

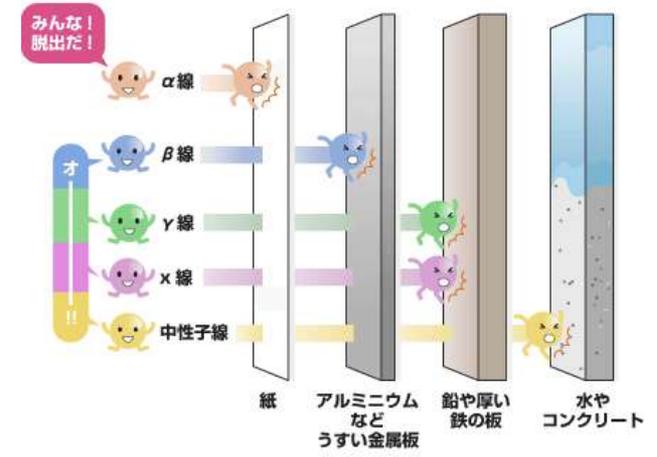
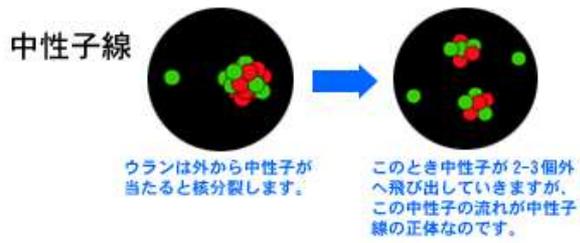
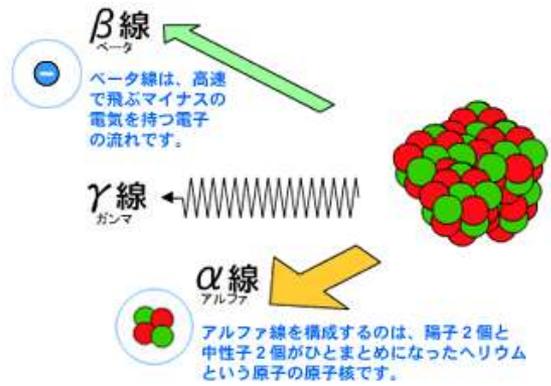
ハイテクプラザにおける工業製品の 放射線測定と今後の取り組み

平成23年10月17日(月)

ハイテクプラザ
放射能対策チーム

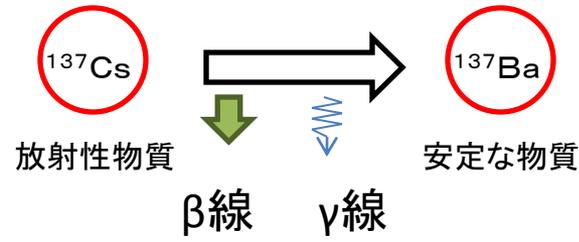
放射線の種類

放射性物質は、放射線(アルファ(α)線、ベータ(β)線あるいはガンマ(γ)線、中性子線など)を放出します。



<http://www1.kepco.co.jp/bestmix/contents/17.html> より転載

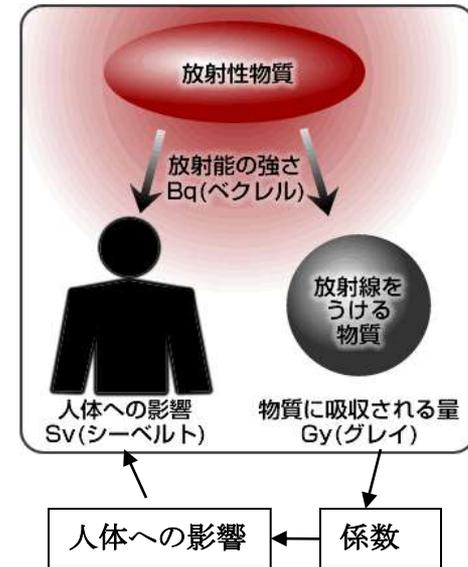
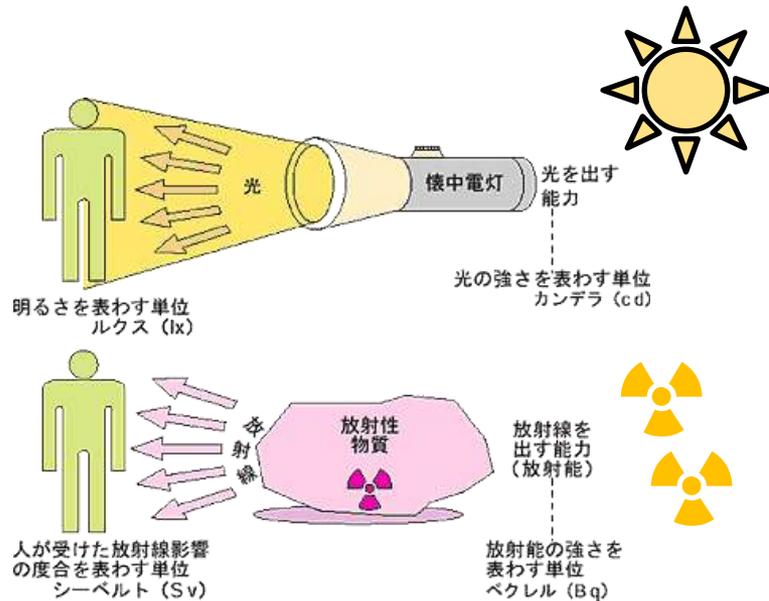
セシウムの場合



