

## はじめに

平成 23 年度に引き続き、専門学校 国際情報工科大学校では平成 24 年度文部科学省「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業」に取り組んできました。この事業は、福島県・宮城県・岩手県の教育機関を中心に公的機関や企業など、産官学が連携し、復興活動の即戦力となる人材育成プログラムを開発する事業です。本校が受託した「放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援事業」の具体的な事業内容は、県内の放射線測定技術者への講習会の実施、中長期の教育カリキュラム（履修要項や授業計画）の作成です。さらに今年度は教科書と映像の教材の開発も加え、より充実した成果を目指して事業を進めてきました。

東日本大震災により、東北地方の太平洋沿岸は甚大な被害が発生しました。そして震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故に起因した放射性物質の影響は、福島県民の生活を一変させました。県外に避難している県民は約 15 万人おり、警戒区域に指定された町村の約 6 万人の県民はふるさとに帰れないでいます。ほとんどの県民は放射線量を気にかけ、放射線被ばくの不安を感じながら日々生活しており、まだ事故の収束には程遠い状況です。この問題は今後数十年に渡って、放射能汚染による住民の健康や農作物、住環境への被害、そして人々の不安…と、県民の生活に深い影を落とし続けることが考えられます。

このような状況から、自治体をはじめ企業や団体など多くの組織では放射線測定器を導入しています。ところが、放射線に関する正しい知識と各種測定器の適正な選定や使用方法ならびに計測方法を習得した人材が必要なのですが、その絶対数は不足しています。放射線に関する実務的な人材の育成は、これから福島県の復興と地域住民の安心・安全にとってなくてはならないものであり、ひいては福島県だけでなく日本において重要な課題になっていきます。そこで本校ではいち早く「放射線工学科」を立ち上げ、平成 24 年度から実際に学科を運営しています。

本書では推進協議会、分科会の議事録を収録しており、どのような経緯で事業が運営されていったかを詳しく知ることができます。今年度は放射線測定従事者に対する放射線測定の講習会が事業の中心的な目的となっており、この講習会（授業）で使用された教材と資料は、実際の放射線測定業務の場面でとても役に立つものです。さらに、県内の教育機関等における放射線測定に関するアンケート調査を実施しました。この結果は「放射線測定機器の校正」の必要性という新たな課題が明らかになってきました。平成 25 年度の事業継続の折には、この新たな課題に取り組むことを付け加え、さらなる事業の発展と普及を目指して参ります。

## 目次

I 事業計画	3
II 議事録	10
第1回分科会 議事録	11
第1回推進協議会 議事録	14
第2回分科会 議事録	21
第3回分科会 議事録	26
第2回推進協議会 議事録	33
第4回分科会 議事録	39
第5回分科会 議事録	43
第3回推進協議会 議事録	46
第6回分科会 議事録	53
第7回分科会 議事録	56
第4回推進協議会 議事録	59
第8回分科会 議事録	64
第5回推進協議会 議事録	67
第9回分科会 議事録	73
第10回分科会 議事録	76
第11回分科会 議事録	80
第6回推進協議会 議事録	85
第7回推進協議会 議事録	94
合同事業成果発表会 議事録	96
III 試行授業	100
(1) 試行授業の報告	101
1日目：学科	102
2日目：実習	126
【実習のようす】	134
【講義資料】	136
(2) 講師より感想	168
(3) 受講者アンケート	169
IV アンケート	178
V 視察	195
公益財団法人放射線計測協会	196
VI 教育プログラム	203

# I 事業計画

## I 事業計画

### 1. 事業の概要

#### (1) 事業名

放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援事業

#### (2) メニュー (3) 分野

メニュー		分野
○	(1) 専修学校等における中長期的な人材育成コースの開発・ ① 実証	その他
	(1) 専修学校等における短期専門人材育成コースの開設・実 ③ 証	
	(2) 専修学校等における就職支援体制の充実強化	—

#### 「その他」分野名

放射線工学

#### (4) 事業実施期間

平成 24 年 8 月 15 日～平成 25 年 3 月 15 日

#### (5) 事業の概要

##### 【中長期的な人材育成コースの開発・実証】

《放射線に関する豊富な知識と各種放射線測定機器に精通した人材の育成》

- ①放射線の知識を習得し、放射線測定の実務と装置の取扱や安全管理に精通した人材の育成
- ②土壌・食品・空間等の線量測定機器を導入しその操作、取扱、データ分析・解析の能力の修得
- ③効果的な除染方法を研鑽する実践力を養成
- ④放射線に関して、不安の払拭、情報提供を目的とした勉強会等の実施
- ⑤各種放射線量測定機器の取り扱いに関する測定技術者教育用教本及び DVD 教材の開発

### 2. 文部科学省との連絡担当者

氏名	村上 史成				
所属・役職	学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校 副校長				
郵便番号	963-8811	所在地	福島県郡山市方八町二丁目4-15		
電話番号	024-956-0030		FAX番号	024-956-0013	
E-mail	<a href="mailto:murakami.fuminari@nsg.gr.jp">murakami.fuminari@nsg.gr.jp</a>				

### 3. 事業内容の説明

#### (1) 事業の目的

東日本大震災に端を発した東京電力福島第一原子力発電所事故時より、福島県においては今後数十年に渡り、地域住民の身体や土壌、食物等に関して放射能汚染の影響が懸念される状況下であり、福島県民の安心を取り戻すためには、除染もさることながら、放射線測定体系の充実が必要である。まずは放射線に関する正しい知識と各種測定器の適正な選定や使用方法並びに計測方法の習得が急務であるが、放射線や測定器の知識を持ち合わせた人材が絶対的に不足しており、個人が測定器を購入した場合に至っては、適正に使用されていないケースもあるため、そのことが地域住民の新たな不安材料を作り出している状況である。また、福島県においては、官・民とも測定機器類についてハード面は充実しつつあるが、放射線の専門知識や計測機器に精通する人材等のソフト面が不足しており、そのことが県民の不安を増長する大きな要因にもなっている（汚染米の流通例等）。そのため放射線の正しい知識と測定機器の正しい使用法を習得することによって、冷静かつ客観的に線量を計測し、効果的な除染やモニタリング等を自治体や専門機関と協力しあえる実務的な人材の育成は、これからの福島県の復興と地域住民の安心・安全にとって必要不可欠である。本事業において、放射線分野の学識者、企業、自治体等と連携して新たなプログラムの開発と実証を行い、将来の人材輩出を通じて放射能問題の解決に貢献していきたい。

#### (2) 教育プログラム・教材の開発内容等

平成 24 年 4 月に開設した放射線工学科による放射線の正しい知識並びに計測技術者の育成並びに福島県の現状に照らし合わせた実践的な除染指導者の育成をするための教育プログラム・教材の開発・実証

##### ①本校放射線工学科（2年課程）の教育プログラムの策定

- ・カリキュラム・シラバス履修要項の作成、教材、教科書の選定
- ・20時間の実証講座を実施・評価しプログラムに反映

##### ②各種放射線量測定機器の取り扱いに関する測定技術者教育用教本及びDVD教材の開発

- ・目的：20時間の放射線技術者養成講座プログラムで使用する教材
- ・対象：一般社会人向け（地方自治体、団体、企業等）
- ・内容：放射線の基礎知識から測定技術や除染等をわかりやすく解説する
- ・特徴：福島の地域性、状況等を十分に考慮したもの

##### ③食品放射能検査ならびに食物への移行の検証

- ・結果をレポートにまとめ、報告会・報告書、印刷物等で情報を公開する

## I 事業計画

上記を本校放射線工学科学生に対して実証講座を実施することで検証し、教育プログラム及び教材を開発する。

### (3) 地域の人材ニーズの状況、事業の必要性等

福島第一原子力発電所事故発生から1年6ヶ月を経ているが、土壌や食品等への放射線の影響は続いており、福島県民はこれからも継続して放射線の影響に対峙していかなければならない。広大な福島県の土壌と約200万人の県民人口に対して数十年に渡り継続して放射線の測定を実施していかなければならず、測定技術に精通する専門技術者並びに除染指導者の育成のニーズは必須であり、この必要性は十分にある。放射線測定は、各市町村の自治体、JA や酪農組合などの生産者団体、生協、流通消費団体・企業、消費者…と広範な範囲で行われるようになった。さらに県によるとこの1年余りで500から600台の検査機器が新たに導入されたそうだ。一方でこれらの機器で測定業務に携わっている人々は専門的な教育を受けているわけではなく、導入した機材のメーカーの研修を受けているだけという状況がほとんどである。放射線の正しい知識を有し福島の地域事情にも通じた的確なアドバイスができる、組織のリーダーや中核となるべく人材を育成していくことが急務である。

### (4) 実証講座等の内容

平成23年度の当事業において事業準備を推進してきた。

福島県における食品放射能の測定の実務、環境の放射能汚染状況の調査・検証の技術を修得し効果的な除染方法の策定、住民に対する勉強会やカウンセリング等をコーディネートのできる、福島復興のリーダーの育成を目標にした教育プログラム及び教材開発を本校放射線工学科学生により実施する。

対象：本校 放射線工学科 1年生 6名

時間：計24時間（50分授業）

習得：放射線の知識の習得と放射線測定機器の取扱い

#### ◆学科（各3時間×5科目 計15時間）

- 放射線の種類： 放射線の種類と特徴。核種によるエネルギーの壊変について学ぶ
- 放射線の人体影響： 放射線が及ぼす感受性、生物的影響と放射線量の関係について学ぶ
- 放射線に関する法規： 放射性同位元素の管理及び放射線障害の防止に関する法規について学ぶ
- リスク評価と危機管理： WHO、ICRP基準と被曝量の計算法、放射線問題の現状と照らし合わせる。
- 災害と心理： 大規模災害が及ぼす心理的影響と、情報リテラシーについて学ぶ。

## I 事業計画

### ◆実習（各3時間×2科目 計6時間）

- 環境モニタリング： 空間計測、表面計測の方法と機材の特徴・特徴について学ぶ。
- 食品測定： 食品・試料の計測と計測準備。機材の種類・特徴について学ぶ。

- ・開講式 オリエンテーション カリキュラム時間割の説明 1時間
- ・修了式 授業アンケート記入 確認テスト 2時間

### （5）成果の普及・平成25年度以降の事業展開の予定（自校・他校・企業・団体・地域との関係）

この取組は、住民生活の不安の払拭に直接関わるため、活動の効果や線量データ分析、情報の集約・推移・公開等、長期的に経過を観察する必要がある。そこで放射線測定の専門家や除染の指導者の育成と併せて、地域住民、自治体、企業、学校等に対するセミナーや講習会のコーディネートや情報公開等、測定体系の確立も含め地域に根ざした活動を実施し、並びに福島県の変化する実情に合わせた放射線教材、マニュアルを逐次作成し、効果的な教育体系を確立させることで、事業を発展的なものへと構築したいと考える。具体的には以下の通り。

○放射線技術者養成プログラムは文部科学省の後援をもとにひとつの教育パッケージとして県内への広く普及を図る

- ・公開講座の実施 各市町村、生産者団体、企業、教育機関等に案内
- ・依頼があった場合に本校実習室を使用して講座の対応をする
- ・教本・テキストの配布

○本校研究実績の報告会、県農業総合センターの講演会の実施

- ・食品放射能検査ならびに食物への移行の検証
- ・農林水産物の放射線モニタリングデータの公開

○放射線測定技術者認定試験（仮称）の開発に向けた準備

- ・サンプル問題と解答解説の作成
- ・放射線技術者養成講座プログラムの教育内容に準拠した習熟度をテストする

## 4. 事業のスケジュール

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備考
協議会				→							原則月一回実施
分科会				→							原則月一回実施
調査				→							原則月一回実施(外部)
開発						→					講座の検証と改善点の策定
実証講座				→							特別学習会を実施(月1回)
成果発表会										●	成果報告書の配布と成果発表会

## 5. 事業実施体制

## (1) 推進協議会の構成

組織名	代表者	役割等	都道府県
早稲田大学	名誉教授 大槻義彦	アドバイザー	東京都
福島大学(東京大学博士課程研究員)	特任研究員 開沼博	アドバイザー	東京都
福島県農業総合センター	安全農業推進部副部長 武地誠一	技術開発	福島県
福島県ハイテクプラザ	技術開発部主任研究員 菊地時雄	技術開発	福島県
NPO法人移動保育プロジェクト	理事長 上國料竜太	地域環境	福島県
NPO法人ふくしま未来戦略研究所	理事 馬場大造	地域環境	福島県
情報ネットワーク・リベラ	エディター 阿部恒雄	地域環境	福島県
一般社団法人福島放射線総合研究所	理事長 内田章	コーディネーター	福島県
学校法人国際総合学園新潟農業バイオ専門学校	副校長 阿部貴美	教育講座	新潟県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	学校長 水野和哉	運営責任者	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	教務部長 村上史成	運営担当者	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	学科長 和田秀勝	教育講座	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	放射線工学科教員 吉澤敏雄	教育講座	福島県
学校法人新潟総合学院	事業企画部長 伊達巖	総括	福島県
イメージスタジオ	村山 隆	オブザーバー	福島県

I 事業計画

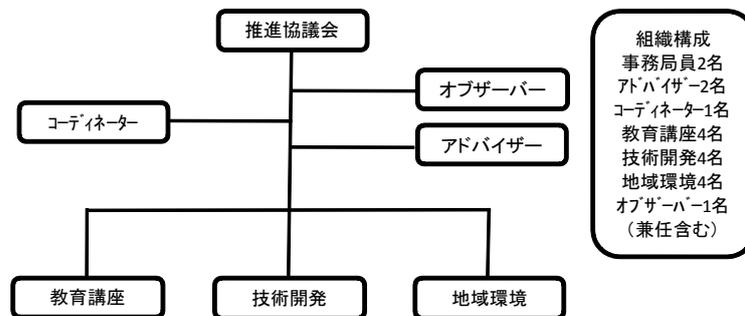
(2) 分科会の構成

組織名	代表者	役割等	都道府県
福島県農業総合センター	安全農業推進部副部長 武地誠一	技術開発	福島県
福島県ハイテクプラザ	技術開発部主任研究員 菊地時雄	技術開発	福島県
NPO法人移動保育プロジェクト	理事長 上國料竜太	地域環境	福島県
NPO法人ふくしま未来戦略研究所	理事 馬場大造	地域環境	福島県
情報ネットワーク・リベラ	エディター 阿部恒雄	地域環境	福島県
一般社団法人福島放射線総合研究所	理事長 内田章	コーディネーター	福島県
学校法人国際総合学園新潟農業バイオ専門学校	副校長 阿部貴美	教育講座	新潟県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	学校長 水野和哉	運営責任者	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	教務部長 村上史成	運営担当者	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	学科長 和田秀勝	教育講座	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	放射線工学科教員 吉澤敏雄	教育講座	福島県
学校法人新潟総合学院	事業企画部長 伊達巖	総括	福島県
イメージスタジオ	村山 隆	オブザーバー	福島県

(3) 事業実施協力専修学校・企業・団体等

組織名	代表者	役割等	都道府県
一般社団法人福島放射線総合研究所	内田 章	コーディネーター	福島県
福島県農業総合センター	武地 誠一	食品放射能測定技術支援	福島県
福島県ハイテクプラザ	菊地 時雄	産業放射能測定技術支援	福島県
新潟農業・バイオ専門学校	阿部 貴美	被災地以外の食品の情報提供	新潟県
NPO法人移動保育プロジェクト	上國料竜太	地域環境	福島県
NPO法人ふくしま未来戦略研究所	馬場大造	地域環境	福島県
情報ネットワーク・リベラ	阿部恒雄	地域環境	福島県
イメージスタジオ	村山 隆	オブザーバー	福島県

(4) 事業の推進体制 (図示)



# II 議事録

平成 24 年 9 月 11 日

## 第 1 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 9 月 11 日（火）18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 開会のあいさつと事業説明 内田
2. 構成委員について 内田
3. スケジュールについて 内田
4. 教育プログラムについて 内田
5. 視察について 内田
6. 第 1 回推進協議会について 内田
7. その他意見交換

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 開会のあいさつと事業説明 <事業計画書>別紙参照

内田 :

- ・放射線の基礎知識も重要だが社会的情勢が変化していることにも対応していかなければならない。
- ・専門家以外に開沼先生に入らせていただいている。福島のこともよくわかっている方。

### 議題 2 : 構成委員について <事業計画書>別紙参照

内田 :

委員は 15 名。1 回目は大槻先生が出席する。毎回は難しいが。  
プログラム作成には社会的情勢と外部に対して広がっていく各自治体行政等の動きをみながら展開していく。県内にはすでに 30 数社の放射線関連の業者ができていますが横のつながりはない。除染と甲状腺の検査以外には予算が国、自治体から出していない。

### 議題 3 : スケジュールについて 別紙参照

- ◆事業期間 2 月末まで
- ◆推進協議会月 1 回、分科会月 2 回、事業報告会 2 月
- ◆報告書 2 月下旬～3 月上旬完成

### 議題 4 : 教育プログラムについて

24 時間の実施。

※詳細は推進協議会にて

内田 :

