

各位

平成25年7月9日

標木博一

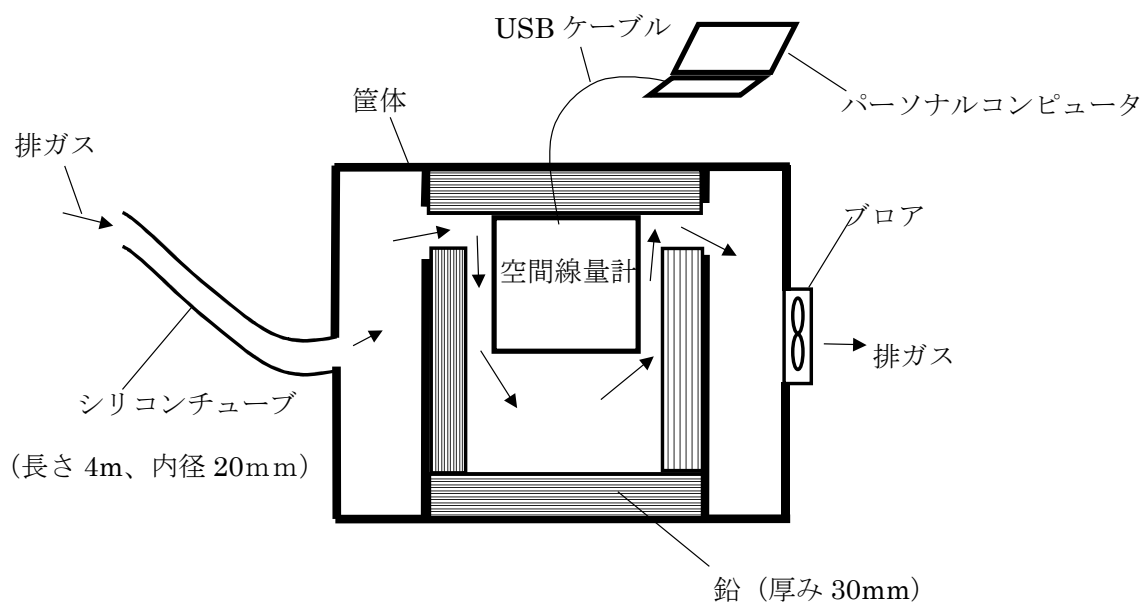
排ガス検査用放射性物質検出装置2号機の製作

前回、放射性物質を含む廃棄物を焼却している施設から大気中に放出される排ガスに放射性物質が含まれているかどうかを検査するため、市販の空間線量計を用いて排ガス検査用放射性物質検出装置初号機を製作した。今回、より感度が高い(1 μ Sv/h 当たりの放射線カウント数が多い)の空間線量計を用いて2号機を製作したので、紹介する。

1. 放射性物質検出装置

(1) 放射性物質検出装置の構成(図1)と外観(図2)

本装置(2号機)は、初号機と同様、筐体内に設置した空間線量計により出力される空間線量率(μ Sv/h)のデータをパーソナルコンピュータに取り込んでいる状態で、ブローにより排ガスを吸引して空間線量計が出力する空間線量率値が上昇するかどうかを調べるものである。線量率が上昇すれば排ガス中の放射性物質の存在を確認することができる。



*筐体外の放射性物質（バックグラウンド）の影響を低減して線量率の上昇を確認し易くするため、線量計の周囲を厚さ約30mmの鉛（2mmの鉛板を複数枚重ねた）で囲んだ。

図1 排ガス検査用放射性物質検出装置の構成



* 筐体：寸法 W450mm×D180mm×H330mm、質量 42.5kg

図2 排ガス検査用放射性物質検出装置2号機の外観

(2) 本装置に使用した空間線量計

2号機には、(株)テクノエーピー製 Mini SURVEY METER TC300 を使用した。仕様を表1、外観写真を図3に示す。

この線量計は、初号機に使用した堀場製作所製の「通信機能付 環境放射線モニタ Radi (ラディ) PA-1100」と同様、放射性物質が放出するガンマ線が照射されるとヨウ化セシウムの結晶が発光する(シンチレーション)性質を使って空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)を測定するものである。