<http://www.tepco.co.jp/nuclear/hige/qa/thi/aqa/qa-a2-j.html> より転載

放射線の単位について

- 放射性物質の放射線を放出する能力は**ベクレル(Bq)**という単位で表わされます。また、放射線が物質へ吸収される場合、吸収される放射線の量を、**吸収線量**といい、**グレイ(Gy)**という単位で表されます。人体への影響を考慮した放射線量は**シーベルト(Sv)**という単位で表されます。

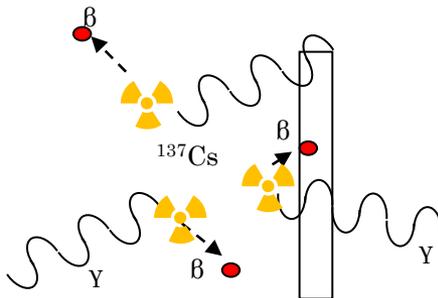


放射線の特徴

核種	半減期	放射線	放射線の持つエネルギー (MeV)	飛程 (β線)		半価層 (γ線)	
				空気	水 (人体)	空気	水 (人体)
ヨウ素 ^{131}I	8.1日	β線	0.606 最大	2.2 m	0.3 cm	—	—
		γ線	0.364	—	—	58 m	6.3 cm
セシウム ^{137}Cs	30年	β線	0.514 最大	1.7 m	0.2 cm	—	—
		γ線	0.662	—	—	75 m	8.1 cm
セシウム ^{134}Cs	2年	β線	0.658 最大	1.9m	0.2cm	—	—
		γ線	0.795 最大	—	—	81m	8.8cm
ストロンチウム ^{90}Sr	29年	β線	0.546 最大	1.9 m	0.2 cm	—	—

表1. 放射性物質の種類と特徴

NIST (The National Institute of Standards and Technology) の物理参照データ (Physical Reference Data) より求めた。



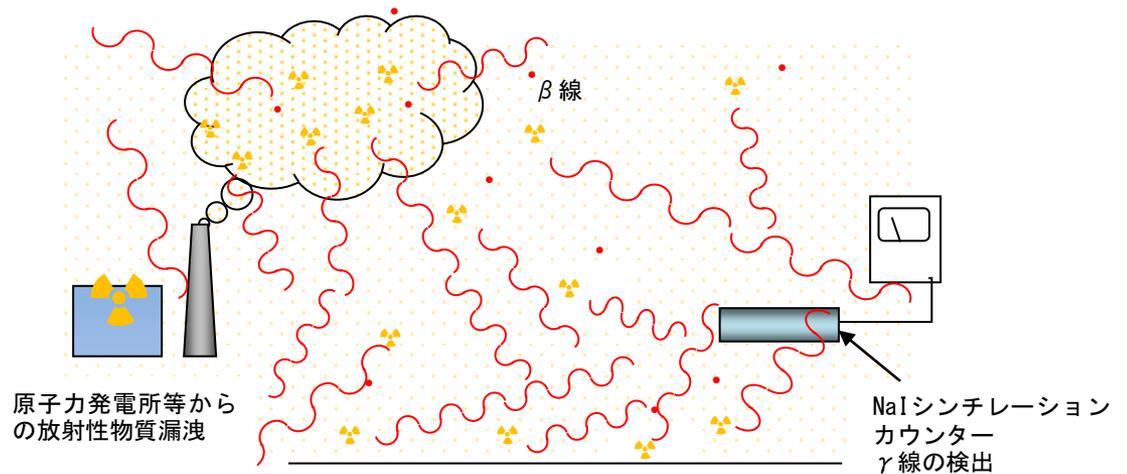
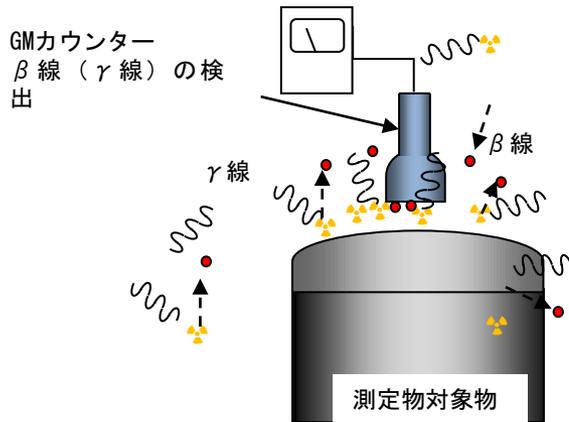
放射線測定器

表面汚染の測定

測定器	GM計数管
測定放射線	β 線
用途	表面汚染の測定
特徴	高感度
単位	cpm

空間放射線量率の測定

測定器	NaIシンチレーション
測定放射線	γ 線
用途	空間線量の測定
特徴	全方向
単位	μSv



シンチレーション式サーベイメータ

- シンチレータと呼ばれる物質は、放射線と反応する際に微弱な光を発する。この光を光電子増倍管によって電流に変換し、得られたパルス電流を計数することによって放射線を測定する。
- γ 線のエネルギーによってパルス電流の大きさが異なるため、これを利用してエネルギー補正により正確な線量評価が可能となっている。
- 感度が高く($0.01\mu\text{Sv/h}$ 以上)、またエネルギー補正しているサーベイメータであれば線量評価も正確。ただし高線量では測定できない(数十 $\mu\text{Sv/h}$ まで) γ 線用としては、主にNaI(Tl)シンチレータが用いられる。