学生の実証の授業を進めるのと同時に、教育プログラムのパッケージングをしていく。24 時間コースの設定。18 時間から 24 時間のあいだでニーズに柔軟に対応できるようにする。修了検定制度の構築という最終的な目標に向けて、実証を繰り返していく。協議委員の方によく見ていただいたうえで、2 日 3 日の講習で修了証がもらえる形までもっていきたい。放射線工学科の 135 時間の中で進めていく。

### 議題 5 : 視察について 別紙参照

#### ① ラドセーフテクニカルサービス (三郷市)

放射線管理業務の実際を見る。まず 1 度訪問し研修内容を詰めて 2 回目に学生に対して研修

## II 議事録

を行う。関係を密にとっていきたい。

### ② 菊池製作所（飯館村）

ガンマカメラ

### ③ 川内村（ふくしま未来戦略研究所）

帰村支援に放射線の知識ではなく復興のビジョンを学生と学ぶ

### ④ 鹿島建設（福島総合支店：原子炉の現況と警戒区域の除染の実態）

原子炉の現況と警戒区域の除染の実態 警戒区域外 南相馬

### ⑤ 放射線計測協会（東海村）

測定器の校正 管理業務 原発事故とは切り離れた視点での放射線の知識の習得を目指す。

内田：

原発事故に関しては知識というよりは社会的なものを見つめる。

放射線の知識に関しては福島の現状をどう見ていくか→ちゃんとしたところとそうでないところを見ていく。2面性を持っているのを踏まえてカリキュラムを構築していく。

## 議題6：第1回推進協議会について---議題内容について確認・意見等あれば

- ・あいさつ 校長
- ・事業説明 内田 事業内容、委員、スケジュールについて
- ・授業詳細 内田 カリキュラム等について
- ・視察について 内田
- ・各委員よりあいさつ 抱負など
- ・その他

内田：委員につて補足

菊地氏は放射線を遮蔽するプラスチックを開発。ぜひ参加したいとのこと。

ハイテクプラザ、テクノアカデミー 県職員は外部との接触が限られており、ぜひ情報交換等の交流を通じて自分たちのもっているノウハウもいろいろと提供していきたいとのことである。

以上

平成 24 年 9 月 18 日

## 第 1 回推進協議会 議事録

日時：平成 24 年 9 月 18 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆早稲田大学名誉教授 大槻義彦、◆福島大学 特任研究員 開沼博、◆福島県農業総合センター 武地誠一、
- ◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、
- ◆NPO法人ふくしま未来戦略研究所理事 馬場大造、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行）、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

- |            |                     |
|------------|---------------------|
| 1. 開会のあいさつ | 専門学校 国際情報工科大学校 水野校長 |
| 2. 委員紹介    | 各委員の皆様よりひとこと        |
| 3. 事業概要の説明 | 福島放射線総合研究所 理事長 内田章  |
| 4. 期待する人材像 | 早稲田大学 名誉教授 大槻義彦 様   |
| 5. その他意見交換 |                     |
| 6. 連絡事項    |                     |

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 開会のあいさつ 専門学校国際情報工科大学校 水野和哉校長

原発事故の問題を教育の視点からとらえ、放射線工学科を立ちあげ4月より一期生を迎えた。本事業を皆様のご協力をいただき、さらに教育内容を充実させ人材を育てていきたい。

### 議題 2 : 委員紹介<事業計画書>別紙参照

・ 専門学校国際情報工科大学校 教務部長 村上史成	運営責任者
・ 福島県農業総合センター 武地誠一	農林水産物の放射線検査をしている
・ 福島県ハイテクプラザ 菊地時雄	放射線を遮蔽するプラスチックの開発
・ 情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄	サイト「福島みんなのNEWS」を運営
・ 学校法人新潟総合学院 伊達巖	企画室で新しい組織で地域貢献
・ イメージスタジオ村山 隆	議事録・報告書作成と教育プログラム開発
・ 専門学校国際情報工科大学校 学科長 和田秀勝	工学系分野主任 電気電子工学科担任
・ 同 放射線工学科担当 吉澤敏雄	放射線管理業務に従事経験あり
・ NPO法人ふくしま未来戦略研究所 理事 馬場大造	川内村の帰村に向けて支援
・ NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太	子どもと母親に接する機会が多い
・ 福島大学 特任研究員 開沼博	福島未来支援センター 社会学が専門

### 議題 3 : 事業概要の説明<事業計画書>別紙参照

#### (1) スケジュール

- ◆ 事業期間 2月末まで
- ◆ 推進協議会月1回、分科会月2回、事業報告会2月
- ◆ 報告書2月下旬～3月上旬完成

#### (2) 事業概要

- ◆ 事業の説明 目的・内容
- ◆ 教育プログラム 視察

#### 内田理事長より事業概要の説明

- 放射線工学科がスタートしたが、時間とともに情報が変化している。扱う数字や基準値の違い、メディアや社会を通じての情報の把握に勤めているが様々な問題や課題がある。
- 福島型の放射線教育をテーマに共通の教材を作っていきたい。
- 計測の物差しがない、習熟度を認定する検定試験の企画開発をしていきたい。
- 20時間のパッケージとした一般向けの教育システムの構築の必要性がある。社会的なもの情緒的なものも含めて情報のとらえ方も教えていきたい。
- 事業を継続してさらに発展させた内容を構築していきたい

## II 議事録

● 調査については次の視察を検討している。

1. ラドセーフテクニカルサービス（三郷市）  
放射線管理業務の実際を見る。まず1度訪問し研修内容を詰めて2回目に学生に対して研修を行う。関係を密にとっていきたい。
2. 菊池製作所（飯館村）  
ガンマカメラ
3. 川内村（ふくしま未来戦略研究所）  
帰村支援に放射線の知識ではなく復興のビジョンを学生と学ぶ
4. 鹿島建設（福島総合支店：原子炉の現況と警戒区域の除染の実態）  
原子炉の現況と警戒区域の除染の実態 警戒区域外 南相馬
5. 放射線計測協会（東海村）  
測定器の校正 管理業務 原発事故とは切り離れた視点での放射線の知識の習得を目指す。

### 議題4：期待する人材像

早稲田大学 名誉教授 大槻義彦 様

私は物理学が専門であるが、物理学は大きな学会なので分科会がある。放射線の分科会の会長をしている。国際的には放射線影響学会のも入っていて、日本の代表になっている。放射線影響の基準値の確定に対しても関係している。実際に日本政府が出している暫定基準値というのは国連のWHOに基準値に基づいて出している。決して政府が勝手にやっているわけではない。WHOでは良心的に設定、つまり影響が少なくなるように基準値を作っている。この基準値は国際放射線学会で確定した数値に基づいて国連で決めている。従って日本政府が出している数値は多少おかしいところがあるが、私どもの責任が重大である。その意味では終始一貫して政府の暫定基準値を守る立場をとった。マスコミでは大変に不評で、大槻は政府のまわし者、御用学者であるということでもずいぶん週刊誌などもやりあった。テレビでも専門家ヅラして暫定基準値を否定して福島県の女性と結婚するとか、福島県知事は実際に福島市に住んでいないとか、なかなかひどい言い回しで開いた口がふさがらない。政府の暫定基準値は多少右往左往していた時もあったけれども、原則的にはちゃんとした学会で研究の結果確定した基準値で、それよりも低い基準値を持っていると、非常に良心的なもので、この点では国際学会でも一致した支持を受けているんだということをいうのですが。なにしろ週刊誌やテレビではそういうふうに政府が原則的に据えた数字を信じなさいよという意見は取り上げない。私は取材を何度も何度も繰り返し受けたが、私の談話を記事にした週刊誌はごくわずか。しかも非常に短い文章にされていた。それで大変困ってしまった。今になって考えてみれば何が正しかったのかマスコミ、特に民放テレビでわめいていた連中が次々と姿を消しているの、何が正しかったのかこれでよくわかった。もし国際放射線影響学会の基準値を逸脱して極めて不当な数値を日本政府が出していれば、当然構成員たちも黙っていないので、政府に対して公開質問状を出したりする。また国連も黙ってはいない。WHOはおおむね政府の出す暫定基準値は正しいと支持している。自分たちが責任を持って出している数値だから当然のこと。そんなことで大変な苦労をしてきた。一時はばかばかしいからもう御用学者なんて言われてこんな今さらこんな

## II 議事録

問題に関係しないほうがいいとも思ったが、しかし日本の科学文明をぶっ壊すような大事件が起こっているわけだから科学者のはしぐれとしてノータッチというわけにはいかない。原発について言うと、事故を起こす前には原発立地の各地方自治体のもとに呼ばれて講演で繰り返し繰り返しこうやってきた。例えば福島県の大熊町とか数年前に。私の立場は原発は必要であるということだが、しかし原発は安全だなんて一言も言っていない。原発は危険なもの、危険ではあるけれども必要なもの。クルマもそうなんだ、車も危険なものであるがに必要なもの。もう今さら我々の科学文明からこれを除外することはできない。それと同じように原発でも危険で安全とはいえないけれども必要だということを一貫してやってきた。それにつけても福島県の放射能、これから 100 年処理していかななくてはならないので大変なことだ。

ですから老骨に鞭を打ってなんとか多少でもお役に立とうというふうに思っている。ボランティアの講演を各地ですずと去年やっていた。私が宮城県出身なもので、肝心の福島県の講演は少なかったが。そこで気がついたのはなんぼ言ってもつまり我々学会が繰り返しチェルノブイリとかスリーマイル島の経験をもとにして調査研究をやった結果、それを十分に低い見積もりで安全な数字を考えて出しているとやって、5 年した後の質問では若いお母さんたちが極めて迷信非難質問、ここで考えるのはマスコミでいい加減なことを言っていた連中の影響は笑ってはすまされないということを感じた。やはり地元の人々の相談に乗る、そういう人材育成をする必要がある。日本での放射線分野の大学の教育ではごくごくわずかな学生の教育しかやっていない。従って、応用物理学科、物理工学科、そのあと早稲田大学理工学部に移った。この中で私が放射線関連で指導したのは 6 名。いかに少ないかということがよくわかる。その人たちにいくら教育しても現地、この福島県に派遣することはとてもとてもできない。この話をうかがい、できるだけお手伝いしようと思い、大学でやれなかったことを今やらせてもらうというふうに思った。ここで養成する放射線の技術を持つ測定技術者、これを地元人たちにどれほど力になれるか。この事業においては責任重大で、ただごとではない。あの時にここで養成してもらったからうちの放射線管理がこれだけうまくいったと、こう言われるようにぜひしたいと思う。頼りになる放射線技術者だから、まず第一に放射線の知識をちゃんと持っている技術者でないといけないわけで、質問されて、例えばけんか腰になって質問してくる若いお母さんたちがまずやり玉に挙げてここを卒業した技術者に聞くでしょう、質問するでしょう、その時に測定の仕方は知ってるけどその放射線はよくわからんと、それは文部科学省に聞いてくれとか、あるいは大学の先生に聞いてくれとか、じゃあ福島大学の先生に聞くかという、福島大学にそれらしき先生はなかなか見当たらないと。誰に聞けばいいのかやっぱりここで養成した放射線の技術者が責任を持ってある程度答えることができるということでないといけない。これは非常に大変なこと。この事業の経験は実は医学部にある。医学部の X 線の検査技師とか放射能のがん治療の技師、放射線の技師の人たちがいるわけで。こうした人たちはちゃんとした教育を受けているわけだが、しかし、官庁の人たちはその技師の人たちに向かって、この放射線がん治療はどこまであてればいいんですかと、あてた後一体どうなるんですかとということ聞いても、技師は、先生、医師のほうに聞いてくれと逃げることができる。今回の福島県で養成していく放射線の技術者はそれができない。内田さんに聞いてくれということをいうか、大槻が多少関係があったそうだから大槻に聞いてくれとか、そういうことでは進まない。つまり、今後 100 年間この福島およびその周辺の放射線の処理、あるいは放射線に対する帰化そういうことに相談に乗る、当然そのような人材が要求する。いやがおうでもそうならざるを得ない。自分たち測

## II 議事録

定の機材を知っている、測定の方法を知っている、数値の読み方を知っている、決断の方法も知っている、しかしそれ以上わかりませんねという話では県民の要望に応えられないということになる。このところが大事なポイントになる。医学の放射線技師らとちょっと違って、一步、前進した、一步進んだ技術者を養成しなければならないということを考えている。そこで、4月から6名の放射線工学科こちらの学科での学生に集中講義をやらせていただいた。放射線とは何かということをごく初歩から。かつてNHKブックで放射線の話という本を書いたことがある。この本の最初の20ページぐらいをコピーして学生たちに配って読んでもらった。徹底的に講義をし、よく理解してくれた学生が多数いたのでよかった。反応も非常に良かった。あなたたちがこれから社会に出て周辺の自治体に行って様々な人の相談に乗ると。単なる測定器をいじるというだけではすまないんだ、必ずそういう事態が来るからよくこの私の話を聞くようにと繰り返した。この1年を非常に期待している。私がこれまでかかわってきた学会や大学教育の足らなかつたところ、あるいはマスコミにいろんなことをしゃべってきたけれども不十分だったことを反省してささやかに根本から地道にこの県で、本当だったら一件一件のお宅にうかがって相談に乗りたいという気分だ。本当にそう思う。自分の今までやってきた学問とは一体何だったんだと。これだけの被害を与えて、その相談に乗るということをやりたいと思うが、それはまあ不可能なので、ぜひそれに代わるといっては何ですが、せつかく内田先生がこういうことを立ち上げてくれてこの学校が積極的に応援して下さる。その機会に一流の放射線技術者を養成するお手伝いをしたい。よろしくおねがいします。

### 議題5：その他意見交換

#### 上國料：

- ・中通りの子どもたちを線量の低い会津や山形に連れて行き日帰りですぐ帰ってくる保育をしている。
- ・母親の反応も時間や地域によって違ってくる。小学生以上の子供の母親は最近ではあまり線量を気にしていないようだ。福島市の母親は反応がはやいが郡山はそれほどでもない。

#### 武地：

- ・放射性セシウムの検出、モニタリング。畜産物は問題が少ないが魚は魚種によって違う。イカタコ貝はほとんどない。野生きのこは高い。
- ・県内では企業自治体等で500から600台の計測機が導入され使われている。
- ・一般家庭で使われているものは数値が怪しい機種もあるので注意が必要だ。

#### 阿部：

教育として確立されていない分野であるだけにいろいろな情報が必要になってくる。それらを判断できるようにしなければならないと思う。

#### 大槻：

文部科学省は放射線の教育を中学高校でちゃんとやるようにという方向ではあるが、現場ではど

## II 議事録

うやったらいいかわからない。中学の理科の先生も高校の物理の先生も大学では殆ど学んでいないので教えようがない。教科書もあるがどうしようもない。中央教育審議会も早急に人材育成が課題であるとのことだが、大学院でやるらしい。理工系は教職員大学院というものがあり 20 数校あるがあまり優遇されていない。理科の先生が放射線をよくわかっている、教育をちゃんと受けている先生が人材として非常に大事だ。文部科学省もようやく動き出した感じだ。どう大学院で教えていくかが課題だ。

### 内田：

県内の各自治体や教育機関に勉強会等を提案していても「検討しています」との返事のみで実現していない。

### 大槻：

たぶんそれはだめなんです。教育の世界は官僚。官僚を民間が教育することはなじまないのでもうまくいかない。教科書の出版社が夏休み講習会を企画してもダメ。文部省が企画してやる講習会は人がすごく集まる。何かをやるとすれば文部科学省を通してそちらからやってもらうとか、県の指導が入るとかしないとだめ。不思議な変な縦系列の関係がある。これも文部科学省のプロジェクトなのでお墨付きをもらって報告会をやるといい。

### 開沼：

放射線と社会の関係を考えていかなければならない。直近の新聞に福島市で 34%の人が避難したいと考えているという記事があり、これが意味するのは、いろいろな状況が考えられるのにひとまとめにして客観的に数字を挙げているが、重要なのはその数字の持つ意味であって、ここで暮らしていくとしている人たちをどうやって増やしていくかということ。数字が社会を決定する根拠ではない。教育、人材育成が最大の復興の課題。私の所属する学会は関西が拠点で、阪神淡路大震災の経験が生かされている。神戸にある関西学院ではそういった学問を作っている。放射線のデータを説明でき、解釈できる人が育ち、数十年にわたるなかで頭数がそろってほしいと思う。

### 馬場：

先程の話にもありましたが、文部科学省のある発表会に行ってきたのですが、人がいっぱい全国から集まっていた。郡山産のみょうがスーパー売っていたが、放射線の測定をしているのかどうかわからなかった。郡山では駅前の支所にも測定器があるが、食の安全のためにも早く人材が必要だと思う。人材の育成とネットワークを 1 日でも早く作っていければ。

### 菊地：

工業製品の測定をしているが一度だけ安全を確認するために測定することが多い。安全を教える

## II 議事録

教育も必要。

### 大槻：

政府の安全基準、食品の数値、住民は半信半疑だ。「福島県の女性と結婚しないほうがいい」という獣医師の発言が国会議員も聴講している講演会であった。批判や抗議を受けたが訂正はなし。県民は怒り心頭、検査して大丈夫だといっても住民は信じ切っていない。マスコミで言っていることよりも信用できる人材、ここの放射線工学科を出た若い人たちのほうが信用できるということではないか。

