



サイエンティフィック・アンド・プロダクション・エンタープライズ

AT1320C ガンマ線測定器

日本語版ユーザーマニュアル

目次

1	測定器の説明と操作	4
1.1	使用	4
1.2	技術仕様	5
1.3	本機一式の内容	9
1.4	機器の説明と動作原理	10
1.5	マークと封止	12
1.6	梱包	13
2	構成機器の説明と操作	13
2.1	BDKG-11C 検出器	13
3	使用制限	14
4	使用準備	14
5	操作	16
5.1	一般	16
5.2	安全対策	16
5.3	電源投入、ウォームアップ、動作調整	16
5.4	バックグラウンド測定	17
5.5	サンプルの放射能測定	19
5.6	測定結果の表示と保存	20
5.7	ソフトウェアの PC ハードディスクへのインストール	20
5.8	不具合チェックリストとトラブルシューティング	20
6	保守	21
7	保管	22
8	運搬	22
9	廃棄	23
10	検収証明	24
11	パッキングリスト	25
12	メーカー保証	26
	付録 A	27

本操作マニュアルは、ガンマ線測定器 AT1320C の動作原理について説明しています。本機の機能が正しく最大限に発揮されるようにするため、使用や設計に関する情報、技術仕様その他のデータを提示しています。

本ユーザーマニュアルでは次の略語を使用します。

ADC	:	アナログ・デジタル変換器
DU	:	検出器
FEP	:	全吸収ピーク
MMA	:	最小測定限界
PC	:	パーソナルコンピュータ
PT	:	光電子増倍管
PU	:	保護装置
SA	:	比放射能
VA	:	放射能濃度

1 測定器の説明と操作

1.1 使用

1.1.1 AT1320C ガンマ線測定器（以下、「本機」と呼びます）は、分光分析式の据え置き型測定器で、農林業、建設業、医療機関、放射線安全サービス会社などの放射線管理試験所における環境物質の放射線生態学的モニタリングや製品品質管理に使用できます。

本機では、ガンマ線検出器として、63×63mmのNaI(Tl)結晶を用いたシンチレーション検出器を使用しています。

1.1.2 本機は、水、牛乳、食品、食材、土壌、建築資材、工業原料、その他の環境物質に含まれるガンマ線核種の放射能濃度（VA）と比放射能（SA）の測定を目的とした装置です。

本機でVA(SA)を測定できる放射性核種は、1リットルのマリネリビーカー内を用いた場合¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁴⁰K、²²⁶Ra、²³²Th、0.5リットル及び0.1リットルの平型容器を用いた場合は¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁴⁰Kです。

1.1.3 本機は、サンプル測定過程で自動的にサンプルの放射能分析を実行します。同定結果は、サンプル放射性核種の放射能算出に使用されます。

1.1.4 サンプルのガンマ線放射能に関して保管されたスペクトル情報は、パソコン(PC)モニター上に表示され、**ATMA**ソフトウェアにより処理されます。

1.1.5 本機の動作条件は次の通りです。

- 周囲気温 0~40 °C
- 気温 30 °C 以下での相対湿度（結露なし） 最大 75 %
- 永久磁界強度 最大 40 A/m
- 外部バックグラウンドガンマ線 最大 0.20 µSv/h

1.1.6 水、ほこり、固形異物の侵入に対する本機の保護性能は、IEC 529:89におけるIP40に該当します。

1.1.7 本機への電源は、USB-DUアダプターを通じPCから供給されます。

1.2 技術仕様

1.2.1 密度 1 g/cm³ のサンプル中の放射性核種 ¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁴⁰K、²²⁶Ra、²³²Th に対する VA (SA)測定範囲は、表 1.1 の値の通りです。

表 1.1

測定形状	核種の放射能濃度（比放射能）測定範囲、Bq/L (Bq/kg)					
	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
マリネリビーカー (1.0 L)	3 - 1・10 ⁵	3 - 1・10 ⁵	3.7 - 1・10 ⁵	50 - 2・10 ⁴	10 - 1・10 ⁴	10 - 1・10 ⁴
平型容器 (0.5 L)	20 - 4・10 ⁵	20 - 4・10 ⁵	20 - 4・10 ⁵	200 - 2・10 ⁴	-	-
容器 (0.1 L)	50 - 1・10 ⁶	50 - 1・10 ⁶	50 - 1・10 ⁶	500 - 2・10 ⁴	-	-

1.2.2 ¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁴⁰K、²²⁶Ra、²³²Th の各放射性核種の VA (SA)測定固有許容相対誤差限度は 20 %以内です。

1.2.3 本機で検出可能なガンマ線のエネルギー範囲は、50～3000 keV です。

1.2.4 ハードウェアスペクトルの測定と蓄積は、1～1024 のチャンネル範囲で行います。

1.2.5 0.2 μSv/h 以下の外部ガンマ線に対する自動バックグラウンド範囲は、表 1.2 に示す値以下です。

表 1.2

測定窓	¹³¹ I 窓	¹³⁴ Cs 窓	¹³⁷ Cs 窓	⁴⁰ K 窓	²²⁶ Ra 窓	²³² Th 窓
自動バックグラウンド範囲 (cps)	6.0	1.5	2.0	1.2	0.3	0.15

1.2.6 標準的線源の VA (SA) 測定時の感度を表 1.3 に示します。

表 1.3

測定形状	核種感度、imp・L (kg)/s・Bq					
	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
マリネリビーカー (1.0L)	(5.28 ± 0.79) •• 10 ⁻²	(2.43 ± 0.36) •• 10 ⁻²	(2.20 ± 0.33) •• 10 ⁻²	(1.45 ± 0.22) •• 10 ⁻³	(3.32 ± 0.50) •• 10 ⁻³	(2.52 ± 0.38) •• 10 ⁻³
平型容器 (0.5L)	(1.63 ± 0.24) •• 10 ⁻²	(7.5 ± 1.13) •• 10 ⁻³	(6.80 ± 1.02) •• 10 ⁻³	(4.54 ± 0.68) •• 10 ⁻⁴	-	-
容器 (0.1L)	(6.7 ± 1.01) •• 10 ⁻³	(3.1 ± 0.47) •• 10 ⁻³	(2.80 ± 0.42) •• 10 ⁻³	(1.72 ± 0.26) •• 10 ⁻⁴	-	-