放射線障害防止法 (参考)

- ・実効線量限度(職業被ばく)
 - (1)5年間で100 mSv
 - (2)1年間で50 mSv
 - (3)女性は3ヶ月で5 mSv
 - (4)妊娠中の女性内部被曝に関して1 mSv

※緊急被ばくは250 mSv
- ・等価線量限度(職業被ばく)
 - (1)眼の水晶体1年間で150 mSv
 - (2)皮膚1年間で500 mSv
 - (3)妊娠中の女性腹部表面出産までの期間で2 mSv
- ・管理区域境界1.3 mSv/3ヶ月
- ・事業所境界250 μ Sv/3ヶ月=0.11 μ Sv/h (一般人の限度1mSv/年)
- ・管理区域内で作業する人、作業する場所の線量当量を測定する必要がある。
- ・作業従事者は健康診断を受け、白血球数などの経過を観察する。

GM(ガイガーミュラー)管式サーベイメータ

- GM計数管と呼ばれる窓を持つ検出器にて、ガスのイオン化を利用し、 β 線(と γ 線)を測定する。
- 高感度だが、エネルギー特性が悪く、正確な線量評価が難しい。
- 窓から入射した β 線の量から単位時間(分)当たりの放射線量(cpm)を計測し、表面汚染の状態を知る。



法規などに見られる限度数量(参考)

- ・放射線障害防止法、管理区域の設定が必要な放射能表面汚染レベルは、β線核種の場合表面放射能密度40 Bq/cm²(α線核種においては4 Bq/cm²)を越える可能性のある場所。(表面汚染で見える場合、I-131やCs-137においては、本資料で仮定する測定条件では約10,000 cpmがこれに該当する。)
- ・放射線障害防止法、管理区域から持ち出し可能な放射能表面汚染レベルは、管理区域設定レベルの1/10以下。β線核種の場合、表面放射能密度4 Bq/cm²(本資料で仮定する測定条件では約1,000 cpm)
- ・電離放射線障害防止規則、事業者は、保護具又は作業衣が別表第三に掲げる限度(保護具又は作業衣の労働者に接触する部分にあつては、その限度の十分の一。以下この条において同じ。)を超えて汚染されていると認められるときは、あらかじめ、洗淨等により別表第三に掲げる限度以下になるまで汚染を除去しなければ、労働者に使用させてはならない。
別表第三:β線核種の場合表面放射能密度限度は40 Bq/cm²(α線核種においては4Bq/cm²)
- ・運輸則、L型輸送物(放射性物質の輸送基準(IAEA準拠))
表面線量率5 μSv/h以下(γ線測定器を出来るだけ近づけて測定)
表面放射能密度4 Bq/cm²(I-131やCs-137の場合、本資料で仮定する測定条件では約1,000 cpm)
- ・海外の要求事例、台湾では、通関時にコンテナなどの表面を測定した線量率が0.2 μSv/h以下であることを要求。

表面汚染単位の変換

放射性表面汚染の測定方法 JIS Z4504

- 表面汚染密度 $A_s = \frac{n - n_b}{\varepsilon_i \times W \times \varepsilon_s \times 60}$ (Bq/cm²)
- n : 総係数率 (cpm)
- n_b : バックグラウンド係数率 (cpm)
- ε_i : β 粒子又は α 粒子に対する機器効率 (校正証明書参照)
- W : 放射線測定器の有効窓面積 (cm²)
- ε_s : 放射性表面汚染の線源効率 (0.5, $E_{\beta\max} > 0.4\text{MeV}$)

アロカ製GM計数管 TGS-133では、($\varepsilon_i=0.4, \varepsilon_s=0.5$, 測定距離=5mmとすれば) 1000 cpmがおおよそ4Bq/cm²に相当します。

cpm (測定値) から Bq/cm²、(μSv/h) への換算例

産総研HPより http://www.aist.go.jp/aist_j/rad-accur/pdf/case_study_1_table_j.pdf

計測器の指示値(バックグラウンドを差し引いた値) cpm	放射能面密度 (Bq/cm ²)	線量率(μSv/h) 要注意
0	0	0
10	0.04	0.00033
100	0.4	0.0033
1000	4.0	0.033
10000	40	0.33
100000	400	3.3

・計数率(cpm)は、校正された大面積端窓型GM計数管(有効窓面積20cm²、機器効率40%程度)を用いて、JIS Z4504の規格に従い、資料から5mm程度の距離に時定数の3倍以上の時間幾何条件を一定に保ちつつ測定するよう、訓練された要員により測定されていること。また、測定対象物は、標準面線源効率が適用可能な汚染核種と表面状態を仮定している。

・線量率(μSv/h)は、平らな資料の表面が、半径20cmの円盤状に、Cs-137によって4Bq/cm²程度に一様に汚染されていると仮定し、表面から5cm離れた位置の線量率値を計算した結果である。

