

特性 X 線測定による放射性セシウムの表層放射能 面密度 (Bq/cm²) 測定法と富岡町での現地テスト結果

MEASURING METHOD OF RADIOACTIVE CESIUM SURFACE DENSITY BY CHARACTERISTIC
X-RAY MEASUREMENT AND FIELD TEST RESULTS IN TOMIOKA

高橋正二 (高橋科学)、日下部治、片山均 (エヌ・エム・パイビジネスサポート株式会社)
Masaji Takahashi (Takahashi Kagaku), Osamu Kusakabe, Hitoshi Katayama (NMP
Business Support Co., Ltd.)

目的 高放射線下で放射能（面密度）を測定する
→除染の効果を精度よく評価できる
現地で手軽に放射能を定量する

<ガンマ線スペクトロスコピー（HpGe,NaI など）>

透過力が強く、空気や薄い土層の影響を受けにくい

強いピークが現れ、ピーク分離は容易

周囲からのガンマ線の遮蔽が大変 鉛 5～10cm が必要

<NaI サーベメータによる空間線量率>

放射能密度とよい相関を示す。

広い範囲の周辺放射能分布の影響を受ける。

<GM サーベメータによるベータ線の測定>

感知している場所を局在可能。

表面状態で大きく変動

<X線スペクトロスコピー>

適度な透過力があり、ベータ線ほど中間物の影響を受けない

鉄板 0.5mm で 1/10 （コリメーションが容易）

現地測定 2013年4月12日、23-25日の2回

2013/4/12			NaI 1m	NaI 0m	GM差分	2"
#	場所	表面状態	uSv/h	uSv/h	kcpm	Bq/cm2
A	町役場近く道路	舗装面	3.40	4.20	9.30	49.9
B	町役場近く道路	土面	4.60	5.10	1.05	72.2
C	町役場近く道路	土面	5.70	10.00	1.40	190.5
D	IC駐車場	舗装面	3.35	4.40	4.90	68.9
E	IC駐車場	舗装面	4.30	5.70	4.53	94.3

2013/4/23-25			NaI 1m	NaI 0m	GM差分	2"	Ba-X	
#	場所	表面状態	uSv/h	uSv/h	kcpm	Bq/cm2	Bq/cm2	err.
1	富岡IC駐車場	舗装面	4.80	5.50	4.10	86.8	78.0	±19.0
2	富岡IC駐車場	舗装面	5.30	6.10	3.70	96.2	63.0	±12.0
3	富岡IC駐車場	草地	5.80	8.80	1.50	167.5	138.0	±18.0
4	本岡清水前交差点	舗装面	5.40	6.70	14.30	75.2	67.0	±23.0
5	本岡清水前交差点	舗装面	6.00	7.00	15.70	86.1	94.0	±31.0
6	本岡清水前交差点	舗装面	7.00	8.40	16.00	84.5	110.0	±32.0
7	本岡清水前交差点	土面	6.70	9.80	3.60	187.7	149.0	±12.0
8	総合スポーツセンタ駐車場	舗装面	0.74	0.44	0.10	1.0	-2.0	± 2.2
9	総合スポーツセンタ駐車場	舗装面	0.78	0.46	0.05	0.7	-0.9	± 2.6
10	富岡漁港護岸	舗装面	0.70	0.37	0.09	0.5	0.0	± 4.0
11	富岡漁港護岸	砂利	0.90	1.80	0.15	34.6	8.1	± 4.0
12	釜田駐車場	舗装面	0.95	1.50	0.38	4.4	8.8	± 4.0
13	釜田駐車場	土面	2.00	4.20	1.10	77.4	78.0	±17.0
14	大膳町消防団	コンクリート	2.40	2.20	3.20	20.1	19.0	± 7.0
15	大膳町消防団	草地	2.50	4.70	0.30	82.0	70.0	±19.0
16	小浜角地	コンクリート	2.30	1.60	1.00	4.7	10.0	± 4.0
17	小浜角地	砂利	2.30	3.00	0.30	56.0	23.0	±14.0