代表的な放射性物質(表2)の内、放射性セシウム(セシウム137とセシウム134)は融点、沸点が最も低く、気化しやすいため、焼却施設で放射性物質を含む廃棄物が焼却された場合、排ガスと共に煙突から放出される可能性が最も高い。また、放射性セシウム

は、[参考1]、[参考2]に示すようにガンマ線を放出する。このことから、初号機と同様、2号機にもガンマ線を検出する線量計を選定した。

初号機の堀場製作所製の Radi PA-1100 は、感度が 1,000 cpm/($\mu\text{Sv/h}$) 以上であるが、2号機の TC300 は、表1に示すように 42,000cpm/($\mu\text{Sv/h}$) と感度が高い。このことから、排ガス中の放射性物質検出性能が向上することが期待できる。

なお、焼却施設の煙突から放出される排ガスは一般に 200°C 程度と高温であるので、その対策として線量計を断熱ガラスクロス（厚み 0.26mm のものを 12 枚重ねた）で覆った上にシリコンゴム自己融着テープを施した（図4）。また、筐体内への排ガスの吸引時間を 10 分間に限定することとした。

表1 (株) テクノエーピー製 Mini SURVEY METER TC300 仕様

スペクトル表示機能	無し
線量率範囲	0.001 $\mu\text{Sv/h}$ ～ 10 $\mu\text{Sv/h}$
検出器	CsI (Tl) 40×40×15mm
測定線種	γ 線 (ガンマ線)
感度	42,000cpm/($\mu\text{Sv/h}$)
エネルギーレスポンス	±15%(エネルギー補償)以内
指示値変動	変動係数 0.1 以下
エネルギーレンジ	150keV ～ 3MkeV
エネルギー分解能	10%(¹³⁷ Cs、662keV)
線量率時定数	3 秒、10 秒、30 秒
エネルギースペクトル	512 チャンネル
表示器	有機 EL ディスプレイ 128×68 ドット
電源	単三電池 2 本(連続使用約 15 時間)、USB 給電
外形寸法	75 (W) × 135 (H) × 35 (D) mm
質量	約 340g
環境条件	使用温度 0 から 40°C, 結露なきこと
PC アプリケーション	線量率測定
	動作 : Windows 7(32bit/64bit)/Vista/XP(SP3), 画面解像度 1024×600 以上