放射性物質の測定

ハイテクプラザにおける通常の方法

放射線放射性物質の分析・測定方法



ICP発光分光分析装置



原子吸光分光分析装置



蛍光X線分析装置

検出下限値 1ppm

1ccの水に **1.5**
 $\times 10^{15}$ 個以上のCs原子が存在しないと検出できない。

検出下限値
10Bq/kg

100gの検体に **1.4**
 $\times 10^9$ 個の γ 線を放出できる ^{137}Cs の存在を検出できる



Ge半導体検出器



GM管式サーベイメータ

$$10\text{Bq} \times 0.1\text{kg} \times 30\text{年} \times 365\text{日} \times 24\text{時間} \times 3600\text{秒} \div 0.693 \text{ (半減期)} = 1.4 \times 10^9 \text{ (atoms)}$$

放射線測定は、原子レベルの超微量な計測を行う手法で、通常の方法成分の分析に用いる通常の方法では分析することができません(100万倍の感度)。

放射線測定について

(ハイテクプラザの実施体制)

ハイテクプラザ (コアセンター)	→	表面汚染の測定 (4月4日~) 加工食品の核種分析 (10月17日~)
福島技術支援センター (財団法人 材料化学技術振興財団で実施)	→	表面汚染の測定 (10月5日~3月29日)
会津若松技術支援センター	→	加工食品の核種分析 (10月17日~)
いわき技術支援センター	→	表面汚染の測定 (4月13日~)



表面汚染の測定



加工食品の核種分析



連絡先 (TEL)

ハイテクプラザ (コアセンター)	: 024-959-1911
財団法人材料化学技術振興財団	: 080-2807-6827
会津若松技術支援センター	: 0242-39-2974
いわき技術支援センター	: 0246-44-1475

工業製品の表面汚染の測定

GM管式サーベイメータ

(1) 汚染防止膜の取り付け

測定の際に検出器が汚染しないように、薄い保護膜(ビニール袋、ラッピング用薄膜等)で検出面その他を覆う。保護膜が厚いとβ線が透過出来ず、汚染を見逃すことになるので注意が必要。

(2) バックグラウンドの測定

地面やコンクリートの壁には天然に存在する放射性物質が含まれており、放射線源となる。宇宙からも放射線が届いている。これらがバックグラウンド放射線となって測定される。そこで、汚染検査の際には、汚染測定と併せてバックグラウンド測定を行う。

(3) 時定数の設定

10秒

(4) 測定

測定器の窓を測定対象物表面に平行に近づけ(5mm程度)、表面に付着した放射性物質から放出される放射線を窓の面積で検出することで汚染を定量的に計る(5点以上測定の平均値、最大値、最小値)。



工業製品の放射線量測定の留意事項

- 一企業5検体までとします。
- 一検体の大きさは1m×1m×1m以内、重量は人が2人で持ちあげられる重量(概ね30kgf以内)とします。
- 検体は、一検体ずつ透明なビニール袋で包装し、口を閉じてお持ちください。
- 液体、食品の測定はできません。
- 測定機は、GMサーベイメータ (ALOKA製TGS-146B)です。
- 測定単位はcpmです。



測定方法の実際

汚染測定（注意すべき点）

- ・測定器を動かして指示値を確認する場合、作業者が指示値に気を取られると検出面と対象物の間隔が変化したり、測定器が対象物に触れたりするので注意すること。
- ・バックグラウンドの変動幅より大きな変化があった箇所、あるいはスクリーニング測定の結果等により、あらかじめ定められた測定点では、時定数の3倍の間検出器を静止させ、指示値を読み取る。

（注意）時定数の3倍待つと指示値の平均値は安定するが、指示値そのものは統計変動のため揺れている。指示値の平均値を読みとること。

所 長	副所長	部 長	科 長	担 当

放射線量測定依頼書

年 月 日

福島県ハイテクプラザ所長

住所又は所在地

申請者

氏名又は名称及
び代表者の氏名

(電話

)

次のとおり 放射線量測定 を依頼します。

品 名	数 量	保管状況	備 考
		屋内 屋外シート有 屋外シート無	
※ 受付年月日 受付番号	年 月 日 第 号	※ 受 付 者	

備考 ※印の欄は記入しないこと。
一企業5検体までとします。

報告書 No. 〇〇-1

平成 23年 4月 〇日

放射線量測定結果報告書

福島県株式会社 様

福島県ハイテクプラザ所長

放射線量測定に係る結果は、下記のとおりです。

品 名	スピーカー (寸法(mm) 高さ X 幅 320 X 奥行き 125)	
測定器	GMサーベイメータ (ALOKA製) TGS-146B 校正年月日: 2010年6月7日	
測定条件	・測定法: 直接測定法 ・特定数: 10sec	
結 果	<p>1. 測定値 (単位: cpm)</p> <p>_____ 100 _____</p> <p>最大 _____ 110 _____</p> <p>最小 _____ 90 _____</p> <p>2. バックグラウンド (単位: cpm)</p> <p>_____ 95 _____</p>	 <p>測 定 状 況</p>
備 考	※この測定値は持ち込まれた製品に対する結果です。	測定場所: 福島県ハイテクプラザ 測定日: 平成23年4月 〇日