測定場所





#1,2,3 富岡 IC 駐車場
奥は常磐自動車道。工事車両がこの駐車場を使用

#4,5,6,7 清水前(夜ノ森)
右側道路の東側は帰還困難区域



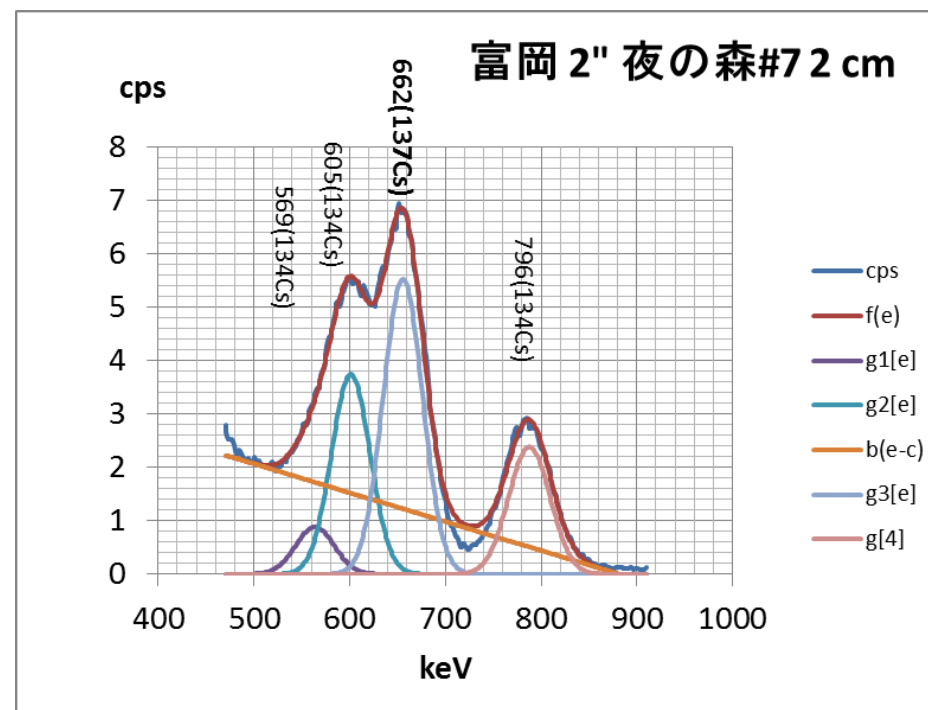
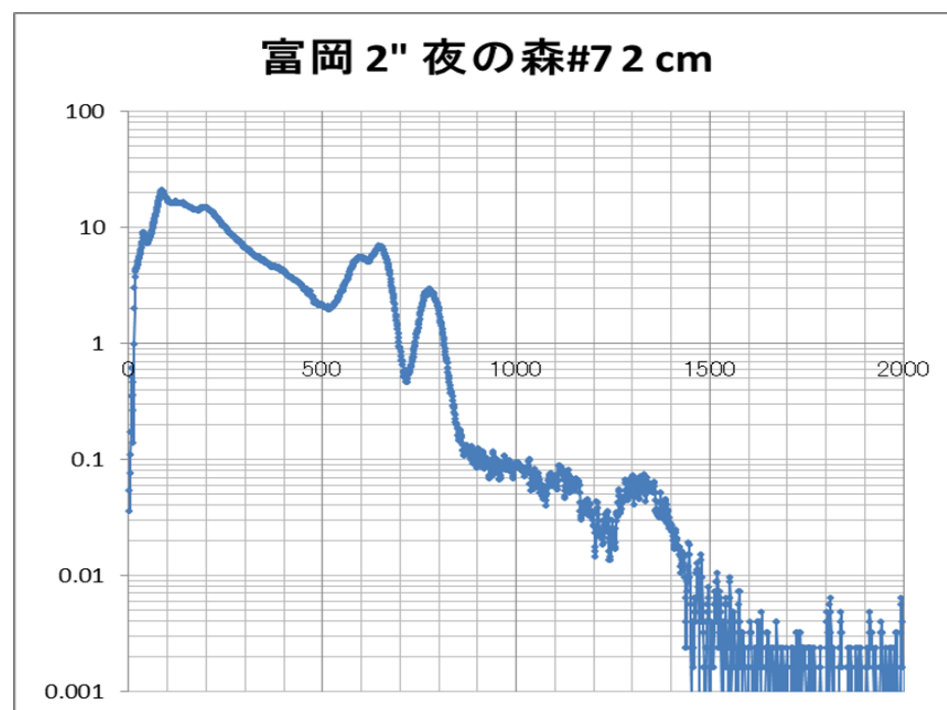
#8,9 スポーツセンター駐車場

