

3.5 システムの比較

3.5.1 点線源によるレスポンス確認

各システムの比較を行うために、100 μCi (3.7 MBq) の ^{137}Cs 線源 (0.25 $\mu\text{Sv/h}$ at 1 m: 2012/4/1) により、1 $\mu\text{Sv/h}$ 当たりの計数率 (以下、レスポンス) を求めた。以下、線量率は周辺線量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) に統一して表記する。試験は検出器から 1 m 離れた場所に線源を置き、全計数率を測定した。レスポンスの表記は比較しやすいように、標準的な減弱係数である 0.0065 m^{-1} から 1,000 ft (= 300 m) における換算係数として換算した。なお、MEXT システム以外は、航空機に設置されている条件で試験した。Table 3-2 に各システムのレスポンスを示す。このように、検出器の体積が大きな MEXT システムのレスポンスが一番よく、その他のシステムはほぼ同様であった。OYO システムの検出器は MEXT システムより大きい、低エネルギー側 (200 keV 相当) までノイズカットを目的として計測しないようにしていることがレスポンスが小さい原因と考えられる。

Table 3-2 Response of ARMS by ^{137}Cs point source

System	Response of system (cps/ $\mu\text{Sv/h}$ at 1000 ft)	Ratio (Standardized MEXT-1)	Dead time (μs) [#]
MEXT-1	$1.93 \times 10^4 \pm 2.0 \times 10^2$	1.0	0.67
MEXT-2	$2.18 \times 10^4 \pm 2.8 \times 10^3$	1.1	-
MEXT-3	$2.36 \times 10^4 \pm 4.1 \times 10^3$	1.2	-
NUSTEC	$7.04 \times 10^3 \pm 3.8 \times 10^2$	0.61	16
OYO	$7.85 \times 10^3 \pm 7.7 \times 10^2$	0.68	-
FUGRO	$7.74 \times 10^3 \pm 4.7 \times 10^2$	0.67	-

*AF= 0.0065 m^{-1} として換算

Dead time: システム全体の不感時間 (システムは不感時間の補正機能を持つ)

また、MEXT-1 システム及び NUSTEC システムについて、2 線源法により、不感時間の測定を行った。MEXT-1 システムは 0.67 μs 、NUSTEC システムは 16 μs であった。各々の不感時間と計数率の関係を Fig. 3-5 に示す。NUSTEC システムは 10,000 cps で数え落しが 16 % 程度となる。一方、MEXT-1 システムは、200,000 cps でも 13 % 程度であり、ダイナミックレンジが広いことが分かる。すべてのシステムについて、Dead time 補正機能がついているものの、高線量地域の測定等では、数え落しの考慮が必要となる。なお、OYO、FUGRO のシステムについては、高線量区域の測定の予定がなかったため、データ採取していない。