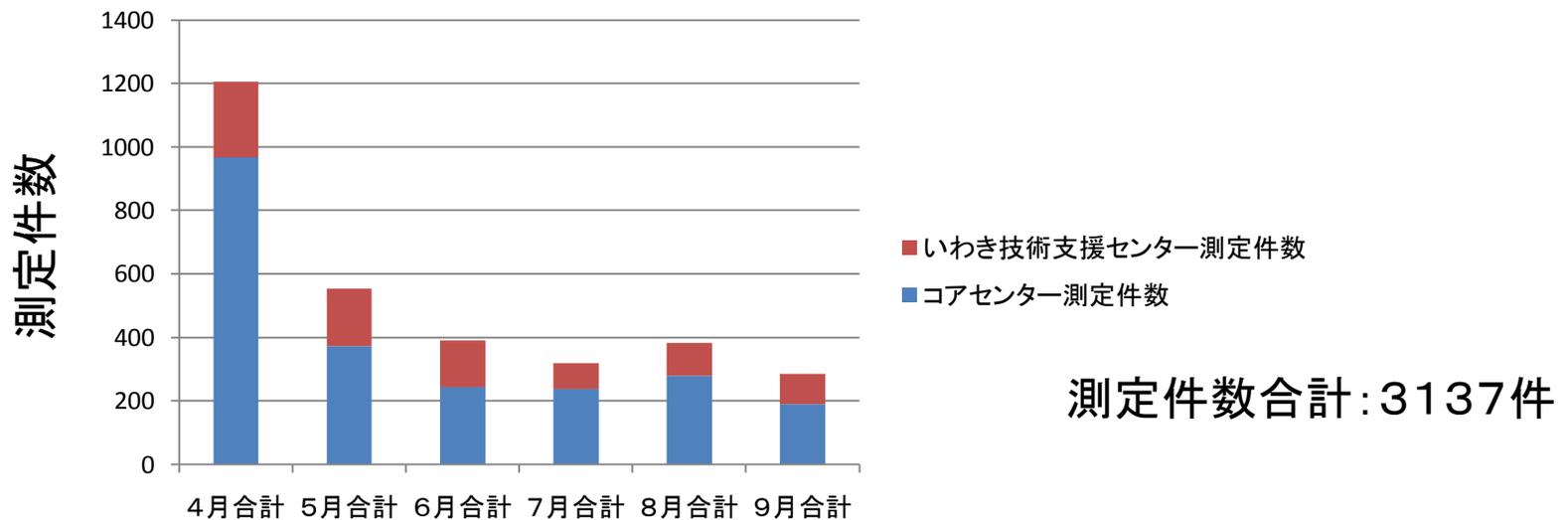
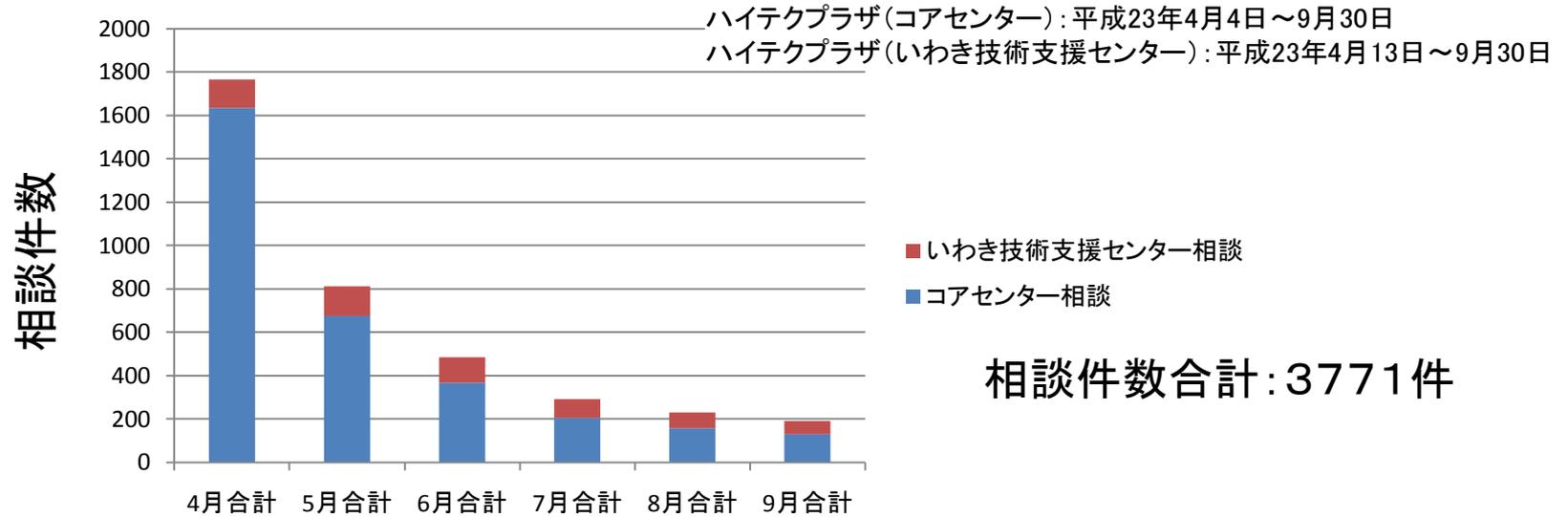
外部機関からの支援

工業製品の放射線量測定において、以下の機関より人的、技術的なご支援を頂きました。

- 産業技術総合研究所の25部門より、延人員で296人・日、サーベイメータの貸し出し。
- 東京都立産業技術研究センターより、24人・日、ポケット線量計の貸し出し。

