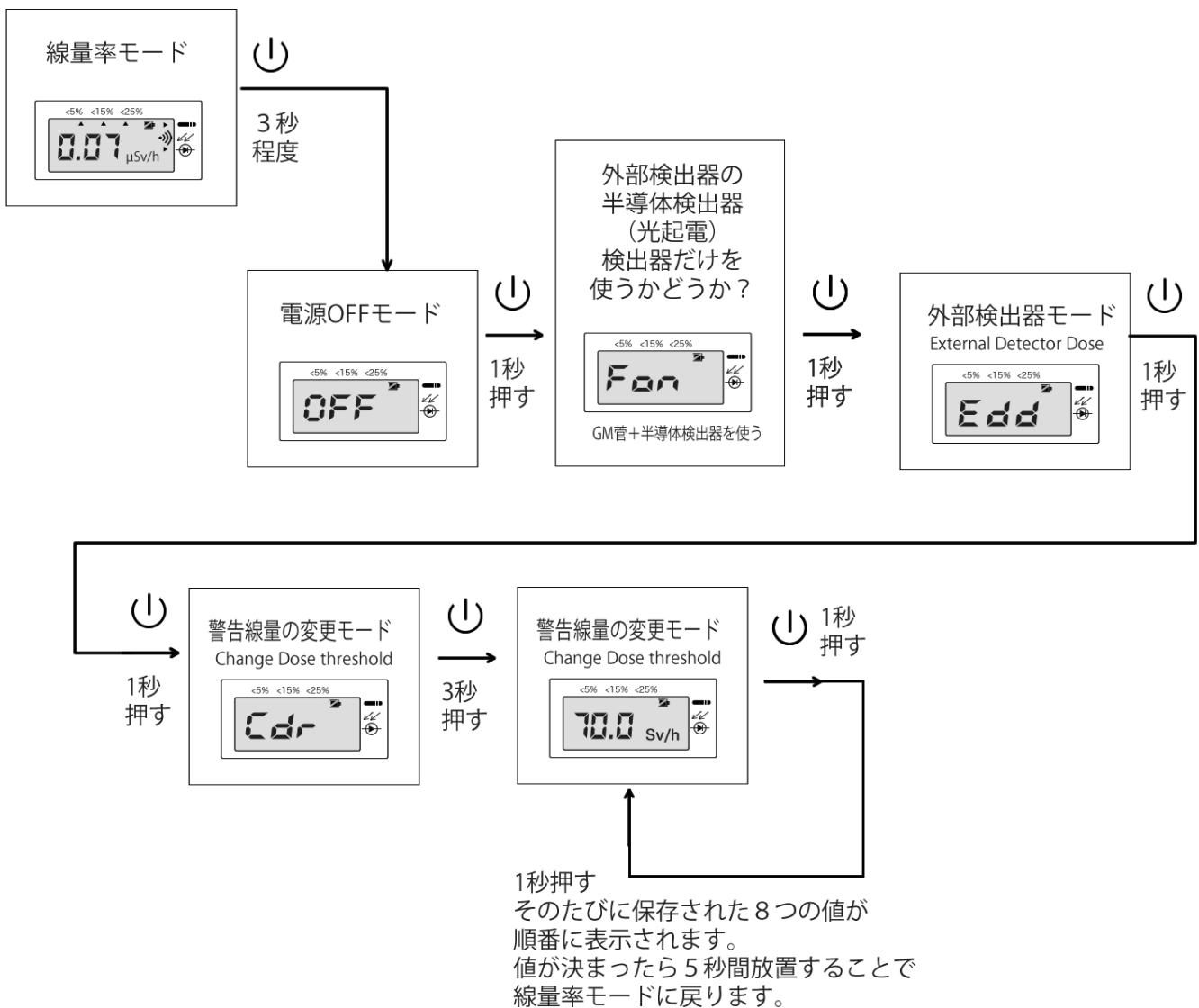
リセットは、たとえばビルの中から屋外に出たときや、新しい場所に線量計を設置したタイミングで行うことでその場所の放射線量を測りなおすことができます。

3.8 線量率に対する警告発動値

線量率に対しての警告発動値（音・光による警告発動）は、あらかじめ設定しておいた8つの警告発動値から1つを選ぶ形で設定できます。

- USB 接続でパソコンと接続することで8段階の設定の値自体を変更できます。
- 線量計本体では、8つの値から選択することができます。8つの値自体の変更はできません。

3.8.1 線量率の対する警告発動値の選択

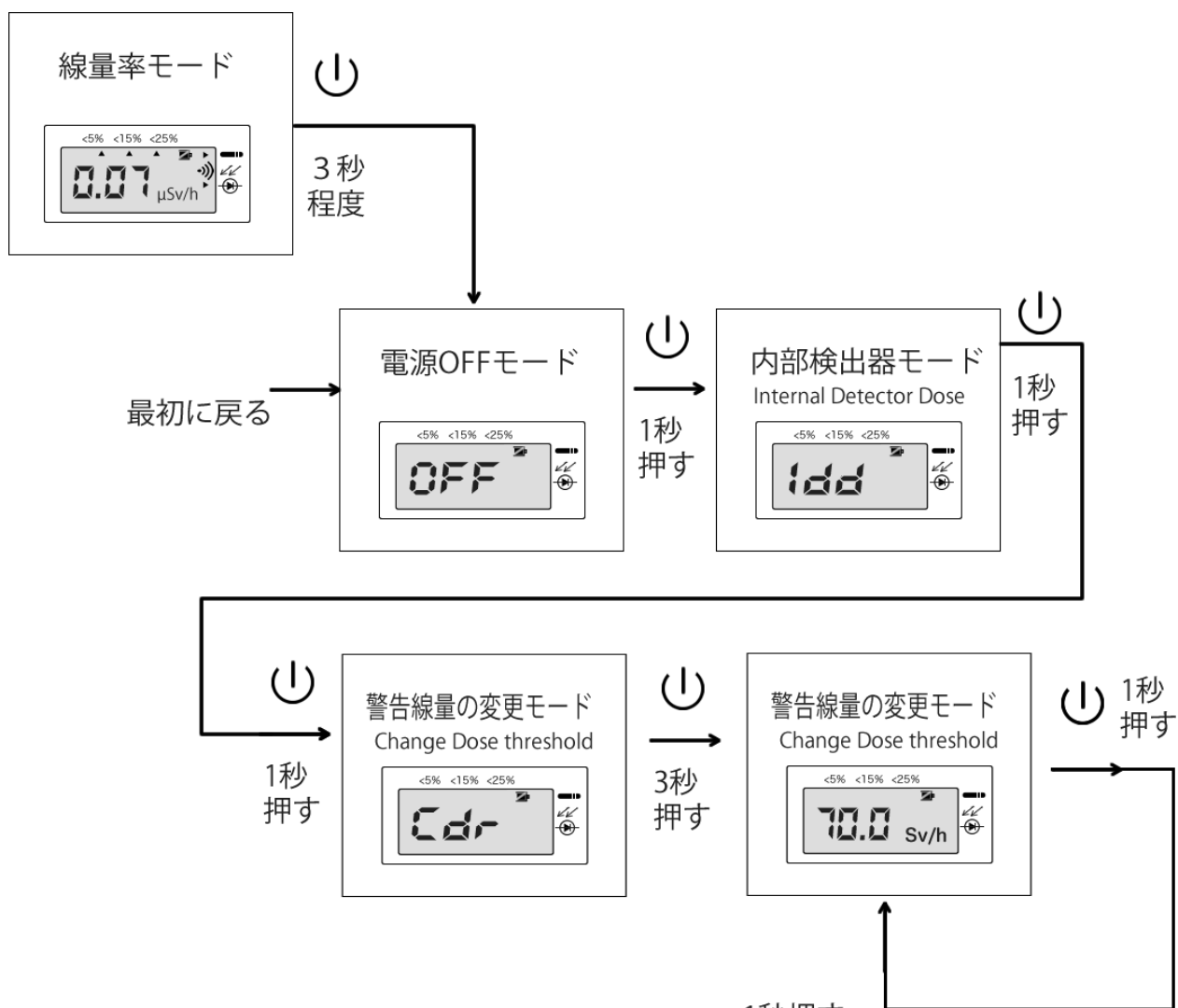


線量率モードからメニューをたどり、警告線量の変更モードに入って8つの保存された値から1つの値を

選んでください。値が決まったらそのままボタンを押さずに5秒間待つことで、線量率モードへ戻ることができます。

- 線量率に対する警告発動値は、PU-33 測定値表示ユニット、BDKG-33 外部検出器のそれぞれで違う値が保存できます。それぞれを設定するには、外部検出器を取り付けたり、外したりして設定してください。
- USB 接続では、同じ設定をパソコン画面で行うことができます。

PU-33 だけの場合には、こちらの手順になります。



1秒押す
そのたびに保存された8つの値が順番に表示されます。値が決まったら5秒間放置することで線量率モードに戻ります。

3.8.2 過大線量時の表示

線量率が 999 Sv/h を超えた場合、液晶画面の表示には、▲▲▲マークが表示されます。▲▲▲の表示と 1.00 Sv/h の表示で、1000 Sv/h = 1.00 kSv/h を表しています。このような表示方法で、999 Sv/h 以上の線量率を表示します。

積算線量についても 999 Sv を超えると同様の表示になります。



図 3-1

3.8.3 L99 の表示

外部検出器 BDKG-33 が光起電検出器（半導体検出器）のみで測定するモード(FoF) になると 100 mSv/h 以下の線量値を測定できなくなります。線量率が 100mSv/h に満たない場合、こちらのような表示になります。



Fon, FoF の切り替えについては、6.6 外部検出器の切り替え (p.77)を見てください。

3.9 積算線量の測定

3.9.1 2つの積算線量

積算線量の測定には、2タイプあります。

今現在の積算線量	積算線量を0にリセットした時点から、今現在までの総被ばく線量（積算線量）。測定値表示ユニット PU-33 で値を確認することができます。
機器の総積算線量	機器が生産された時点から現在までの総積算線量。こちらの積算線量は0にリセットできません。USB接続でパソコンと接続してソフトウェア画面から確認することができます。 機器の総積算線量は、線量計の被ばく限度を示します。限度を超えた場合、製品は寿命となり交換が必要になります。

3.9.2 積算線量の測定方法

積算線量は2タイプの方法で測定できます。

引き算、メモを使う方法	ある作業に出かける前に積算線量値を確認してメモします。たとえば $100 \mu\text{Sv}$ であればこの値と日付時間をメモします。次に数日、作業を行い再度、積算線量値を確認します。この2つの値の差分（引き算）の値が作業期間中に増加した積算線量ということになります。 この方法の利点は、短期間の積算線量も知ることができますし、数か月、1年といった長期的な積算線量も測定できる点です。
リセットする方法	作業を開始する前に積算線量を0にリセットして、作業後に積算線量の値を読み取る方法です。