### 内田：

先日福島大学の学生が本校に3時間であるが放射線の授業を受けにきた。教育の意義の重要性を再認識し、教育内容の再構築に取り組みたい。

### 大槻：

地元の国立大学である福島大学こそ放射線の教育に取り組むべきだと思う。

## 議題6：連絡事項

●次回 第2回推進協議会 10月16日(火) 17:30から

平成 24 年 9 月 25 日

## 第 2 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 9 月 25 日（火）18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 事業全体のスケジュールについて 内田
2. 教育プログラム・試行授業について 内田
3. 教材開発について 村山
4. 視察について 内田
5. スケジュール確認その他



## II 議事録

内田：

- ① 放射線の基礎知識
  - ・主な核種と放射線の種類
  - ・人体影響と評価法
- ② 放射線測定器の種類並びに測定法
  - ・空間、表面、試料
- ③ 災害と情報のあり方
  - ・災害心理
  - ・既成メディアと SNS
- ④ 危機管理
  - ・危機意識
  - ・防災
- ⑤ 法規（放射線・原子力災害・労働）

### 議題 3：教材開発について

- ① 福島第一原発事故が及ぼした影響や風評等を振り返り、今後必要と思われる自己評価が最も重要視されることから、各種流布した情報の集約と検証が必要と思われる。
- ② 福島第一原発事故由来の核種や放射線の種類についての学習
- ③ 低線量被ばくにおける科学的・医学的の評価について（リスク評価）
- ④ 放射線の正しい測定法の修得
- ⑤ 放射線の専門家としてのリーダーシップ（ティーチング、コミュニケーション）

内田：11月から取り組んでいく。意見を反映していく。

### 議題 4：視察について

- ① ラドセーフテクニカルサービス（三郷市）
  - 放射線管理に対する考え方と福島の実状
- ① 菊池製作所（飯館村）
  - γカメラの見学と除染のあり方について考える
- ② 川内村（ふくしま未来戦略研究所）
  - 帰村に向けた自治体の現状と住民の意識、支援に対する考え方
- ③ 鹿島建設（福島総合支店：原子炉の現況と警戒区域の除染の実態）
  - 場合によっては福島総括支店長による講演の実施に替える
- ④ 放射線計測協会（東海村）

## II 議事録

### ➤ 放射線測定器の校正について

内田：

・順番 ①内田、伊達、双石で訪問、その後学生引率する ③川内村の自治体の方々の苦勞と帰村を待つ住民の意識や支援に対すつ考え方を取材したい。②ガンマカメラを持って川内村に行ければいいのだが。5 分間照射して 10m 四方が見える。④鹿島建設については福島総合支社長と今後話を詰めていく。除染や復興をどのようにやっているかを見たい。⑤放射線計測協会は放射線測定器の校正。時期は 10 から 11 月で考えている。

食品放射能検査については新米の検査、土壌の検査との比較 慶応大学の論文を引用 10 月から準備を始める。

### 議題 5：スケジュールについて 他確認・意見等あれば

内田：勉強会の依頼もあるがどのように開催の段取りをしていくかが課題としてある。

吉澤：具体的にどのようなことか。放射線の基礎に加えてどのようなものが必要か。

内田：情報、危機管理の内容を加えたもの。基礎的なことは、原発由来の核種、セシウム、カリウムなので限定してもいい。評価としては半減期、預託線量の係数になってくる。

吉澤：相手は一般か？

内田：学生が分からないと一般でも理解できないだろう。計算式までは必要ないが。福島県で発表されたがゼオライトを使った水田・田畑の除染の内容とかも必要。

和田：社会的なアプローチ、福島ならではのものが求められている。

水野：20 時間にこだわる必要はどのくらい？

内田：必要であれば時間数は長くなる。あとは、(講師が) 誰かでないにだめということになってはいけない。

吉澤：開沼教授の内容を自分が分かりやすく説明できるようになるとか。

伊達：学生視点、レベルで内容を作っていくのか？

内田：一般、普通の人向けの 20 時間程度。学校で行うプログラムと違ってくる。

水野：学生の入学時のオリエンテーション？

村上：①学生向けカリキュラムと②一般向けのカリキュラムとは対象も違うので時間も違う。まず、②を作成したうえで実証と検証をして①学科運営のためのカリキュラムを構築していくこと

## II 議事録

になる。

吉澤：通常の授業でやる放射線の勉強ではないということでもいいのか。

内田：今回の福島の状態にあった人材を育成するためのものなので変わってくる。基礎的な知識は必要だが。放射線工学科としてはあくまでも①の内容が技術者として必要で、福島のことだけではなく一般的な放射線の管理はやらなくてはならない。

水野：レベルは①と②で違う。

内田：20時間をパッケージングして導入しやすくして広げていきたいという狙いがある。

和田：暮らしていくための知恵のマニュアルとかはどうか。

内田：今の時点で言えることはあるが、時間とともに状況が変わっていってしまう。昨今の頃は内部被ばくに気をつけることが話題になっていたが結論は出ていない。一番避けたいのはその地点での空間放射線量×24時間×365日＝年間被ばく量。去年はこれが横行しており、広まってしまった。県の健康調査でも我々は実験台なのかいと目的と意図が県民に伝えられていない。

和田：測定だけではなくてカウンセリングのロールプレイングとかのコミュニケーションの授業が特徴的だ。

吉澤：次回までの宿題は？

内田：次回①放射線の基礎知識 ②放射線測定器の種類並びに測定法⑤法規（放射線・原子力災害・労働）の内容を決めていく。災害と情報のあり方④危機管理については打ち合わせが必要。

水野：開沼氏を分科会に来てもらう。

内田：武地氏は①②に関して話せたらいい。

吉澤：何コマかについても検討していく。

内田：次回までに各担当で打ち合わせ等して準備いく。

以上

平成 24 年 10 月 9 日

### 第 3 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 10 月 9 日（火） 17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆福島大学 特任研究員 開沼博、◆福島県農業総合センター 武地誠一、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の計画と準備について 内田
2. スケジュール確認その他

## II 議事録

### 議題 1：試行授業の計画と準備について

	科目	主な科目の概要	時間
学 科	放射線の種類	放射線の種類と特徴。核種によるエネルギーの壊変について学ぶ	3時間
	放射線の人体影響	放射線が及ぼす感受性、生物的影響と放射線量の関係について学ぶ	3時間
	放射線に関する法規	放射性同位元素の管理及び放射線障害の防止に関する法規について学ぶ	3時間
	リスク評価と危機管理	WHO、ICRP基準と被曝量の計算法、放射線問題の現状と照らし合わせる。	3時間
	災害と心理	大規模災害が及ぼす心理的影響と、情報リテラシーについて学ぶ。	3時間
実 習	環境モニタリング	空間計測、表面計測の方法と機材の特徴・特徴について学ぶ。	3時間
	食品測定	食品・試料の計測と計測準備。機材の種類・特徴について学ぶ。	3時間

- ① 放射線の基礎知識
  - ・ 主な核種と放射線の種類
  - ・ 人体影響と評価法
- ② 放射線測定器の種類並びに測定法
  - ・ 空間、表面、試料
- ③ 災害と情報のあり方
  - ・ 災害心理
  - ・ 既成メディアと SNS
- ④ 危機管理
  - ・ 危機意識
  - ・ 防災
- ⑤ 法規（放射線・原子力災害・労働）

◆特に③・④について授業内容を検討

◆①については授業で使用する資料等を準備→教材開発へ（内田・吉澤→村山）

II 議事録

放射線専門科目

形式	科目	授業内容	使用教材等
講義と演習	<b>基礎放射線</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線の種類と主な核種</li> <li>人体影響と評価方法</li> <li>被ばく評価方法</li> <li>※福島で問題となっている核種とその放射線の特徴</li> <li>※人体に対する影響と現時点での結果</li> <li>※放射線の単位と意味</li> </ul>	
実習	<b>放射線測定技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定機器の種類と用途</li> <li>機器の維持方法</li> <li>※目的に対する適切な測定方法</li> </ul>	
講義と演習	<b>法令</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>障防法と電離則について</li> <li>各省の規制値と対応</li> <li>※法律の成り立ちと現在の規制値の理解</li> </ul>	
講義と演習	<b>リスク・コミュニケーション</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスクとリスク評価</li> <li>コミュニケーション技法</li> <li>※科学技術と人間の情緒</li> <li>※主訴の理解と時間経過による心情の変化</li> </ul>	
講義	<b>情報リテラシー</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メディアの種類</li> <li>※事故直後から現在に顧る情報提供のあり方</li> <li>※情報の取捨選択→信じるのか選ぶのか</li> </ul>	
演習	<b>危機管理</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害発生時の言動に関するケーススタディ</li> <li>※完璧な正解がない中でいかに冷静な観点到に立つか</li> </ul>	
演習	<b>コミュニティ論</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線の現状の認識を前提としたコミュニティづくり</li> <li>福祉、教育、地域連携について</li> <li>※川内村、飯館村の住民アンケートや視察を通して 帰村や再編についての考察</li> <li>※NPOや支援団体の活動内容や運営について</li> <li>※災害に強いコミュニティとは</li> </ul>	

※斜字は検定試験に導入できるもの

内田：前回の分科会で提示した 20 時間程度の試行授業のプランについて話し合っていきたい。学生向けのものを基にして、一般・外部向けのものも必要だということで考えた。当初の計画段階のもの（前項）と、今回の作ったもの（上図）。皆さんの意見を反映させていきたい。

（上図の説明）第三種放射線取扱主任者の内容、リスク評価、災害と心理。3.11 の教訓的なもので作った。リスクコミュニケーションについては開沼先生に相談した。相手が何を訴えようとしているのかを理解したり、カウンセリング的なものもある。20 数時間の枠では時間の足りないところも出てくるのでどの辺までの内容をやるのかについては今後詰めていきたい。

・**情報リテラシー**では震災直後から出た情報から、なぜ混乱してしまうことが起きたのかを検証していく。情報がもたらした問題点、情報は信じるものではなく情報は選ぶものであること、危機管理のケーススタディ、非常時に冷静な立ち振る舞いをするなど Q&A 形式でやっていく。

・**コミュニティ論**では、今の放射線の現状をしっかりと認識していること、情報のクラスター化によって信じる、信じないといった見えない確執がコミュニティの崩壊につながっているという問

## II 議事録

題点もある。福祉、教育、地域との連携、地域のネットワークの構築に関することをやっていく。川内村、飯館村の帰村に向けたアンケートの考察も考えている。

吉澤：放射線の基礎知識について（別紙）Aは学生向けBが一般向けになっている。

- ① 放射線の核種は現在問題になっているセシウム 134、137、ヨウ素、ストロンチウムに絞る。人体影響と評価方法については放射線が生物に及ぼす影響についての知識。臓器によって影響が違ふといった身体的影響、 $\alpha$ 、 $\gamma$ の違い。評価方法では内部被ばくと外部被ばく、預託線量の考え方。演習も含めて、福島に特化した形の授業をイメージしている。
- ② 放射線測定器の種類と測定方法。県内に導入されているいろいろな機器の特徴を学ぶ。空間、表面、食品農産物、校正の考え方。空間測定はモニタリングポストの意味合い、単位、原理、100%信じていいのかということも含めて。表面は除染について、この土は何ベクレル以上でという基準で除染するかしないかを決めているが、それをどのような機器で測定しているのか。食品農作物については県内の農作物はどのように測定されているか。機器を運用するうえでの校正の知識も必要になってくる。法規は各種法令についてや、各省での規制値についても知っておく必要がある。最後に海外との比較について。

内田：一般向けのものであるが測定業務に携わっている人に向けても実施できたらと思う。

開沼：ホールボディカウンタについてはどこでやるのか。

吉澤：内部被ばくの評価方法としてホールボディカウンタを使う。私自身は扱ったことがないのでどこまで説明できるかまだ不明。

内田：いちばんの関心事ではあるので評価の方法については今後情報収集していく。

武地：この教育のパッケージの位置づけは。

内田：学生向けのものを一般向けに内容を絞ってわかりやすくした内容のもの。DVDと小冊子を製作するので活用していく。

吉澤：殆どの一般向けの勉強会や講座では2、3時間で終わってしまう。講義なので自分の受けたものが本当に身になっているか分からない。内容的には浅い。理解するにはある程度の時間が必要で、今回20時間という時間になっている。

内田：足りないことはリスク評価のところと、身体的影響についてのところ。機材や測定方法に

## II 議事録

ついては2時間から3時間。

**村上**：それは一般の人たちにも知ってほしい部分だ。

**水野**：基礎のBだけで18時間かかる。

**内田**：3日程度と考えていた。

**水野**：福島ならではのカリキュラムということであればこれは全部やった方がいい。

**内田**：表面、空間、と。

**吉澤**：放射線の基礎の測定。食品、給食の測定だったり。

**内田**：センターの方の専門知識はどうか。

**武地**：16名職員がいるが、専門知識があるのは4名。

**内田**：測定自体はマニュアルに沿っているが。

**武地**：基礎的な知識は必要で勉強会は行っている。4人は研修を受けている。2種のレベルの内容で実際受験したのは6人。

**水野**：リスクとコミュニケーションに関連して、検査結果を発表したりすることはあるか。

**武地**：業務的には分析なので機会はあまりないが、発表会や成績検討会で結果をまとめたり説明したりする。

**水野**：基準値を上回ったりした場合はどんな対応をするのか。

**武地**：基本的には新聞報道という形をとる。サンプルで提供してきた農家には農林事務所のほうから結果を伝えてもらう。

**水野**：その農林事務所とは何らかのコミュニケーションはあるのか。

**武地**：特にないのでやっていけばいいのだが。農林事務所に対しての研修などができたらいい

## II 議事録

と考えている。

**開沼**：ホールボディカウンタのことになるが、測った人がしゃべるということで問題のない形に持っていける。

**内田**：食品のモニタリングしている人でも知識が乏しい人もいる。

**吉澤**：市民測定所には普段はみんな行かない。でもそこに有名な人が来るといって人は集まり、安心するようだ。この方たちは放射線で有名というよりメディアなどに出て注目される人たちのことで、成果を発表し専門的なことでもいい意見を言っていたりする。でもこれを聞きに行く人は関心を持っているのだが、実際半分ぐらいしか理解できないのではないかという疑問が残ってしまう。

**伊達**：放射線の話も一時と比べるとメディアで取り上げられる時間も少なくなり、メディアの興味も薄れてきたように見える。

**武地**：正確な数字は把握していないが、我々のサイトのアクセス数は減ってきている。基準値を上回るようなことが少なくなったともいえるが。

測定器が何百台も入り測定オペレータも配置されてきた。そのオペレータと話す機会があるが、知識とか測定技術は十分じゃないんじゃないかと感じる。退職された工場関係の技術者とか学校の先生とかの人たち。不安を持っていた一般の市民も慣れたというかあきらめたというか、本当に理解して納得しているわけではないように思える。

**和田**：この基準値で大丈夫なのかといった問い合わせは直接あるか。

**武地**：直接は来ない。農林事務所か県のほうに行っているのでは。

**村上**：一般の人が問い合わせてもそこに専門家がいなくてもある。

**和田**：病院でのインフォームドコンセントのように、直接話を聞きたいという欲求は必ずあると思うのだが。

**武地**：あるでしょう。そのあたりは満たされていないと思う。それこそがリスクコミュニケーションというもの。

**内田**：測定機器のオペレータがどの程度のレベルなのかということも個人差がある。「ある程度

## II 議事録

やっています」がどの程度なのかがわからない。

**武地**：測定にかかわっている人の研修は求められている。一般消費者、市民には難しいが。

**内田**：自治体や生産者団体、流通関係の企業にも研修が必要だ。

**武地**：実習があることが重要で、なかなか講義だけでは難しい。

**内田**：実証の試験のようなものも作っていければ。測定技術者向けのアンケートを作成して案内していきたい。

**武地**：授業内容に注文。前段として今回の原発事故の概要を入れて欲しい。

**内田**：SPEEDI のデータも必要かと思う。また、国際基準が混在していること、ICRP、WHO、官庁…それぞれで見方や考え方の違いをとらえていかななくてはいけない。

次回の推進協議会までにカリキュラムとスケジュールを作成していく。

以上

平成 24 年 10 月 16 日

## 第 2 回推進協議会 議事録

日時：平成 24 年 10 月 16 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：

- ◆早稲田大学名誉教授 大槻義彦、
- ◆福島県農業総合センター 武地誠一、◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、
- ◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行）、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 分科会の報告 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
2. 教育プログラム・試行授業について 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
3. その他意見交換・連絡事項

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 分科会の報告

#### ◆ 第 2 回 (9/25)

##### 議題 1 : 事業スケジュールについて

- ① 10 月 : 情報収集、意見交換
- ② 11 月～12 月 : 実証講座、視察、情報集約、教材作成開始、測定支援事業
- ③ 1 月～2 月 : 教育プログラム、検定、教材・報告書作成