1.2.7 SA 測定中、サンプル密度を 0.1~3.0 g/sm³ の範囲で記録します。

1.2.8 統計誤差 50 % (P = 0.95) における 1 時間の最小測定限界 (MMA) を表 1.4 に示します。事前のバックグラウンド測定時間は 3 時間です。

表 1.4

測定形状	最小測定限界、Bq/L (Bq/kg) (最大値)					
	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
マリネリビーカー (1.0L)	4	4	5.7	78	12.0	10.4
平型容器 (0.5L)	20	20	20	260	-	-
容器 (0.1L)	50	50	52	690	-	-

1.2.9 本機は、PC の USB ポートに接続された USB-DU アダプターを通じ PC と通信します。

1.2.10 本機は、塩化カリウムを主成分とする確認用サンプル (無機肥料) を使用し、エネルギースケールの安定化を行います。

1.2.11 本機には、装備品セットに含まれる確認用サンプルを使用した校正確認機能があります。

1.2.12 動作モード設定には、最大の性能を引き出すために 10 分間必要です。

1.2.13 連続動作時間は、24 時間以上です。

1.2.14 連続動作時の測定不安定性は、±3%以内です。

1.2.15 測定範囲上限における 10 倍の過負荷終了後の性能回復時間は 5 分です。

- 1.2.16** 本機は次の条件に対し耐性を備えています。
- a) 周囲気温：0 °C～+40 °C
 - b) 気温 30 °C 以下での相対湿度（結露なし）：75 %
 - c) 大気圧：84～106.7 kPa
 - d) 永久磁界強度：最大 40 A/m
- 1.2.17** SA (VA)測定時の許容付加相対誤差限度は、次の値以下です。
- a) 周囲気温の変化が動作範囲内の場合：通常条件における測定値の 3 %
 - b) 磁界強度の変化が 40 A/m 以下の場合：±3 %
- 1.2.18** 本機の電波障害レベルは EN 55022:2006 におけるクラス A の要求事項に適合しています。
- 1.2.19** 本機は、IEC 61010-1:2001 におけるクラス II 装置の安全要求事項（汚染レベル 2、設置分類 II）に適合しています。
- 1.2.20** 本機は、防火要求事項に適合しています。火災の確率は 1 年当たり 10^{-6} 以下です。
- 1.2.21** 本機は、IEC 61326-1:2005 における電磁両立性（EMC）の要求事項に適合しています。
- a) 電圧ディップ、瞬時的停電、回路内の電圧変動への耐性：IEC 61000-4-11:2006 クラス 2 及びパフォーマンス係数 B に適合
 - b) 回路内の電気的高速過渡現象/バーストへの耐性：IEC 61000-4-4:2006 試験レベル 2 及びパフォーマンス係数 B に適合
 - c) 静電気放電への耐性：IEC 61000-4-2:2006 試験レベル 2（接触放電）及びパフォーマンス係数 C に適合
 - d) 回路内のサージへの耐性：IEC 61000-4-5:2006 動作条件クラス 2 及びパフォーマンス係数 A に適合
 - e) 無線周波数電磁界への耐性：IEC 61000-4-3:2009 試験レベル 2 及びパフォーマンス係数 A に適合
- 1.2.22** 本機は、回路内の高調波電流エミッションに関し IEC 61000-3-2:2005 におけるクラス A の要求事項に適合しています。
- 1.2.23** 本機は、IEC 6100-3-3:2005 の要求事項（電圧変化、電圧変動、フリッカーの限度）に適合しています。
- 1.2.24** 本機の AC 電源からの電力消費は、8 VA 以下です。

1.2.25 本機とその構成機器（PC 以外）の重量は、次の値以下です。

- 測定器： 130 kg
- 構成機器：
 - － BDKG-11C 検出器： 2 kg
 - － 保護装置： 125 kg
 - － USB-DU アダプター： 0.07 kg

1.2.26 全ての装備品（PC 以外）を同梱して輸送容器に入れた状態で、本機の重量は 160 kg 未満です。

1.2.27 本機の構成機器（PC 以外）の寸法は、次の値以下です。

- BDKG-11C 検出器： $\varnothing 98 \times 350$ mm
- 保護装置： $\varnothing 600 \times 700$ mm
- USB-DU アダプター： $95 \times 51 \times 33$ mm

1.2.28 本機の信頼度比較指数は以下の通りです。

- 平均故障間隔：10000 時間以上
- 平均耐用年数：10 年以上
- 平均寿命：15000 時間以上
- 平均動作回復時間：3 時間以下

1.3 本機一式の内容

1.3.1 本機一式の内容及び装備品を表 1.5 に示します。

表 1.5

名称・型式	メーカー No.	数量	備考
1 BDKG-11C 検出器		1	
2 保護装置		1	
3 ユーザーマニュアル		1	
4 装備品			お客様のご注文による
- パッキン		1	
- 確認用サンプル		1	
- 0.5 L 平型容器		5	
- 0.1 L 蓋付容器		5	
- 1.0 L マリネリビーカー		10	
- DU ケーブル		1	
- IBM 互換パソコン		1	
- USB A-B ケーブル (1.2 m)		1	
- USB-DU アダプター		1	
- ATMA ソフトウェアのインストール用 CD		1	
- ATMA ソフトウェアのユーザーマニュアル		1	
5 梱包用木製クレート		2	
6 段ボール梱包箱		1	

1.4 機器の説明と動作原理

1.4.1 本機の動作原理

1.4.1.1 本機の動作原理の基本となるのは、BDKG-11C 検出器によりパルス振幅スペクトルを測定、蓄積、保存することです。ガンマ線エネルギーに比例するパルス振幅は、デジタルコードに変換され、BDKG-11C 検出器のメモリデバイスに保存されます。DU メモリからのデータは、リアルタイムで読み込まれ、処理後に PC 画面に表示されます。

本機の動作とスペクトル処理を操作するために使用する **ATMA** ソフトウェアには、以下の機能があります。

- a) 本機の動作モードの操作
- b) 自動及び手動モードでの放射能算出を含め、スペクトル測定・処理データの視覚化
- c) スペクトルに関する処理（積算、減算、積分、目盛変更）
（ソフトウェアユーザーマニュアル 12 章）
- d) 測定スペクトルの PC ハードディスクへの保存と保存データの読み込み
（ソフトウェアユーザーマニュアル 9 章）
- e) 測定結果履歴の電子的保存（ソフトウェアユーザーマニュアル 11 章）