図3 空間線量計外観

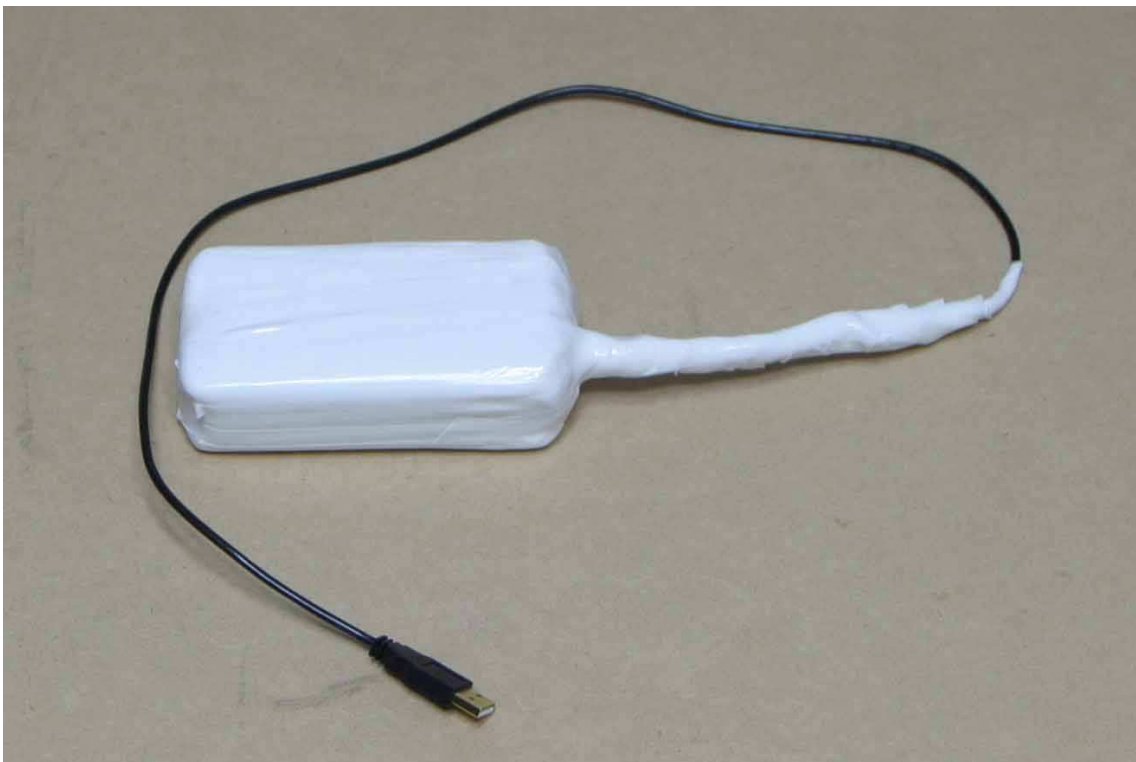


図4 断熱ガラスクロスで覆った上に自己融着テープを施した空間線量計

表2 代表的放射性物質の融点、沸点、半減期

No.	核種 (元素)	融点	沸点	半減期
1	セシウム137	28.4℃	671℃	30.1年
2	セシウム134			2.06年
3	ヨウ素-131	113.7℃	184.3℃	8.06日
4	ヨウ素-133			20.8時間
5	テルル	449.5℃	988℃	42分
6	プルトニウム239	639.4℃	3228℃	2万4000年
7	ストロンチウム90	777℃	1382℃	28.8年

[参考1] セシウム137

(原子力資料情報室 <http://www.cnrc.jp/knowledge/2597> より抜粋引用)

半減期 30.1年

崩壊方式

ベータ線を放出してバリウム-137(¹³⁷Ba)となるが、94.4%はバリウム-137m(^{137m}Ba、2.6分)を経由する。バリウム-137mからガンマ線が放出される。

放射能の測定

試料を適当な容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線を測定するのがふつうの方法である。体内にあるものは、全身カウンターで測定できる。

放射線エネルギー (100万電子ボルト)

ベータ線, 0.514(94.4%), の寄与が大きい。1.18(5.6%) ;

ガンマ線, 0.662(85.1%、バリウム-137mから放出される)。

比放射能 (ベクレル/g) 3.2×10^{12}

[参考2] セシウム134

(原子力資料情報室 <http://www.cnrc.jp/knowledge/2596> より抜粋引用)

半減期 2.06年

崩壊方式

ベータ線を放出してバリウム-134(¹³⁴Ba)となり (99.9997%)、軌道電子を捕獲してキセノン-134(¹³⁴Xe)にもなる(0.0003%)。多くのガンマ線が放出される。

放射能の測定

土壌などの環境試料は適当な容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線を測定するのがふつうの方法で、0.1ベクレルまで検出できる。体内にあるものは、全身カウンターで測定できる。

放射線エネルギー (100万電子ボルト)

ベータ線, 0.0886(27.3%), 0.415(2.51%), 0.658(70.2%) ;

ガンマ線, 0.563 (8.4%), 0.569 (15%), 0.605 (97.6%), 0.796 (85.5%), 0.802 (8.69%),
1.365 (3.0%) 他