#10,11 富岡漁港近く 津波被災地域。舗装が剥がされ、下地が露出。

NaI ガンマ線スペクトロスコピー

φ2"x2" NaI (応用光研)+HV (BIN 電源)+MCA (Kromek USB)+PC
 662keV ガンマ線 (cps) x 変換係数→137Cs 放射能面密度 (Bq/cm²)
 ピーク分離

- ・ 4本のガンマ線 569, 605, 662, 796keV ガウス分布
- ・ 直線 BG
- ・ Excel のソルバー(最小二乗法)



周囲4方向を鉛10cm厚で遮蔽
 10x20x5cm4枚、10x10x5cm4枚
 重量 約70kg
 測定時間 200秒程度

(P. 3 現地測定(4/23-25)の結果を参照)

- ・ IC 駐車場、清水前交差点では、舗装面は約 100Bq/cm²、隣接する土面は約 200Bq/cm²
- ・ スポーツセンタ駐車場 2013年2月除染済み。
 除染前、IC 駐車場と同程度の放射能密度だったとすると、除染により 1/100 に減少

		富岡町災害対策本部公表 2013年			
		1月11日		3月17日	
町内の放射線量		地上1m	地上10cm	地上1m	地上10cm
(近くの間)					
(富岡IC駐車場)	富岡インター駐車場	6.08	7.70	4.99	6.47
(清水前)	高津戸集会所	7.33	11.30	6.50	9.67
(スポーツセンタ)	富岡野球場	6.32	9.22	1.26	0.83