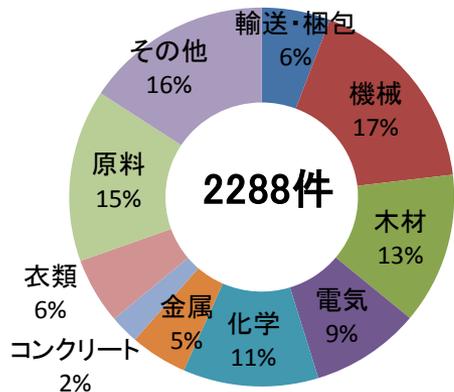
誠に、ありがとうございました。

工業製品の放射線測定相談及び測定件数

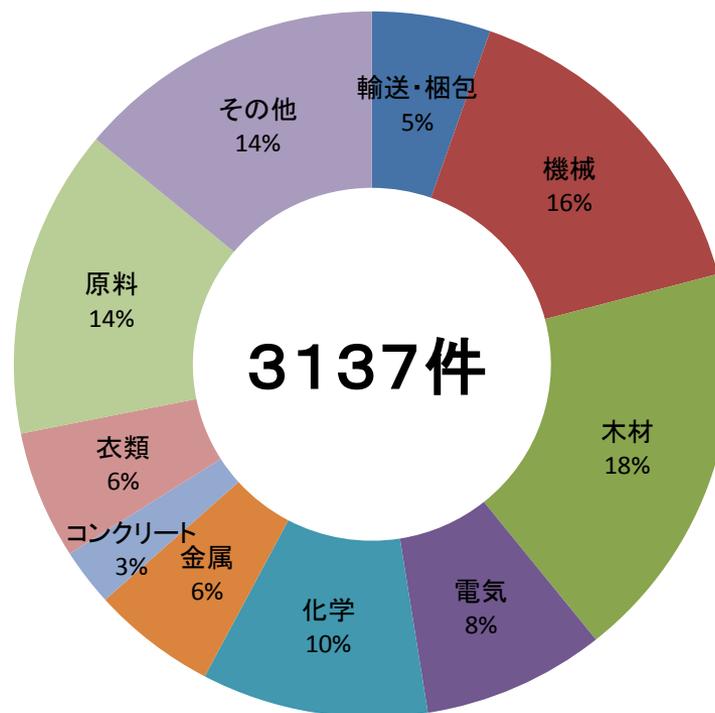


ハイテクプラザ4月～9月測定検体の集計の分類

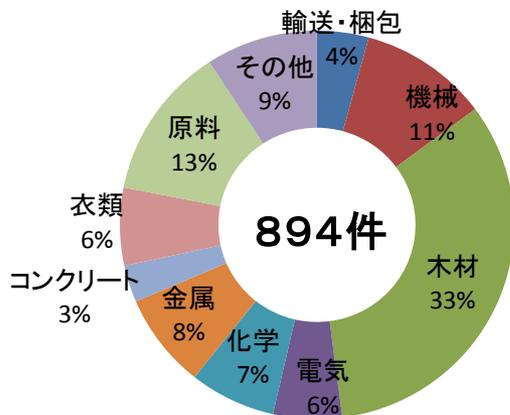
コアセンター測定件数の集計



放射線測定品の分類 (ハイテクプラザ合計)



いわき技術支援センター測定件数の集計



屋外に保管された製品や木材に高い傾向が見られました。

加工食品の放射能測定

加工食品に含まれる放射性核種（ヨウ素131、セシウム134、セシウム137）の量を測定します。全て電話での予約制です。

- 加工食品の放射能測定業務の開始

- 予約受付開始日 平成23年10月11日（火）予約は2週間前から受付しています。
電話受付時間 10:00～12:00、13:00～17:00 （祝祭日を除く月曜日から金曜日）
- 測定開始日 平成23年10月17日（月）

- 測定申し込み・問い合わせ先

- 福島県ハイテクプラザ（放射能対策チーム）
TEL 024-959-1911
- 福島県ハイテクプラザ会津若松技術支援センター（県産品加工支援センター）
TEL 0242-39-2974

- 料金 無料

加工食品の放射能測定内容

- 測定方法:ゲルマニウム半導体 γ 線スペクトロメーターによる核種測定(放射性物質の種類と量)
- 測定装置:ゲルマニウム半導体検出器型放射能測定装置(キャンベラ製 GC3020)
- 試料容器:U8容器(100mlのプラスチック容器)
- 測定項目:ヨウ素131、セシウム134、セシウム137
(ストロンチウム90の測定はできません、また自然由来の放射性物質は測定しません)
- 単位: **Bq/kg**
- 検出下限値:10 Bq/kg程度(測定値として得られない場合)
- 測定時間:1検体につき約1時間(準備を含む)

対象者・物及び受付要件

- 対象企業：**県内**に住所・事務所または事業所を有する**食品加工業者**
- 測定対象：上記の者が県内で製造し、出荷・販売する**加工食品**（飲料を含む）
- 測定は1申請につき1検体までとし、1週間につき1回の申請を受け付けます。
（会津若松技術支援センターとの重複は可としますが、福島県産品振興戦略課の実施する「加工食品に関する放射能検査との重複は不可となっています）
- 適切に粉砕などの前処理を施した検体を必要量（200g以上または200ml以上）用意してください。
- 出荷・摂取規制等（自粛を含む）の対象物を原料に用いた製品は測定できません。
- 測定した結果は県保健福祉部等・中核市へ情報提供する場合があります（同意が必要です）。