3.9.3 機器の最大耐久・積算線量に対する警告

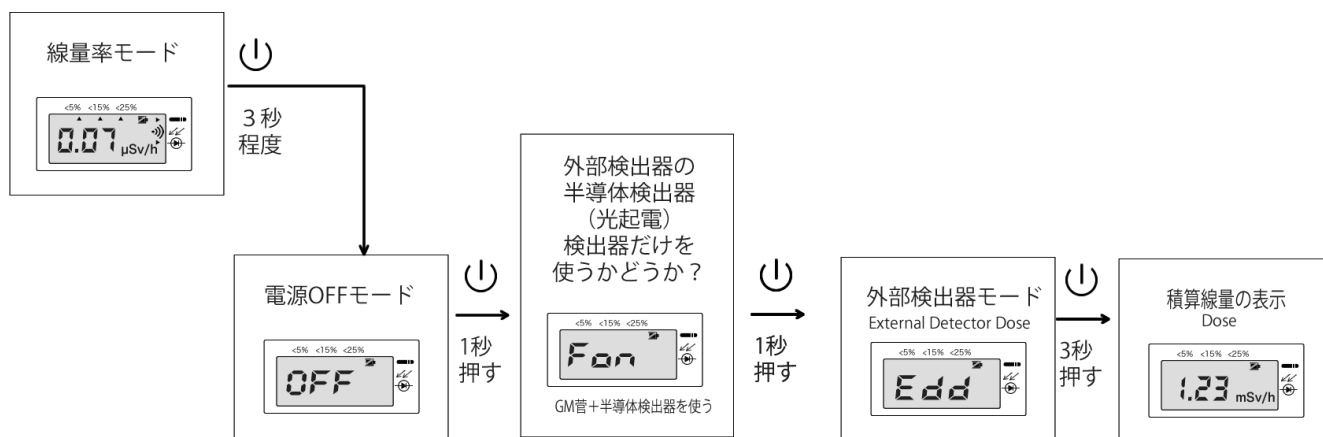
外部検出器 BDKG-33 の最大耐久積算線量は、50,000 Sv です。外部検出器 BDKG-33 に対する機器の総積算線量が 75%に到達すると、以下のメッセージが定期的に表示されるようになります。

d 1	外部検出器BDKG-33が、検出器の寿命に対して 75%の被ばくまで進んだことを示しています。(機器の起動時にだけ表示されます)
d 2	外部検出器BDKG-33が、検出器の寿命に対して 85%の被ばくまで進んだことを示しています。(毎30分ごとに表示されます)
d 3	外部検出器BDKG-33が、検出器の寿命に対して 95%の被ばくまで進んだことを示しています。(毎20分ごとに表示されます)
d 4	外部検出器BDKG-33が、検出器の寿命に対して 100%の被ばくまで進んだことを示しています。(毎10分ごとに表示されます)

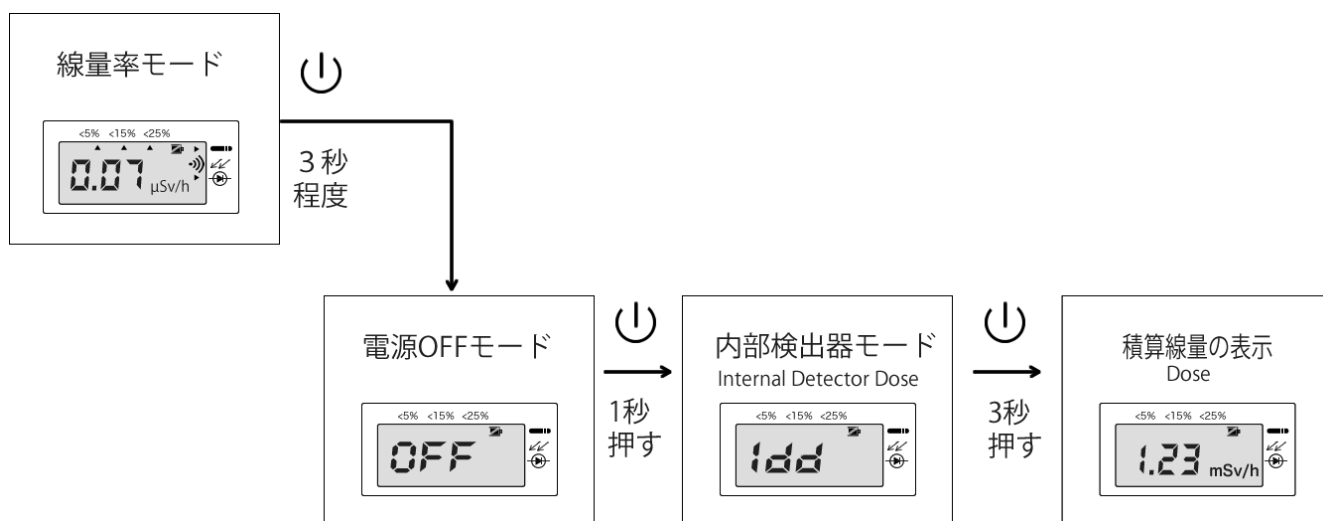
外部検出器が最大耐久積算線量は、50,000 Sv に到達すると、検出器ごとの交換が必要になります。この状態で使い続ける場合、1 μ Sv/h ~ 100 mSv/h の間の測定値は正しく表示されません。