⇒詳細は担当別に業務内容と期限を確認した。

##### 議題 2 : 教育プログラム・試行授業について

⇒素案が提示され承認された。詳細の内容について作りこんでいく。

##### 議題 3 : 教材開発について

⇒20 時間の教育パッケージに合わせて制作する

内田 : 県農業センター武地さまより、測定従事者に対するものとして作成。危機管理、リスク・コミュニケーションや情報リテラシーに関する内容を盛り込んだもの。後ほどみなさんに意見を伺いたい。内容は福島大学の開沼先生と相談しながら様々なケーススタディを学んでいく。

##### 議題 4 : 視察について

⇒①ラドセーフテクニカルサービス ②菊池製作所(飯舘村) ③川内村 ④鹿島建設  
⑤放射線計測協会(東海村) 日程調整中

#### ◆ 第 3 回 (10/9)

##### 議題 1 : 教育プログラム・試行授業について

⇒20 時間の試行授業のプログラムが提示され討論した

- ・ 学生向けだけでなく一般向けの設定も必要なことから見直した
- ・ 一般向けには福島の事情に合わせ、内容を絞って分かりやすくする
- ・ リスク・コミュニケーション、情報リテラシー、コミュニティ論の科目を取り入れる
- ・ 放射線の基礎知識については問題になっている核種にしぼる

議題 2 : 教育プログラム・試行授業について

放射線測定従事者向け教育プログラム(仮称)			
科目名	放射線講習	指導担当者名	
開講時期	平成25年1月中旬(予定)	対象	行政、団体等における放射線測定従事者等 (放射線工学科の学生含む)
定員	10名/回	週時間数	20時間
目的	専門知識に乏しい放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ。		
学習内容	1. 放射線の基礎知識の習得 2. 放射線測定器の種類と用途 3. 放射線測定技術の習得 4. 放射線の評価法とリスクコミュニケーション		
開講に当って	1. 事前に放射線測定従事者等にヒアリングを行い、必要と思われる並びに不足していると思われる知識・技術を盛り込む。 2. 修了試験を実施し修了証を発行する。 3. アンケートを実施し、プログラムをより実践で活用できるよう洗練させる。		
日 程 (時数)	時間 数	項 目	内 容・準 備 資 料 等
1日目 (7H)	1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介(参加者の業務と抱えている問題も挙げてもらう)
	1	放射性物質の種類と放射能	・原発事故からこれまでの経緯 ・実務で用いる核種(ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム)に絞る。(cps、cpm、eV)
	1	放射線量(Sv)と放射能(Bq)	・放射能、空間線量、預託実効線量の考え方、Bq→Svへの換算法 ・生物学的影響について
	2	放射線測定における基礎知識	検出限界、定量下限、コンプトン効果、鉛・ビスマスの影響 スペクトル・エネルギー特性
	1	放射線測定器の種類と構造・用途	GM管、電子式、シンチレーション、Ge、個人線量計
	1		シンチレーション、GM管を用いた線量、カウント数と距離の関係
2日目 (7H)	2	放射線測定実習	空間線量の測定法(地上1cm、50cm、100cm)
	2		食品放射能測定の下処理 NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定 Ge検出器を用いた食品放射能測定 校正、チャンネル数、検出器のサイズ、感度と精度、測定時間 測定結果に伴うスペクトルの見方、評価法
	1		
	2		
3日目 (6H)	2	情報リテラシー	情報メディアと情報提供、受け手の情報の取捨選択
	1	リスク・コミュニケーション	リスクとリスク評価、コミュニケーション技法、災害時ケーススタディ
	1	コミュニティ論	コミュニティづくり、福祉・教育・地域連携、帰村・再編の考察
	1	修了試験	筆記20問、※実地2題(記述式)
	1	アンケート	感想、課題、意見、要望等
履修上の留意点 必要に応じて、グラフ作成や計算演習を取り入れる。			

食品検査

追加箇所  
選択  
オプション

## II 議事録

**内田：**

- ・ 日程：11月から1月までの間で実施する
- ・ 対象：本校放射線工学科の学生と県内の自治体・団体・企業の放射線測定従事者
- ・ 可能であれば現状の意見交換の場を設けたい
- ・ 修了時にアンケートを取って意見を聞いていく
- ・ 定員は10名から20名程度
- ・ 今後検討していく上で時間数に関しては多少の増減があるかもしれない

### <質疑>

**大槻：**学習内容で、放射線の基礎の内容は従事者の方々に理解してもらいたい。自治体の測定に携わっている人たちもわからないことがある。市民から放射線のことを聞かれたときに知らないではすまされない。測定の評価を正確にできたとしても質問に答えることができなければ信頼を失ってしまう。放射線測定技術者は専門的な放射線物理学の教育を受けなくても正しいやり方を学べばできる。基礎知識は時間をかけすぎずわかりやすい工夫をして、信頼を得られる技術者の育成に力を注いでほしい。

**内田：**現状で言うと技術者の方々の知識はどのようなものか。

**武地：**農林・水産系の技術者が多いが、どちらかという生物系なので物理に関しては弱い方が多い。測定技術に加えて、説明することや、例えば、マニュアルに書いてない測定上ことや、機械の不具合の対応のスキルも必要になってくる。基本的な測定の原理を理解させた上でこれらのこともできるようになることを期待している。

**大槻：**測定器の種類と用途のところで、測定器がどういう原理で作動しているかを知ってなくてはならない。

**内田：**一般の方々の持つ線量計は、電子式、シンチレーション式、GM管の3種類。数字がおかしくないかという相談はある。また自分の線量計と役所のモニタリングポストの数値と違うのはどうしてなのかという質問もよくある。これらの疑問に答えられないといけない。

**大槻：**測定技術者の信頼は質問にちゃんと答えられるかどうかだ。

**伊達：**専門的な知識のない一般市民が知りたいところは、ある数字が出て、これがどうなのかという評価が瞬時にできないところだ。NDといわれてもわからない人もいると思う。

**武地：**何ベクレル、何シーベルトといった単位の意味からこれらの換算方法、被ばく線量と発が

## II 議事録

んの確率の関係など、これらのことを総合的に理解して評価し誰にでも分かりやすく説明することができるようになることがリスク・コミュニケーションのスキルを身につけるということになる。

**大槻**：除染についてはどう考えているか。

**内田**：土壌の測定で GM 管での正しい測定方法が分からないこともあった。

**大槻**：除染の効果についての講義を携わる人たちにも必要。

**武地**：除染向けの内容に組み替えたコースを設けて、講座を分化させていくようにしたらいいのでは。

**内田**：除染に関しては自治体、団体のリーダーや自治会の役員などにわかっていただきたい。本来なら小さいお子様を持つ母親も対象にしたいところだが、まずは組織でのリーダーの育成の方が優先される。

**村上**：今回の内容をベースとして今後対象を広げていったらいいだろう。

**大槻**：最近心配しているのが EM 菌が除染に効果があるという噂が広がっていることである。マスコミの一部が報じたり、自治体の一部が騙されていることがある。放射線は原子核の変化によって出てくるもので、細菌が原子核を改変する事はどうやってもできないという知識がないからこういうことになる。啞然とするようなばかばかしい話だ。テレビから出演依頼があったが断った。

**武地**：県としては推奨も何もしていないが、市町村レベルでは使われている事例がある。

**内田**：データの信憑性もない。

**武地**：細菌や微生物は何か神秘的な能力があるようなイメージが持たれている。原子と微生物の違いを一般の人たちは分からない。微生物は浄化作用はあるが、放射線に関しては全く効果やメリットはない。

**大槻**：放射能の知識が少しでもあればおかしいということになるのだが。

**内田**：詳しい中身に関しては次回の推進協議会まで詰めていく。修正の意見や要望があればメー

## II 議事録

ル等で送っていただきたい。(一同了承) 視察については次回の分科会で話し合いたい。なお、ゲルマニウム半導体検出器の納品が 11 月に決まった。技術者の育成に役立てたい。

### 議題 3 : その他意見交換・連絡事項

村上：推進協議会の日程変更のお知らせ

11/13 (火) ⇒14 (水)

12/11 (火) ⇒14 (金)

時間は 17:30 開始

以上

平成 24 年 10 月 25 日

## 第 4 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 10 月 25 日（木）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の計画と準備について 内田
2. 教材制作について 村山
3. スケジュール確認 その他

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

＜放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略＞

#### (1) 内容の詳細の検討

内田：前項の表を参照。学習院大学 田崎教授の「やっかいな放射線と向かい合って暮らしていくための基礎知識」が福島の現状に合っており、放射線を勉強していく有効な情報。信頼できる内容で客観的で立場も中立だが、口語体の部分を修正して抜粋し資料として使っていく。

水野：除染の内容は入っていないが。

吉澤：入っていない。まず今回は食品の測定を重点として取り組んでいき、プログラムを完成させたあとに除染の分野に広げていく。

内田：2日目の測定実習の時間が時間的には十分かとは思いますが実際どのくらいかかるかが分からない。

和田：7時間もやらなくていいということか。

内田：いや、見当がつかないという意味で。作業だけではなく、準備に時間がかかる。ゲルマニウムを使っている測定は公的な機関なのでいいのだが、問題はシンチレーションを使っているところ。検出限界の値をどこに設定するかで計測時間が変わってくる。

村山：ゲルマニウム半導体検出器は下処理等の準備も含めると2時間くらいかかることらしいが。

内田：検査時間自体は30～40分で、1時間から1時間半くらい。例えば、100bqだと検出限界が25bq以下の設定になる。

吉澤：1bqにしたいということになると10時間かかるが。

内田：ある数値が検出されたとしてもこれだけ食べたらこうなるということを理解してもらうことが大事。例えばその数値で1年間に毎日1kg食べたとして何mmSv位だという説明の方が大切。結果はNDでも市販の野菜やきのこからは微弱ながら検出はされることをわかってもらいたい。

内田：3日目の科目はワークショップ、演習形式にして分けないほうがいい。冷静な視点で事故

## II 議事録

の影響を踏まえた演習にすることを開沼先生からアドバイスもらった。食品を測定している人に対してここまで必要かという点もある。入れたパターンとないパターンで両方考えていく。

内田：測定する人が説明するロールプレイングを入れていければと思うが。

伊達：測定結果を伝えるコミュニケーションの取り方、わかりやすく説明する訓練になる。

和田：前回の武地さんの話では測定する人と説明する人は違うということだが、事例等は教えてもらえそうか。

内田：実際の現場では出た数値については評価まではしない。規制値に対して測定値はいくつかということのみ伝えられる。700bq 検出されたきのを 1kg 毎日食べた場合の年間内部被ばく量は 4.3mmSv で影響はない。評価方法とロープレに力を入れていくということでもいいかと思う。

水野：講師については。

内田：1 日目は日本環境研究所の茂木さん、2 日目は県農業センターの武地さん。3 日目は内田、吉澤で。オリエンテーションでは講座前に今回の講座に期待するものは何かというアンケートを取り、現在の仕事について自己紹介などをしてもらおう予定。預託線量の計算、ICRP、WHO 政府の数値を並べてみて。

### 議題 2：教材制作

(1) 先にテキストの制作に入る 文字原稿入力しながら全体のボリュームを把握していく

(2) 仕様を決定したい

【提案する仕様】

- B5 横書き 左とじ
- 予算の関係でモノクロ？
- ページ数出しこれから 160 ページ程度か
- オンデマンドで 100 部程度のみ印刷
- 図版・イラストを多用、文字は大きめ
- 11 月の推進協議会で項目（目次）と一部内容（基礎と測定）について提示

(3) 映像での説明が有効な部分を DVD 教材とする

## II 議事録

- テキストの編集作業を先行しその中で必要な部分について検証する
- 説明用の図版・イラスト等のグラフィック制作
- 実写のシーンの検討⇒12月中旬撮影、1月下旬に編集完了を目指す
- コンテ、シナリオ、ナレーション原稿

### (4)参考資料

- 「知っておきたい放射線のこと」 文部科学省 高校生向け副読本 基礎知識
- 「生活空間における放射線低減化対策に係る手引き」 福島県 一般向け除染
- 「放射線のABC」 日本アイソトープ協会 中高生向け  
講演会等で多く紹介されているが、内容的には我々が知りたい内容ではない
- 「放射性物質の分析について」 農林水産省 分析
- 「やっかいな放射線と向かい合って暮らしていくための基礎知識」 学習院大学 田崎教授（理論物理学者）

村山：上記項目を説明。

- ・サイズについて皆さんの意見は。（A4の意見多くA4で）
- ・色数については4色で進める
- ・ページ数はある程度進行していかないとわからないが、表・グラフなどの図版が多いので160ページ程度かと思う。

内田：田崎教授の第一章を除いた内容を参考にできる。自分が作っているデータもあるので提供する。

村山：実習の部分についてどのようにまとめていくかという課題もあるが、作業を進めていきながら皆さんに伺っていきたい。映像の制作はテキストを先行して作業を進めていきながら内容を決めていく。テキストに連動する形になるが、食品測定だけではなく土壌や空間放射線の測定も含めて総合的な内容になる。

### 議題3：スケジュール確認その他

内田：視察について。はじめに行く予定のラドセーフテクニカルサービス（三郷）の視察については日程調整中（11月中）。鹿島建設は説明などの見学の対応が難しいとの見解。放射線計測協会は1月の予定。川内村は保留中、飯舘村の菊池製作所はいつでもいいとの返答。

以上

平成 24 年 11 月 6 日

## 第 5 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 11 月 6 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：(敬称略)

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の計画と準備について 内田

株式会社日本環境調査研究所連携のもと、教材プログラム策定を行う。

参考：これだけは知っておきたい放射能（基礎知識編、測定編）（※除染編もあるが  
今回は実施しない）

別紙参照

2. スケジュール確認 その他

教材テキスト作成開始（11月～）

対象機関※へ告知（11月26日～1月10日〆切）

実施日（1月21日の週のうち3日間）

対象機関：

福島県農業総合センター、福島県ハイテクプラザ、郡山市教育委員会

福島市教育委員会、JA ふくしま、福島県乳業組合・・・合計10名程度

※市民測定所、食品小売店等は別途実施

## II 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

＜放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略＞

内田 :

・ <資料> 「これだけは知っておきたい放射能」～放射能・放射線の基礎知識～

株式会社日本環境調査研究所 泉 雄一氏 設備と管理 2012年3月号掲載 オーム社刊

福島状況をよく踏まえた内容となっている。連携をしながら教材を作っていく。今回の対象は測定に従事している人たちであるが、今後対象者は拡大していく考えではある。

- ・ <資料>           データシートⅠ「 $\gamma$ 線に対する遮蔽効果の確認」
- データシートⅡ「 $\beta$ 線の最大飛程の確認」
- データシートⅢ「放射線放射の等方性と距離の逆二乗則の確認」

このデータシートは実習で使うものとしていい参考になる。協議会前日に武地氏と打ち合わせをする。授業は1月21日の週のうち3日を予定する。人数は10人程度を想定している。研究所には4セット機材はあるそうで、学校の機材を合わせると対応できるであろう。

水野 : これらの資料の教材への掲載・引用の許可はとれているか。

内田 : 最終的に今先方と出版社に確認している。泉氏は日本環境調査研究所の職員。

水野 : 監修という形でもいいので連携していいのでは。

内田 : 2日目の内容は授業を担当してもらえる。

水野 : 研究所は福島の食品検査を行っているのか。

内田 : 食品はやっていない。

水野 : 武地さんに食品の検査はやってもらった方がいい。

内田 : 全体の基礎知識や空間線量のところもあるので、研究所に担当してもらい、食品に関しては農業センターの武地さんに担当してもらう。

内田 : 福島市では学校給食の測定のためATOMTEX社製NaI(Tl)シンチレーション検出器を導入したが、測定しているのは人材派遣会社が請け負っている。昨年の測定の実績があるかららしい。スタッフ23人で7600万円/年。案内の内容とチラシの案を来週の協議会までに準備していく。

## II 議事録

### 議題 2 : スケジュール確認その他

吉澤 : 見学の日程を調整したい。11/19, 20, 21 は。

内田・水野 : 予定が合わない。

村上 : 事業計画に準じて行先と日程は決めていかななくてはいけない。

内田 : 東海村⇒三郷⇒東京の順で考えている。川内村は私が単独で行く予定。日程は再度調整。

吉澤 : 郡山市内の市民測定所を訪問してきた。知識のレベルはこちらで想定している物より下げていかないといけない。科学メーカの OB の方とかはいた。機材は NaI シンチレーションを使用している。測定方法は理解しているが、説明ができない。基本的なことだが、放射線を出さないセシウムもあることも知らなかった。

水野 : 事後に難易度をアンケートで聞いて、レベルと内容を構築していくようにすればいい。

内田 : 評価等に関しては今後の課題だ。次回の推進協議会では報告と試行講座についての案内をしていく。

以上

平成 24 年 11 月 14 日

### 第 3 回推進協議会 議事録

日時：平成 24 年 11 月 14 日（水）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：

- ◆早稲田大学名誉教授 大槻義彦
- ◆福島県農業総合センター 武地誠一◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄
- ◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太 情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行） ◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 分科会の報告 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
2. 試行授業について 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
3. その他意見交換・連絡事項