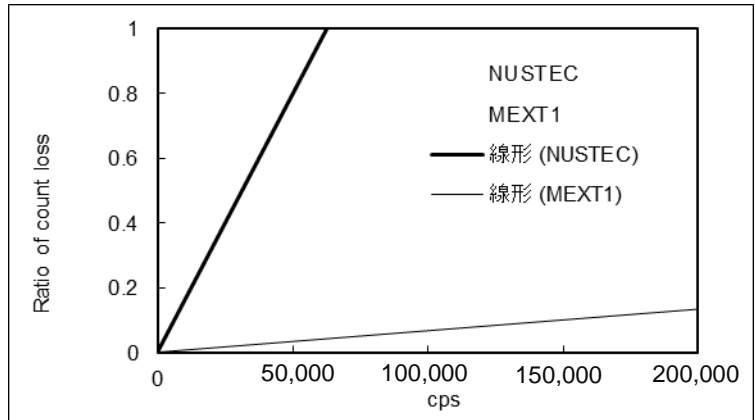


Fig. 3-5 Counting loss of NUSTEC and MEXT-1 system

Fig. 3-6 に MEXT-1 システムの ^{137}Cs 線源を計測した場合のスペクトルを示す。このように、 ^{137}Cs の全吸収ピークが確認できるとともに、低エネルギー側にコンプトン散乱によるスペクトルが確認できる。また、高エネルギー側には、自然放射性核種である ^{40}K や ^{208}Tl のピークが確認できる。検出器の大きさと線源距離の関係を確認するために、MEXT の 3 システムで行った線源と検出器の距離と計数率の関係を Fig. 3-7~3-9 に示す。線源と検出器の距離が 100 cm-300 cm までは指数関数でよく近似できが、50 cm では近似曲線から外れることが分かった。100 cm 以下では検出器のサイズから平行ビームとしてとらえられないことが分かる。また、各システム間に大きな差はなく、レスポンスも同等であることが分かった。線源による試験では 100 cm 以上の距離を取ることが望ましい。

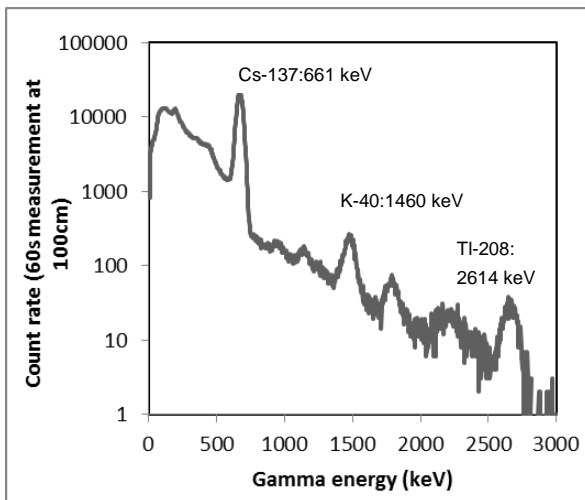


Fig. 3-6 Spectrum of MEXT-1 using ^{137}Cs source

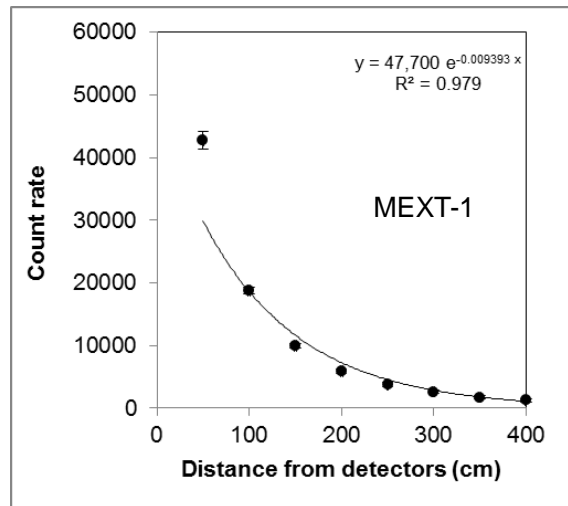


Fig. 3-7 Distance between detectors and ^{137}Cs source (MEXT-1)

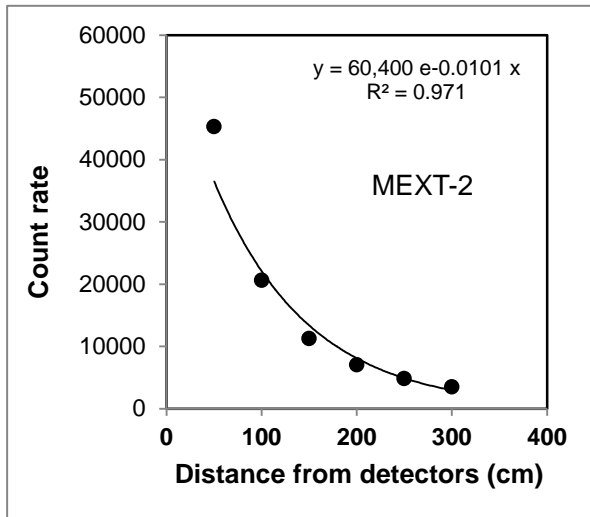


Fig. 3-8 Distance between detectors and ¹³⁷Cs source (MEXT-2)