3.9.4 積算線量モード

今現在の積算線量の表示手順（外部検出器接続時）は、こちらです。



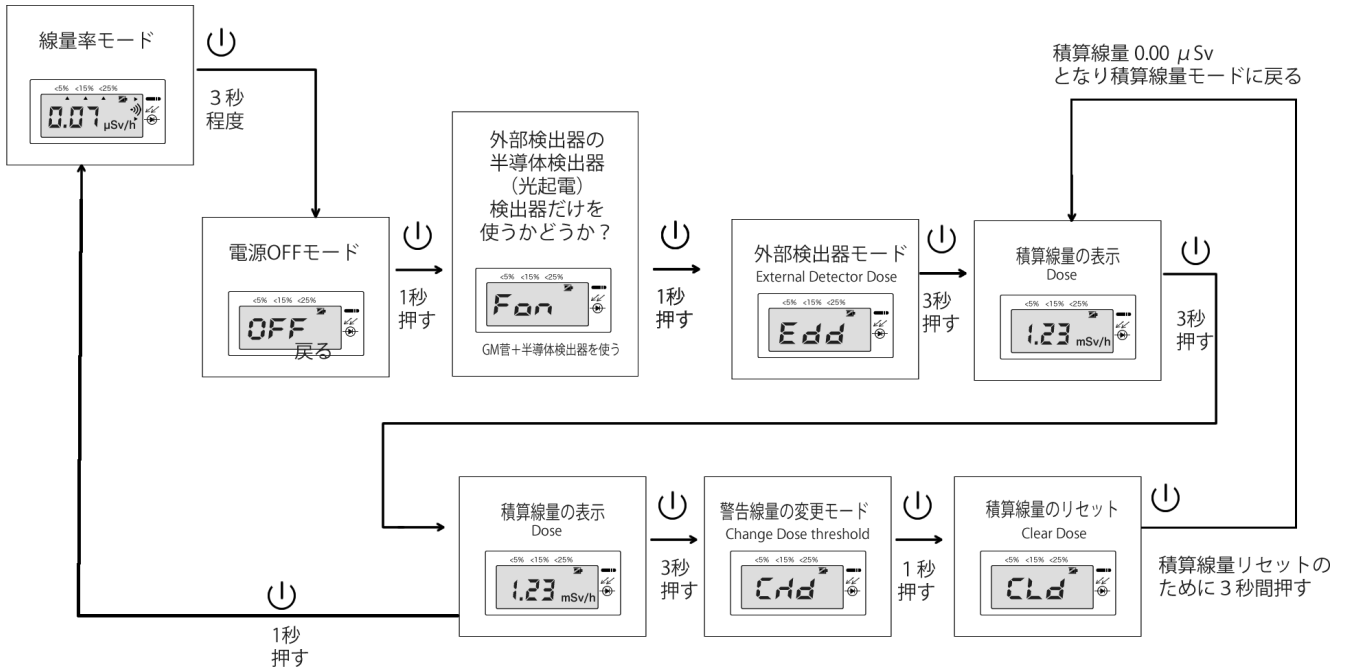
PU-33 のみの場合には、こちらです。



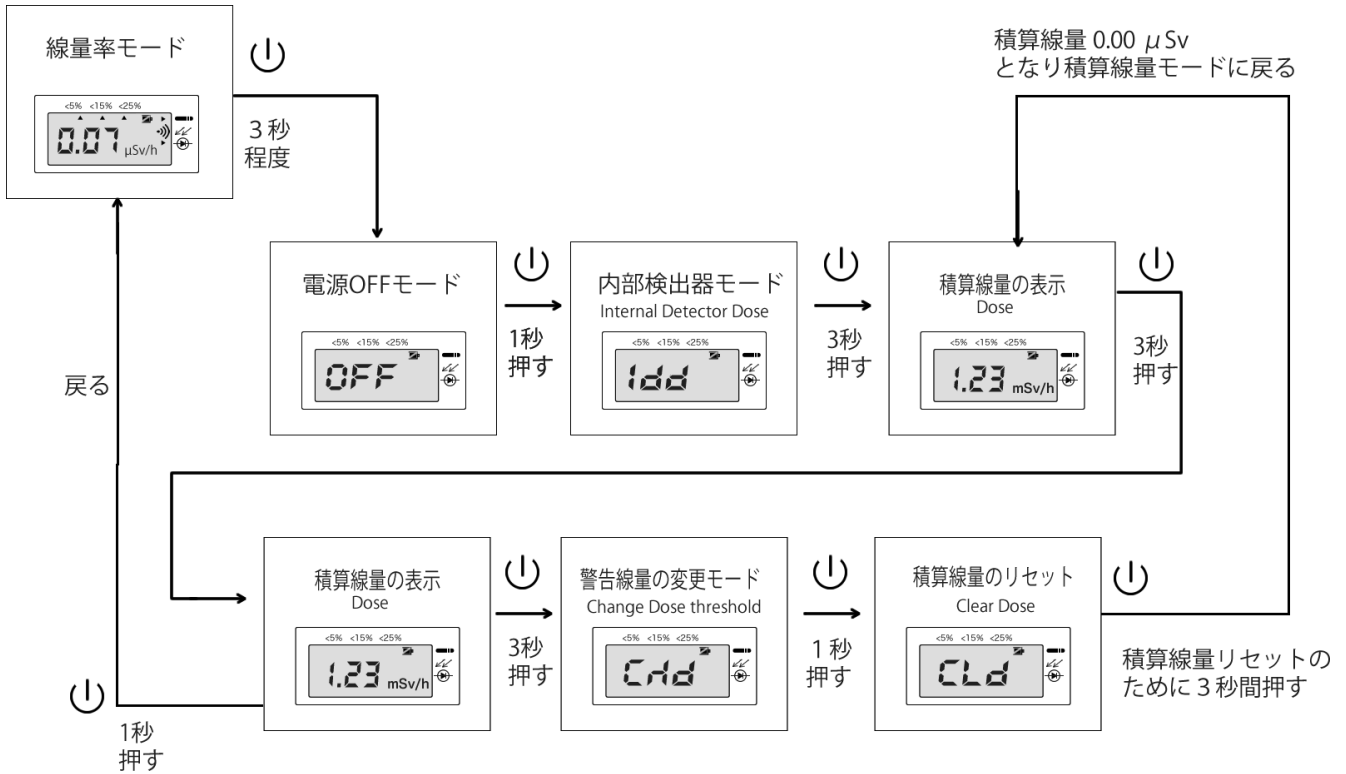
積算線量モードから、線量率モードへ戻るには、⏻ボタンを押すとすぐに戻れます。

3.9.5 積算線量の設定モード

積算線量モードに入ると、そこからさらに積算線量測定のための設定メニューがあります。



PU-33 のみの場合には、こちらです。



3.9.6 積算線量のリセット

積算線量を0にリセットするには、積算線量の設定モードの一番最後で ⏻ ボタンを長押し（3秒）を押すことで、積算線量をリセットできます。

3.9.5 積算線量の設定モード(p.43)を参考にしてください。

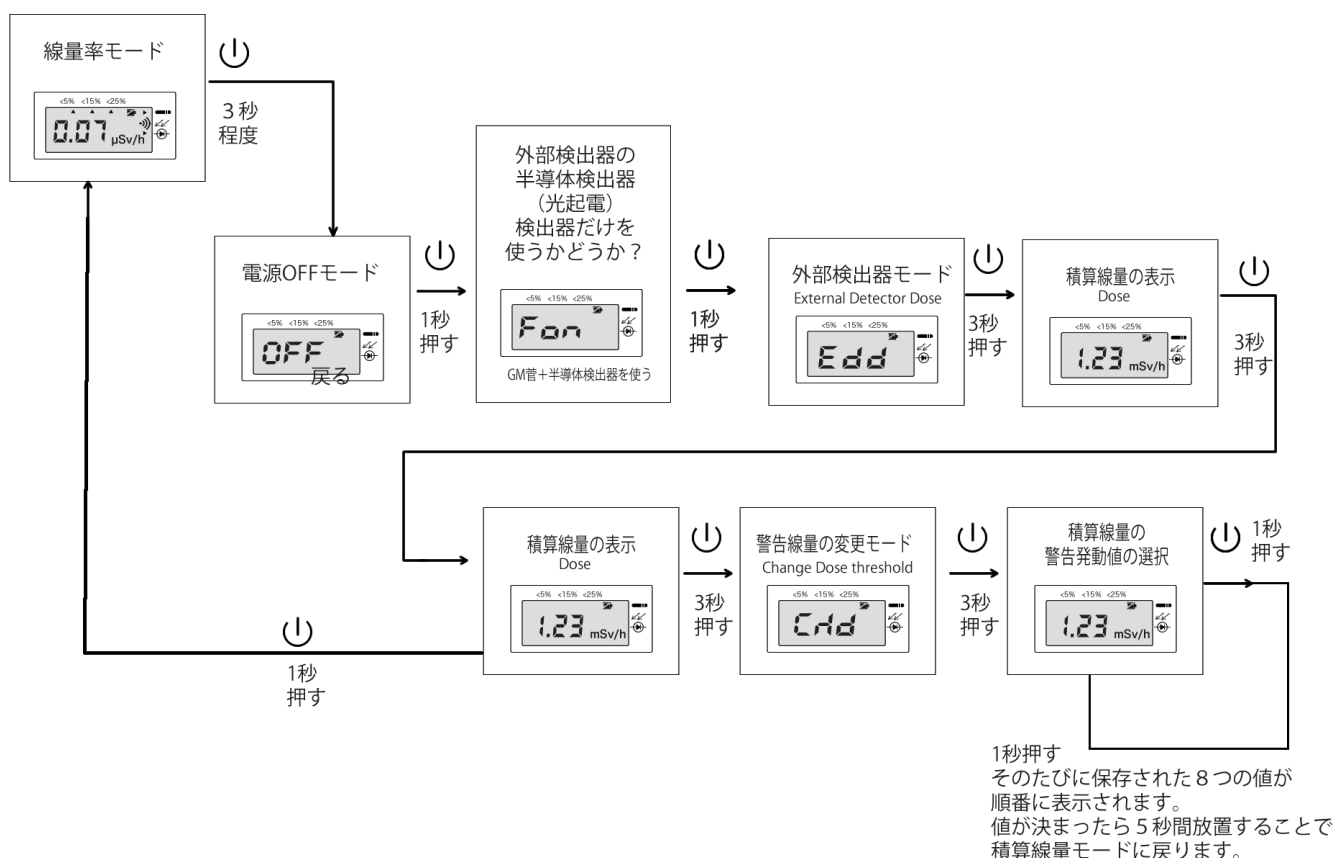
- 積算線量を0にリセットすると、同時に内部に分単位で保存されている記憶メモリも消去されます。

3.10 積算線量に対する警告発動値

積算線量に対する警告発動値（音・光による警告発動）は、あらかじめ設定しておいた8つの警告発動値から1つを選ぶ形で設定できます。

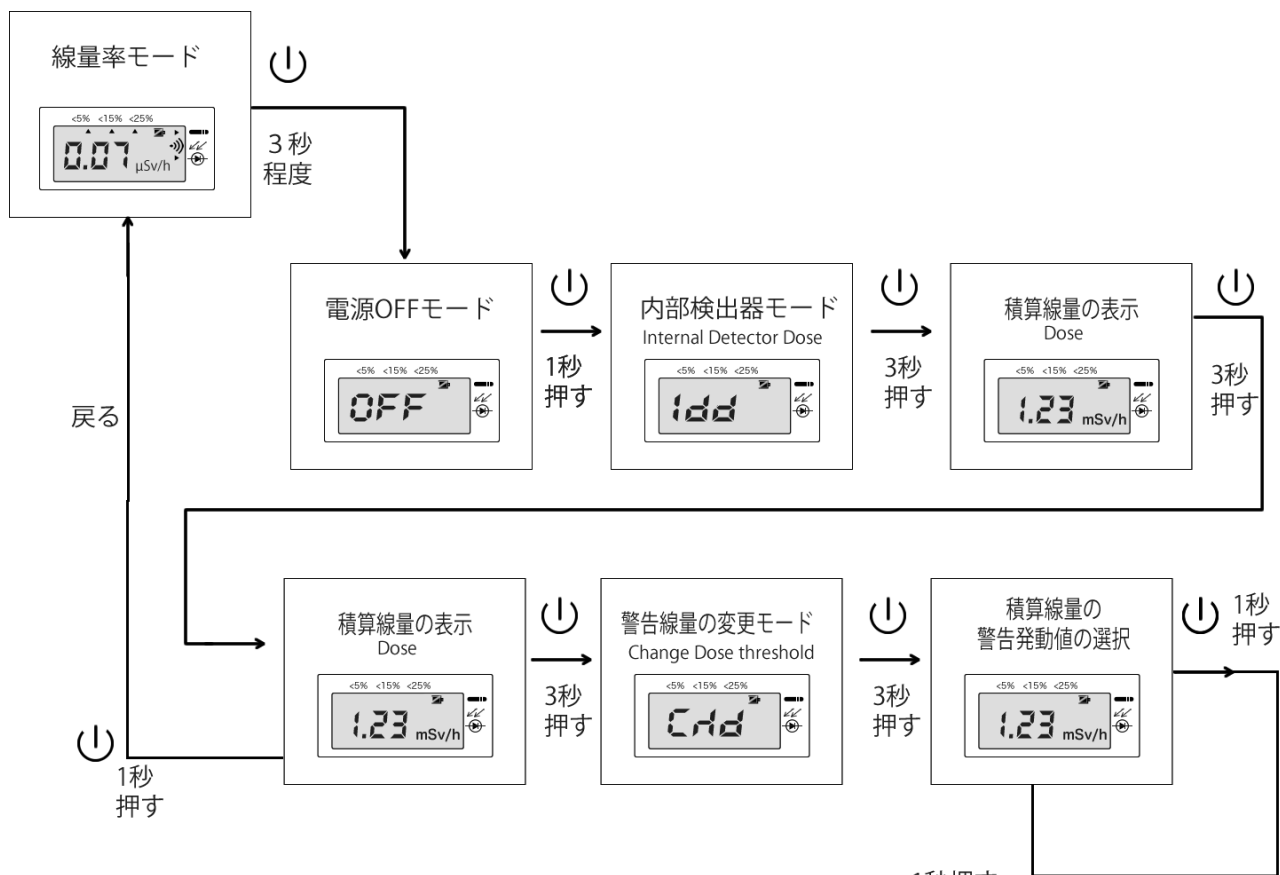
- USB 接続でパソコンと接続することで8段階の設定の値自体を変更できます。
- 線量計本体では、8つの値から選択することができます。8つの値自体の変更はできません。

3.10.1 積算線量の対する警告発動値の選択



線量率モードからメニューをたどり、積算線量モードに入ります。さらに警告線量の変更モードに入って8つの保存された値から1つの値を選んでください。値が決まったらそのままボタンを押さずに5秒間待つことで、積算線量モードへ戻ることができます。

PU-33 だけの場合には、こちらの手順になります。



1秒押す
 そのたびに保存された8つの値が
 順番に表示されます。
 値が決まったら5秒間放置することで
 積算線量モードに戻ります。

- 線量率に対する警告発動値は、PU-33 測定値表示ユニット、BDKG-33 外部検出器のそれぞれで違う値が保存できます。それぞれを設定するには、外部検出器を取り付けたり、外したりして設定してください。