1.4.2 本機的设计

1.4.2.1 本機は据え置き型で、モジュラー式構造となっており、以下の機器で構成されます。

- 保護装置内の BDKG-11C 検出器
- USB-DU アダプター
- PC

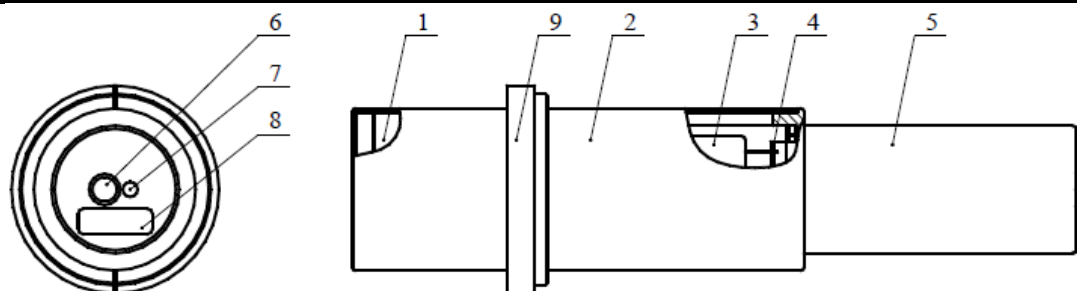
1.4.2.2 BDKG-11C 検出器（図 1.1）は、複数のシリンダ状の金属筐体を組み合わせたものです。筐体間は、ねじで接続されています。

スクリーン機能も果たす筐体（2）内には、検出器（1）、PT（3）、倍電圧整流器（4）があります。

増幅器筐体（5）には BDKG-11C 検出器、処理装置、電力増幅器、電圧変換器の各プリント基板が収容されており、DU インターフェースケーブル用コネクタを備えたレールに取り付けられています。

BDKG-11C 検出器には、光とほこりからの保護のためのゴムパッキンがあります。

すべての筐体は、亜鉛メッキまたは塗料による保護コーティングが施されており、アルコールまたはその他の除染液による除染が可能です。

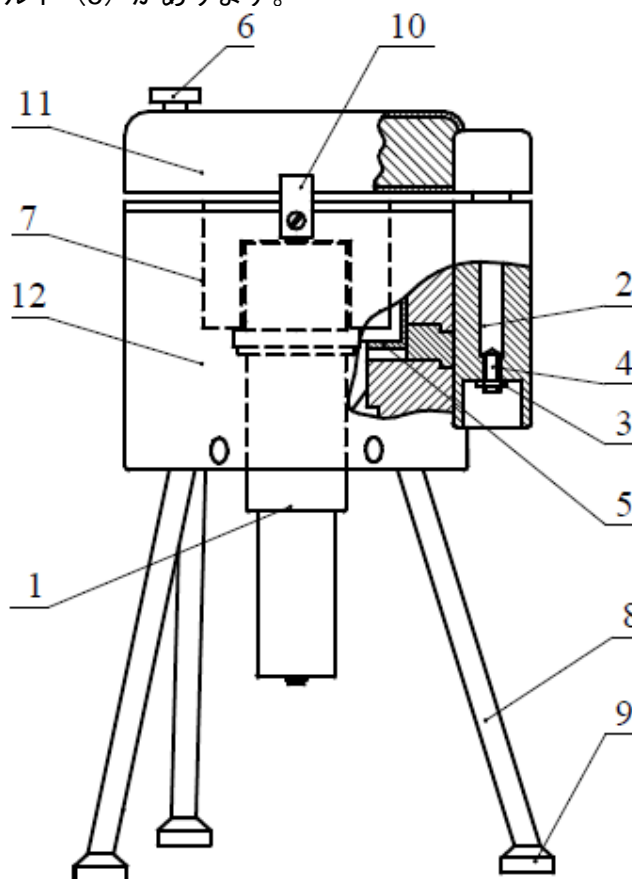


1-検出器、2-Body、3-PT、4-倍電圧整流器、
5-増幅器筐体、6-インターフェースケーブルコネクタ、
7-封止、8-ラベル、9-保持ブッシング

図 1.1 BDKG-11C 検出器全体図

1.4.2.3 保護装置 (PU) (図 1.2 参照) は据え置き型で、蓋 (11)、ケース (12) 及び 3 本の脚 (8)、脚の土台 (9) で構成されています。

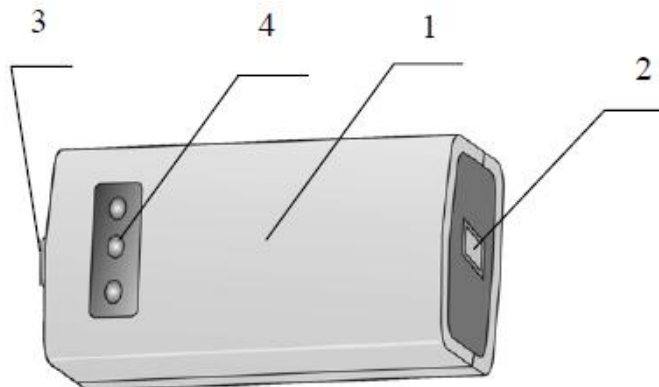
蓋とケースは、ポリマーコーティングされたスチール製パイプに溶接されています。ケースと蓋の内部には鉛製のリングが取り付けられています。保護装置のケースには、BDKG-11C 検出器 (1) とサンプル入りの容器 (7) を入れるためのステンレス製シールド (5) があります。



1-BDKG-11C 検出器、2-ピン、3-止めねじ、4-ねじ、
5-シールド、6-ハンドル、7-マリネリピーカー、8-脚、9-土台、
10-蓋固定つまみ、11-蓋、12-筐体

図 1.2 保護装置全体図

- 1.4.2.4 USB-DU アダプター (図 1.3) は、プリント基板を内蔵したプラスチック筐体 (1) で構成されています。筐体には、BDKG-11C 検出器接続用のソケット (3)、PC とのデータ通信用 USB A-B ケーブル (2)、電源・データ通信表示器 (4) があります。



- 1-プラスチック筐体、2-USB A-B インターフェースケーブル接続用ソケット、
3-BDKG-11C 検出器接続用ソケット、4-表示器

図 1.3 USB-DU アダプター全体図

- 1.4.2.5 1.0 L マリネリビーカー、0.5 L 平型容器、0.1 L 容器は、プラスチック製です。容器内面の上部には標準容量を示すリング状のレベルマークがあります。