測定室の状況



測定室の外観

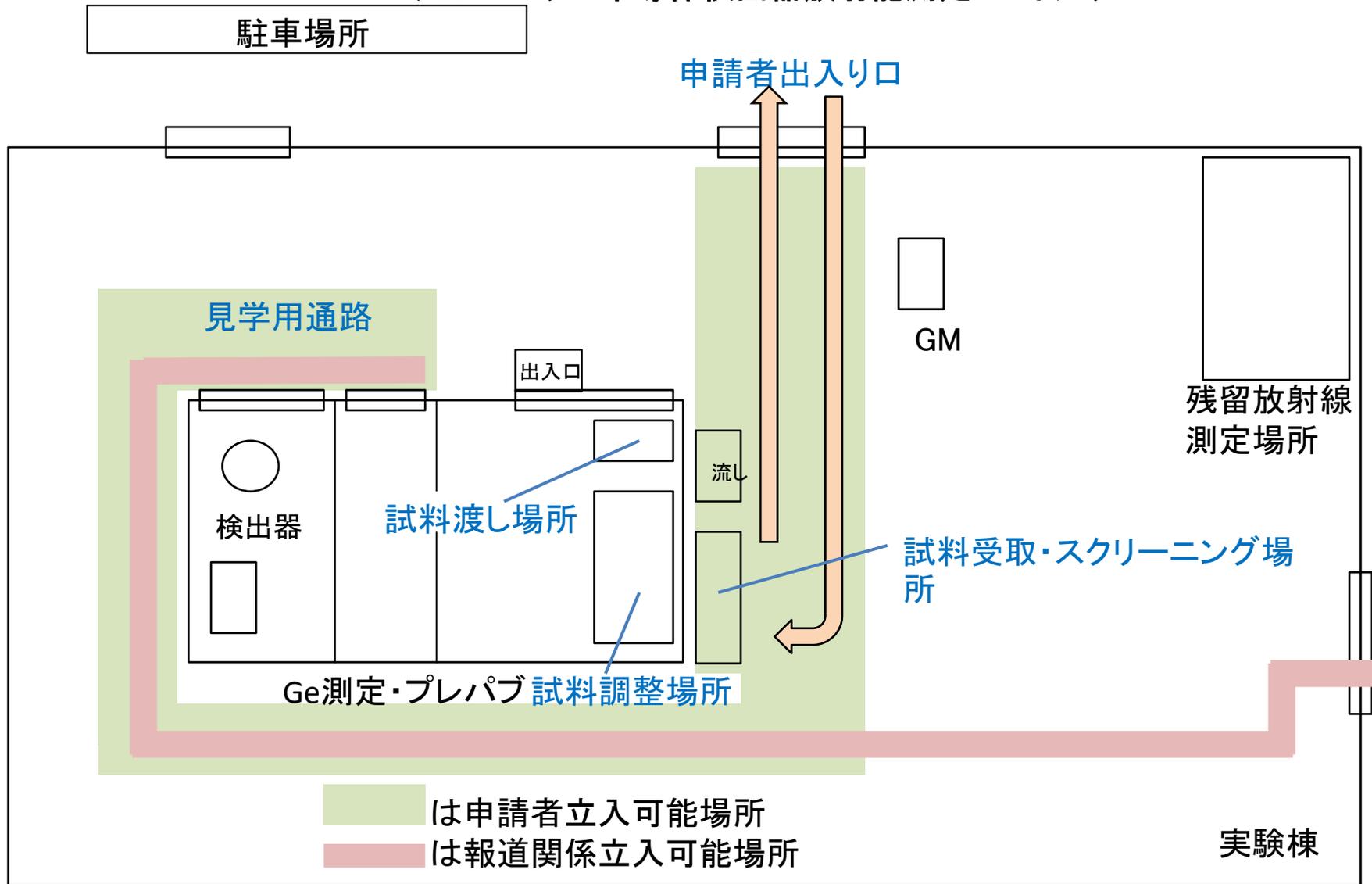


試料準備室



Ge半導体ガンマ線スペクトロメーター

ゲルマニウム半導体検出器放射能測定 レイアウト



本日の見学は自由ですが、スリッパにお履き替え頂き、見学用通路からの見学となります。

所長	副所長	部長	科長	科員	担当

放射能測定依頼書 (Ge半導体によるもの)

平成23年 10月17日

福島県ハイテクプラザ所長

住所又は所在地 郡山市待池台1丁目12番地
 申請者
 氏名又は名称及
 び代表者の氏名 ハイテク工業株式会社
 代表取締役 ハイテク太郎
 (電話 024-959-1741)



次のとおり 放射能測定 (放射性ヨウ素、放射性セシウム) を依頼します。
 また、測定結果を県保健福祉部等および中核市へ情報提供することに同意します。

品名	製造年月日 (もしくは製造ロット番号)	備考
ふくしま無添加みそ	平成23年 8月 1日	
※		
※ 受付年月日 受付番号	年 月 日 第 号	※ 受付者

備考 ※印の欄は記入しないこと。

注意事項

- ・検体は必要量を適切に前処理 (細断化・均質化) し、容器等に詰めた後、透明のビニール袋で包装してご持参ください。
- ・測定後の検体は返却しますので、お引き取りをお願いします。