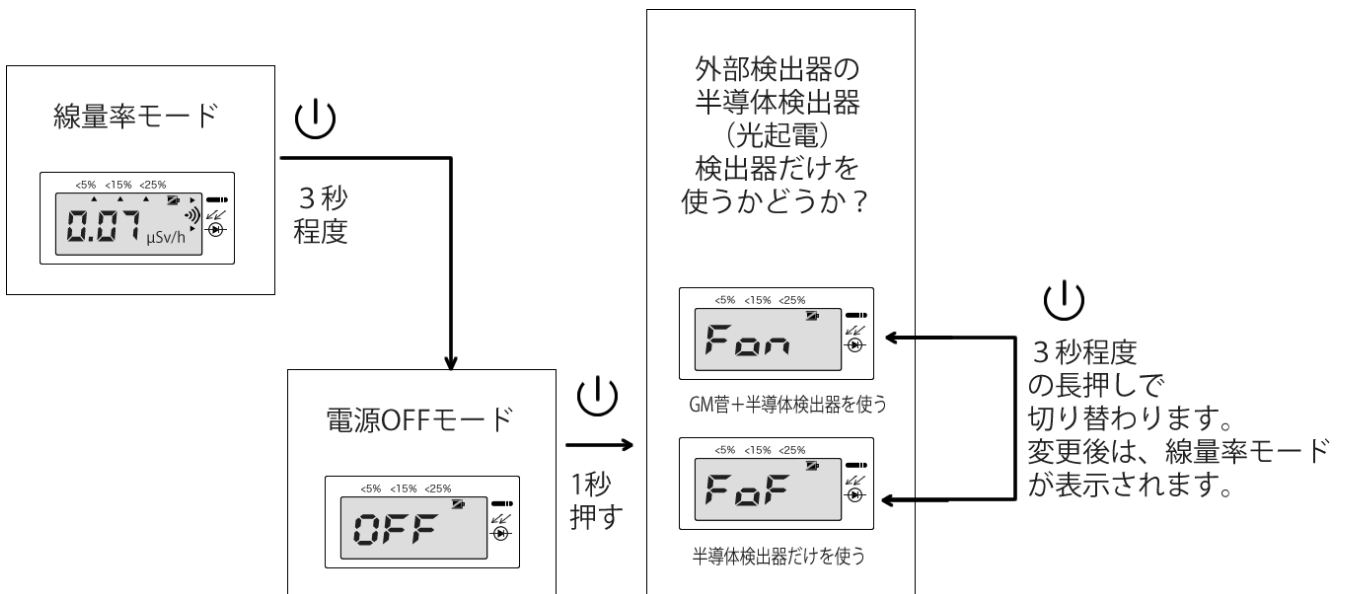
3.11 パルスに対する平均線量率の測定

3.11.1 パルス X 線・ガンマ線に対する平均線量率の測定

周期的な頻度で連続するパルス X 線、ガンマ線は、外部検出器 BDKG-33 の検出器でのみ測定です。この検出器の中でも、光起電検出器（半導体検出器）のみで測定できます。そのため測定範囲は、100 mSv/h（27 μ Sv/s）～ 1,000 Sv/h（0.3 Sv/s）の範囲になります。

このため光起電検出器だけを動作させるモードに変更することをお勧めします。

FoF の表示になれば、光起電検出器だけが動作していることになります。






外部検出器 BDKG-33 が光起電検出器（半導体検出器）のみで測定するモードになると 100 mSv/h 以下の線量値を測定できなくなります。線量率が 100mSv/h に満たない場合、こちらのような表示になります。



3.12 警告の発動

3.12.1 警告発動時の動作

線量率、積算線量に対する警告発動値以上の放射線を検出した場合には、以下の動作になります。

- 画面に $\square\square\square$ の表示が点滅します。
- 赤色 LED が点滅します。
- 1 秒間に 1 回の短いピープ音が鳴ります。
(積算線量の警告の場合には 2 秒おきに 1 回、低い音が鳴ります)
- 画面には、警告音アイコンが表示されます

- アラームを止めるには、 ボタンを短く押してください (2 秒以内)。
- これで警告音  アイコンも消えます。警告音アイコンが消えた場合には、以後は音は鳴りませんが画面表示や光による警告は継続されます。

3.12.2 パソコンを使った警告発動値の変更

線量計は、USB 接続でパソコンと接続することであらかじめ 8 段階の線量率に対する警告発動値を設定することができます。USB 接続による警告発動値の変更方法は、4 パソコンとの接続 (p.49) を見てください。

測定値表示ユニット PU-33 を操作することで、この 8 段階から警告発動値を選んで設定できます。PU-33 だけでは、警告発動値の値を変更することはできません。

3.12.3 警告が発動しない状態

- 今現在の線量率が、線量率の警告発動値を上回ると PU-33 測定値表示ユニットは警告 (音・光) を発動します。
- 今現在の積算線量に対する警告発動は、積算線量モードにある場合のみしか発動されません。

どちらの警告も、パソコンと USB 接続時には動作しませんので注意してください。

4 パソコンとの接続

パソコン用アプリには、管理者モードに入るためのパスワードが必要です。パスワードは、パソコンの現在時刻です。たとえば 17:25 の時には、1725 がパスワードになります。

4.1 パソコン接続でできること

- 線量計のシリアル番号、製造情報の読み出し
- 線量計に保存された測定値データの読み出し
- 線量計、検出器の機器の総積算線量値の読み出し
- 線量率の分単位での保存間隔の設定
- 線量率の警告発動値の変更
- 積算線量の警告発動値の変更
- 音、表示アラームの設定
- 日付・時刻の設定
- 線量計の画面から警告発動値の変更ができないようにする設定

4.2 インストールと起動

ソフトウェアのインストールの途中で、線量計をパソコンに認識させるためのドライバーインストールが行われます。ソフトウェアインストール前に、線量計とパソコンを USB ケーブルで接続してください。

ソフトウェアは、付属品の USB メモリディスクに入っています。これをインストールしてください。セキュリティのために USB ディスクが使えない場合には、こちらからダウンロードしてください。

<https://taroumaru.jp/download/ftp/DoseManager.zip>

- ソフトウェアのインストールを行うときに setup.exe を右クリックして管理者権限でインストールを行ってください。

4.3 インストール時のエラー

インストール時に SQLserver についてのエラーが出た場合には、以下を試してみてください。

最初に SQLserver というアプリが、すでにパソコンにインストールされているかチェックします。

1. [スタート] ボタンをクリックし、(設定：歯車アイコン) をクリックします
2. 「Windows の設定」画面が開くので、[アプリ] をクリックします。
3. 開いた画面の左側で[アプリと機能] をクリックします。
4. アプリ一覧の検索窓（このリストを検索）が中央にあるので「SQLserver」と入力してください。
5. SQLserver と名前が付くものが表示されれば、インストールされていることになります。

4.3.1 方法 A


検索結果の中に、SQLserver がすでにインストールされているようであれば、こちらのやり方を試してみてください。


- 1) AT2533 - DoseManager のインストールフォルダの中に、setup.exe と Dose Manager.msi の2つがあると思います。前回、エラーが出たときには、Setup.exe をクリックしてエラーになった、と考えられます。そのため、今回は、Dose Manager.msi をクリックして、インストールを開始してください。

4.3.2 方法 B

SQLserver が見つからない（インストールされていない）ようであれば、こちらの方法 Bを試してみてください。

- 1) アプリの配布ファイルの中にある SqlExpress2012 フォルダにあるインストーラーを起動して SQL express 2012 をインストールしてください。お使いのパソコンによって、64, 32bit 版のインストーラーをお使いください。

 SQLEXPRESS_x64_ENU.EXE

 SQLEXPRESS32_x86_ENU.EXE

x86 … は 32bit Windows 用です。X64 は 64bit 用です。

- 2) 完了したら方法 A を続けて試してください。

4.4 ドライバーのインストール

ソフトウェアインストール中にも Windows OS 用のドライバーが自動でインストールされます。インストール時にドライバーも入れて場合には、この章は読み飛ばしてください。

後からドライバーをインストールする場合には、メインメニューから[設定]-[ドライバーのインストール]を選択してください。



あるいは、インストールフォルダにもドライバーのファイルが入っています。

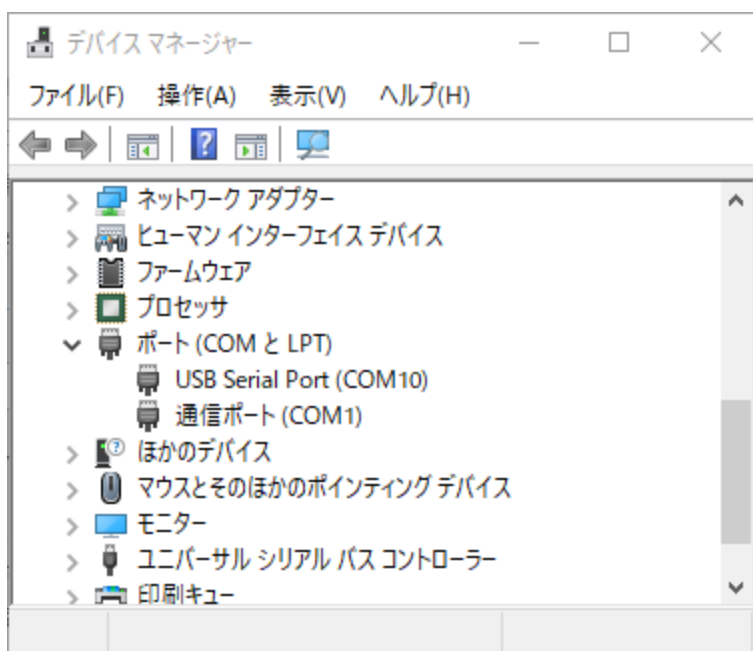
1. ソフトウェアをインストールする
2. ファイルエクスプローラーで「C:\Program Files (x86)\ATOMTEX\Dose Manager\Driver\ftdi」のフォルダを開く
3. ここにドライバーが入っていますので、Windows PC で線量計が認識できるようにドライバーをインストールしてください。dpinst-x86.exe を実行するとドライバーのインストールが始まります。

4.5 測定器との接続

Windows PC 用のドライバーが正しくインストールされた場合、デバイスは” USB Serial Port”として Windows のデバイスマネージャーに表示されます。

今回は、線量計は COM10 と接続していることが分かります。

COM 番号は、1-254 まで接続のたびに変わる可能性があります。



Windows のデバイスマネージャーの開き方は、Google 等で検索してください。

例：<https://askpc.panasonic.co.jp/beginner/guide/ten07/7013.html>

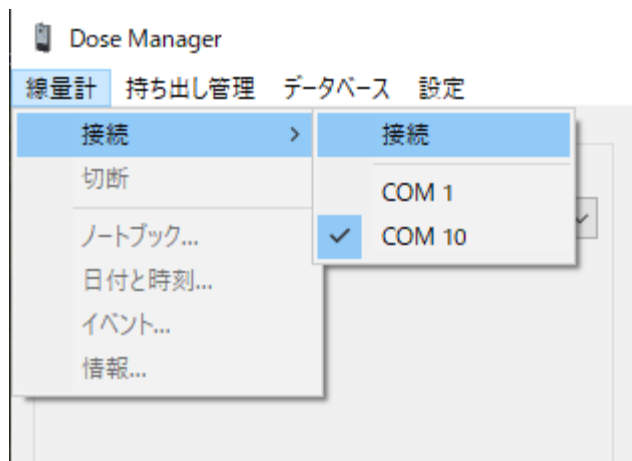
4.5.1 アプリの起動

インストール後、デスクトップの Dose Manager アイコンをクリックしてソフトウェアを起動してください。



4.5.2 測定器との接続

測定器とアプリは、メニューから接続を実行してください。
接続が成功すると線量計の液晶画面に USB と表示されます。



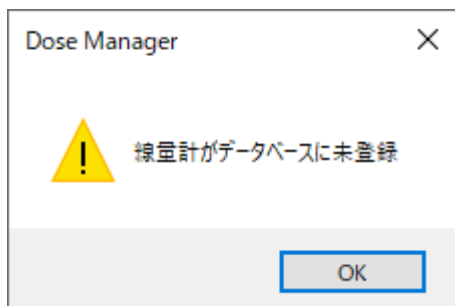
- パソコンとアプリの接続には最初に時間がかかります。これは線量計の内部の保存データをパソコン側に移動しているためです。接続ボタンを押したら、しばらく待ってください。

