

福島原発事故における放射線の測定

岐阜医療科学大学 保健科学部放射線技術学科 片測哲朗 山内浩司

Measuring of the Radiation in the Fukushima Nuclear Power Plant Disaster.

Tetsuro Katafuchi, Kohji Yamauchi

Department of Radiological Technology, School of Health Science

Gifu University of Medical Science

キーワード

放射線	Radiation
放射線測定	radioactivity measurement
福島原子力発電所	Fukushima Nuclear Power Plant Disaster

1. はじめに

福島原発事故は、放射線に対する恐怖を多くの人々に与えてしまった。では、この放射線に対する恐怖はどこからくるものだろうか。「被ばくが怖い」「ガンになる」「子供が病気になる」「なんとなく怖い」など、人によって様々な感じ方があると思われる。ただ、言えるのは、人間の持っている五感（視覚・臭覚・触覚・聴覚・味覚）で放射線が検出できないことにある。五感を持っても分からないとなると、人間は恐怖を感じてしまものである。今、福島原発周辺ではこのような状況から、放射線に対する問題が提議されている。

そこで今回、放射線の測定とは何かを述べ、福島原発事故後の避難所やがれき処理での放射線サーベイについて報告する。

2. 放射線の測定

我々は長さ(m)、重さ(kg)、時間(s)などの測定をいとも簡単に日常行っている。しかし、目でみることのできない放射線を直接測定することは不可能であり、放射線が

物資中でどのような過程でそのエネルギーを伝達していくか、言い換えれば放射線と物質との相互作用を理解する必要がある。

一般に云われている放射線とは電離放射線のことで、これを大別すると、直接電離放射線と間接電離放射線に分けられる。直接電離放射線には、 β 線、 α 線、その他の重荷電粒子線などがあり、これらの放射線は物質中を通過するとき、その物質を構成する原子とまず相互作用をし、その結果、原子は電離および励起される。この一次作用に引き続いて、これらの電離、励起エネルギーは、熱、光、電流などに変換され、さらには化学反応、生物学的作用などに消費される。ここに現れた、熱や光、電流などの測定は、物理量の測定としてとらえることができ、測定器、測定技術ともに高水準に達している分野がある。

一方、間接放射線には、X線、 γ 線、中性子線があり、これらの放射線は物質中を通過するときは、原子を直接に電離する能力をもっていない。しかしながら、原子あるいは原子核との相互作用の結果、二次的に電子、陽子、 α 粒子などを放出すること

ができ、これらの荷電粒子は先に述べた直接電離放射線と同じ振る舞いをする。

いずれにしても、物質中で吸収された放射線エネルギーは、変換された末に、熱や光、電流などの物理量として測定できる。逆に言えば、これらの量を直接測定することによって、間接的に放射線の量やエネルギーを知ることができる。我々の五感に直接感じない放射線を検出し、また、その量を計測するには、放射線が物質に吸収されたときに、最初に起こる現象である電離、励起作用を通じて、この吸収エネルギーを電気、光、熱エネルギーや化学変化量など、我々が日常的に直接計測できる量に変換する必要がある¹⁾。

実際の測定装置について述べると、電離箱式サーベイメータ（図1）は放射線が空気を電離したときにその電流を直接測定することで放射線を計測できる。この装置は比較的正確に測定できるが感度が低いため高い線量率でないと測定できない。GM管式サーベイメータ（図2）は放射線により管内のガスが電離し電子などが発生してその電流から放射線を測定する。この特徴は、時間当たり電離を引き起こした放射線の数に分かり、ベータ線も測定できるが、エネルギー、核種の同定はできない。また、図3はNaIシンチレーションサーベイメータ（エネルギー補償型）で、放射線が当たると光る物質（シンチレータ）が発光し、その発光量を電気信号に変換することで放射線を測定する。これは時間当たりの発光させた放射線の数や発光量から放射線エネルギーがわかる。しかも、エネルギー補償されているため比較的正確で、感度も良い。一方、NaIシンチレーションスペクトロメータ（図4）は放射線のエネルギー分布を測ることができるので、放射線の核種を同定することが可能である。そして、積算線量や平均線量率、リアルタイム線量率も