- マリネリビーカー : 1.0 L
- 平型容器 : 0.5 L
- 容器 : 0.1 L

1.5 マークと封止

- 1.5.1 保護装置、DU、PU、USB-DU アダプターには、機器名、メーカー商標、シリアル番号製造年の表示とともに、「Made in Belarus」と刻印したラベルが貼られています。BDKG-11C 検出器のラベルには、IP40 保護等級に関する表示があります。ラベルは「ORACAL」640 シリーズのフィルム製で、ラミネート加工されています。

- 1.5.2 BDKG-11C 検出器の台尻は、破れるフィルムラベルで封止されています。

1.6 梱包

1.6.1 本機は、木箱 2 個と段ボール箱 1 個に収納されています。保護装置筐体は、1 個の木箱に、保護装置の蓋・ピン・脚は 2 個目の木箱に、BDKG-11C 検出器、USB-DU アダプターと装備品一式は、段ボール箱にそれぞれ収容されています。3 個の箱の中身は、必要な梱包材（ポリスチレン袋、段ボール製詰め物、紙）で保護されています。

2 構成機器の説明と操作

2.1 BDKG-11C 検出器

2.1.1 BDKG-11C 検出器は、NaI (TI)シンチレーション検出器（63×63 mm）、電子機器（光電子増倍管（PT）、増幅器、LED、電源部、アナログ・デジタル変換器（ADC）、温度センサー（TS））で構成されます。

BDKG-11C 検出器の構成図を図 2.1 に示します。

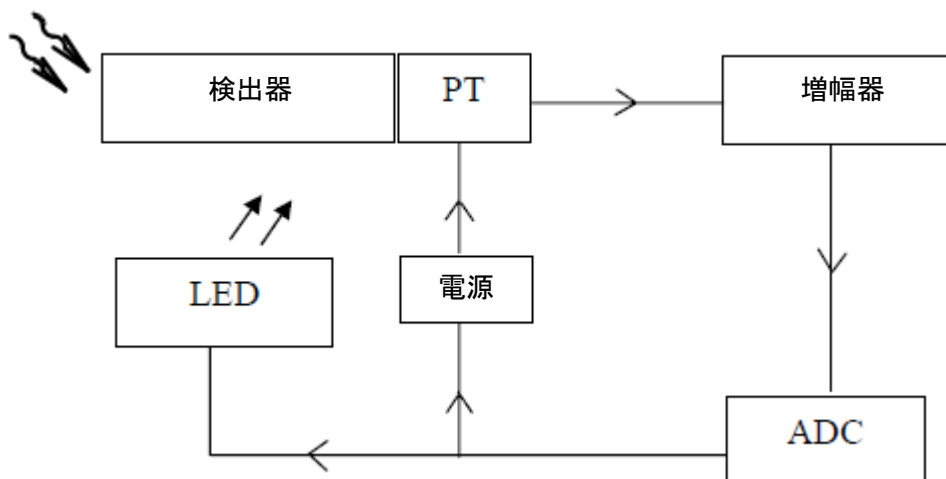


図 2.1

検出器は、ガンマ線の量子エネルギーを光パルスに変換します。

光電子増倍管は、光パルスを電流パルスに変換します。

増幅器は、PT の電流パルスを、ガンマ線のエネルギーに正比例する振幅の正常持続時間を持つ電圧パルスに変換します。増幅器から出力されたパルスは、ADC に入力され、ピーク分析の上、デジタルコードに変換されます。ADC は、LED 安定化回路から操作信号を送ることで PT 供給電圧を制御する電源部の電子的微調整を行います。温度センサーのデータは、BDKG-11C 検出器の自動温度補正に使用されます。

3 使用制限

- 3.1 機械的損傷を避けるため、BDKG-11C 検出器と確認用サンプルは慎重に使用してください。

4 使用準備

- 4.1 本機の動作環境には、ほこり、酸性蒸気、その他腐食の原因となる汚染物質は存在しないものとします。

- 4.2 本機の設置場所には、100～240 V、50～60 Hz の AC 電源が必要です。
本機を強力な電波障害を発生させる機器（電源変圧器、溶接変圧器、エンジン等）の横に設置することは、できるだけ避けてください。

- 4.3 使用を開始する前に、本ユーザーマニュアルをよくお読みください。

- 4.4 BDKG-11C 検出器を取り付けるため、保護装置（図 1.3 参照）を準備します。
これには、以下を行います。

- a) 保護装置筐体、カバー、脚、土台、ピンを箱から取り出します。
- b) 側面を下にして筐体を正しく置き、脚（8）をねじ込みます。
- c) 脚（8）を取り付けた保護装置を立て、土台（9）を各脚の下に取り付けます。
- d) ピン（2）を保護装置筐体に差し込み、蓋（11）をその上に載せます。
- e) 蓋と筐体の間の隙間（1～2 mm）をねじ（4）とナット（3）で調整します。
- f) 保護装置の内面・外面のほこりや汚れを取り除きます。

- 4.5 以下の手順で BDKG-11C 検出器を保護装置に挿入します。

- a) BDKG-11C 検出器を梱包箱から取り出します。
- b) BDKG-11C 検出器筐体のほこりや汚れをふき取ります。
- c) DU ケーブルを検出器に接続します。
- d) BDKG-11C 検出器を、スクリーン（5）最下部にある取り付け穴に所定の位置で止まるまで挿入し（図 1.2 参照）、DU ケーブルを USB-DU アダプターに接続します。
- e) USB A-B ケーブルを USB-DU アダプター及び PC の USB ポートに接続します。

4.6 装備品と資材の準備

- 除染液：測定容器と保護装置外面の除染のため最低 2 リットル（水 1 リットル当たり洗浄剤 1 g）。
- 蒸留水：1 リットル以上。本機のバックグラウンド特性測定のための「純粋」サンプルとして使用。
- 目盛付容器：± 2 %以内の精度で容積測定が可能なもの。
- 秤：重さ 0.01～3 kg のサンプルを± 2 %以内の精度で計量可能なもの。

4.7 測定のためサンプルを準備します。サンプルの測定準備として、サンプルを処理し、あらかじめ選択した測定容器に入れます。サンプルの準備は、以下に注意して行ってください。