COM 番号が複数ある場合、順番に試してみるとよいです。

COM 番号が設定された後では、こちらの[接続]ボタンでも接続できます。



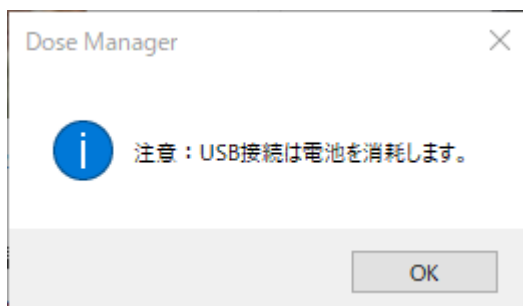
はじめて使う場合には、このエラーが表示されますが無視してください。線量計アプリにこの線量計を登録すると表示が出なくなります。



線量計のシリアル番号などが表示されます。



接続時間が長くなると、こちらのよう警告が出ます。
[OK]ボタンを押して無視してください。



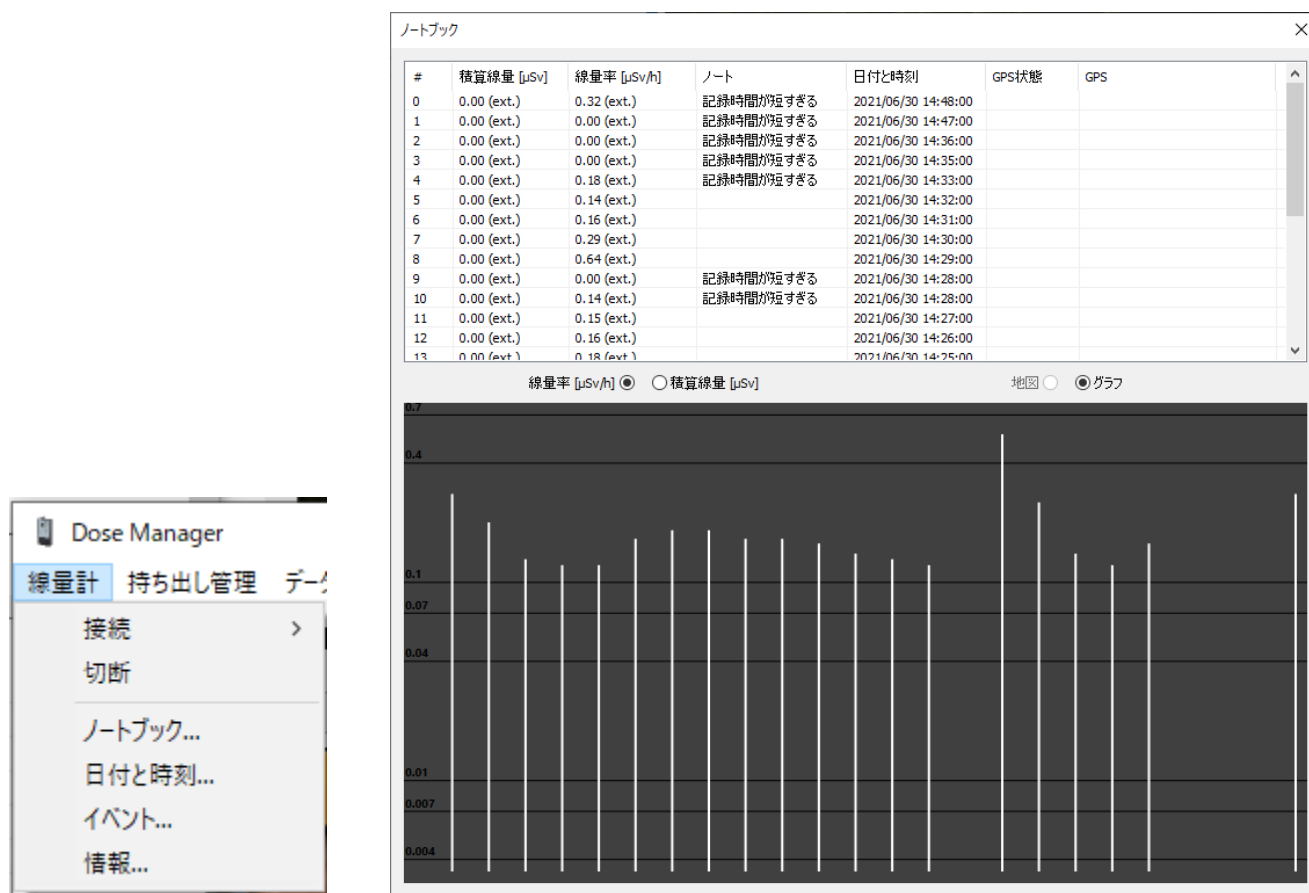
4.6 アプリの使い方

線量計と接続できたら、線量計に保存・記録されたデータを見ることができます。

4.6.1 ノートブック

ノートブックは、線量計内部に保存されたデータを見ることができます。

メニューから[線量計]-[ノートブック]を選択します。

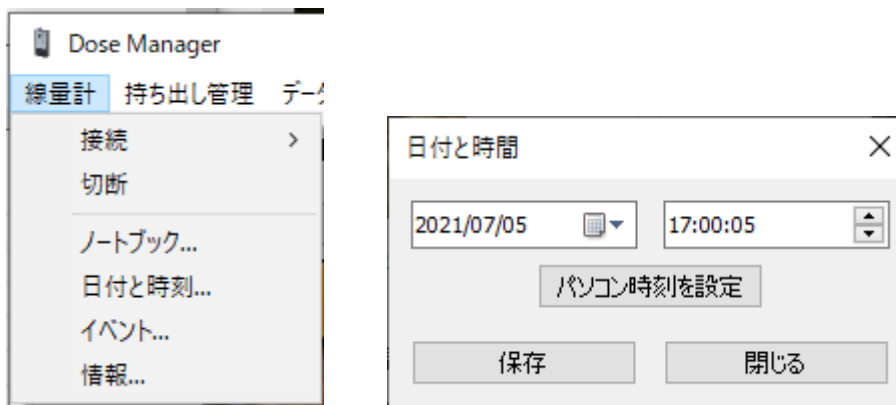


ここで測定値に (e)という文字がついている場合には、外部検出器(BDKG-33) の測定値を示しています。PU-33 の内部検出器からのデータが保存された場合には、 (ext.)の文字は付きません。

4.6.2 日付と時刻

線量計内部の日付・時刻を合わせる機能です。線量計本体を操作するよりも簡単にパソコンの時計と同期することができます。

メニューから[線量計]-[日付と時刻]を選択します。



[パソコン時刻を設定]ボタンを押すと、パソコンの現在時刻が入力されます。

[保存]ボタンを押すと、その時刻が線量計に書き込まれます。
これで線量計内部の時計が、パソコンと同期されます。

4.6.3 イベント

警告発動などの情報を見ることができます。

4.7 管理者モード

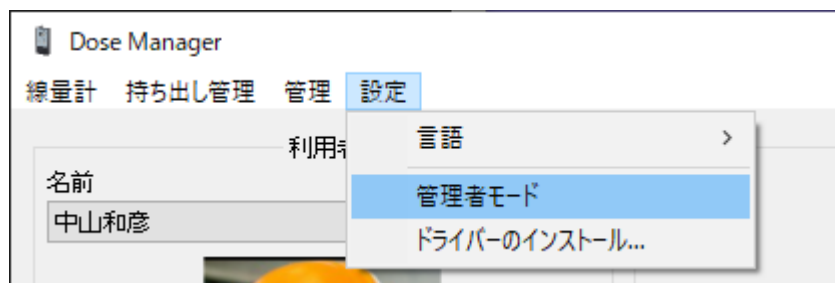
4.7.1 管理者と利用者の2つのモード

線量計ソフトウェア Dose manager には、管理者権限と一般利用者権限の2つがあります。

- 利用者権限では、線量計のデータ確認、警告発動値の設定などができます。
- 管理者権限では、利用者の名前の登録など、ソフトウェアのすべての機能を使うことができます。

- パソコン用アプリには、管理者モードに入るためのパスワードが必要です。パスワードは、パソコンの現在時刻です。たとえば 17:25 の時には、1725 がパスワードになります。

管理者モードに移行するには、メニュー[設定]-[管理者モード]を選択してパスワードを入力してください。パスワードが正しい場合、管理者モードに移行します。

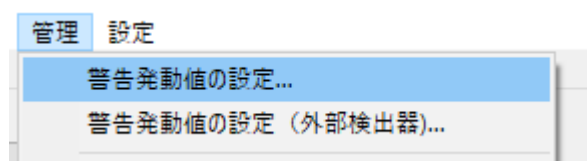


4.8 警告発動値の設定

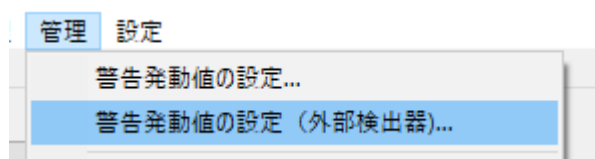
線量率、積算線量に対する警告発動値は、事前に登録しておいた8つの値から1つの値を選択する方式です。

ここでは、事前に設定しておく8つの値を変更できます。

メニュー[管理]-[警告発動値]を選択します。



外部検出器 BDKG-33 を使う場合には、こちらを選択してください。



値を変更して、最後に[保存]を押してください。



The image shows a dialog box titled '警告発動値' (Warning Threshold Settings) with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into two columns: '積算線量' (Accumulated Dose) on the left and '線量率' (Dose Rate) on the right. Each column contains eight rows of input fields with dropdown menus. The first row in the '積算線量' column has the value '20.0' selected in the dropdown, while the others are '50.0', '2.00', '450', '110', '27.0', '5.50', and '0.80'. The '線量率' column has values '70.0', '30.0', '3.00', '300', '30.0', '3.00', '0.80', and '0.50'. At the bottom of the dialog, there are two buttons: '保存' (Save) on the left and '閉じる' (Close) on the right.