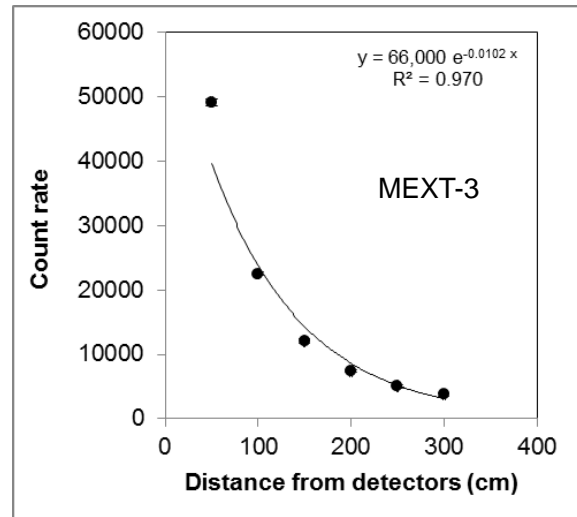


Fig. 3-9 Distance between detectors and ¹³⁷Cs source (MEXT-3)

3.5.2 リファレンスライン

各システムのレスポンスを比較するために、線量が一定な直線道路沿いの 3 km 程度の場所を福島県須賀川市と栃木県宇都宮市に設定し、上空を対地高度 1,000 ft (= 300 m) でフライトし、データを採取した。Fig. 3-10, 3-11 にリファレンスラインの場所を示す。リファレンスラインは、地上にてラインを中心として 600 m 程度のメッシュ状に 25 点、NaI サーベイメータで測定を行い、平均値を算出した。Table 3-3 に、地上測定の結果と 1,000 ft (= 300 m)におけるレスポンスを示す。MEXT システムは、他のシステムに比べて、1.3~1.5 倍程度レスポンスがよいことが分かった。リファレンスライン上の計数率の変化について、Fig. 3-12 及び Fig. 3-13 に示す。計数率の変動は、すべてのシステムで同様な傾向を示した。

Table 3-3 Response of ARMS at reference line

System	Sukagawa ref. line: Response of system (cps/μSv/h at 1000 ft)	Utsunomiya ref. line: Response of system (cps/μSv/h at 1000 ft)	Note
MEXT-1	1.33x10 ⁴	1.48x10 ⁴	Dose rate at 1 m (μSv/h) Sukagawa: 1.5 Utsunomiya : 0.09
MEXT-2_1#	-	1.53x10 ⁴	
MEXT-2_2*	-	1.56x10 ⁴	
MEXT-3	-	1.45x10 ⁴	
NUSTEC	1.06x10 ⁴	9.89x10 ³	
OYO	1.12x10 ⁴	8.16x10 ³	
FUGRO	1.22x10 ⁴	-	