- 固形物は砕き、減容してください。
- 液状サンプル及び粒状サンプルは、サンプル中の放射性核種の分布を均一化するため、よく混ぜてください。

食品を分析する場合は、仮に表面放射能汚染があっても除去できるように、調理の準備段階で通常行われる処理を行ってください。

通常の容器を計量容器としてご使用ください。容器の選択には、以下を考慮してください。

- 分析対象サンプルの実容量
- 管理対象の放射性核種
- 予想される放射能汚染レベル
- 測定の推定時間と測定誤差（付録 A）。

サンプルの放射能レベルが低いことが予想される場合には、できるだけ大きな容器を使用してください。

サンプルは、除染済みの測定容器に入れてください。容器内側のマークを目印にするか、目盛付の容器を使用して、必要な量のサンプルを容器に入れてください。容器の内容量は、最小測定誤差で標準値に対応させるようにしてください。サンプルの重量（正味）は、サンプル投入前と投入後に容器を計量することにより、±2%以下の精度誤差で特定できます。

4.8 使用前に以下を行ってください。

- ケーブルとソケットの状態を確認する。
- 図 4.1 に従い接続を確認する。

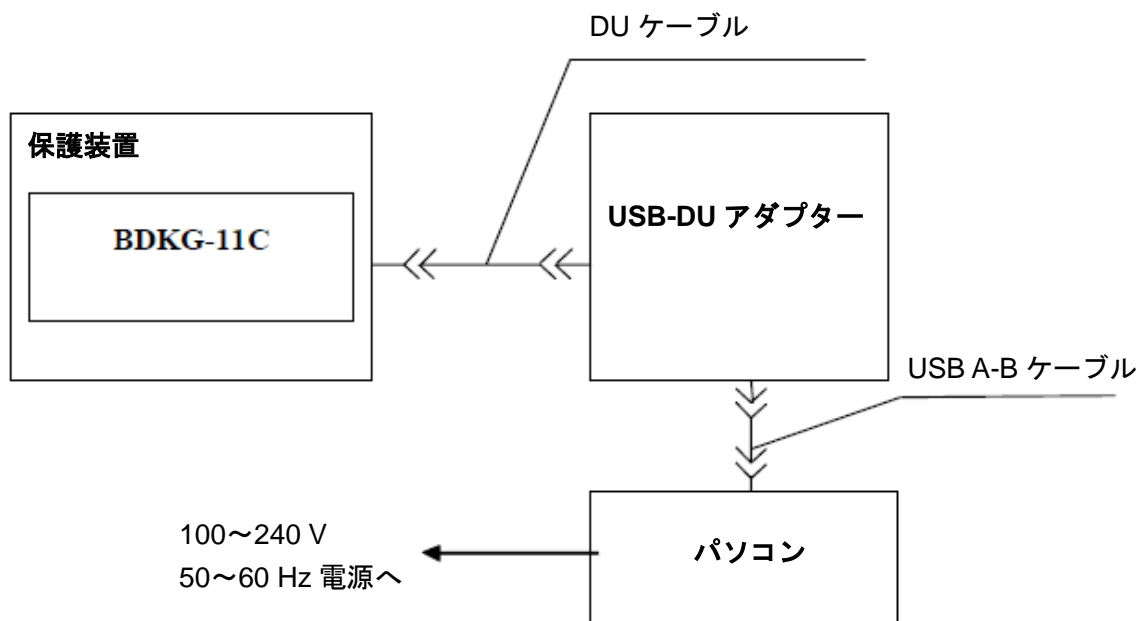


図 4.1 本機と PC の接続構成図

5 操作

5.1 一般

5.1.1 本章では、本機の特性・校正チェック時及びサンプルの放射能分析時に行う基本的操作について説明します。

5.2 安全対策

5.2.1 本機は、IEC 61010-1:2001におけるクラスII装置の安全要求事項(汚染レベル2、設置分類II)に適合しています。

5.2.2 本機の取り扱い時、作業者は、電気機器操作の一般的ルールに従ってください。

5.2.3 適切な専門技術と訓練経験があり、他者が感電した場合に適時救護することができる者に対してのみ、本機の取り扱いを許可してください。

5.2.4 サンプル内の放射性核種のSA(VA)測定及び放射能測定器の試験を伴うすべての作業は、衛生基準・規定に従って行ってください。

5.2.5 確認用サンプルの成分は、自然放射性核種⁴⁰Kを含有する塩化カリウムで、封止されたマリネリビーカーに入っています。このサンプルの使用には、特別な放射能保護対策は必要ありません。

5.3 電源投入、ウォームアップ、動作調整

5.3.1 本機の電源を投入する手順は以下の通りです。

- a) 4.4~4.8に従い、本機の使用準備を行い、PCの電源を投入します。
- b) ソフトウェアユーザーマニュアルの4章に従い、ATMAソフトウェアを起動します。
- c) 表示された「**Test procedure - warming up**」画面で「**Begin**」ボタンをクリックします。この画面は、BDKG-11C検出器との接続確立後に表示されます。BDKG-11C検出器との接続が確立されない場合、5.8項に従ってください。

本機のウォームアップには10分間かかります。ウォームアップ中、試験サンプルを入れ、保護装置を閉じます。ウォームアップが完了すると、自動的に校正確認を行います(ソフトウェアユーザーマニュアル10章参照)。

この確認中、計数率のプリセット値及び計算値(単位:cps)及び⁴⁰K放射性核種のチャンネルに対するFEP中心が表示されます。FEP中心位置と計数率がプリセット値に一致すれば、「**Parameters are valid**」(パラメータ有効)というメッセージが画面上部に表示されます。

FEP 中心位置がプリセット値に一致しなければ（「Parameters are invalid」（パラメータ無効）のメッセージ）、本機の特徴が校正後のパラメータに一致するように自動的に PT 電源の電圧を調整します。その後、再度確認プロセスが実行され、「Parameters are valid」メッセージが画面上部に表示されます。

「Count rate is invalid. Control sample source position」（計数率は無効です。サンプル線源の位置を調整してください。）のメッセージが表示された場合、5.8 項の指示に従ってください。

5.3.2 本機によるパラメータチェックが正常に終了すれば、次にバックグラウンド特性チェックを行います。これには、「Test procedure - verification test」画面上部に「Parameters are valid」メッセージが表示された後に「Next」ボタンをクリックし、確認用サンプルを取り出してから、次に表示される「Test procedure - background test」画面で「Begin」ボタンをクリックします。バックグラウンド特性チェックが正常に終了したら（「Background is valid」（バックグラウンド有効）メッセージ）、画面を閉じます。