積算線量	線量率
20.0 mSv	70.0 mSv/h
50.0 mSv	30.0 mSv/h
2.00 mSv	3.00 mSv/h
450 μSv	300 μSv/h
110 μSv	30.0 μSv/h
27.0 μSv	3.00 μSv/h
5.50 μSv	0.80 μSv/h
0.80 μSv	0.50 μSv/h

4.9 アプリを使った線量管理方法

線量計ソフトウェア Dose manager は、多数の利用者の被ばくを1台のパソコンで管理するためのソフトウェアです。

この複数利用者に対する線量管理の機能を使うためには、順番に設定を進めて行く必要があります。最初に「グループ」「所属」「被ばく管理」の3つの基本情報をソフトウェアに登録します。

1. グループの登録

グループとは、所属する組織や働いている場所などの名前です。

たとえば「事務所勤務」「原子炉建屋勤務」など作業者をグループわけするものです。

グループを設定することで、そのグループに所属する利用者に対してまとめて同じ被ばく限度などの値を割り当てることができます。

2. 所属の登録

所属は、組織名などがよいかと思います。

たとえばA社、B社、C社と登録します。

3. 被ばく管理

被ばく管理は、線量率の警告発動値、積算線量の警告発動値などをまとめたものです。

たとえば、「標準管理方法」といった名前で線量率 20mSv/h、積算線量 10 mSv といった値を登録しておきます。

次に利用者の名前を登録して、その利用者がこれから使用する線量計を割り当てる、という手順になります。

4. 利用者の登録

線量計を使う利用者の名前、写真などを登録します。

ここで上記(1)(2)(3)で登録した情報が選択可能となります。

5. 線量計の登録

最後に(4)で登録した利用者と、線量計をアプリ内で紐付けて割り当てます。

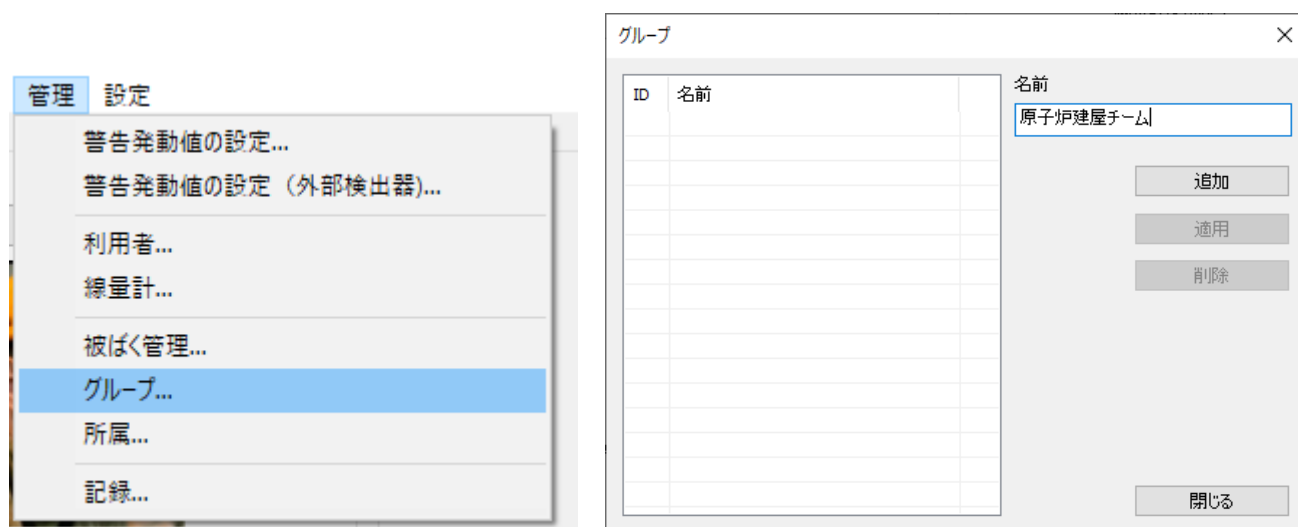
これにより利用者が、どのシリアル番号の線量計を使っているのか、アプリが把握して利用者ごとの被ばく線量データを管理できるようになります。

4.9.1 グループの登録

線量計ソフトウェア Dose manager は、1つのパソコンで複数の線量計利用者のデータを一元管理できるようになっています。

最初にグループを作ります。グループを作ること、このグループの中に入った利用者の被ばく線量の限度などをまとめて管理できるようになります。

メニュー[管理]-[グループ]を選択して、グループ名を追加してください。

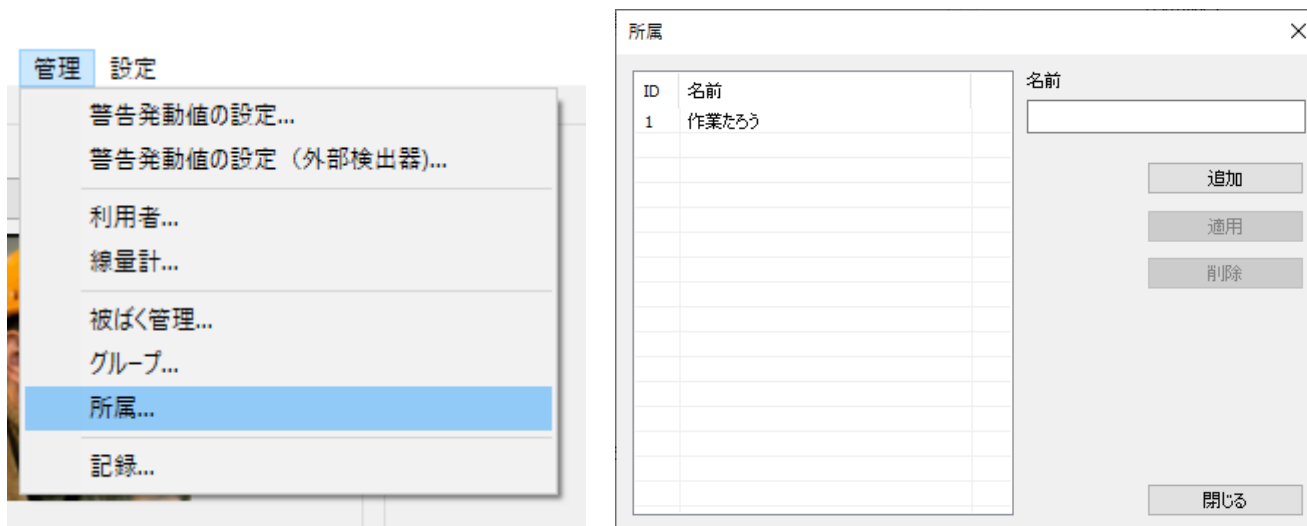


複数のグループを登録することができます。
終わったら[閉じる]をクリックします。

4.9.2 所属の登録

次に組織名を登録します。

メニュー[管理]-[所属]を選択します。

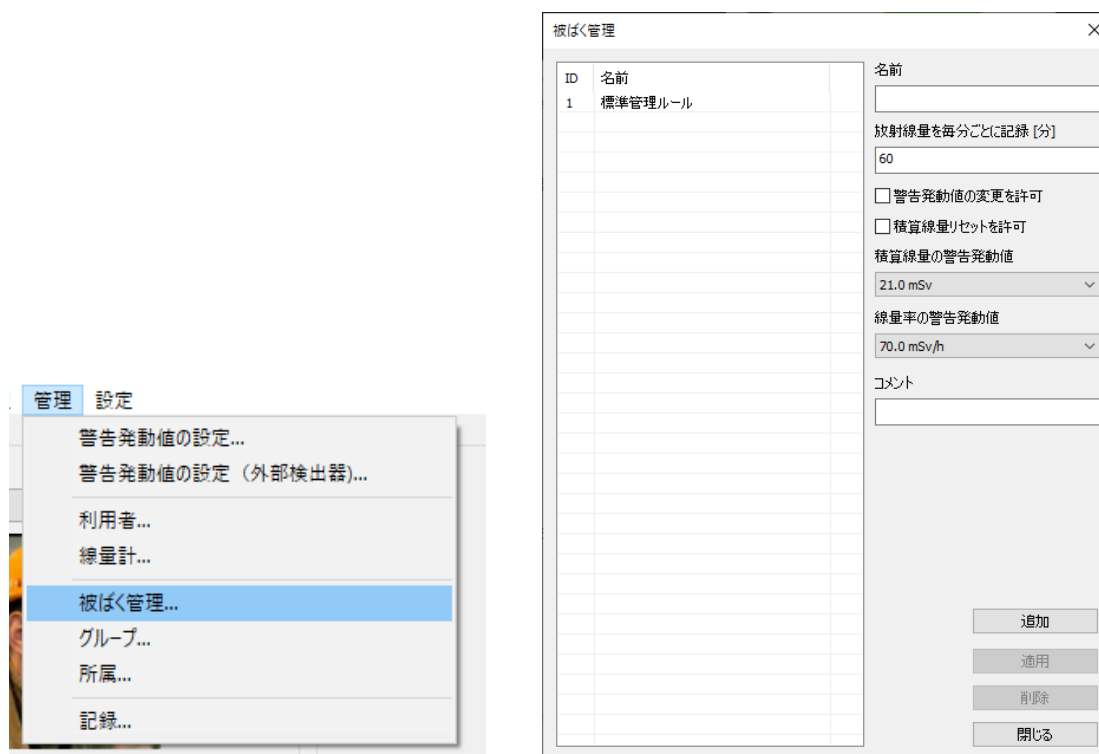


終わったら[閉じる]をクリックします。

4.9.3 被ばく管理

組織名を登録します。

メニュー[管理]-[被ばく管理]を選択します。



ここで設定できる情報は、こちらです。これらの設定に名前をつけて、[追加]しておくことで、次の段階で利用者にこの規則を割り当てることができます。

名前	この被ばく管理ルールの名前です。たとえば「基本被ばく管理」といった名前でも良いでしょう。
放射線量を毎分ごとに記録[分]	毎分（1～255）ごとに放射線量を自動的に記録します。線量計には、1,000ポイントのメモリがあります。1分ごとに記録する場合、1日1440分ありますので、約17時間分を記録できることになります。
警告発動値の変更を許可	許可しない場合、測定器本体で線量率、積算線量に対する警告発動値の変更をできないようにする設定です。線量計の利用者が設定を誤って変更するのを防ぎます。
積算線量リセットを許可	変更しない場合、測定器本体で積算線量のリセットができなくなります。線量計の利用者が設定を誤って変更するのを防ぎます。
積算線量の警告発動値	事前に設定した8つの値から一つを選べます。
線量率の警告発動値	事前に設定した8つの値から一つを選べます。

4.10 利用者登録

線量計ソフトウェア Dose manager では、以下のような動作で線量計と利用者を紐付けて管理します。

1. 利用者の名前を登録する。
2. 線量計のシリアル番号を読み取り、一人の利用者に割り当てる。
3. 測定器を[持ち出し]ボタン押すことで、この利用者が現在、線量計を使っている状態とする。
4. [持ち出し]ボタンを押すと、線量計とパソコンの USB 接続が解除される。
5. 作業者は、この線量計をもって活動する。
6. 利用者が作業から戻ってきたら線量計とアプリを[接続]ボタンを使って接続する。
7. [返却]ボタンを押すことで、この線量計内の被ばく量が対応した利用者のデータとして保存される。
8. [返却]ボタンを使い線量計のデータをパソコンに移動させたら、再び[持ち出し]ボタンを押すことで特定の利用者が線量計を使用中となる。
9. 上記を繰り返すことで、利用者の被ばくを管理することができる。
10. 途中で線量計が壊れた場合には、他の線量計を割り当て直すこともできる

4.11 持ち出し管理

4.11.1 線量計の持ち出し

ここまでの設定で特定ユーザーに線量計を1台割り当てた状態です。この線量計を作業者が使う前に[持ち出し]ボタンを押します。これで線量計とパソコンのUSB接続が切れます。