測定可能で最も正確に計測できる。図5に実際に環境測定した例を示す。



図1 電離箱式サーベイメータ



図2 GM管式サーベイメータ



図3 エネルギー補償型
NaIシンチレーション式
サーベイメータ



図4 NaIスペクトロメータ

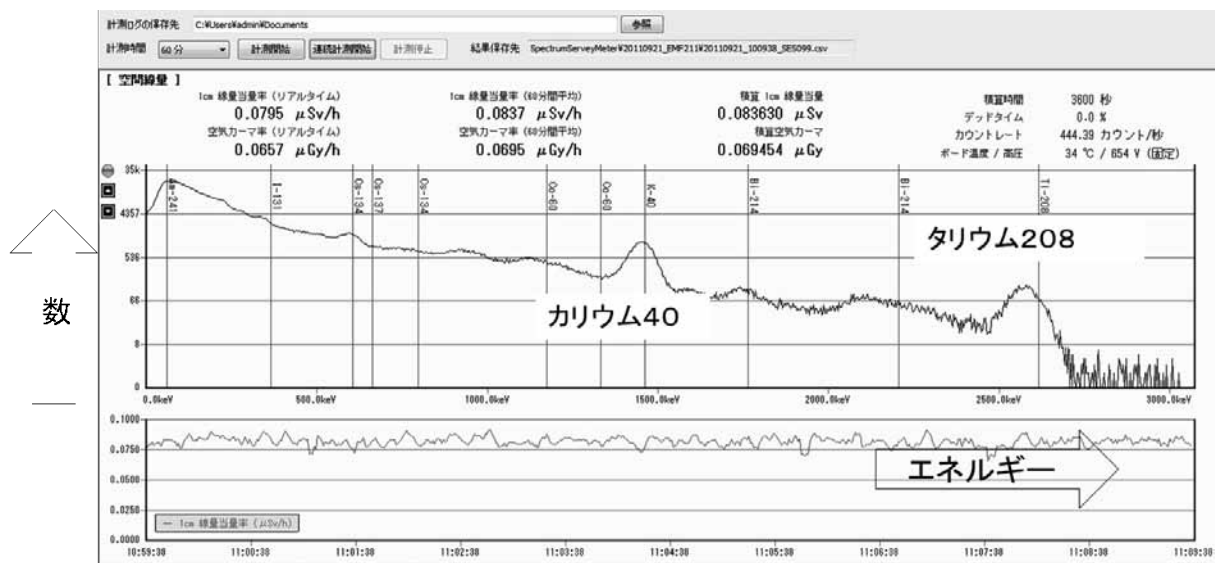


図5 スペクトル表示

3. 福島原発事故後の避難所での放射線サーベイ 2-3)

日本放射線技師会 (JSRT) が行った福島原発事故直後における放射線サーベイについて述べる。2011年3月11日に震災が発生し、翌12日に水素爆発が起き半径20Km以内に避難指示が出された。13日に内閣原子力委員会からJSRTに避難所における放射線測定的人的と装置の派遣要請がなされた。16日には12名の放射線技師を派遣、18日に厚労省地域保健室から保健所等への協力依頼があり、47都道府県の技師会に装置貸し出し依頼を行う。そして避難所のサーベイとは別に、翌月4月8日に福島県警から遺体の放射能測定が依頼され、4月11日より検案前遺体の測定を開始した。2011年7月4日までは毎日実施しており、それ以降2012年1月まで週末に放射能測定を行っていた。測定場所は郡山市、田村市をはじめとする福島県内の避難所35カ所で、32日間に亘って述べ28704人の市民を測定した。一方、検案前遺体のサーベイは相馬市、南相馬市、浪江町で行い、85日間366遺体の測定を実施した。避難所での測定では図6に示すようなスクリーニン

グ済証を発行し、住民に対し少しでも不安の軽減を図った。

Figure 6 shows a 'Screening Certificate' (スクリーニング済証) form. The form has the following fields: 氏名 (Name), 生年月日 (Date of Birth) with a circled 'S' and 'H' indicating the day and month, 住所 (Address) with a circled '市町村' (City/Town/Village), and 実施月日 (Date of Implementation) as 平成23年 3月 25日. The form is signed by JART (Japan Association of Radiation Technicians) and includes a stamp for '福島県災害対策本部' (Fukushima Prefecture Disaster Countermeasures Headquarters). There is also a circular stamp that says 'スクリーニング済証'.