「Background is invalid」（バックグラウンド無効）メッセージが表示された場合、バックグラウンド確認操作（ソフトウェアユーザーマニュアル 10 章）を再度行ってください。同じメッセージが再度表示されるようなら、5.8 項の指示に従ってください。

5.3.3 本機の動作調整作業がうまくいかない場合は、5.8 項「不具合チェックリストとトラブルシューティング」をご参照ください。

注意！：基準線源は、使用時以外は保護装置から 2 m 以上離してください。

5.4 バックグラウンド測定

5.4.1 バックグラウンド放射能を放射性サンプルを入れない状態で測定すると、測定精度に有意な影響が生じる可能性があります。これは特に低レベルの放射能を測定する場合に顕著です。

一般に、バックグラウンドレベルは、現場の緯度、標高、気候条件、建物内での本機設置場所、人為的汚染による外部ガンマ線バックグラウンドの影響を受けるとともに、DKG-11C 検出器、保護装置、測定容器の表面の除染レベルにも影響されます。

作業用バックグラウンドの測定スペクトルは、PC のハードディスクの「Phon」フォルダに保存してください。

低レベル測定時のバックグラウンドスペクトル取得時間は、3 時間以上必要です。すべての種類の容器について、事前にバックグラウンドスペクトルを測定し、メモリに保存しておくことを推奨します。

さらに、基準バックグラウンドスペクトルは、「Phon」フォルダに保存しておいてください。測定の前には毎回、簡易バックグラウンド調整を実行し、新たな作業用バックグラウンドスペクトルの取得の必要性を判断することを推奨します。バックグラウンド測定と簡易バックグラウンド調整は 5.4.2～5.4.4 に従って行ってください。

5.4.2 簡易バックグラウンド調整を実行するためのバックグラウンド測定の設定を行います。簡易バックグラウンドは、サンプル密度が 0.3 g/sm^3 未満の場合に作業用バックグラウンド値として使用されます。

- a) 保護装置を閉じます（内部に容器のない状態で）。
- b) 「**Reference background**」機能（ソフトウェアユーザーマニュアル 11 章（11.2））を選択し、測定時間を 10800 秒に設定、「**OK**」ボタンをクリックします。基準バックグラウンド測定の終了後、基準バックグラウンドを必要なディレクトリ（C:\ProgramData\ATOMTEX\ATMA\Phon）に保存することを確認するメッセージに対し了解します。「**Reference background saved**」（基準バックグラウンドを保存しました）のメッセージが画面に表示されます。

5.4.3 サンプルの放射能試験で使用する作業用バックグラウンドスペクトルは、以下の手順で測定します。

- a) 測定容器に蒸留水を入れ、保護装置に挿入します。
- b) 保護装置を閉じます。
- c) 「**Operational background**」機能（ソフトウェアユーザーマニュアル 11 章（11.3））を選択し、測定時間を 10800 秒に設定し、必要な測定形状を選択し、「**OK**」ボタンをクリックします。作業用バックグラウンド測定の終了後、作業用バックグラウンドを必要なディレクトリ（C:\ProgramData\ATOMTEX\ATMA\Phon）に保存することを確認するメッセージに対し了解すると、「**Operational background saved**」の了解メッセージが表示されます。この作業用バックグラウンドは、今後の管理対象放射性核種の放射能の算出に使用されます。
- d) 容器を保護装置から取り出します。
上記手順で、使用するすべての測定形状に対し、作業用バックグラウンドスペクトルの測定を行います。

5.4.4 バックグラウンドの一貫性を確認するため、毎日測定開始前にバックグラウンド作業調整を行ってください。

確認作業は、以下の手順で行います。

- a) 5.3.1 に従い必要な作業を行います。
- b) 確認用サンプルを保護装置から取り出し、「**Begin**」ボタンをクリックします。計数率のプリセット値及び計算値（作業が終了している場合）が cps 単位で「**Test procedure - background test**」画面に表示されます。
- c) 確認作業後に表示される「**Background is valid**」メッセージは、バックグラウンド特性に変化がないことを示します。「**Abnormal backgr.**」メッセージが表示された場合、5.3.2 に従ってバックグラウンド調整を再度行ってください。「**Background is invalid**」メッセージが再度表示されるようなら、バックグラウンドの変化の原因を調査してください（5.8）。

バックグラウンド上昇の原因としては、本機の放射能汚染や本機の設置場所の近くに放射線源が存在することが考えられます。このような場合、線源を除去し（本機の除染または放射線源の除去）、バックグラウンド調整を再度行います。

バックグラウンドの変化の原因が外部放射能条件または本機の設置場所自体にある場合は、バックグラウンド特性を新たに測定し直してください。

注：空の測定容器で簡易バックグラウンド調整を行った結果が良好なら、容器は汚染されていないことになります。

5.5 サンプルの放射能測定

5.5.1 サンプル放射性核種の放射能を測定するには、作業用バックグラウンドスペクトルを測定し、サンプルを準備します。サンプル物質を測定容器のマークまで入れるか、事前に2%以下の誤差でサンプル量を測定しておきます。サンプル重量は、2%以下の誤差で特定してください。

5.5.2 放射線を以下の手順で測定します。

- a) サンプルを入れた容器を保護装置に挿入します。
- b) 保護装置の蓋を閉じます。
- c) ソフトウェアユーザーマニュアル 11 章に従ってサンプル測定を行い、予想測定時間、サンプル数、測定形状、放射性核種構成を確認します。必要に応じ、測定対象サンプルのその他の重要データを「Remark」欄に入力します。

ガンマ線放射性核種の VA (SA) が 100 Bq/L (Bq/kg) 未満であれば、1.0 L マリネリビーカーを使用することで測定時間を短縮できます。

使用する測定容器に合わせて測定形状を入力します。

ATMA ソフトウェアでは、管理対象放射性核種の構成がメイン画面の右側に表示されますが、サンプルの SA (VA) 及び測定結果の誤差も各放射性核種の横にリアルタイムで表示されます。測定結果の誤差はソフトウェアにより算出され、選択した表示モードにより、画面には基本統計誤差または基本絶対誤差のいずれかが表示されます。