右下の[持ち出し]ボタンを押すか、メインメニューから[持ち出し管理]-[持ち出し]をクリックします。



ここで設定を再確認することができます。ここでの値は、4.9.3 被ばく管理 (p.63) で設定した値が基本の値になります。必要であれば、値を変更することもできます。

持ち出し

名前 中山和彦

線量計 AT2533 SN:13 (予備の線量計)

警告発動(積算) 21.0 mSv

警告発動(線量率) 0.50 μSv/h

外部検出器

4000 Sv

700 Sv/h

警告発動値の変更を許可

積算線量リセットを許可

警告発動値を超えた時にアラーム発動

パルス放射線警報

放射線量を毎分ごとに記録【分】 1

外部検出器の警告発動値の変更許可

外部検出器の警告発動値を超えた場合のアラーム

持ち出し キャンセル

設定値を確認したら [持ち出し]ボタンを押します。

これで線量計とパソコンのUSB接続が切れます。

液晶画面に線量率が表示されたら USB を切断して線量計を作業に持ち出すことができます。

4.11.2 線量計の返却

被ばくするような作業を終えて線量計を持ち帰ってきたら、ソフトウェアと接続を行い、線量計の返却を行います。返却時に線量計内部のデータを、パソコンに移動することができます。

アプリ右下の[接続]ボタンを押して線量計とアプリを接続します。
ボタンを押したらしばらく待ちます。



次に[返却]ボタンを押します。

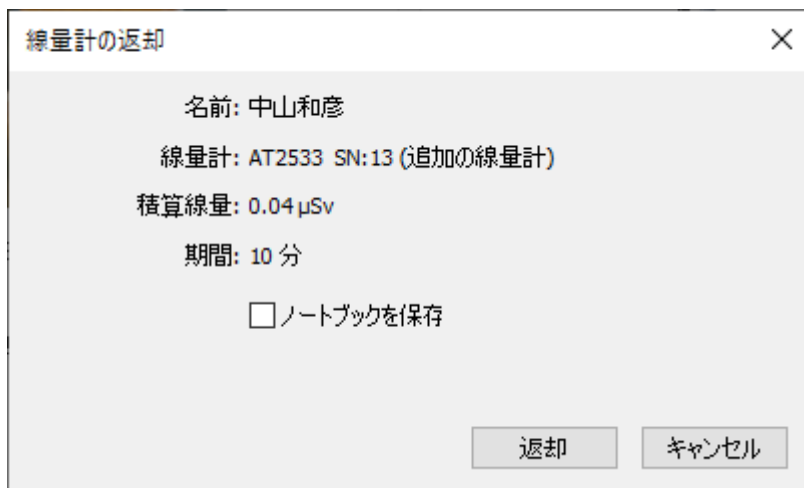


ここで[返却]ボタンが押せない場合には、線量計を持ち出すという事前手続きがされていません。最初に[持ち出し]ボタンを押してから、利用が終わった時点で返却するという手順にしてください。持ち出しについては、4.10.1 線量計の持ち出し (p.65)を見てください。

返却ボタンを押すと、作業中の積算線量、作業時間が表示されます。

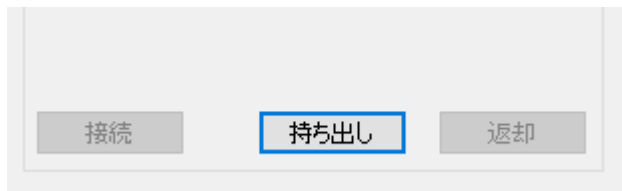
(重要)

ここでノートブックを保存にチェックを入れると、線量計内部にある分単位で記録された線量率データが線量計からパソコンに移動されます。



これで返却作業は完了です。

再び、線量計を作業に持ち出すには、[持ち出し]ボタンを押して USB 接続を解除してください。



4.12 記録

保存されたデータは、メニュー[管理]-[履歴]から見ることができます。



履歴

フィルタ

名前

線量計

持ち出し日付

返却日付

線量計の持ち出し

利用者

積算線量: -

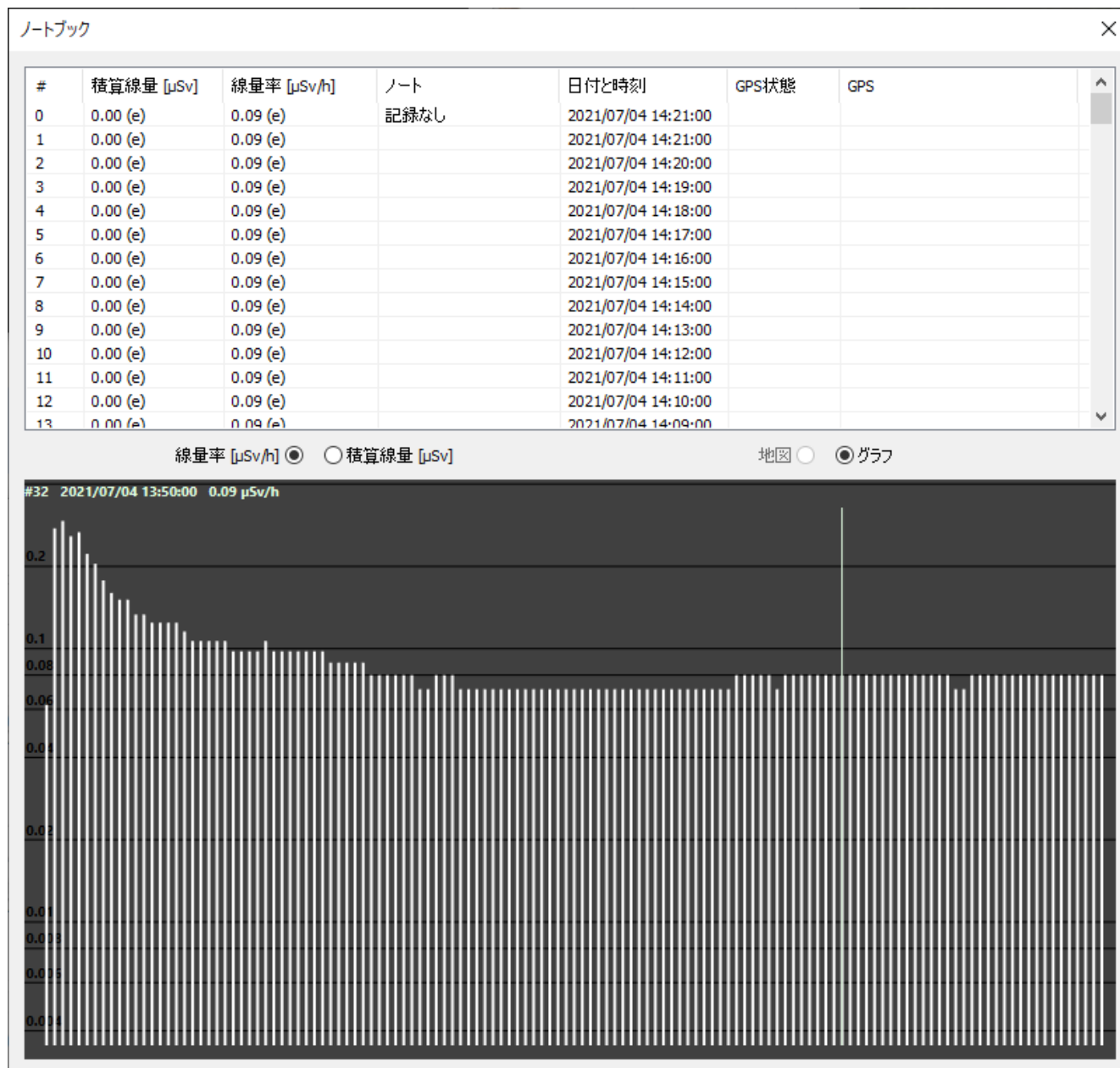
年間の積算線量: -

四半期の積算線量: -

月の積算線量: -

ID	名前	型番	シリアル	持ち出し日時	返却日時	積算線量	追...
1	中山和彦	AT2533	13	2021/06/29 17:53:00	2021/06/30 14:00:19	0.02 μSv	!
2	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 14:02:09	2021/06/30 14:04:07	0.02 μSv	!
3	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 14:12:34	2021/06/30 14:14:35	0.02 μSv	!
4	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 14:14:43	2021/06/30 14:53:16	0.02 μSv	!
5	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 14:53:36	2021/06/30 14:55:28	0.02 μSv	!
6	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 14:55:43	2021/06/30 14:59:12	0.02 μSv	!
7	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 15:08:10	2021/06/30 15:13:48	0.02 μSv	!
8	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 15:16:02	2021/06/30 15:21:58	0.02 μSv	!
9	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 15:22:23	2021/06/30 15:43:10	0.02 μSv	!
10	中山和彦	AT2533	13	2021/06/30 17:23:39	2021/07/04 11:47:51	0.04 μSv	!
11	中山和彦	AT2533	13	2021/07/04 11:53:10	2021/07/04 11:55:52	0.04 μSv	!
12	中山和彦	AT2533	13	2021/07/04 11:56:08	2021/07/04 12:07:10	0.04 μSv	!
13	中山和彦	AT2533	13	2021/07/04 12:10:05	2021/07/04 14:21:54	0.04 μSv	!
14	中山和彦	AT2533	13	2021/07/04 14:22:24	2021/07/04 14:44:02	0.04 μSv	!
15	中山和彦	AT2533	13	2021/07/04 14:54:47	2021/07/04 15:05:07	0.04 μSv	!