<参考>

GM サーベイメータ

Aloka TGS-146

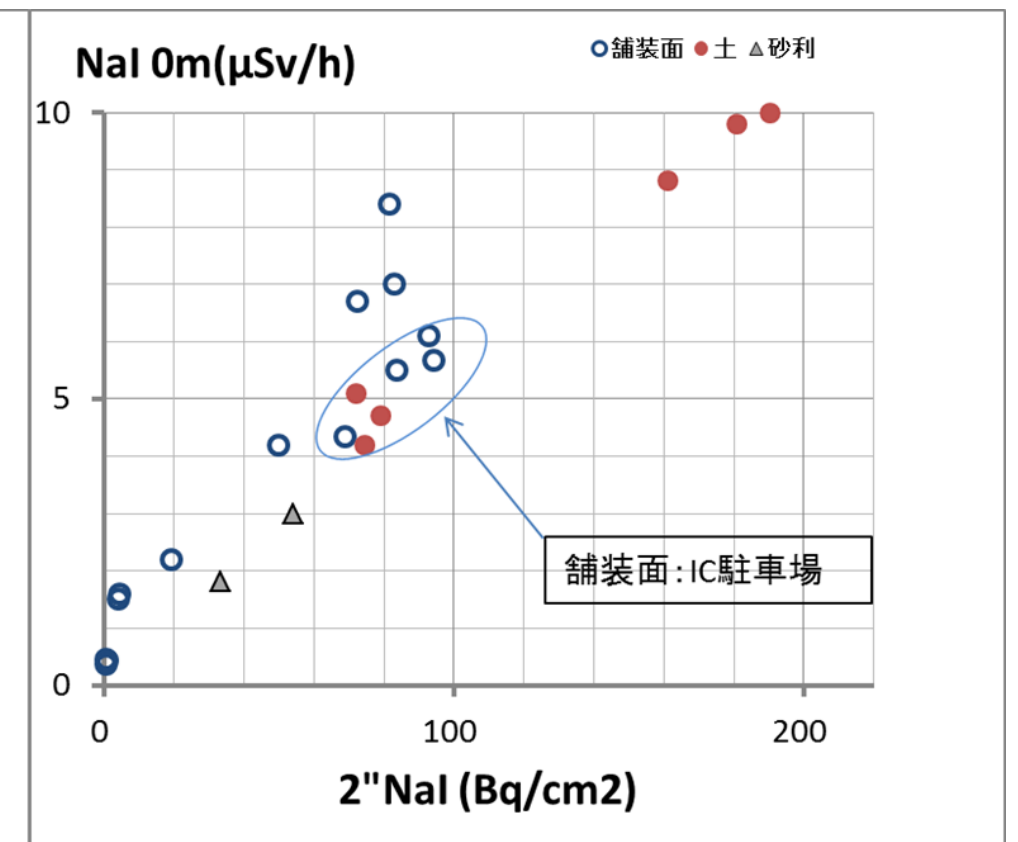