放射性核種の放射能測定結果の誤差は、計算式 (5.1) に従い、本機の通常動作条件に基づき自動的に算出されます。

$$\Delta(A) = K_{0.95} [\theta(A) + \varepsilon(A)], \quad (5.1)$$

ここで、 $\theta(A)$ は、測定結果 A の見逃し系統誤差の信頼限界を確信度 0.95（本機の固有誤差限界）で示します。

$\varepsilon(A)$ ：1 回の測定 A の偶然（統計）系統誤差の信頼限界で、確信度は 0.95。

$K_{0.95}$ は、 $\theta(A)/S(A)$ 関係に依存する確信度 0.95 の係数です。ここで、 $S(A) = \varepsilon(A)/2$ は、1 回の測定結果 A の平均 2 乗偏差です。 $K_{0.95}$ 係数の値は表 5.1 に従い選択されます。

表 5.1

$\theta(A)/S(A)$	0.8	0	2	3	4	5	6	7	8
$K_{0.95}$	0.76	0.74	0.71	0.73	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81

5.6 測定結果の表示と保存

5.6.1 測定結果は、ソフトウェアユーザーマニュアル 11 章に従いデータベースに保存したり、レポートとして印刷したりできます。

5.7 ソフトウェアの PC ハードディスクへのインストール

5.7.1 ATMA ソフトウェアの PC へのインストールとバージョンアップは、ソフトウェアユーザーマニュアルの関連部分に従って行います。

5.8 不具合チェックリストとトラブルシューティング

不具合のチェックリストとトラブルシューティング方法を表 5.2 に示します。

表 5.2

トラブルの名称、表示、その他の症状	考えられる原因	対応策
1 本機の電源を投入すると、「 Connection failed 」(接続失敗)メッセージが表示される。	1 BDKG-11C 検出器が USB-DU アダプターに接続されていない。 2 USB-DU アダプターが PC に接続されていない。 3 BDKG-11C 検出器の不具合。 4 USB-DU アダプターの不具合。 5 PC の不具合。	図 4.1 に従い接続を確認してください。 それでも解決しない場合は、メーカーにご連絡ください。
2 スペクトルが蓄積されない。	同上	同上
3 本機の動作設定中に、「 Count rate is invalid. Control sample source position 」メッセージが表示される。	1 確認用サンプルが入っていない。 2 本機が汚染されている。	確認用サンプルを入れてください。 バックグラウンドの調整作業を行ってください。 それでも解決しない場合は、メーカーにご連絡ください。
4 本機の動作設定中に、「 Parameters are invalid 」メッセージが表示される。	1 確認用サンプルが入っていない。 2 DU が損傷している。	確認用サンプルを入れてください。 それでも解決しない場合は、メーカーにご連絡ください。
5 バックグラウンドの調整作業中に「 Abnormal backgr. 」メッセージが表示される。	1 本機が汚染されている。 2 放射能環境が変化した。	本機を除染してください。 基準バックグラウンドを測定してください。

6 保守

6.1 保守は、本機の使用に不可欠な活動であり、本機の技術的狀態を良好に維持すること、使用寿命と可用性を最大化して故障のない動作を確保することを目的としています。

本機の故障の修理は、すべて保守サービス担当者が行います。

6.2 本機の保守は、日常保守と定期保守に分類されます。

日常保守は、本機の使用後、使用者が行います。

定期保守では、本機の技術的パラメータの適合性を確認し、技術的に良好な状態を維持するためのメンテナンスや修理を行います。定期保守は、四半期に1回行います。

6.3 日常保守では以下を行います。

- 柔らかい布で本機の外側のほこりを拭き取ります。
- 精留アルコールで湿らせた布で BDKG-11C 検出器の動作面と保護装置の内面を拭きます (BDKG-11C は、保護装置に入れたまま)。アルコールの使用量は 10 g です。
- 除染液 (水 1 リットル当たり洗浄剤 1 g) で測定容器を洗います。次に、容器を真水で洗い、乾燥させます。除染液の温度は 60 °C 以下とします。

6.4 定期保守には以下が含まれます。

- BDKG-11C 検出器及び保護装置の筐体の状態を確認します (傷、へこみ、腐食の兆候、塗装の損傷がないこと)。もし問題があれば、損傷部に屋外用エナメル塗料またはニス塗布して修理し、通常環境で乾燥させます。
- 接続ケーブルの状態を確認します (亀裂、切れ目、裂け目、汚染がないこと)。
- タグ、亀裂、切れ目、摩耗、接続部、ソケットを確認します。
- ねじ込みソケットの外観検査を行い、接続部をエチルアルコールで洗い、30 分以上乾燥させます。
- 測定容器の外観検査を行い、亀裂がないことを確認します。損傷した容器は、交換するかポリスチレン接着剤で修理します。
- 本機一式が揃っていることを 1.3 に基づき確認します。
- 本機の動作を 5 章に従って調整します。
- BDKG-11C 検出器の動作面と保護装置の内面を除染します。精留アルコールで湿らせた布でこれらの表面を 2 回拭きます。アルコール使用量は 40 g です。

7 保管

7.1 使用前の本機は、メーカーの梱包箱に保管します。

- 周囲気温が+5°C~+4°C、25°Cでの空气中相対湿度が80%の場合、輸送箱に保管します。
- 周囲気温が+10°C~+35°C、25°Cでの空气中相対湿度が80%の場合、輸送箱なしで保管します。

7.2 本機の保管場所における、ほこり、酸性・アルカリ性蒸気、腐食性ガス、その他の腐食性の有害不純物の含有率は、腐食性薬品の含有率以下とします。

7.3 長期保管する場合には、以下が必要です。

- a) USB-DU アダプターを PC から取り外します。
- b) すべての容器を集め、完全に揃った状態で保管してください。

8 運搬

8.1 保護梱包された状態の本機は、あらゆるタイプの閉鎖車両による陸上輸送、及び航空機の暖房付加圧室(周囲気温-15°C~+40°C、35°Cでの相対湿度95%±3%)に使用できます。