日本放射線技師会編：東日本大震災への取り組み
報告書, p49より転載

図6 スクリーニング済証の発行

使用装置は GM 管式 サーベイメータを用いて計測し、その結果表 1 に示すように、10 万 cpm 以上が 6 名、1.3 万 cpm 以上 10 万 cpm 未満が 322 名もの人々が計測された。郡山市での屋外の空間線量が 1.2×10^3 cpm であることを考慮すると、98%を超える住民は 1.3 万 cpm 未満であり、ほぼ被ばくはないものと考えられる。一方、この数値以上である人の放射線の被ばくは、主に靴、リュック、衣服等であり、除染作業をすることで計測値は大きく低下した。また、検案前遺体のサーベイは、法医学医師や歯科医師、放射線技師および県警等とチームを組んで検案を行い、損傷の激しい遺体が多かったがほとんどが 1 万 cpm 以下で問題はなかった。

表 1 住民サーベイの結果

測定期間 2011. 03. 13~2011. 04. 17

スクリーニング総数 28,704名

放射線カウント ($\times 10^3$ cpm)	人数	割合 (%)
13 以上	322	1.12
100 以上	6	0.02

(郡山市屋外でのバックグラウンド 1.2×10^3 cpm)

4. がれき処理における放射線サーベイ

がれき処理における放射線サーベイは、陸前高田市、南三陸町、女川町、東松島市、名取市内にあるそれぞれの仮置き場から採取した。がれき試料（木材中心）は約 5cm 四方の大きさで、各場所において深さの異なる位置で、3~5 種類取り出した。測定は 2012 年 4 月 19 日から 28 日の 10 日間で計測し、直径 3 インチ×長さ 3 インチ NaI シンチレータスペクトロメータを用いた。測定時にがれき試料を厚さ 5cm 以上の鉛ブロックで囲むことで、他からの放射線

の影響を受けないように遮へいし、1 回の測定に 20 時間かけて計測した。

自然放射線の例を図 7-1 に示す。確認できるガンマ線ピークはトリウム系列核種 (^{208}Tl , ^{212}Pb , ^{228}Ac), ウラン系列核種 (^{214}Pb , ^{214}Bi) 及び ^{40}K の自然放射性核種によるものである。図 7-2 は試料のない状態でのバックグラウンドのエネルギー分布を示しており、自然放射線の分布とほぼ一致している。以下、それぞれの仮置き場または選別所の測定結果を提示する。陸前高田市 (図 8-1), 女川町 (図 8-2), 東松島市 (図 9-1), 南三陸町 (図 9-2), 名取市 (図 10)。PbKX と annihilation radiation は遮へい材量としての鉛に起因しており、問題となっている ^{137}Cs のガンマ線ピークはどの地域からも確認できなかった。表 2 は試料中に含まれる ^{137}Cs 放射能の上限値を示しており、計数値から求めた値はいずれもバックグラウンドと差がないことが裏付けられた。

5. 終わりに

放射線一定量を超えて被ばくすれば人体に害を与えるが、我々も放射線を利用し恩恵を受けていることは間違いない。単に「放射線は怖い」のではなく、正しく理解して上手に付き合っていくことが、今我々に求められていると考えられる。

参考文献

- 1) 富永博, 野口正康: 放射線応用計測 — 基礎から実用まで —, p140, 141, 161, 170, 171, 212, 213, 日刊工業新聞社, 東京, 2004
- 2) 日本放射線技師会編: 東日本大震災への対応 — 福島第一原発事故への取り組み — 中間報告, 日本放射線技師会, 東京, 2011.
- 3) 日本放射線技師会編: 東日本大震災への取り組み 報告書, 日本放射線技師会, 東京, 2012.