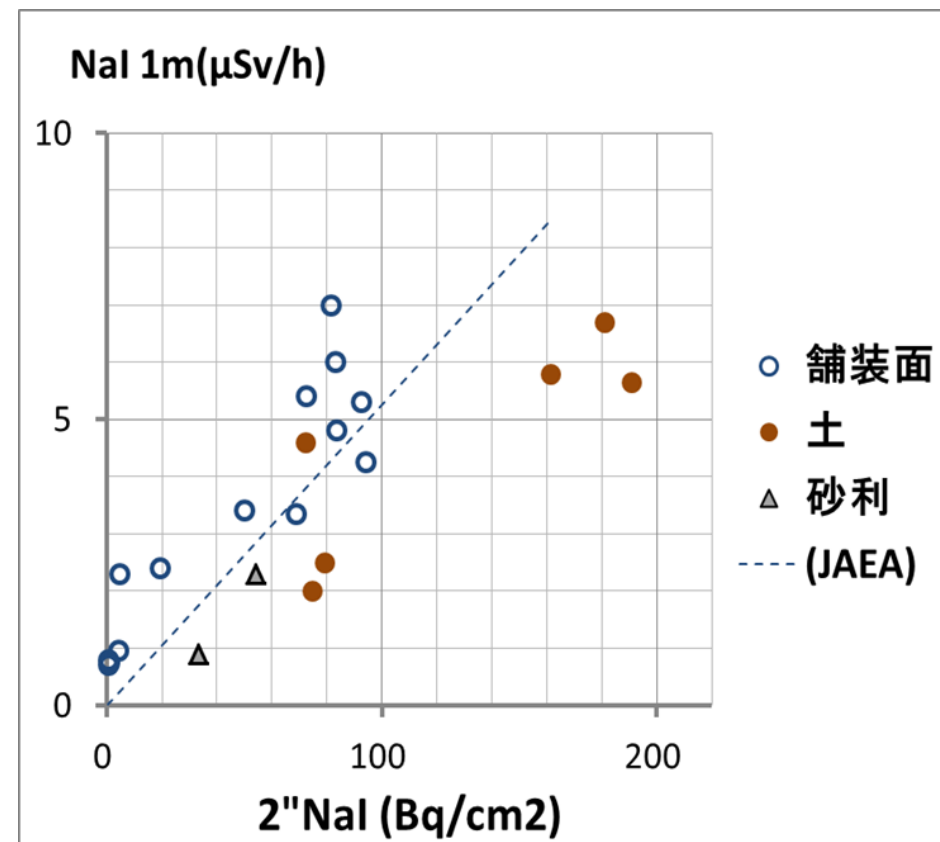
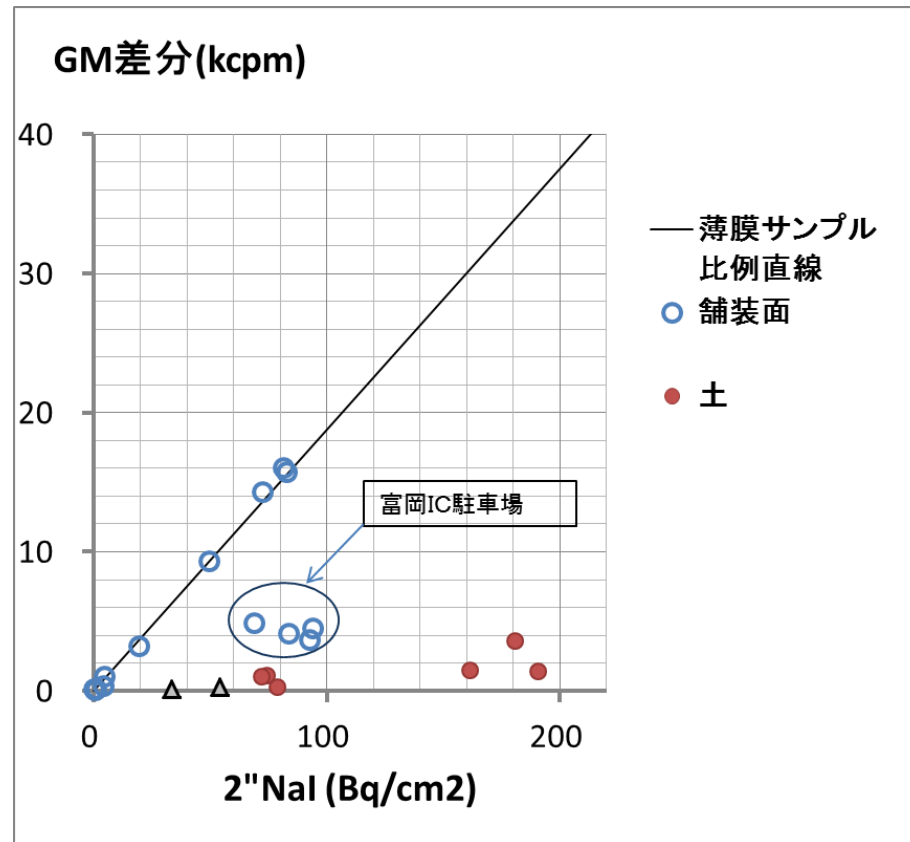
表面汚染計数率 (β 線量) (cpm)