## II 議事録

### 議題 1 : 分科会の報告

#### ◆ 第 4 回 (10/25)

##### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

・学習院大学 田崎教授の「やっかいな放射線と向かい合っ暮らしていくための基礎知識」が福島の現状に合っており、放射線を勉強していく有効な情報。資料として使用する。

・2日目の測定の実習には十分な時間が必要である。数値を理解し正しく評価すること。

・3日目の科目はオプションとする。内容は対象者に合わせて吟味する必要がある。

ロールプレイングのワークショップ演習方式。

・講師：1日目 日本環境調査研究所茂木氏、2日目 県農業センター武地氏、3日目 内田・吉澤

⇒詳細は担当別に業務内容と期限を確認した。

##### 議題 2 : 教材制作について---20時間のプログラムに合わせた内容とする。

###### 【1】テキスト（教科書）の仕様

- A4 横書き 左とじ
- 4C（カラー）で進行
- ページ数出しこれから 160 ページ程度か
- オンデマンドで 100 部程度のみ印刷
- 図版・イラストを多用、文字は大きめ
- 11月の推進協議会で項目（目次）と一部内容（基礎と測定）について提示

###### 【2】映像での説明が有効な部分を DVD 教材とする

- テキストの編集作業を先行しその中で必要な部分について検証する
- 説明用の図版・イラスト等のグラフィック制作
- 実写のシーンの検討⇒12月中旬撮影、1月下旬に編集完了を目指す
- コンテ、シナリオ、ナレーション原稿の制作

##### 議題 3 : 視察について

はじめに行く予定のラドセーフテクニカルサービス（三郷）の視察については日程調整中（11月中）。鹿島建設は説明などの見学の対応が難しいとの見解。放射線計測協会は1月の予定。川内村は保留中、飯舘村の菊池製作所はいつでもいいとの返答。

## II 議事録

### ◆ 第 5 回 (11/9)

#### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

株式会社日本環境調査研究所と連携し教材プログラム策定を行う。

参考：「これだけは知っておきたい放射能（基礎知識編、測定編）」

（※除染編もあるが今回は実施しない）

別紙参照

#### 議題 2 : スケジュール確認 その他

・教材テキスト作成開始（11月～）

・試行授業を対象機関※へ告知（11月26日～1月10日〆切）

実施日（1月21日の週のうち3日間）

対象機関：福島県農業総合センター、福島県ハイテクプラザ、郡山市教育委員会、福島市教育委員会、JAふくしま、福島県乳業組合・・・合計10名程度

※市民測定所、食品小売店等は別途実施

#### 議題 2 : 試行授業について

<放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略>

◆日程が確定次第、案内を各機関に配布し参加者を募る

◆以下 教科書（テキスト）項目の見出し。基礎知識の部分で測定の内容は含まない。

## I 放射性物質の種類と放射能

### 1. 原発事故からこれまでの経緯

(1)原子力発電所

(2)福島第一原発事故

### 2. 放射性物質と放射線

(1)放射性物質

(2)放射線 種類・特徴

(3)放射能

### 3. 実務で用いる核種（ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム）に絞る。(cps, cpm, eV)

放射線、半減期、内部被ばくと外部被ばく、土壌汚染、事例やエピソード

(1)I-131

(2)Cs-134

(3)Cs-137

(4)Sr

(5)K

## II 議事録

### II 放射線量 (Sv) と放射能 (Bq)

1. 放射性物質の影響
  - (1) 放射性物質の単位
  - (2) 放射能、空間線量、預託実効線量の考え方
2. Bq→Sv への換算法
3. 放射線の被曝と生物学的影響について
  - (1) 内部被ばく
  - (2) 外部被ばく
  - (3) 健康への影響
  - (4) ガンのリスク

### III 放射性物質による土壌や食品の汚染

1. 土壌の汚染
2. 食品の汚染

内田：上記、分科会について報告。

大槻：グレイ<sup>※注</sup>という単位についても取り上げた方がいい。地震の震度とマグニチュードのように、シーベルトとベクレルを換算する式は取り扱いが難しいのでよく検討した方がいい。

※注【グレイ (Gy)】吸収線量の単位で放射線や物質の種類にかかわらず定義される。物が放射線から受けたエネルギーの量を表す。シーベルト (Sv) は放射線防護の目的で決められた単位で、人体に与える影響の程度を表している。

武地：内部被曝で核種が決まっていれば実効線量で見積る。一般の方からの質問も多い。

大槻：換算式を教えるのはいいが、やり方だけではなく考え方もよく教えないといけない。

菊地：一時産総研のホームページに出ていたがその後なくなった。

内田：9月に県が発表した陰善方式食品検査では一食当たりの預託実効線量も係数を掛けた値。

武地：核種と内部被曝を限定すればいい。

大槻：一般に誤解されないように限定したほうがいい。グレイという単位がもともとあってシー

## II 議事録

ベルトは影響の仕方が人体に及んだ時のもの。

**内田**：その検査はセシウムに限定している。

**大槻**：セシウム 134、137 の  $\gamma$  線  $\beta$  線と全く同じもの、グレイとシーベルトを理解することは医療の現場では常識。

**内田**：ハイテクプラザでは先程の状況は何か指摘か質問があったのか。

**菊地**：指摘もあったが、(内部被曝に関して)説明して理解してもらうのに大変だったということ。

**武地**：外部被曝の関係と議論すると難しくなってくる。説明する時間がかかる。

**内田**：Bq と Sv の換算については、食品に関する内部被曝に限定することとセシウム等に限定した上での話でないと難しいということ。

**阿部**：一般の人たちはそこまでおそらく知らない。

**大槻**：換算する式があるのは便利だがあるようでないと考えた方がいい。地震のマグニチュードと震度の換算式はないのと同じ。この換算は、経験値にいろいろな条件を付ければという意味で限定的なもの。

**内田**：核種による違い、年齢による違いもある。リスクを考えて高い数値を出して本来の計測値を否定するようなことになってもおかしい。

**大槻**：ベクレルとシーベルトの換算に関しては、一定の条件下を除いて本来関係づけられるものではないと教えた方がいい。マグニチュードは気象庁しか測れない。

**村上**：測定結果を伝える時に換算した値についても説明が必要になってくるのでは。

**内田**：セシウム 134, 137 の値に係数をかけて一般の人に説明することまでは必要ないかもしれない。

**大槻**：内部被曝に限定すればいい。

## II 議事録

**武地**：食品の経口摂取でこれくらい食べるとこのくらいの値になるということ。

**内田**：まずは基準値との比較により判断するが、基準値そのものを理解しておくことが先。県の検査で一食当たり 10Bq にも満たない摂取なら、これが年間内部被曝の 1mmSv の 1/100 にも及ばない位の数値だということで納得してもらえるように思う。

**上國料**：小さいお子さんを持つ母親はそこまでの知識はない。食品の産地が県内か県外かで判断している方が多い印象。

**内田**：県内産の数値を理解すればある程度解決できるもの。

**上國料**：ベクレルやシーベルトといった数値は気にはしているが、食品の産地で判断している。水道水は全く飲まずにミネラルウォーターを購入している。

**武地**：保護者はリスクの評価ができていないのだろう。イメージだけでとらえて行動している。科学的なものの見方をしてほしい。

**大槻**：去年は圧倒的に若い母親から私のブログに問い合わせが多かった。いかに不安を抱えていたか、ずいぶん深刻な悩みもあった。今はだいぶ沈静化して少なくなったが最近では海外からの質問が多い。日本の政府の情報開示が少ないからだと思う。

**内田**：県内在住の外国人向けに講習を行ったが、彼らにとっては言葉の壁もあり情報は不足している。

**大槻**：日本から食品なども輸出されているわけで、大使館の責任で各国に日本の現状を伝えるべきだ。

**内田**：警戒区域からの避難者のアンケートによると 6 割は除染されても元の住まいには戻らないという結果が出ている。しかも年齢が若い人ほど帰らない割合が高い。

**阿部**：ASEAN 諸国の人たちが天栄村で定期的にボランティアをしているのだが、やはり日本から情報が入ってこないで海外のメディアは苦勞しているということだった。チェルノブイリ事故との違いも明確にはわかっていないようだ。

**内田**：避難した人たちは避難した場所で本当に安心と安全を手に入れたのでしょうか。

## II 議事録

**上國料**：父親は福島に残り母子で避難するケースが多い。避難先での苦しみはある。自分自身の判断で避難したというより友人等の影響を受けているようだ。時間がたつと経済的な問題や避難先で子どもはなじんでしまいなかなか福島に戻れないといった問題もかなり多い。

**武地**：周囲やマスコミの報道に翻弄されていることも多く正しい判断ができていない。

**内田**：知識があったとしても放射能の問題でもなくなっている。

**上國料**：アンケートの結果をしてみると外部被曝を心配している人はだいぶ少なくなってきているが、食品については依然として注意を払っているようだ。

**大槻**：辛抱強くリスクコミュニケーションをして、時間をかけて正しい知識を広めていくことしかない。警戒区域に関しては厳しい見方をしていかなければならない。ここでは単なる知識を広めて解決する問題ではない。除染で本質的なことは解決できない。除染は道路などでは効果があるが数年で戻れるというのは幻想で、非常に悲観的な見方をすべき。国や県では除染をして将来帰還できる希望があるようなことを言っているが、まずいやり方だと思う。原発周辺地区の除染の計画を立てて行っているが、メディアの報道に惑わされないほうがいい。放射能汚染や今後の生活については行政側のしっかりとした対応や合理的で科学的なきちんとした説明が必要。避難を続けている住民たちは避難先にとどまるのか帰るべきなのかいつまでも悩んでいる。本当に深刻だということが分かっているならば、期待するのではなく将来の生活について考え、語っていくことが大事だ。

**村上**：放射線工学科のリーフレットの案内。

### 議題 3：その他意見交換・連絡事項

以上

平成 24 年 11 月 20 日

## 第 6 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 11 月 20 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- （1）授業プログラム
- （2）教材テキスト項目
- （3）講習実施アンケートについて
- （4）受講者募集案内文書について

議題 2 スケジュール確認 その他

## Ⅱ 議事録

### 議題 1：試行授業の計画と準備について

#### (1) 内容とプログラム

質疑なし

#### (2) 教材テキスト項目

基礎知識の部分で測定の内容は含まない。テキスト作成作業に入った。

質疑事項なし

#### (3) 講習実施アンケートについて

① 講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。

##### ① 講習の有効性

1. 講習は役に立ちましたか。
2. 講習を真剣に受講できたか。

##### ② 講習の内容

1. 講習の中で印象深い項目（1つ若しくは複数）は。
2. 講習はわかりやすかったか。

##### ③ 講師の技術

1. 講師の声は聴き取りやすかったか。
2. 講師は真剣だったか。

##### ④ 展望と要望

1. 講習で期待していたことは何か。
2. 1について期待通りか。
3. 今後取り入れてほしい内容は。
4. 今後、続編があるとしたならば参加したいか。

2段階、3段階、5段階評価。

又、記述を取り入れる。

内田：上記項目を説明。事前アンケートも考えていたが、受講者の状況は事前にわかるため、事後のアンケートとした。他に意見があれば伺いたい。質問は10問～20問程度にしたい。評価の段階は4段階がいいかと思う。

## II 議事録

和田：業務内容や仕事上の問題点も聞いてみては。

内田：別に記入する欄を設ける。

村山：項目が増えてしまうが科目ごと取る考えは。

内田：学科と実習で分ける程度でやりたい。カテゴリは5つまでにしたい。A4で2枚程度にまとめる。見ていただいて来週までに意見をメールで送ってください。項目数にとらわれずに考えていただいて結構。

### (4) 受講者募集案内文書について

- ・印刷用データ制作に入った。日程の決定待ち
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙（メールかFAX）

内田：県農業センター、ハイテクプラザ、JA、牛乳組合等に案内する。10名程度の募集になるが県を優先したい。

## 議題2：スケジュール確認その他

次回分科会 12月4日（火）17:30～

以上

平成 24 年 12 月 4 日

## 第 7 回分科会 議事録

日時：平成 24 年 12 月 4 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：（敬称略）

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- (1) 内容とプログラム
- (2) 教材テキスト項目
- (3) 講習実施アンケートについて
- (4) 受講者募集案内文書について

議題 2 スケジュール確認 その他

議題 1：試行授業の計画と準備について

(1) 内容とプログラム

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

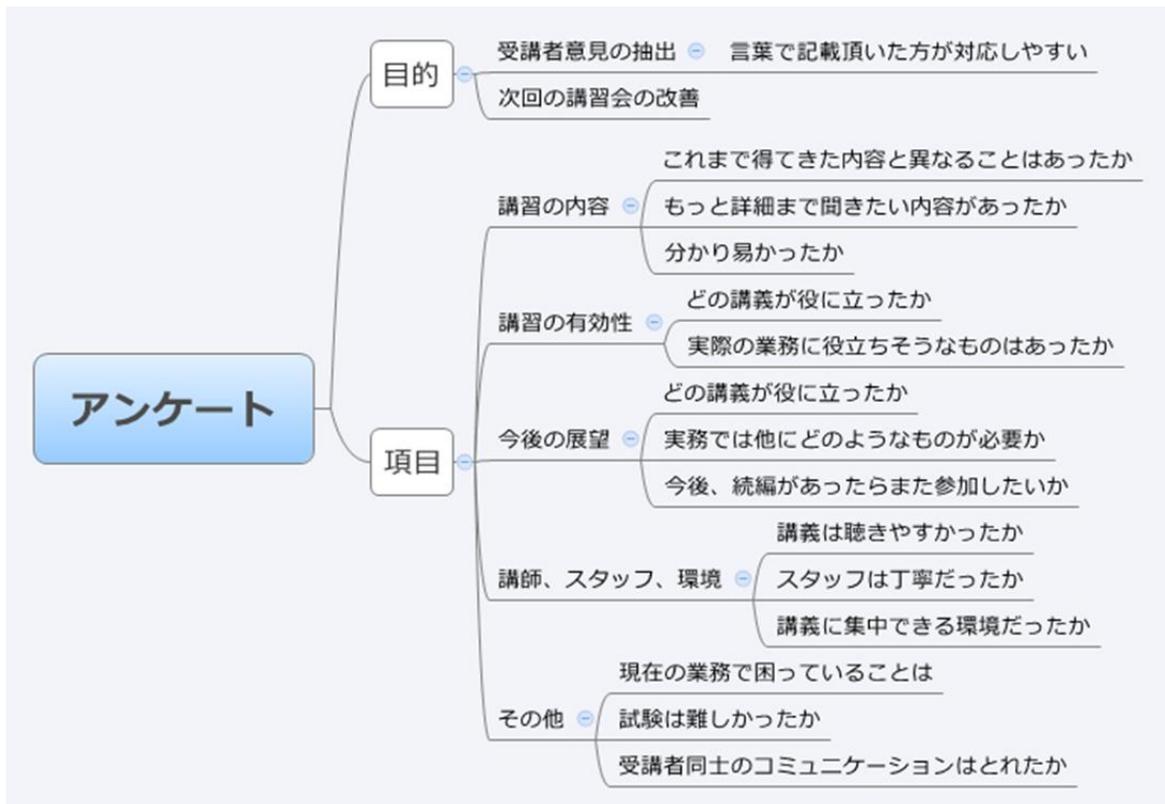
(2) 教材テキスト項目<項目は省略>

基礎知識の部分で測定の内容は含まない。テキスト作成作業に入った。

内田：前回同様の内容。対象となる組織について明らかにした。

(3) 講習実施アンケートについて

- ② 講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。



4段階評価。

又、記述を取り入れる。

内田：委員の武地、菊地氏に事前に講習の案内をする。1月21日～2月の上旬で日程を調整する。

村上：できればアンケート・レポート等の集計もあるので2月上旬までに実施したい。

## II 議事録

吉澤：福島大学の研修に本校の学生が参加したので報告したい。

「復興の担い手育成事業」放射能測定従事者研修会

11/29・30の2日間の研修で講師は福大の先生(教授等)。実際の測定はしていない。測定器をちょっと見せてスペクトルのピークの見方などのみ。参加者は測定器を毎日実際に使っていないと難しい内容。Sv、Bqという単位はなく、[keV]エレクトロンボルトと[Ch]チャンネル。分析機器メーカーはコンピュータで計算をして出力をするので、Sv、Bqは関係ない。難易度は大学レベルで放射線工学科の学生でもついていくのがやっと、といった感じだった。参加者は自治体等で検査を担当している方が多かったようだ。

内田：一般には難しくあまり実用的でない内容だと思う。アンケートの内容はこれでいいか。  
(一同承認)

(4) 受講者募集案内文書について

- ・印刷用データ制作に入った。日程の決定待ち
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙(メールかFAX)

内田：告知を来週からしていきたい。講師のスケジュールも確認していく。

### 議題2：スケジュール確認その他

次回第4回推進協議会 12月14日(金) 17:30～

内田：大槻先生は欠席となる。

以上

平成 24 年 12 月 14 日

## 第 4 回推進協議会 議事録

日時：平成 24 年 12 月 14 日（金）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者：

- ◆福島大学 特任研究員 開沼博、◆福島県農業総合センター 武地誠一
- ◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、
- ◆新潟農業バイオ専門学校 副校長 阿部貴美、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行）、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の準備について 福島放射線総合研究所 理事長 内田章