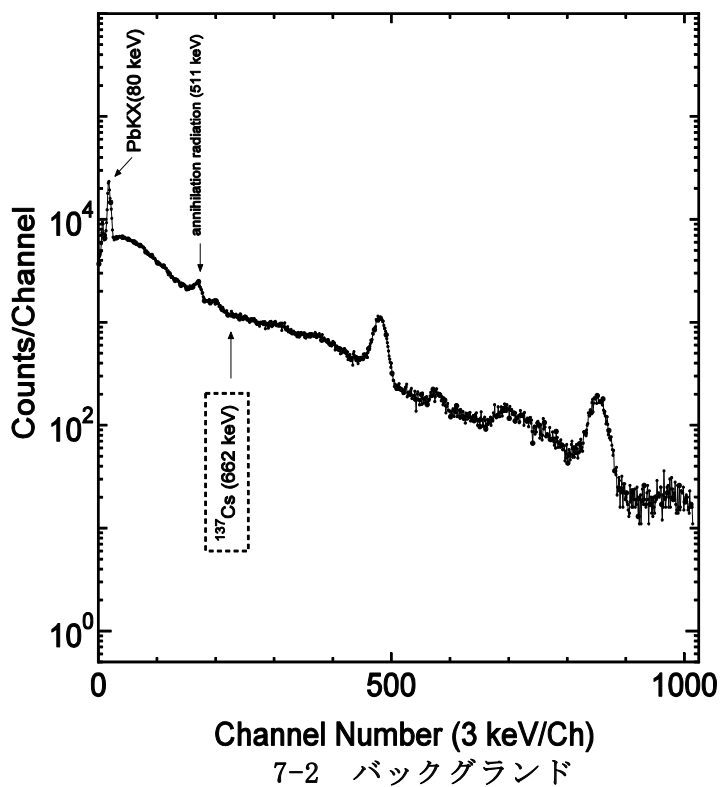
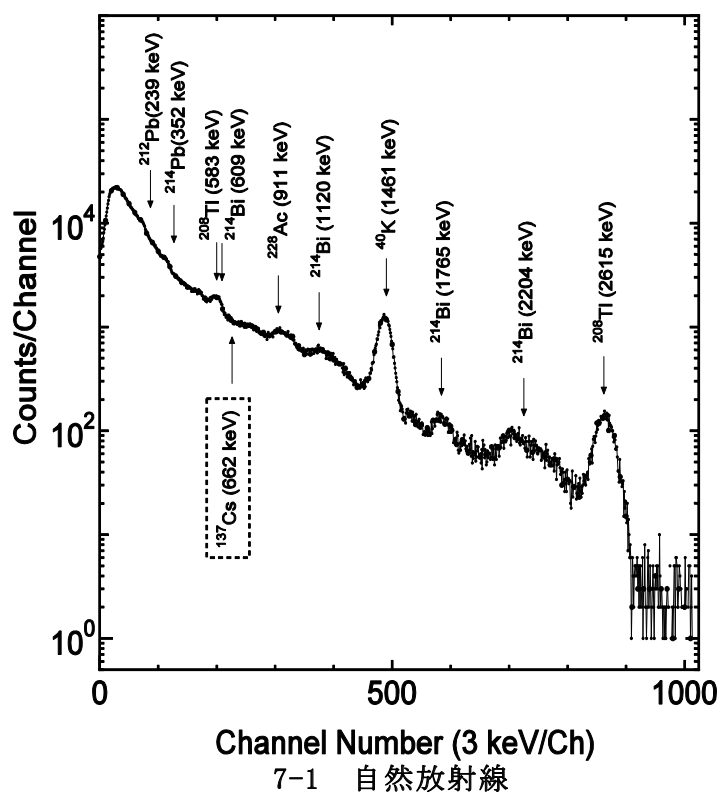