Helicopter type: # S76 * Bell 430EP



Fig. 3-10 Sukagawa reference line

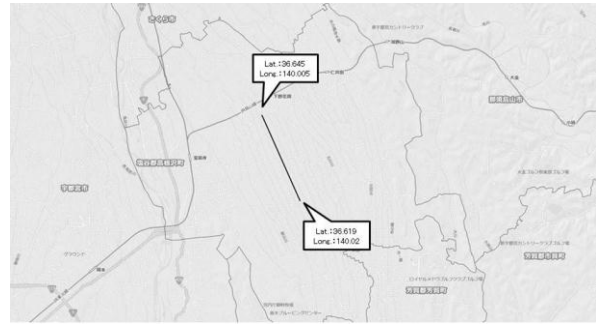


Fig. 3-11 Utsumomiya reference line

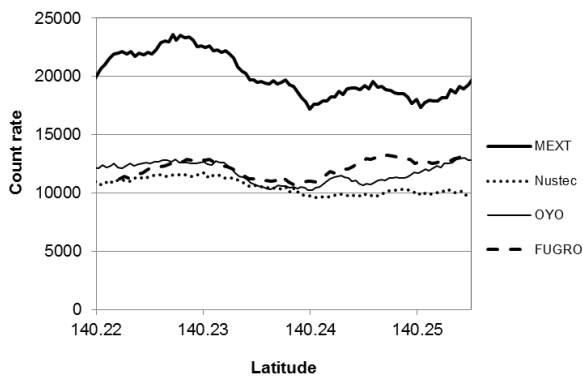


Fig. 3-12 Count rate of Sukagawa reference line

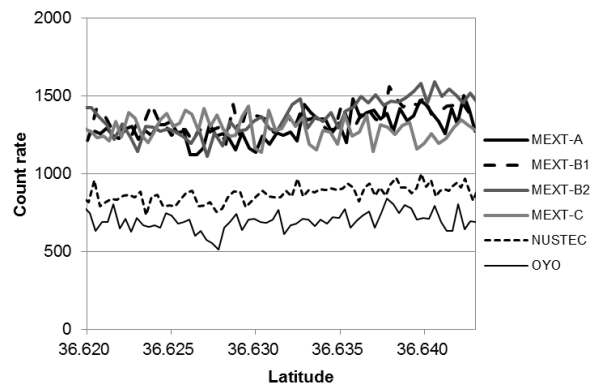


Fig. 3-13 Count rate of Utsumomiya reference line

Fig. 3-14 にリファレンスラインで採取したデータを積算したエネルギースペクトルを示す。各々、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs のエネルギーピークが検出されている。また、高エネルギー側には、自然放射性核種である ^{40}K や ^{208}Tl のピークが確認できる。さらに、最大の ch には宇宙線起源の計数が積算されていることが分かる。各スペクトルを比較するために、500-1,000 keV までの計数と 0-500 keV の計数の比をピークコンプトン比として計算し、Table 3-4 に示す。MEXT システムは他の機器と比較して、検出器の厚みが薄いため、数値が低いと考えられる。

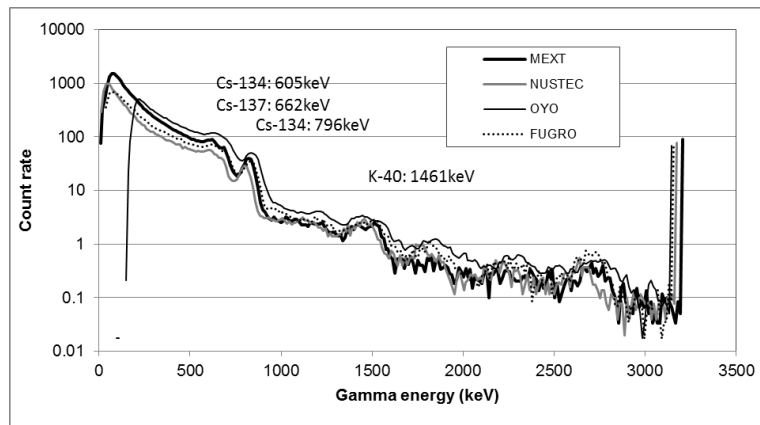


Fig. 3-14 Gamma spectra of ARMS on the reference line (Sukagawa)

Table 3-4 Ratio of Peak and Compton of ARMS at reference line

System	Sukagawa	Utsunomiya	Note
MEXT-1	4.0	4.1	Compton/peak= (100-500 keV) / (500-1000 keV)
MEXT-2_1 #	-	4.2	
MEXT-2_2 *	-	4.3	
MEXT-3	-	4.1	
NUSTEC	3.2	3.3	
OYO	3.2	3.7	
FUGRO	3.0	-	

Helicopter type: # S76 , * Bell 430EP