8.2 梱包された本機は、輸送時にはしっかり固定してください。輸送室の壁などへの衝突から保護するため、安定した場所に固定してください。

8.3 梱包箱に収納した本機は、輸送中、輸送箱に表示された注意マークや表示に従って保管される必要があります。

9 廃棄

9.1 本機は、定められた手順に従い廃棄することで、環境を汚染しません。



9.2 NaI (TI)検出器のケースが損傷している場合、ビニール袋に密封し、メーカーに返却してください。検出器を廃棄することは禁止されています。

9.3 同梱の確認用サンプルは、塩化カリウム（無機肥料）を主成分としており、危険性はありません。検収証明には、廃棄に関する特別な要求事項はありません。

10 検収証明

10.1 AT1320C ガンマ線測定器 No _____ は、

シリアル番号

国の基準と有効な技術文書の義務的要求事項に従い製造、検収され、正当に使用できます。

製造日 _____

年/月/日

メーカーの検収責任者の署名（捺印）

メーカー側の検収責任者の個人署名（個人捺印）

11 パッキングリスト

11.1 AT1320C ガンマ線測定器 No _____ は、
シリアル番号

ATOMTEX, SPE において、

会社名またはコード
有効な技術文書の要求事項に従って梱包されました。

日付 _____
年/月/日

梱包担当者 _____
(署名)

梱包された本機の検収者 _____ 捺印
(署名)

12 メーカー保証

12.1 メーカーは、お客様が操作、輸送、保管に関する規則及び条件を実行する場合に限り、本機がマニュアルに記載の主要パラメータ及び技術仕様に対応することを保証します。

12.2 保証期間は、本機の使用開始日から 18 カ月です。

12.3 保管保証期間は、本機の製造（技術管理部門による受入日）から 6 カ月です。

12.4 お客様は、操作、輸送、保管に関するすべての規則及び条件を実行する場合に限り、本機の故障に対し無料で修理を受ける権利があります。

注：本機構成機器の封止が開封された場合は、一切の保証請求は受け付けず、保証修理は行いません。

12.5 以下の場合には保証は無効となります。

- ・ 保管保証期間内に本機の使用を開始した場合、保証期間の終了後。
- ・ 保管保証期間の終了後。

12.6 修理期間中、保証期間は延長されます（請求日からメーカーによる本機の動作再開日まで）。

12.7 保証修理及び保証期間後の本機の修理は、メーカーにより行います。
お客様の過失（誤操作によるアプリケーションファイルの削除、ウイルス感染等）によるシステムファームウェア及びアプリケーションソフトウェアの破損は、メーカーの責任の限りではありません。

12.8 メーカーである当社は、自社製品のサービス保守を契約に基づき行います。保守サービスに関するお問い合わせ先は、以下の通りです。

repair@atomtex.com

TEL : (+375-17)290-23-11

付録 A

(参考)

外部バックグラウンド放射能が 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 以下の場合、マリネリピーカー (1.0 L)、平型容器 (0.5 L)、容器 (0.1 L) を使用したサンプル測定 of 推定時間は、管理対象の放射性核種の放射能レベルと測定結果固有の相対的統計誤差により異なります。サンプルには、管理対象の放射性核種のみが含まれているものと仮定しています。バックグラウンド測定時間は 10800 秒です。表内の空欄は、該当する放射性核種を必要な精度で測定することが不可能であることを示しています。

マリネリピーカー (1.0 L)

表 A.1 I-131 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\epsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
3	6100	8700	14000				
5	1700	2100	2800	6200			
10	400	500	620	1200	3000		
60	15	20	25	40	100	400	1600
300	2	2	2	5	10	35	140
600	1	1	1	2	5	15	60

表 A.2 Cs-137 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\epsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
3.7	8600	13000					
5	3600	4700	6700				
10	800	1000	1300	2400	7000		
50	40	50	70	120	260	1100	5200
60	30	40	50	90	200	800	3600
100	15	20	30	40	90	350	1500
300	3	4	5	10	20	80	300
600	2	2	2	5	10	40	140

表 A.3 Cs-134 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\epsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
3	8200	12100					
5	2100	2700	3600	8400			
10	500	600	800	1500	3900		
50	30	40	50	80	190	770	3600
60	25	28	40	70	150	600	2500
100	10	15	20	30	70	270	1100
300	3	3	5	10	20	70	270
600	2	2	2	5	10	30	120

表 A.4 K-40 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
50	5900	8200					
100	1150	1400	1900	3800	13600		
200	300	360	470	850	2050	15000	
300	150	180	230	400	930	4500	
500	60	80	100	170	380	1600	8900
700	40	50	60	100	230	900	4200

表 A.5 Ra-226 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
10	6300	12200					
30	690	850	1100	2100	5700		
50	280	350	440	800	1900	11600	
100	100	120	150	260	600	2600	15700
300	25	30	35	60	140	550	2200
600	10	15	20	30	60	250	1000

表 A.6 Th-232 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
10	6800	9700					
30	660	850	1050	2000	5300		
50	280	350	450	800	2000	10800	
100	100	130	160	290	650	2800	15700
300	30	30	50	70	170	650	2650
600	15	15	20	40	80	300	1200

平型容器 (0.5 L)

表 A.7 I-131 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
20	1050	1300	1700	3500	12500		
50	180	220	300	500	1150	6200	
100	50	60	80	130	300	1300	7000
300	10	10	15	30	60	200	800
600	3	3	5	10	20	80	300
1000	1	2	2	5	10	50	150

表 A.8 Cs-137 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
20	2200	2900	3900	9300			
50	350	420	530	970	2450		
100	100	120	150	260	600	2800	
300	16	20	25	50	100	400	1700
600	6	7	10	16	40	150	600
1000	3	4	5	8	20	80	300

表 A.9 Cs-134 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
20	1300	1700	2200	4500			
50	230	300	350	650	1500	9000	
100	70	80	100	180	450	2000	11000
300	15	20	25	35	80	300	1300
600	5	7	10	15	30	120	500
1000	3	4	5	8	20	70	260

容器 (0.1 L)

表 A.10 I-131 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
50	1000	1300	1600	3200	11200		
100	250	300	400	700	1700	12000	
300	40	45	50	90	200	900	4100
600	10	15	20	30	70	260	11000
1000	5	10	15	20	30	130	500

表 A.11 Cs-137 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
50	2100	2700	3600	8400			
100	500	600	800	1500	3900		
300	70	80	100	190	450	1800	11100
600	20	30	40	60	150	550	2400
1000	10	15	20	30	60	250	1050

表 A.12 Cs-134 の比放射能測定時間

A, Bq/kg	$\varepsilon = 2\sigma (P = 0.95), \%$						
	± 50	± 45	± 40	± 30	± 20	± 10	± 5
	測定時間 (秒)						
50	1230	1600	2000	4200			
100	310	400	500	900	2200		
300	50	60	70	130	300	1200	6100
600	20	25	30	50	100	400	1700
1000	10	15	20	25	50	200	800