5mm スペーサ計測

5mm アクリル板を挟んで計測
差分をベータ線の指標とする



- ・ 舗装面では、富岡 I C 駐車場を除くと、薄厚サンプルの計数率と比例している。
- ・ 土面、砂利面では放射能から期待される計数率の 1/10 以下であった。
- ・ 舗装面でも大きく低くなる場合がある。
- ・ 表面状態により、計数率が放射能密度を反映しない場合がある



NaI サーベイメータ

Aloka TCS-161

空間線量率 (1m, 地表) (μ Sv/h)

- ・ 1m 高さでの測定値は、同じ放射能密度でも大きな違いがある(周辺からの放射線の寄与)
- ・ 地表での測定値は、比例性が改善される。しかし、舗装面どうしても差が見られる
- ・ 放射能密度が下がってもゼロにならない。
- ・ 適切な遮蔽とその遮蔽に合わせた評価方法が必要。

X線スペクトロスコピー

φ1"x2mmNaI (応用光研) +HV (USB) +MCA (USB) +PC

Ba 特性 X 線 (cps) x 変換係数 → 137Cs 放射能面密度 (Bq/cm²)

	keV	137Cs	134Cs
Ba Kα	32.1	5.6%	0.67%
Kβ	36.5	1.2%	0.15%

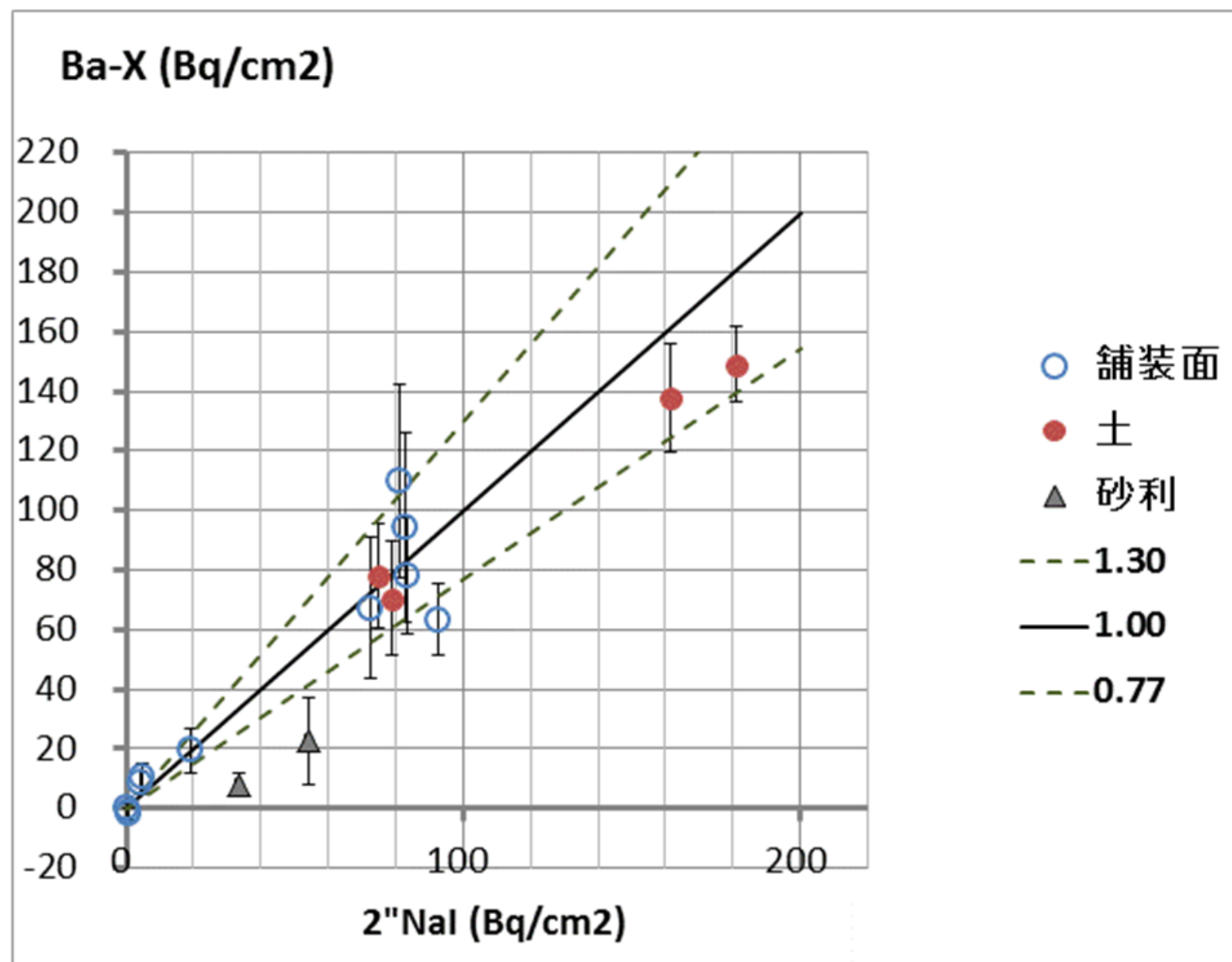
先端に SUS 0.5mm 厚 φ28mm のコリメータ

200-300 秒測定。

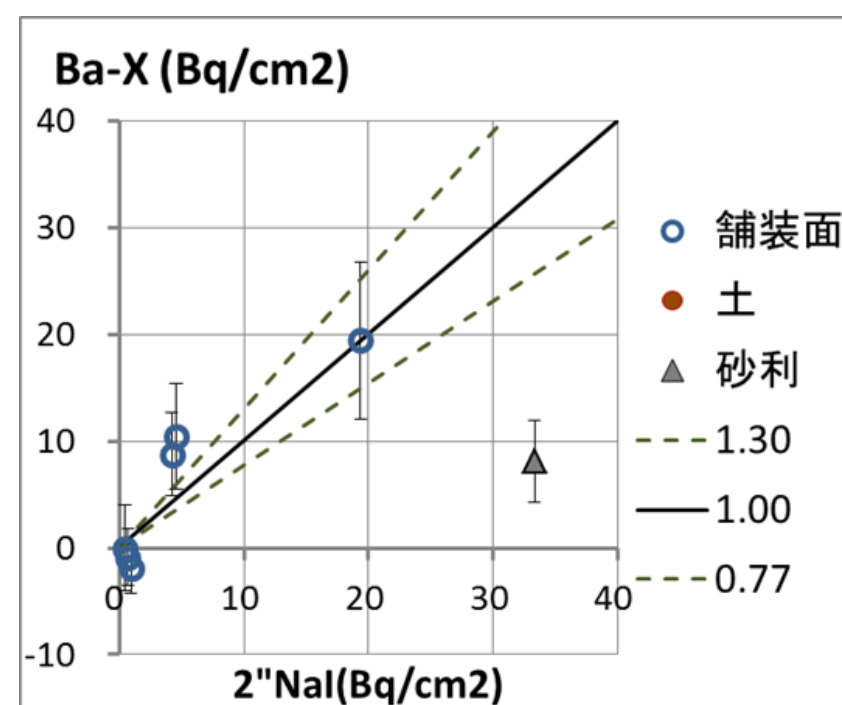
鉛遮蔽は必要なくプローブ重量 600g (携帯可能)



放射能面密度測定値比較



- ・ 舗装面、土面で、
ほぼ係数 1.3 の範囲に収まる
- ・ y 切片ゼロを実現
- ・ 砂利面では 1/2 以下 (地中への浸透)