(1)科目と内容・時間割

(2)対象者

(3)担当講師

(4)教材

(5)アンケート

(6)受講者募集案内

2. その他意見交換・連絡事項

■議事終了後に放射線測定実習室の案内

## II 議事録

### 議題 1 : 試行授業の準備について

#### (1) 授業

#### 放射線測定従事者向け教育プログラム(仮称)

科目名	放射線講習	指導担当者名	別記		
開講時期	平成25年2月上旬	対象	行政、団体等における放射線測定従事者等(放射線工学科の学生含む)		
定員	10名/回	週時間数	19時間		
目的	専門知識が不足していると思われる放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ				
学習内容	1. 放射線の基礎知識の習得				
	2. 放射線測定器の種類と用途				
	3. 放射線測定技術の習得				
	4. 放射線の評価法とリスクコミュニケーション				
開講に当って	1. 両日とも10:00~16:00(途中1時間休憩)に実施				
	2. 修了試験を実施し修了証を発行する。				
	3. アンケートを実施し、プログラムをより実践で活用できるよう洗練させる。				
日程 (時数)	時間 数	項目	内容・準備資料等	担当	
1日目 (5H)	1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介(参加者の業務と抱えている問題も挙げてもらう)		内田
	4	放射線量(sV)と放射能(Bq)	放射能、空間線量、預託実効線量、Bq→sVへの換算法		茂木
		放射性物質の種類と放射能	実務で用いる核種(ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム)に絞る。(cps、cpm、eV)と半減期の考え方		
		放射線測定における基礎知識	検出限界、定量下限、コンプトン効果、鉛・ビスマスが測定に与える影響 スペクトル・エネルギー特性		
2日目 (5H)	4	実習	食品放射能測定の下処理		武地
			校正、チャンネル数、検出器のサイズ、感度と精度、測定時間		
			Ge、NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定		
			測定結果に伴うスペクトルの見方、評価法		
	1	修了試験	筆記20問、※実地2題(記述式)		内田
アンケート	感想、課題、意見、要望等				
履修上の留意点 必要に応じて、グラフ作成や計算演習を取り入れる。					

#### (2) 対象者

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏	1 日目学科
県農業センター武地氏	2 日目実習

## II 議事録

内田：当初3日間で計画していたが2日に集約する。時間についても10:00～16:00となる。受講後アンケートで必要な情報を得たい。リスクコミュニケーションのヒアリングもやりたかったが時間が取れなくなった。日程は1月の末までは講師の予定が合わないため2月の実施になる。2/7・8か2/14・15のいずれか。委員の方々も予定が合えば参観していただきたい。

村上：1時間でもリスクコミュニケーションの時間はとれないか。

内田：受講者側の都合で5時までできないようだ。

吉澤：実習のどこかに取り入れていくことを考えていけないか。名刺交換する時間も欲しいが。

水野：昼食を用意して時間を取ったらいいのでは。

菊地：受講者が弁当を負擔してもいい。

村上：弁当を用意することは可能。

内田：参加見込みが取れているのは農業センター、ハイテクプラザ、JA、那須塩原。公用車乗り入れの場合駐車場は確保できるので案内する。

### (4) 教材---制作中

#### I 放射性物質の種類と放射能

##### 1. 原発事故からこれまでの経緯

(1)原子力発電所 (2)福島第一原発事故

##### 2. 放射性物質と放射線

(1)放射性物質 (2)放射線 種類・特徴 (3)放射能

##### 3. 実務で用いる核種 (ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム) (cps, cpm, eV)

放射線、半減期、内部被ばくと外部被ばく、土壌汚染、事例やエピソード

(1)I-131 (2)Cs-134 (3)Cs-137 (4)Sr (5)K

#### II 放射線量 (Sv) と放射能 (Bq)

##### 1. 放射性物質の影響

(1)放射性物質の単位 (2)放射能、空間線量、預託実効線量の考え方

##### 2. Bq→Sv への換算法

##### 3. 放射線の被曝と生物学的影響について

(1)内部被ばく (2)外部被ばく (3)健康への影響 (4)ガンのリスク

#### III 放射性物質による土壌や食品の汚染

## II 議事録

1. 土壌の汚染
2. 食品の汚染

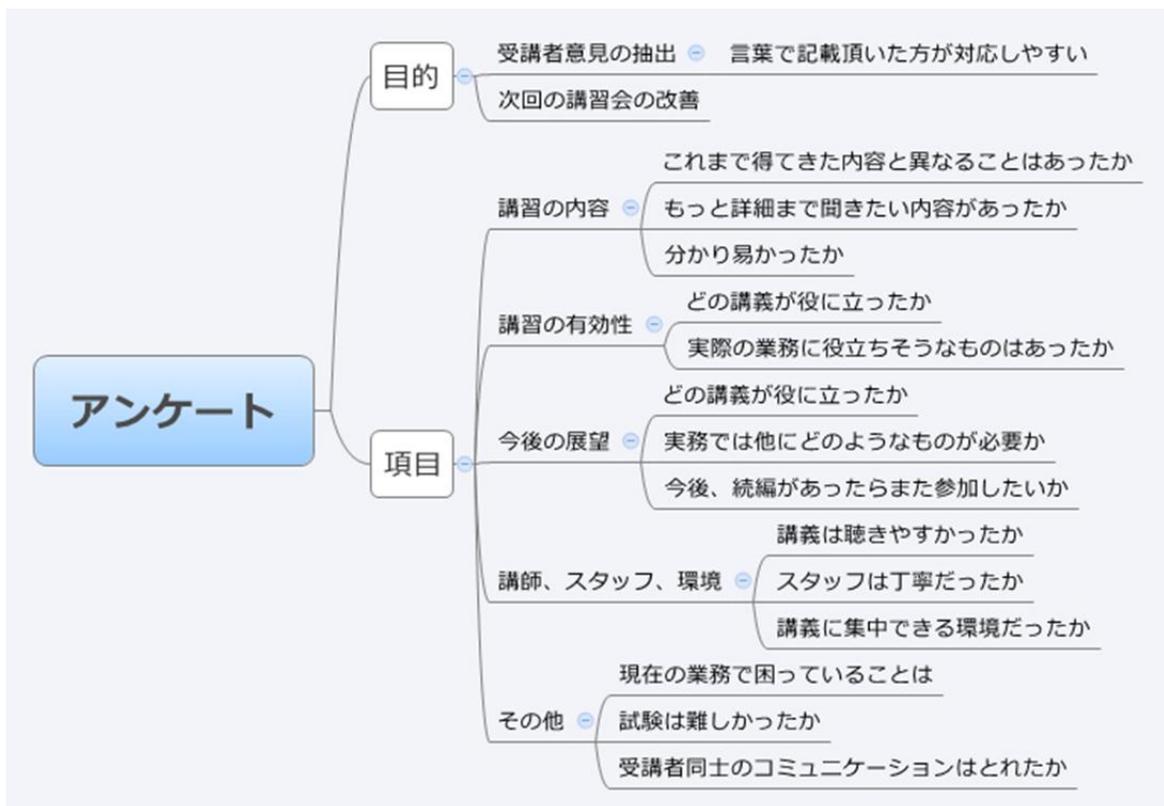
## IV放射線・放射性物質の測定技術

1. 概要
2. 放射線の量の測定
  - (1)サーベイメーター (2)個人線量計
3. 放射性物質の量の測定
  - (1)測定試料の準備 (2)測定機器 (3)スペクトル (4)暫定規制値

内田：テキストは制作中で年明けまでに準備する。

### (5) アンケート

- ① 講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。



4段階評価。又、記述を取り入れる。

内田：受講後のアンケートで意見・感想・要望を聞き、今後必要な事項や方向性を聞く。

### (6) 受講者募集案内

## II 議事録

内田：受講者募集・申込書は来週送付する予定。

阿部：学校の講師を参加させるのは可能か

内田：入っていただいて結構です。

菊地：定員 10 名は実習機材の関係か。

内田：10 名程度ということで、数名のオーバーはかまわない。コミュニケーションもとりやすいので。

### 議題 2：その他意見交換・連絡事項・スケジュールの確認

#### ■1月の予定

第 8 回分科会	1 月 8 日 (火)
第 5 回推進協議会	1 月 15 日 (火)
第 9 回分科会	1 月 22 日 (火)
第 10 回分科会	1 月 29 日 (火)

#### ■放射線検査室の見学へ

以上

平成 25 年 1 月 8 日

## 第 8 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 1 月 8 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行）、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- (1) 科目と内容・時間割
- (2) 対象者
- (3) 担当講師
- (4) 教材
- (5) アンケート
- (6) 受講者募集案内

※応募状況について

議題 2 スケジュール確認 その他

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

#### (1) 授業内容

<放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略>

#### (2) 対象者

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏      1 日目 学科

県農業センター武地氏      2 日目 実習

◆実施日 2月14日(木)・15日(金)

#### (4) 教材

吉澤：以下参考にした。

##### ① 福島大学：復興の担い手育成事業

○最新情報が得られる

○NaI シンチレーション・Ge 半導体検出器（食品と土壌）に特化した基本講座

×測定器を扱う実習があるとよい（分析重視）

×学術的すぎる unnecessary な点があった

##### ② 日本アイソトープ協会：「はじめての放射線測定」

○広範囲な内容で資料として優れている

○レベルも適度でもわかりやすい

×放射線の基礎情報は薄い

⇒放射線についての情報を厚くする、測定については食品測定に特化した内容（NaI、Ge）

⇒実習では測定値から放射線量の算出→値の意味を知る

村山：（作成途中の教科書を提示）

- ・食品の放射線測定の部分をさらに詳しい内容を取り入れていく。
- ・実習のワークシート作成
- ・定機器の詳しい内容（説明・仕様・写真・取扱方等をまとめた一覧表を作成したい
- ・講師と内容について打ち合わせが必要

内田：「はじめての放射線測定」は今まで見た資料の中で一番マッチした内容だ。時間補正が出ていたのが特に良かった。

## II 議事録

吉澤：空間と食品の測定では時間の扱い方が全く違ってくる。

和田：絶対値のスナップショットではないのか。

内田：足して平均ではなく、積分率で算出する。光のように放射線は一定の力で放出しているわけではない。

和田：一般的には難しいものである。

内田：講師打ち合わせをして詳しい内容を調整していく。

(5) 講習実施アンケートについて

①講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。

<アンケート図は省略> 4段階評価。又、記述を取り入れる。

(6) 受講者募集案内文書について

- ・印刷用データは完成 日程：2/14-15
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙（メールかFAX）

内田：実施日時が2/14・15に決定した。すでに農業センターとハイテクプラザには案内済みで、那須塩原、JAを来週訪問する。すでに2件申し込みがあった。2ページの資料も添付している。日本環境研究所の茂木氏と打ち合わせに行く。

水野：プレス（報道）取材は入るか？

内田：特にその予定はない。

### 議題2：スケジュール確認その他

次回第5回推進協議会 1月15日（火）17:30～

村上：報告会は2月28日（火）の予定で準備している。

吉澤：視察見学についてはその後どのような状況か。

内田：2月18日～22日の日程で考えている。

以上

平成 24 年 1 月 15 日

## 第 5 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 1 月 15 日（月）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆福島大学 特任研究員 開沼博、◆福島県農業総合センター 武地誠一
- ◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、
- ◆新潟農業バイオ専門学校 副校長 阿部貴美、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章（進行）、
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田秀勝部長、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の準備について 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
  - (1)科目と内容・時間割
  - (2)対象者
  - (3)担当講師
  - (4)教材
  - (5)アンケート
  - (6)受講者募集案内
  
2. その他意見交換・連絡事項

## II 議事録

### 議題 1 : 試行授業の準備について

#### (1) 授業

<放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略>

#### (2) 対象者

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏      1 日目学科  
県農業センター武地氏      2 日目実習

#### (4) 教材——制作中<テキスト項目は省略>

##### 【参 考】

##### ①福島大学：復興の担い手育成事業

- 最新情報が得られる
- NaI シンチレーション・Ge 半導体検出器（食品と土壌）に特化した基本講座
- ×測定器を扱う実習があるとよい（分析重視）
- ×学術的すぎる unnecessary 点があった

##### ②日本アイソトープ協会：「はじめての放射線測定」

- 広範囲な内容で資料として優れている
- レベルも適度でもわかりやすい
- ×放射線の基礎情報は薄い

⇒放射線についての情報を厚くする、測定については食品測定に特化した内容（NaI、Ge）

⇒実習では測定値から放射線量の算出→値の意味を知る

##### 【今後の教材制作】

- ・食品の放射線測定の部分をさらに詳しい内容を取り入れていく。
- ・実習のワークシート作成
- ・測定機器の詳しい内容（説明・仕様・写真・取扱方等をまとめた一覧表を作成）
- ・講師と内容について打ち合わせが必要
- ビデオ教材の準備（シナリオ・コンテ・ナレーション原稿）を1月中、2月撮影

**■ベクレル(放射能) からシーベルト(線量) への換算**  
 「この地面は1m<sup>2</sup>あたり〇〇ベクレルなんですが、換ばくは何シーベルト?」とか「この野菜は〇〇ベクレル検出されたが、食べると何シーベルトになりますか?」といった質問はよくある。しかし、ベクレルとシーベルトの相互換算は、そう簡単ではない。まず、

- ①知りたい線量は外部被ばくによる線量なのか内部被ばくによる線量なのかを究極め、
- ②それそれに適した換算をする。
- ③評価する放射性核種の種類や被ばくの対象となる個人を事前に定めておく。

そして、注意点としては、

- 換算は標準的なものであり、専門家による精密なシミュレーションに任せることも必要。
- ここで取り上げる換算式は大きなものであり、目安程度と考えるべきであり、現場の状況に応じて1桁程度のずれもあり得る。

**【例題1】**  
 2011年3月の放射性物質の放出の激しかった時期、場所によっては空気(1立方メートルあたり)にヨウ素131が200Bqほど含まれていた(その後、空気中の放射性物質は格段に少なくなった)。成人は(1日で平均して)1時間あたり約1立方メートルの空気を呼吸するので、このような場所にいれば、1時間あたり約200Bqのヨウ素131を吸入摂取することになる。ヨウ素131の放射線係数は、 $7.4 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$ なので成人が1時間あたりに被曝する実効線量は

$$200\text{Bq} \times 7.4 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq} \approx 1.5 \times 10^{-3} \text{ Sv} = 1.5 \mu\text{Sv}$$

となる。

これが1時間の被曝量だから、同じ被曝が続くなら、ここにトータルの時間をかけただけの被曝量になることになる。これは、ずっと続いてもらって3日間の被曝量(線量)がなかったわけだ。

**【例題2】**  
 2011年3月17日以降の飲料水の暫定基準では、1リットルの飲料水に含まれる放射性物質の上限は、ヨウ素131が300Bq、放射性セシウムが200Bqだった。基準をぎりぎり満たす水を1日に2リットル飲むとすると、ヨウ素131を600Bq、セシウム134を200Bq、セシウム137を200Bq摂取することになる。これによる成人の1日の内部被曝の実効線量は、

ヨウ素131  $2.2 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$   
 セシウム134  $1.9 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$ 、セシウム137  $1.3 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$  であるから、

$$600\text{Bq} \times 2.2 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq} + 200\text{Bq} \times 1.9 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq} + 200\text{Bq} \times 1.3 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq} \approx 20 \mu\text{Sv}$$

と換算できる。

**【例題3】**  
 ある成人男性は秋になると野生のキノコを採って調理して食べていたキノコがセシウム137に汚染されたため、この人採キノコのシーズンに通常で1000Bqのセシウム137を摂取した。これによる内部被曝の実効線量は、 $1.3 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ なので

$$1000\text{Bq} \times 1.3 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 0.013 \text{ mSv}$$

となる。

年間の被曝線量としては小さい。

**【例題4】**  
 広く均一に汚染が広がった土壌からの外部被ばくの場合は、深さ方向の放射能分布を代表的な条件で仮定し、1m<sup>2</sup>あたりの放射能 [kBq/m<sup>2</sup>] がわかっているば、地上の高さ1mの場所の線量率として以下のように求められる。

**単位面積あたりの放射能の強さ [kBq/m<sup>2</sup>] × 換算係数 [(μSv/h)/(kBq/m<sup>2</sup>)] = 代表的な空間線量率 [μSv/h]**

物質名	換算係数(μSv/h)/(kBq/m <sup>2</sup> )	換算係数(μSv/h)/(kBq/m <sup>2</sup> )
I-131	0.00174	0.00139
Cs-137	0.00268	0.00214

「ケムエッセンス」編集局編『汚染された大気』及び「厚生労働省放射線モニタリング班」を参考に作成

以上のことからセシウム137による1,000 [kBq/m<sup>2</sup>]の汚染が観測されている広い土壌地区の場合、その付近の空間線量率のおおよその見積りを求めてみる。

$$1,000 [\text{ kBq/m}^2] \times 0.00214 [\mu\text{Sv/h}] / (\text{ kBq/m}^2) = 2.14 [\mu\text{Sv/h}]$$