ハイテク No. _____

平成 年 月 日

放射能測定結果報告書

□□□食品 (株) 様

福島県ハイテクプラザ所長

放射能測定に係る結果は、下記のとおりです。

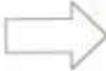
品名	ふくしま無添加みそ			
製造年月日 (もしくは製造ロット番号)	平成23年8月1日			
結果	核種名	放射能濃度	検出限界値	備考
	放射性ヨウ素 (I-131)	検出限界未満	8.6Bq/kg	
	放射性セシウム (Cs-134)	検出限界未満	5.6Bq/kg	
	放射性セシウム (Cs-137)	25Bq/kg		
測定器	ゲルマニウム半導体検出器型放射能測定装置 (GC3020) キャンベラ製			
測定方法	平成14年3月厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課発「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に準拠して測定を行った。			
測定条件	検体重量: 204g 容器: U8 容器 測定時間: 2000 秒			
試験場所	福島県ハイテクプラザ			
測定日	平成23年10月17日			
備考	この測定値は持ち込まれた検体に対する結果です。			

検体の前処理

- 固体・ゲル状の検体 : 5mm以内に細断します。また、内容物が均質となるように、十分に攪拌をしてください。(ミキサー等使用) また、粉末検体については、内容物が均質であれば前処理は必要ありません。
- 液体の検体 : 前処理の必要はありません。内容物が均質でなく沈殿や分離があるもの(甘酒等)は、測定誤差の要因となりますので、ミキサー等で均一にしてください。
- 検体は未使用のビニール袋や食品保存容器に詰め、透明なビニール袋に入れて提出してください。
- 液体の検体は、ペットボトル等のプラスチック容器に移して提出してください。

検体の持込状態

試料の前処理

	処理前	処理後	測定時試料
乾物類			
米菓類			
味噌等			
粉体類			

	処理前	処理後	測定時試料
不均一な試料			
不均一なペースト試料			
日本酒、ジュース等の液体			

測定時資料の状態でお持込み下さい。
ただし、検体の製品状態が把握できない
ので、現品か製品写真を持参下さい。

測定手順(1)



① 受付場所



② 受付た検体の採番



③ 検体の予備測定(GM)



④ 測定室への搬入



⑤ 検体票の作成



⑥ U8容器への移し換え

測定手順(2)



⑦ 検体の返却方法の確認



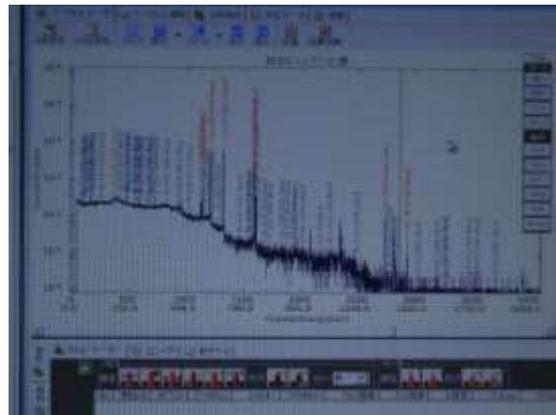
⑧ U8容器



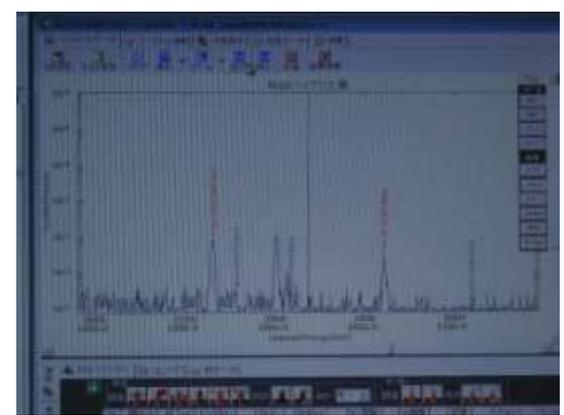
⑨ Ge半導体検出器(上部)



⑩ Ge半導体検出器(内部)



⑪ 測定スペクトル(全体)



測定スペクトル(拡大)

食品の放射性物質に関する規制

- H23年10月現在の暫定規制値(厚生労働省)

対象	放射性ヨウ素(乳児)
飲料水	300(100)Bq/kg
牛乳・乳製品	
野菜類(根菜、芋類を除く)	2,000Bq/kg
魚介類	

対象	放射性セシウム
飲料水	200Bq/kg
牛乳・乳製品	
野菜類	500Bq/kg
穀類	
肉・卵・魚・その他	

注意！ 福島県ハイテクプラザが発行する文書の扱い等について

○ ハイテクプラザが発行する文書の扱い：

ハイテクプラザが発行する文書のうち、特に「公印」(福島県ハイテクプラザ所長印)が押印してある文書は、公文書扱いになります。放射線測定に関する「放射線量測定結果報告書」「Report on Radiation Measurements」「放射能測定結果報告書」もこれに当たります。

印刷物、電子文書にかかわらず、文書または図面を偽造したと解釈される場合には、「公文書偽造(刑法第155条)」にあたり、処分されますので取扱いには十分ご注意ください。

○ ハイテクプラザの名称の使用：

ハイテクプラザが実施した試験測定・研究開発・技術指導などの結果を受けて、企業・外部機関等がハイテクプラザの名称を広告・印刷物・電子文書等に使用する場合には、「福島県ハイテクプラザ名称使用要領」の定めに従って、申請書を提出していただきます。承認を受けた後に使用していただくことになります。

○ 試験測定結果の記載：

製品の試験測定結果等をパッケージやパンフレット等に記載することは、試験結果が測定のために持ち込んだ製品のみに対するものであり、当該製品全ての測定結果ではないという観点から、基本的に承認していませんのでご注意ください。

以上の測定に関することはハイテクプラザHP <http://www.fukushima-iri.go.jp/index-pc.php> から確認できます。