図7 自然放射線とバックグラウンドのエネルギー分布

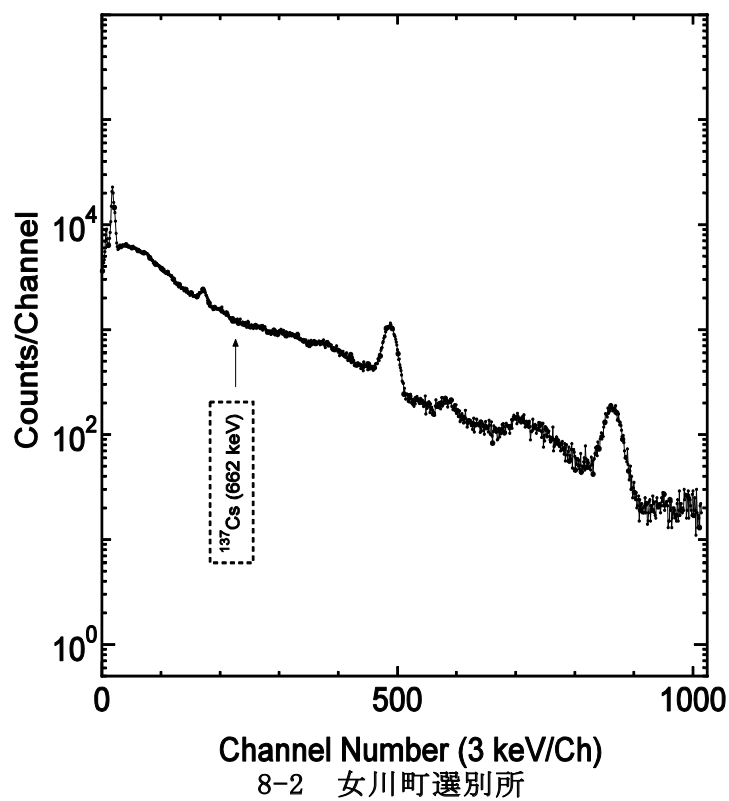
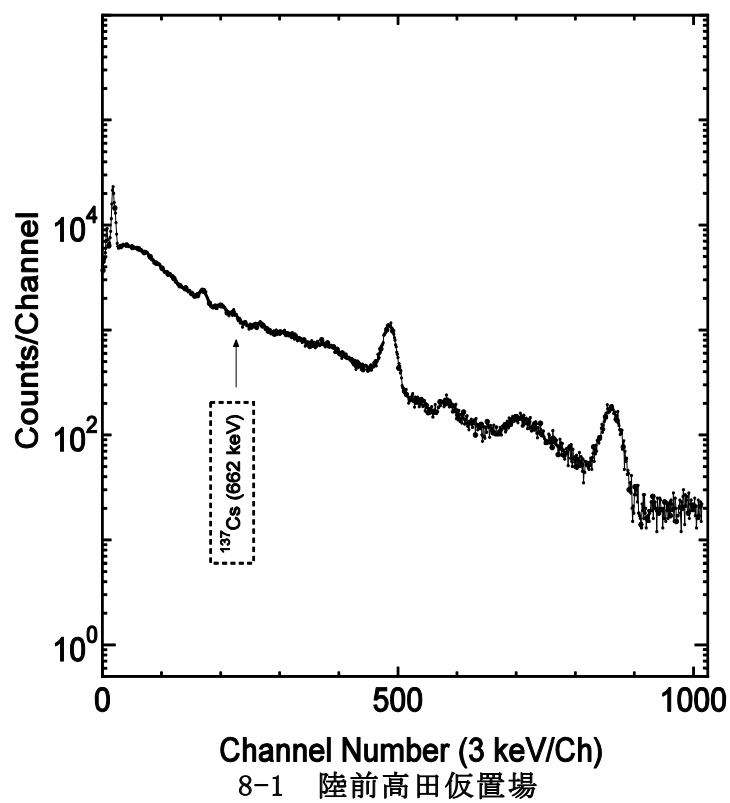
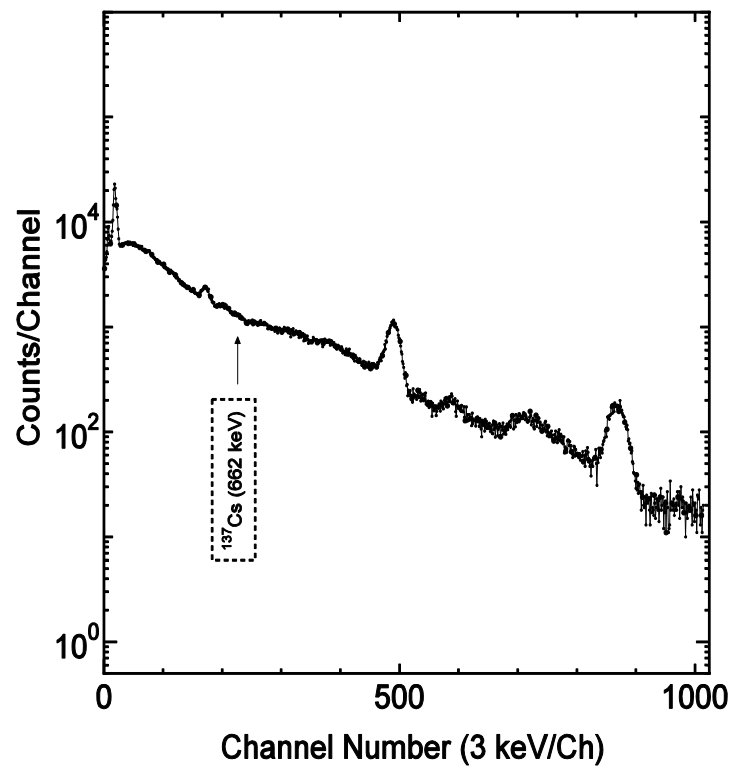
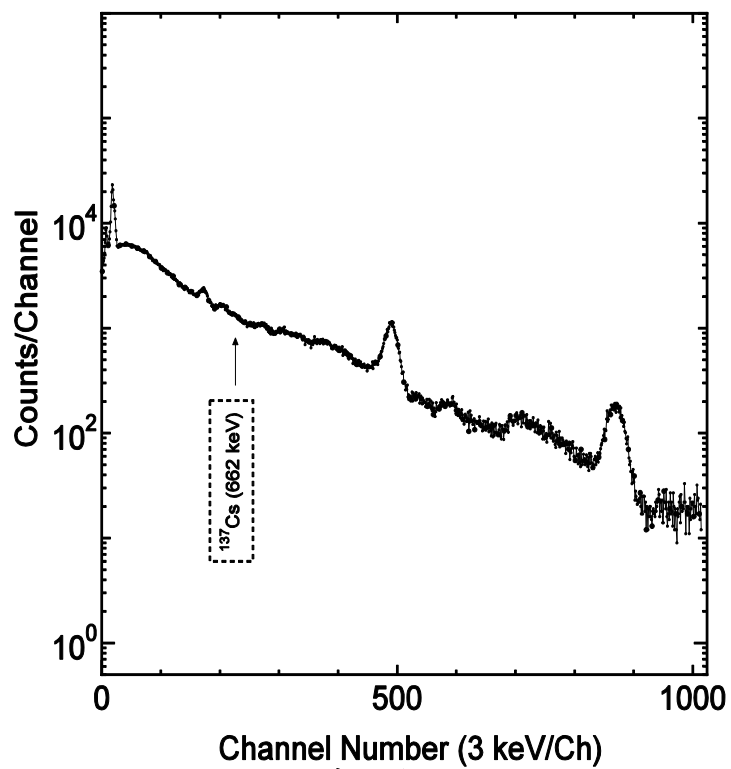