さらに、自然放射線の線量率、約0.04 [μSv/h]を加えた、 $2.14 + 0.04 = 2.18 [\mu\text{Sv/h}]$  となる。

**■預託実効線量**  
 内部被ばくの場合、体内に入った放射線物質の量、つまり放射能の強さ [Bq] が分かっているば、

**体内に入った放射能の強さ [Bq] × 実効線量係数 [μSv/Bq] = 内部被ばく線量 [μSv]**  
 で換算できる。この内部被ばく線量のことを**預託実効線量**という。これは、被ばくの対象が成人であれば摂取したときの年齢から50年間、子どもであれば70歳までの被ばくによる**総線量**を、**最初の1年間でまとめて受け付けた(預託した)もの**と仮定した線量である。体内に入った放射性物質は、物理的半減期で減るか、代謝で体外に放出されるか(生物学的半減期に支配される)しない限り、体内で放射線を出し続ける。その状況と考えると、放射性核種の種類によっては被ばく線量を追跡すべき管理期間が長くなってしまいう可能性があるため、より合理的な被ばく管理を実現するために、放射線管理の現場では、内部被ばく線量の評価に**預託実効線量**を使う。

▲計算の例題を作成した

(5) アンケート

①講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。  
 <アンケートの図は省略> 4段階評価。又、記述を取り入れる。

(6) 受講者募集案内---別紙

- ・印刷用データは完成 日程：2/14-15
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙(メールかFAX)

内田：上記内容を説明。

- ・参考資料として本宮市商工会青年部が作成した除染マニュアルがある。監修：(株)日本環境研究所。
- ・アンケートを重要視している。各現場での課題・問題点を聞きだし、今後の授業の改善点を取り入れる。

阿部副校長：現在放射線測定に従事している人はどれくらいいるのか。新潟にはほとんど動きがないが。

内田：正確な数は把握できていないが、数百人単位でいるはずである。というのも昨年までに導入された食品放射能の測定器が300から500台ある。

## II 議事録

**開沼**：測定後の評価をどう役に立てるかが重要。今後モチベーションを高められれば。

**武地**：今回はあまり時間が取れないが、リスクコミュニケーションについても取り上げて話していきたい。日頃の疑問等に答える時間も欲しい。

**村上**：今回はやむを得ず、昼食時にコミュニケーションの時間をとることにした。

**菊地**：1回だけの講習ではなく、例えば1ヶ月間隔で2,3回できるといいのだが。

**内田**：25年度も継続してつなげていきたいと考えている。

**武地**：測定器は多くの自治体や企業に導入されてきたが、研修を実施することはなかなかできていないようだ。JAでは研修はしっかり実施していたが講義のみであり、実習は機材の関係もあってできないのが現状。また、理科系ではない一般の人たちが、マニュアル通りに機器を操作しても、ばらつきのある測定値を見ると十分な訓練を受けていないし不安に思うことは当然ある。今回の講習に参加する方にはスタンダード（標準的な）測定方法を知ってもらい、少しでも不安を解消してもらいたい。

**内田**：かなり食品の放射線測定のことを気にしている一般市民でも、JAの陰善方式の測定結果については知らなかったりすることもあった。

**武地**：食品中のカリウムについてはあまりマスコミも情報を流していない。

**内田**：セシウムなど原発由来の核種は問題とするが、自然の放射能については意外と知られていない。今後受講者の対象を広げていく上で、あまり一般的に知られていない知識も伝えていかなければならない。

### 議題2：その他意見交換・連絡事項・スケジュールの確認

#### ■1~2月の予定

第9回分科会 1月22日（火）

第10回分科会 1月29日（火）

第6回推進協議会 2月12日（火）

放射線講習会 2月14日（木）・15日（金）

※事業報告会は2月26日~28日で調整中

**内田**：視察は2/18の週で調整している。東海村、筑波、埼玉を予定。

**水野**：事業成果報告会について日程と実施内容の調整をしている。

以上

放射線測定従事者を対象にした

# 放射線講習会 受講者募集

文部科学省 東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業  
放射線の基礎知識を持った測定技術者の育成事業

学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校では、福島県の復旧・復興を担う専門人材育成事業として「放射線の基礎知識を持った測定技術者の育成」を文部科学省より受託し、教育プログラムの開発を行っております。

その事業の一環として、福島県内で実際に放射線測定従事者における放射線の基礎知識、測定実習、評価についての講習を実施し、参加者の技術の向上と更に実践的なプログラム構築につなげたいと考えます。

放射線測定業務に従事している方々を対象にした正しい放射線の知識と測定技術を学ぶ講習です。推進協議会で検討されたカリキュラムによる実習は、充実した設備と機材を使った実践的な内容です。難解な講義ではなく福島状況と特徴にあわせて核種を絞ったわかりやすい解説で学ぶことができます。

## 募集要項

- 日 程：平成 25 年 2 月 14 日、15 日の 2 日間
- 時 間：10：00～16：00
- 会 場：専門学校国際情報工科大学校 放射線検査室他  
郡山市方八町 2-4-15
- 対象者：福島県内で放射線測定業務に従事している方
- 定 員：10 名（事前申し込みが必要です）
- 受講料：無料
- 昼 食：500 円で弁当をご用意します。
- 駐車場：台数に限りがあります。
- 申込み：裏面申込書にご記入の上 FAX、または電子メールにて
- 申込締切：平成 25 年 1 月 31 日
- 問合せ：福島放射線総合研究所（放射線事業室）  
TEL：024-941-0010  
FAX：024-941-3833
- 主 催：文部科学省
- 実 施：学校法人 新潟総合学院



▲JR 郡山駅東口より徒歩 3 分  
※駐車場は近隣の有料駐車場をご利用下さい

## 講習内容

2/14(木)	1 日目	オリエンテーション 放射線の基礎知識
2/15(金)	2 日目	放射線測定実習（空間放射能、食品放射能）使用機材：NaI、Ge、GM 管他 修了試験並びにアンケート

備考：受講修了者には修了証を発行します。

専門学校 **wiz** 国際情報工科大学校 ☎0120-454-443

〒963-8811 福島県郡山市方八町2-4-15 <http://www.wiz.ac.jp> E-mail [wiz@nsg.gr.jp](mailto:wiz@nsg.gr.jp)

検索ワード **wiz 大学校** 検索



文部科学省 東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業 放射線の基礎知識を持った測定技術者の育成事業

放射線測定従事者を対象にした

# 放射線講習会受講申込書

## ■電子メールで申込み

1. メールの件名を「放射線講習会申込み」としてください。
2. 以下の項目をお知らせ下さい。
  - ①会社・組織名
  - ②住所
  - ③受講者名（複数名で受講する場合は連絡窓口担当者を明記）
  - ④連絡先 電話番号またはFAX
3. メール送信先：**uchida.akira@nsg.gr.jp**

## ■FAX で申込み 024-941-3833 この用紙をお送り下さい

所属機関			
住 所			
連絡窓口担当者名		部 署 名	
電 話 番 号		F A X	
メールアドレス			
受 講 者 名			

■会 場：専門学校国際情報工科大学校 放射線検査室他  
郡山市方八町 2-4-15

■連絡先：一般社団法人 福島放射線総合研究所  
(放射線事業室)

TEL：024-941-0010

FAX：024-941-3833



平成 25 年 1 月 22 日

## 第 9 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 1 月 22 日（火） 17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- (1)科目と内容・時間割
- (2)対象者
- (3)担当講師
- (4)教材
- (5)アンケート
- (6)受講者募集案内

議題 2 スケジュール確認 その他

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

(1) 授業内容<放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略>

#### (2) 対象者

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏      1 日目学科  
県農業センター武地氏      2 日目実習

◆実施日 2月14日(木)・15日(金)

#### (4) 教材--制作中

◆テキスト<項目は省略>

##### 【今後の教材制作】

- ・食品の放射線測定の部分をさらに詳しい内容を取り入れていく。
- ・実習のワークシート作成
- ・測定機器の詳しい内容（説明・仕様・写真・取扱方等をまとめた一覧表を作成）
- ・講師と内容について打ち合わせが必要
- ビデオ教材の準備（シナリオ・コンテ・ナレーション原稿）を1月中、2月撮影

#### (5) 講習実施アンケートについて

①講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。

<アンケート図は省略> 4段階評価。又、記述を取り入れる。

#### (6) 受講者募集案内文書について

- ・印刷用データは完成 日程：2/14-15
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙（メールかFAX）

内田：

視察については放射線計測協会（東海村）と連絡を取った。受講料¥5,250×受講者人数。  
内容は校正の実際と施設見学。研修の対応には難しい面もあり業務の状況により研究施設は見られない可能性もある。2/18の週のいずれかになる。

村山：

テキスト教材は約80ページ程度になる。図版等の制作と文章の直しをしている。映像教材はシ

## II 議事録

ナリオ制作に入り、食品放射能の内容にとりかかっている。撮影には放射線工学科の学生に協力してもらおう。ナレーションも学生に依頼する。

**村上：**

放射線に関するアンケートを進めていきたい。

**内田：**

企業等から得たい情報は、測定器の使い方や管理メンテナンスに関することになると思う。放射線に関することは聞かなくていい。県内に5, 6千台あるであろう。個人で購入したものも入れると1万台は超えるのでは。測定器の校正が今後問題になってくるのは明らかだ。校正事業施設がものすごく忙しくなる。

### 議題 2：スケジュール確認その他

第10回分科会 1月29日(火)

第6回推進協議会 2月12日(火)

放射線講習会 2月14日(木)・15日(金)

※事業報告会は日程調整中

以上

平成 25 年 1 月 29 日

## 第 10 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 1 月 29 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- (1)科目と内容・時間割
- (2)対象者
- (3)担当講師
- (4)教材
- (5)アンケート
- (6)受講者募集案内

議題 2 アンケート調査について

議題 3 視察について

議題 4 スケジュール確認 その他

## Ⅱ 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

#### (1) 授業内容

<放射線測定従事者向け教育プログラムの表は省略>

#### (2) 対象者

1. 対象者：自治体並にこれに準じる団体・組合等で食品等の放射能検査業務に従事している者
2. 啓蒙先：農業総合センター、ハイテクプラザ、JA、乳業組合、教育委員会（学校給食）

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏      1 日目学科

県農業センター武地氏      2 日目実習

◆実施日 2月14日(木)・15日(金)

#### (4) 教材---制作中

◆テキスト<項目は省略>

##### 【今後の教材制作】

- ・食品の放射線測定の部分をさらに詳しい内容を取り入れていく。
- ・実習のワークシート作成
- ・測定機器の詳しい内容（説明・仕様・写真・取扱方等をまとめた一覧表を作成）
- ・講師と内容について打ち合わせが必要
- ビデオ教材の準備（シナリオ・コンテ・ナレーション原稿）を1月中、2月撮影

#### (5) 講習実施アンケートについて

①講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望の4点について実施する。

<アンケート図は省略> 4段階評価。又、記述を取り入れる。

#### (6) 受講者募集案内文書について

- ・印刷用データは完成 日程：2/14-15
- ・表面に案内チラシ、裏面が申込用紙（メールかFAX）

内田：以上内容に関しては前回同様。

和田：新潟農業バイオ専門学校から不参加の連絡があった。

水野：日本調理専門学校に参加の可否を聞いてみる。

### 議題 2 : アンケートについて (別紙)

## II 議事録

### 【調査概要】

- 目的 県内の放射線測定機器の利用状況を調査し、育成カリキュラム作成に反映させる
- 内容 **空間放射線測定器（機材）について**（入手先、使用開始時期、利用状況、保守等の項目）
- 対象 教育機関等 1000 件に調査票を送付
- 地域 福島県内
- 時期 平成 25 年 2 月 1 日（金）～2 月 22 日（金）
- 方法 郵送、FAX 返信および Web サイトにて

◆別紙内容について確認してください。

- ・ 質問内容・項目
- ・ 案内文の文章、連絡先
- ・ 情報受け入れの確認

村山：

- ・ リストは教育機関、保育所保育園、幼稚園、小学校、中学校、高校。
- ・ FAX 返信と Web サイトを用意している。
- ・ 連絡先の表記の確認。
- ・ Q1 連絡先情報 従業員数ではなく生徒・児童数に変更した。

### <以下指摘や検討の結果>

- ・ Q4 モニタリングポスト以外の測定機器を使用しているかに変更した。
- ・ 説明文で一部エネルギーの内容になっている部分を訂正する。
- ・ 複数使用していることも考えられるのでマトリックス表にした。
- ・ Q6 機材の種類は  
1 個人線量計、2 サーベイメータ、3 その他、4 わからない から選択するように訂正する。
- ・ 自治体やツタヤ、マツモトキヨシでもレンタルしている。
- ・ Q6 入手先の選択肢はこれでいい。
- ・ Q9 マニュアルに従っていますか？  
1 従っている 2 どちらかというに従っている 3 どちらかというに従っていない  
4 従っていない にする
- ・ Q10 測定器の示す値は信頼できるか？  
1 信頼できる 2 どちらともいえない 3 信頼できない に訂正
- ・ Q12 校正は必要か

## II 議事録

1 必要である 2 どちらともいえない 3 必要でない の3択にする。Q11も3択。

吉澤：今後2～3年で校正のニーズは必ず高まってくる。コミュニケーションに関する質問は必要ないか。放射線の情報は副読本で得られているだけなのか。

内田：各校で取り組みがまちまちで、学校としての意見も出しにくい状況であると考えられるので今回は含めていない。

### 議題3：視察について

- 日程：2月18日(月) 13:00～15:00
- 行先：公益財団法人放射線計測協会
- 件名：放射線測定器校正に係る状況の調査について(お願い)
- 集合出発 9:30 WIZ 校舎東側 小型バス

<以下詳細は省略>

内田：東海村の日本原子力開発研究機構の中にある。調査ということであれば受講料はかからな  
いとのこと。学生6名と委員7名の参加の予定。

村上：受講料の支払は可能。

### 議題4：スケジュール確認その他

第11回分科会 2月5日(火)

第6回推進協議会 2月12日(火)

放射線講習会 2月14日(木)・15日(金)

※事業報告会は3月5日(火)に決定

吉澤：校正施設の計画について。

簡易的な施設、放射線管理区域化、届出・許可を文部科学省に申請。取り扱う線源の放射線量から届出をする。

内田：各自治体から校正の依頼が増えているが、メーカーが対応しきれていない。線量計とサーベイメータが対象。

伊達：市街化調整区域で線量の問題もあり地域住民の同意等の課題もある。

以上

平成 25 年 2 月 5 日

## 第 11 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 2 月 5 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

議題 1 試行授業の計画と準備について 内田

- (1)科目と内容・時間割
- (2)受講者参加状況
- (3)担当講師
- (4)教材
- (5)アンケート

議題 2 アンケート調査について

議題 3 視察について

議題 4 スケジュール確認 その他

## II 議事録

### 議題 1 : 試行授業の計画と準備について

#### (1) 授業内容

<表は省略 配布資料：「食品放射線量の測定実習」実習の手順書>

#### (2) 受講者参加状況(人数)

農業総合センター(2)、ハイテクプラザ(2)、那須塩原(2)、日本法調理技術専門学校(2)  
郡山市(1)、三春町(1)、JA(1か2)、

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏	1 日目学科
県農業センター武地氏	2 日目実習

#### (4) 実施日 2月14日(木)・15日(金)

内田：上記内容を説明。

内田：見学等の受け入れもしていく。

水野：取材の受け入れは可能か。

内田：受講者の個人名は出さないということで許可できる。

和田：(当日の教室について) プロジェクタの用意とコミュニケーションがとれるように机を配置する。

#### (4) 教材——制作中

##### ◆テキスト

- ・詳細版(今まで制作したもの)と簡易版を別に制作
- ・簡易版はイラストと写真を多用し、文字は極力少なくポイントを絞ったもの
- ・実習のワークシート作成
- ・測定機器の詳しい内容(説明・仕様・写真・取扱方等をまとめた一覧表を作成)
- ・講師と内容について打ち合わせ

##### ◆ビデオ教材の準備(シナリオ・コンテ・ナレーション原稿)を1月中、2月撮影

- ・シナリオ、ナレーション原稿はほぼ完成食品部分の校正待ち

## II 議事録

- ・撮影 2/8、ナレーション録音 2/18 までに
- ・以降編集、3/5 報告会で上映

村山：上記内容を説明。〈配布資料 絵コンテ〉

水野：映像は画期的な企画だ。

村山：印刷物、環境省の除染プラザや各自治体などでパンフレットに様なものは多く作られているが映像は少ない。県農業センターがサイトで測定の様子の動画が見られるが。

村上：修了試験の問題は。

内田：これから制作する。修了証書も制作するのでお願いします。

村山：映像には放射線工学科の学生に協力してもらうのでよろしくお願いします。

### (5) 講習実施アンケートについて（別紙）

① 講習の有効性、②講習の内容、③講師の技術、④期待と展望  
の4点について実施する。

⇒①受講者情報、②講習の内容について、(集約しました)、③講師スタッフ環境、④その他  
にしています。マトリックス(表)にして記入しやすくしました。  
〈アンケート図は省略〉4段階評価。又、記述を取り入れる。