ここでの記録は、持ち出した時間から返却までの時間が1行として表示されています。詳細データを見たい場合には、1行選択して、[ノートブック]ボタンを押してください。



このように詳細なデータを見ることができます。

測定値の横に記載された (e) の文字は外部検出器の測定値を示しています。

測定器を切り替えて使った場合には、PU-33 のデータが混ざることありますが、その場合には(e)の文字は記載されません。

5 サービス

5.1 保証

保証期間は製品購入から 12 ヶ月間です。

- 製品の保証書は、本体に付属の英文説明書（シリアル番号の記載あり）になります。
- 取扱説明書等に従った正常な使用状態での故障・損傷した場合には、以下の保証規定に基づき無償修理を致します。
- 保証期間は、本体内蔵の記憶メモリ内に記録されたシリアル番号でメーカーにて管理されています。
- 無償修理を受けられる場合は、恐れ入りますが本製品と保証書をご購入の販売店宛にご送付ください。
- 修理品送付の際の送料はお客様ご負担とさせていただきます。ご了承ください。
- 保証期間内でも下記の場合には有償修理となります。
 - 1) 保証書(付属の英文説明書)の提示がない場合
 - 2) 保証期間中に発生した故障・損傷でも、保証期間後に修理を依頼された場合
 - 3) 取扱説明書などに記載のある使い方以外で発生した故障・損傷
 - 4) お買い上げ後の輸送・管理などが不適切で発生した故障・損傷
 - 5) 火災、地震、風水害、落雷、その他の天災、公害、塩害、異常電圧などによる故障・損傷
 - 6) 電池液漏れ、水没、落下による破損、改造、誤使用により発生した故障・損傷
 - 7) 他製品との接続などにより発生した故障・損傷
 - 8) 消耗品の摩耗、故障・損傷
- 本製品の故障またはその使用上生じたお客様の直接・間接の損害につきまして当社はその責に任じません。
- 故障によるデータの損失、修理・交換によるデータ損失に関しては、当社はその責に任じません。
- 修理後の無償保証期間は、元の保証書の残存期間とさせていただきます。
- 保証期間内の無償修理に該当する場合を除いて、通常の校正点検は有償となります。
- この保証書によるお客様の法律上の権利を制限するものではありません。

5.2 メンテナンス

5.2.1 お手入れ

線量計が放射性物質で汚染された場合には、除染を行ってください。

測定器の電源を OFF にして、汚れなどを拭き取り、50%濃度のエチルアルコールなどで拭き取ってください。エチルアルコールは、40ml 程度必要です。

5.2.2 保管

長い間使わないときには、こちらの案内に従って保管してください。

- 室内で保管してください。
- 温度は 5～40°Cが望ましいです。
- 湿度は、80%以下(25°C) 以下です。
- 電池を必ず抜いてください。電池を入れたままにすると電池は液漏れを起こします。PU-33 内で電池の液漏れが発生すると修理費用は高くなります。
- 埃、ガス、揮発性物質、酸、アルカリなどの瓶の近くには置かないでください。

5.2.3 廃棄

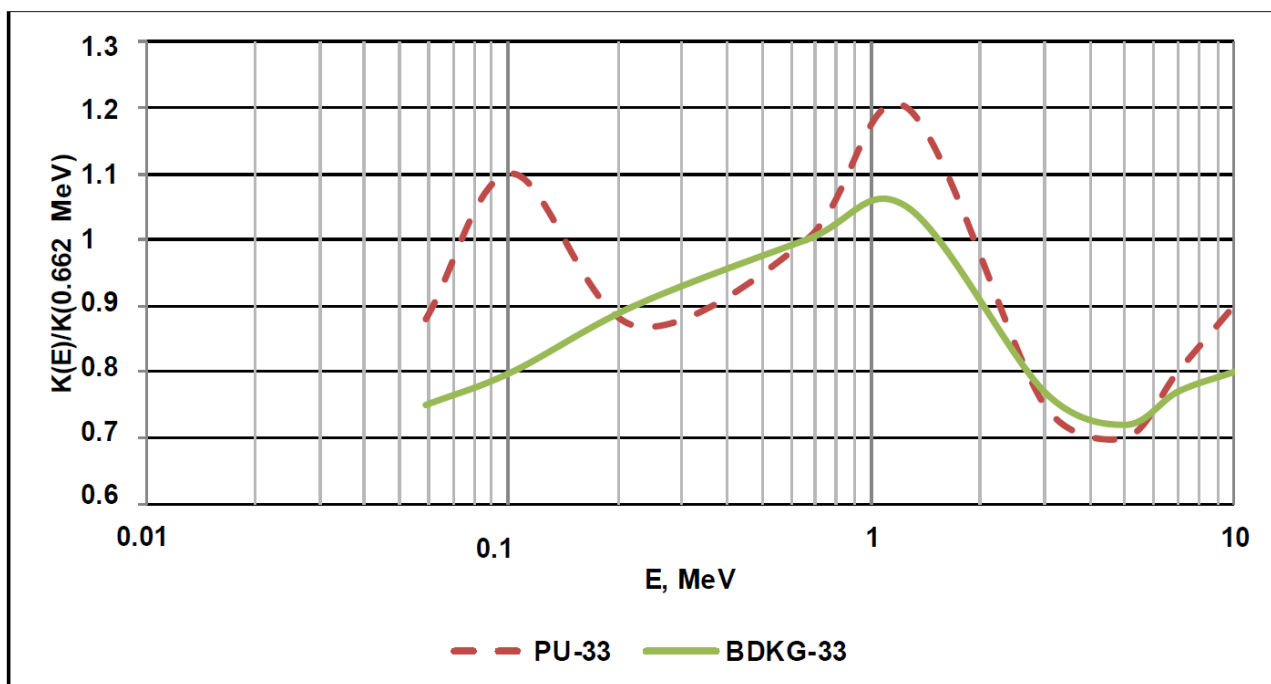
電池は、行政の指導に従って廃棄してください。

線量計、検出器自体には、放射線源や特別な物質は使われていません。そのため通常の電子機器と同じように廃棄してください。

6 付録

6.1 エネルギー依存性

¹³⁷Cs(662keV)を基準としたエネルギー応答です。



6.2 推奨される測定読み取り回数と時間

低線量時の測定において、測定値の読み取り回数、時間の推奨値をご紹介します。
線量が高い場合には、1回の読み取りで十分です。

BDKG-33 を使った測定

No.	線量率の測定範囲 $\dot{H}^*_{oi}(10)$	照射時間 T_{β} (秒)	測定ごとの空 き時間 T_u (秒)	測定回数 N	読み取り偏差 %
1	1~2 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	5	±25%
2	2~4 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	3	
3	4~8 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	2	

PU-33, PU-33/1 を使った測定

No.	線量率の測定範囲 $\dot{H}^*_{oi}(10)$	照射時間 T_{β} (秒)	測定ごとの空 き時間 T_u (秒)	測定回数 N	読み取り偏差 %
1	0.1~0.2 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	5	±25%
2	0.2~0.4 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	3	
3	0.4~0.8 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	2	
4	0.8~2.0 $\mu\text{Sv/h}$	60	60	2	±15%

6.3 困ったとき


こちらの表は問題が起きた時、変わった表示になった時に見てください。問題解決のヒントになります。

不具合の状態	AT2533	PU-33	対策
画面が暗い ⏻ボタンも応答なし		電池がない	電源をOFFにして、新しい電池を入れてみてください。
“bt0” の表示		電池がない	電源をOFFにして、新しい電池を入れてみてください。
“dt0” の表示	BDKG-33 から信号を受信できない		電源OFF, ON を何度か繰り返してみてください。解決しない場合には、ケーブルが破損しているなどの状況です。修理が必要です。
		PU-33内蔵のGM管検出器からの信号ない。	電源OFF, ON を何度か繰り返してみてください。解決しない場合には、PU-33の修理が必要です。
“Er0” の表示		内部不揮発性メモリの不具合	電源OFF, ON を何度か繰り返してみてください。解決しない場合には、PU-33の修理が必要です。
“EHu” の表示	内部の高電圧回路が必要な電圧になりません。		電源OFF, ON を何度か繰り返してみてください。解決しない場合には、修理が必要です。
“d4”の表示 (10分おきに表示)	BDKG-33が最大被ばく線量を超過しています。		BDKG-33 の交換が必要です。
“Er1”の表示が3秒間続く		Bluetooth機能が機能しません。	電源OFF, ON を何度か繰り返してみてください。新しい電池を入れてみてください。
“Eld”の表示が3秒間続く	BDKG-33 との接続不良		電源をOFFにしてからBDKG-33 のケーブルを再接続してみてください。解決しない場合には、修理が必要です。


6.4 日付・時刻合わせ

線量計内臓の時計は、線量計とパソコンを USB 接続することでパソコンソフトウェア上から設定できます。この方法が最も簡単な方法です。

PU-33 測定値表示ユニットだけでも時刻合わせは可能です。Bluetooth 接続線量計 AT2533/1 の場合には、パソコンと Bluetooth 接続ができます。以下の手順で Bluetooth 機能を ON にできます。

1. メニューの中で、bOn の表示の時に  ボタンを 3 秒押します。
2. これで Bluetooth が ON になります。
3. PU-33 に青色ライトが点灯します。

Bluetooth 接続を使い終わった後は、Bluetooth 接続を OFF に戻してください。

1. メニューの中で、bOf の表示の時に  ボタンを 3 秒押します。
2. これで Bluetooth が OFF になります。
3. PU-33 の青色ライトが消えます。

6.5 偏差

6.5.1 測定誤差

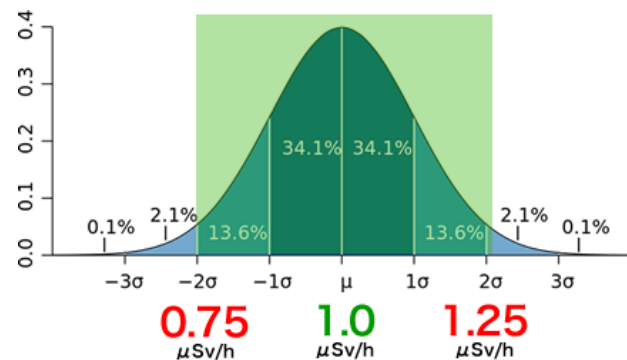
数字[%]は、測定誤差（偏差）です。測定を開始してから、時間をおくことで測定の誤差が下がっていきます。誤差が小さいということは、精度の高い測定ができているということになります。誤差の数値が 30% 以下の時に測定値を読むことで、正確な線量率の測定ができます。周りの放射線量が変動している時や移動中は、誤差が十分に下がらない場合もあります。

6.5.2 専門知識

右図は、測定値 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 、誤差 25%の状態です。


この測定結果の測定の平均値は、 $1.0\mu\text{Sv/h}$ で、 $\pm 0.25\mu\text{Sv/h}$ 範囲（ $0.75 \sim 1.25 \mu\text{Sv/h}$ の範囲）という意味になります。測定時間を長くすると、誤差の範囲が 25%、20%、15%と狭くなっていきます。つまり、測定は時間をかけることでより正確になります。

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。そのため測定値は一定の幅で誤差を持っています。測定器の%が示す誤差範囲内に 95%の確率で真の放射の値が入るように設計されています。



6.6 外部検出器の切り替え

パルス X 線、ガンマ線の測定を行う場合、半導体検出器（高線量向け）だけを使うモードに変更する必要があります。パルス放射線の測定については、3.11.1 パルス X 線・ガンマ線に対する平均線量率の測定 (p.47) をご覧ください。

Fon または FoF の表示までたどり着いたら、3 秒以上、 ボタンを長押しすることで Fon, FoF を切り替えることができます。

Fon	通常お使いの場合には、Fon の表示状態で使ってください。 Fon = 外部検出器 BDKG-33 内の 2 つの検出器が線量率に応じて自動で切り替わります。
FoF	パルス X 線、ガンマ線の測定を行う場合には、FoF の表示状態に切り替えてください。 外部検出器 BDKG-33 内の半導体検出器（高線量向け）だけが動作します。こちらのモードでは、100 mSv/h 以下の放射線量は測定できません。100 mSv/h 以下の放射線量の場合には、画面表示が L99 mSv/h という表示になります。

通常は、Fon にしておくことで BDKG-33 に内蔵された 2 つの検出器が両方とも動作するようになります。2 つの検出器は線量率に応じて、自動的に切り替わります。