図8 がれき試料のエネルギー分布①



9-1 東松島仮置場



9-2 南三陸町仮置場

図9 がれき試料のエネルギー分布②

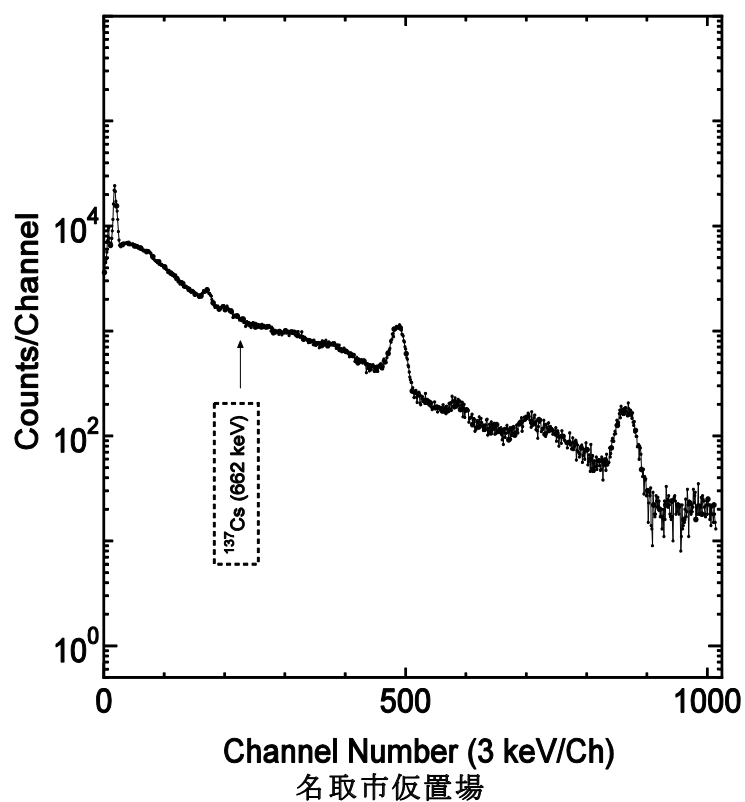


図 1 0 がれき試料のエネルギー分布③

表 2 試料中に含まれる ^{137}Cs 放射能の上限値

測定試料	^{137}Cs 上限値		
(バックグラウンド)	(0.75 Bq)		
陸前高田仮置場	0.77 Bq	→	8 Bq/kg
女川町選別所	0.75 Bq	→	7 Bq/kg
東松島仮置場	0.76 Bq	→	6 Bq/kg
南三陸町仮置場	0.76 Bq	→	11 Bq/kg
名取市仮置場	0.77 Bq	→	9 Bq/kg