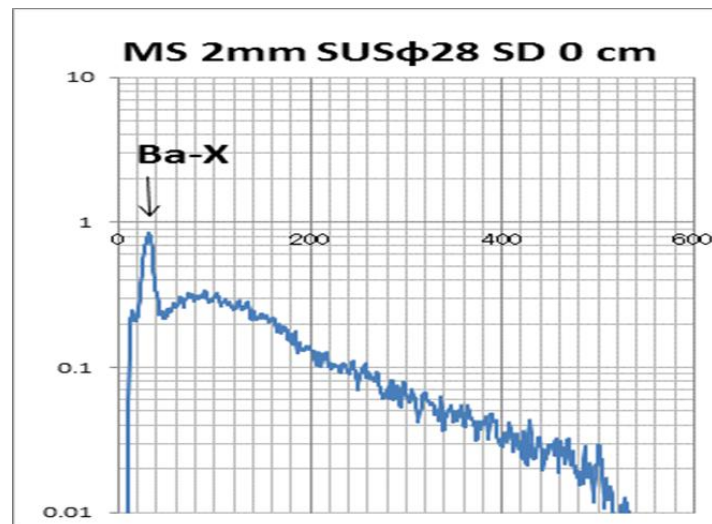


応用技術

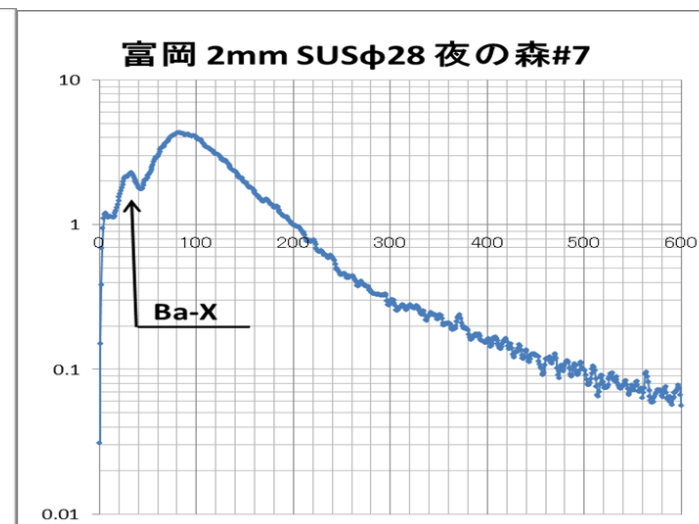
現地、現場で放射能定量
遮蔽は鉄/SUS 1mm で十分
(例えば小なべ)



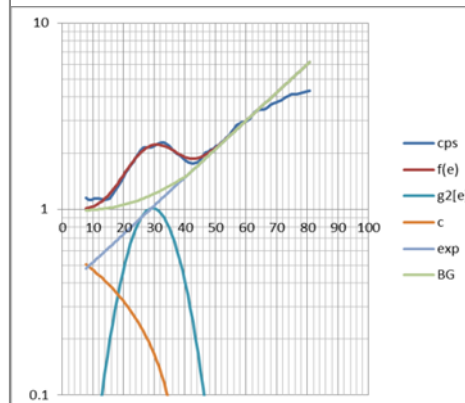
課題1. ピーク分離



周辺 BG が低いときのスペクトル

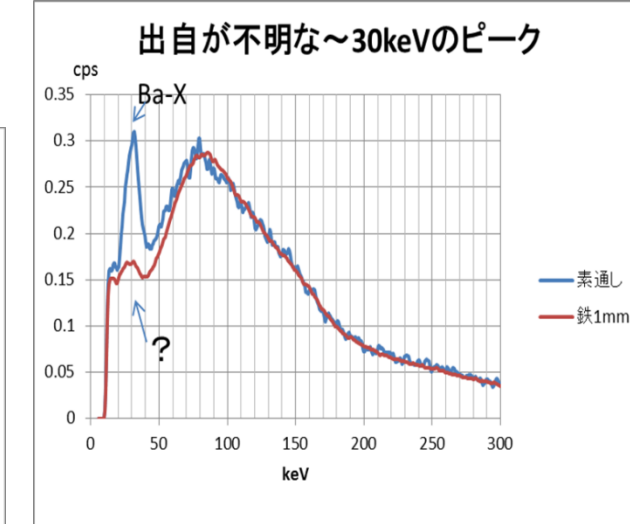


富岡町で測定したときのスペクトル



ピーク分離

課題2. 不明ピーク



鉄板遮蔽効果

- 入射面に鉄板 1mm (Ba-X 線を十分遮断) を入れても 30keV 付近のピークが消えない
- 全計数率に比例
→NaI の I-KX か??
(未確定)
- 各測定点で、鉄板 1mm を挟んで計測し引き算した

汎用化を目指した改善案

NaI の厚みを 2mm→0.5mm。Ba-X の計数効率 は数 10%減、70keV 以上は 1/4
ガンマ線ピーク、不明ピークとも大幅な縮小が期待される

連絡先

高橋正二 (たかはしまさじ) (高橋科学) yff39151@nifty.com

片山均 エヌ・エム・パイビジネスサポート株式会社 (NBS) 開発部長 0438-63-7322



帰郷が早く実現することを願う