比放射能 (ベクレル/g) 4.8×10^{13}

2. 試験

空間線量計を筐体外から筐体内に移した場合にどの程度バックグラウンドの線量率が低減されるか調べた。その結果を図5に示す。

以上

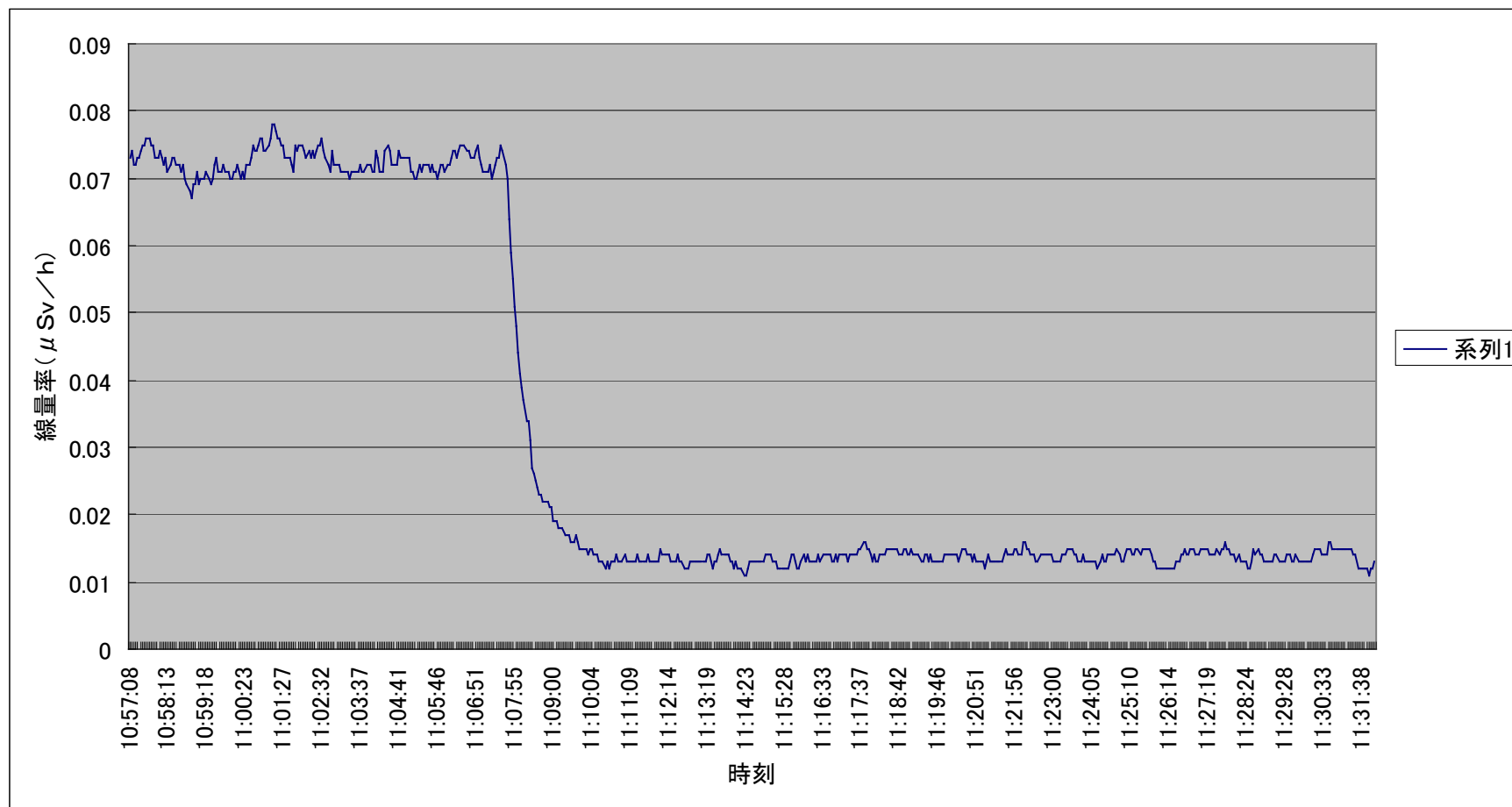


図5 空間線量計を筐体外から筐体内に移した場合におけるバックグラウンドの線量率の変化