村山：〈配布資料 アンケート調査票〉について説明。

内田：Q1は「会社名」を「所属」に直してください。

村山：Q2は1日目と2日目に分けた。Q3とQ4の表記はどうか。教える項目をざっと並べたが。

内田：「役に立つ」という聞き方だと食品の関係者はそれ以外の項目に興味があっても役に立つ  
とつけにくいのでは。Q4の聞き方のほうがいいか。

水野：重要な質問なのでここはQ3の内容でいい。内容の評価が大事。

村山：「役に立つか」という聞き方がいいかという問題もあるが。

## II 議事録

内田：講習の中で一番良かったものをあげてくださいと記述してもらうのはどうか。

村山：記述式だと内容を思い出すのに時間がかかり答えにくいので選択肢を設けている。

伊達：選択肢の並べ方は統一してはどうか。ネガティブ→ポジティブ

村山：再度見直して調整する。Q2 は入れ替える。

村上：質問内容はこれでいいと思う。

村山：答えにくい問題は後にしてある。

和田：講師ごとに細かくは聞かないのか。

内田：Q2 で聞いている程度でいい。

村山：あえて Q7 では分けていない。

水野：スタッフとは。

吉澤：当日学生に補助を依頼している。

### 議題 2：アンケートについて（別紙）

#### 【調査概要】

- 目的 県内の放射線測定機器の利用状況を調査し、育成カリキュラム作成に反映させる
  - 内容 **空間放射線測定器（機材）について**（入手先、使用開始時期、利用状況、保守等の項目）
  - 対象 教育機関 1000 件に調査票を送付
  - 地域 福島県内
  - 時期 平成 25 年 2 月 8 日（金）～2 月 22 日（金）
  - 方法 郵送、FAX 返信および Web サイトにて
- ・アンケート用紙は入稿済み、6 ページ×1000 件
  - ・リスト完成→今週中発送
  - ・サイト：テスト完了、本番ページの準備完了

<https://www.surveymonkey.com/s/SFRKY77>

## Ⅱ 議事録

村山：上記内容を説明。

### 議題 3：視察について

- 日程：2月18日（月）13：00～15：00
  - 行先：公益財団法人放射線計測協会
  - 件名：放射線測定器校正に係る状況の調査について（お願い）
  - 集合出発 10：00 WIZ 校舎東側 小型バス
  - 旅程：  
WIZ～郡山東 IC～磐越道～常磐道（途中、南太田 SA にて弁当）～東海 IC～放射線～計測器協会
  - 帰り：18：00 WIZ 着
- ※2月8日までに見学者の名簿を提出

### 議題 4：スケジュール確認その他

分科会は今回で終了

第6回推進協議会	2月13日（水）
----------	----------

放射線講習会	2月14日（木）・15日（金）
--------	-----------------

※事業報告会は3月5日（火）午後に決定

第7回推進協議会は2月26日（火）に開催する。

以上

平成 24 年 2 月 13 日

## 第 6 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 2 月 13 日（月）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆福島県農業総合センター 武地誠一
- ◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、
- ◆新潟農業バイオ専門学校 副校長 阿部貴美、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、部長 和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の準備について 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
  - (1)科目と内容・時間割
  - (2)対象者
  - (3)担当講師
  - (4)教材
  - (5)アンケート
  - (6)修了試験問題
2. アンケートについて
3. 視察について
4. その他意見交換・連絡事項

以上

## II 議事録

### 議題 1：試行授業の準備について

#### (1) 授業

放射線測定従事者向け教育プログラム(仮称)				
科目名	放射線講習	指導担当者名	別記	
開講時期	平成25年2月上旬	対象	行政、団体等における放射線測定従事者等(放射線工学科の学生含む)	
定員	10名/回	週時間数	19時間	
目的	専門知識が不足していると思われる放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ			
学習内容	1. 放射線の基礎知識の習得			
	2. 放射線測定器の種類と用途			
	3. 放射線測定技術の習得			
	4. 放射線の評価法とリスクコミュニケーション			
開講に当って	1. 両日とも10:00~16:00(途中1時間休憩)に実施			
	2. 修了試験を実施し修了証を発行する。			
	3. アンケートを実施し、プログラムをより実践で活用できるよう洗練させる。			
日程 (時数)	時間 数	項目	内容・準備資料等	担当
1日目 (5H)	1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介(参加者の業務と抱えている問題も挙げてもらう)	内田
	4	放射線量(sV)と放射能(Bq)	放射能、空間線量、預託実効線量、Bq→sVへの換算法	茂木
		放射性物質の種類と放射能	実務で用いる核種(ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム)に絞る。(cps、cpm、eV)と半減期の考え方	
		放射線測定における基礎知識	検出限界、定量下限、コンプトン効果、鉛・ビスマスが測定に与える影響 スペクトル・エネルギー特性	
2日目 (5H)	4	実習	食品放射能測定の下処理	武地
			校正、チャンネル数、検出器のサイズ、感度と精度、測定時間	
			Ge、NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定	
		測定結果に伴うスペクトルの見方、評価法		
1	修了試験	筆記20問、※実地2題(記述式)	内田	
	アンケート	感想、課題、意見、要望等		
履修上の留意点 必要に応じて、グラフ作成や計算演習を取り入れる。				

#### (2) 受講者参加状況(人数)

農業総合センター(2)、ハイテクプラザ(2)、那須塩原(2)、日本調理技術専門学校(2)  
三春町(1)、計9名

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏 1日目学科  
県農業センター武地氏 2日目実習

## II 議事録

### 1 日目：学科

時間	項目	使用スライド
11-12	原発事故による 環境放射能汚染	1. 原発事故による環境汚染 2. 環境中の放射性物質の特性 3. 放射線・放射能の基礎知識
13-14	放射線・放射能の基礎知識	3. 放射線・放射能の基礎知識
14-15	放射線測定に関する基礎知識	4. 放射線測定器の基礎知識 5. 放射線測定の基礎 6. (精度管理)
15-16	放射線被ばくとリスクコミュニケーション	7. ベクレルとシーベルトとの関係 8. 放射線被ばくとリスクコミュニケーション

◆テキスト：「放射線・放射能の基礎と測定の実際」（公立鉦工業試験研究機関長協議会 編）  
<以下項目は省略>

### 2 日目：実習手順書

#### 食品放射線量の測定実習

##### 1. 実習の目的

・食品中の放射線量（事故由来の放射能 対象核種：Cs134、Cs137）の測定と評価

##### 2. 準備 <準備物は省略>

##### 3. 測定器

##### 4. 測定の手順 玄米とゆずを測定 <詳細は省略>

##### 5. 測定器の操作（マニュアル）<詳細は省略>

- ① Ge（ゲルマニウム）半導体検出器
- ② NaI（ヨウ化ナトリウム）シンチレーション検出器

##### 6. 測定結果

II 議事録

田村町上河内  
あんぼ柿

Measurement line: 0 Denta 0.13 L, Marinelli 1.0 L  
 Search: 1 Library dat\LIBRAB Group 4  
 Spectrum file name : C:\AKWIN\GAMMA\SPA\BUFFER0.SPA  
 Date of measuring 2013 - 1 - 23 14:47 Keep back background of 2012 - 11 - 6  
 Energy calibration from 2012 - 11 - 8

N	Locat. peak	Energy (keV)	Intens	Error (%)	Nuclide	Activity (Bq/kg)	(Ci/kg)
1	0	51.83	17.09	4.54E-02	5.6		
2	0	284.04	92.79	5.68E-03	22.1		
3	0	569.74	185.93	4.95E-03	23.4		
4	0	731.64	238.72	4.66E-03	23.5		
5	0	904.86	295.20	1.31E-03	52.4		
6	0	1079.07	352.00	3.45E-03	25.9		
7	0	1567.06	511.13	1.62E-02	7.8		
8	0	1745.60	569.36	9.32E-04	55.0	CS_134	2.60E+00 7.03E-11
9	0	1788.02	583.19	1.94E-03	29.7		
10	1	1854.17	604.77	7.54E-03	11.5	CS_134	3.47E+00 9.39E-11
11	2	1868.09	609.31	2.41E-03	28.1		
12	0	2028.80	661.72	1.23E-02	7.5	CS_137	6.94E+00 1.88E-10
13	0	2440.11	795.88	5.39E-03	13.4	CS_134	3.47E+00 9.39E-11
14	0	2793.54	911.17	1.05E-03	44.2		
15	0	4478.10	1460.81	2.83E-02	3.7	K_40	1.89E+02 5.12E-09
16	0	5408.49	1764.48	1.03E-03	30.1		
17	0	8016.90	2616.23	3.02E-03	13.8		

測定結果 (各ピーク)

Measurement time :168545.0 sec Volume(weight)= 0.137 kg Geometry 3 U8-100  
 Ashing coefficient/multiplier 1.00E+00 ( Raw weight 1.00E+00 Cinder 1.00E+00 )

Nuclide	T(1/2)	Act. Bq/kg	Ci/kg	Contr(%)	Rel.error(%,0.95)
1	CS_134	2.1years	3.38E+00	9.15E-11	1.7 34.4
2	CS_137	30.4years	6.94E+00	1.88E-10	3.5 11.2
3	K_40	> 999years	1.89E+02	5.12E-09	94.8 9.1
Total		2.00E+02	5.40E-09	Intensity	2.2 imp/sec

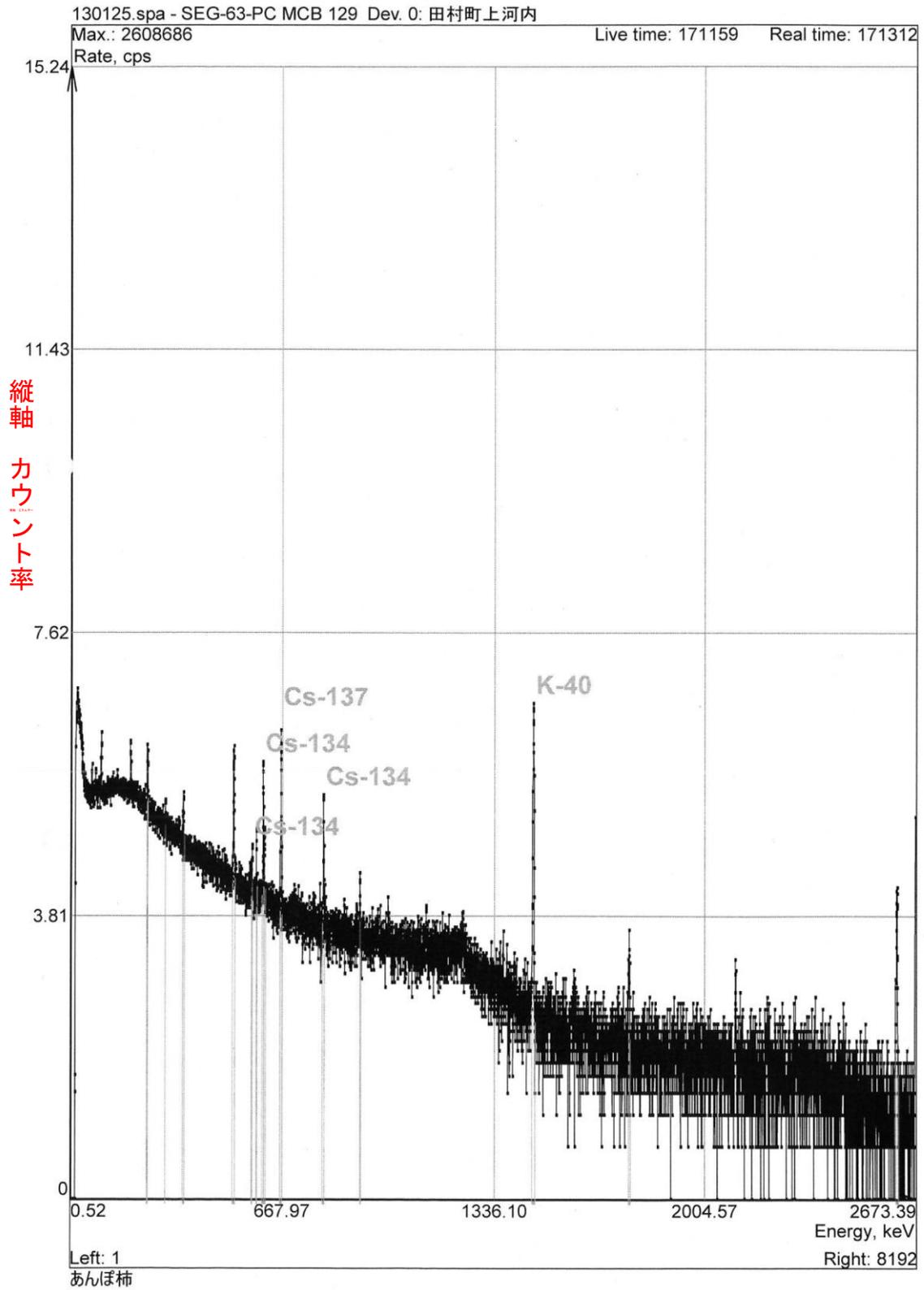
測定結果(まとめ)

Ratio Cs134/Cs137 = 0.49

Calculation  
 minimal-detectable activity: (rat. err= 50%, p=0.95) :

Nuclide	Act. Bq/kg	Ci/kg	MDA	
1	CS_134	3.72E-01	1.00E-11	MDA
2	CS_137	4.25E-01	1.15E-11	MDA
3	K_40	8.75E+00	2.36E-10	MDA

検出限界



② NaI (ヨウ化ナトリウム) シンチレーション検出器

## 測定結果

国際情報工科大学校

ユーザー名 :

コメント : 2012年産 ゆず(身のみ) 片平町 (非流通)

重量 : 0.262 (Kg)

測定日 : 2012/12/05 10:30:04

測定時間 : 18001 (秒)

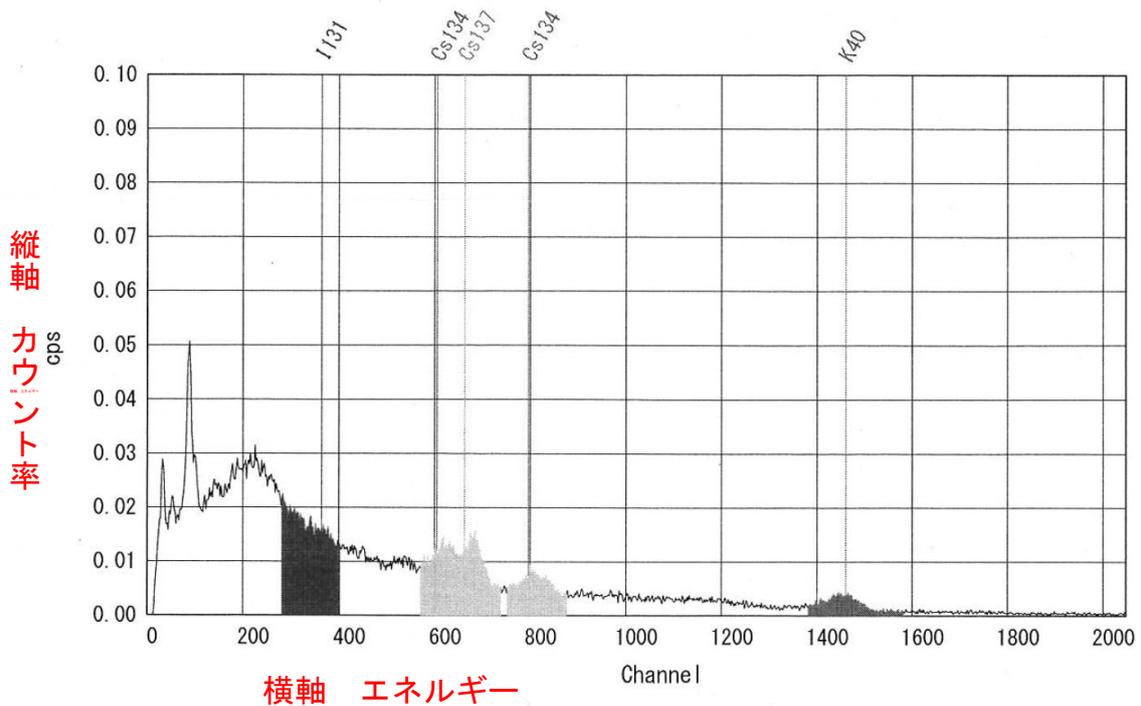
バックグラウンド測定日 : 2012/11/30 17:11: 測定結果 (まとめ)

測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)
I131	364	N. D.	N. D.	N. D.	2.70
Cs134	796,802	0.09	4.75±1.06	18.15±4.05	3.38
Cs137	662	0.21	10.24±2.08	39.08±7.94	2.82
K40	1461	0.04	34.78±8.07	132.75±30.80	46.42

Cs134+Cs137                      57.23 Bq/Kg



## II 議事録

### (4)教材---制作中

#### ◆テキスト

- ・詳細版（今まで制作したもの）と簡易版を別に制作
- ・簡易版はイラストと写真を多用し、文字は極力少なくポイントを絞ったもの

#### ◆ビデオ教材

- ・シナリオ、ナレーション原稿はほぼ完成
- ・撮影 2/8、ナレーション録音 2/18 までに
- ・以降編集、3/5 報告会で上映

### <絵コンテ（表面汚染の測定の一部）>

title	表面		page4	
C	picture	action	script	time
		モード切替	③RATE(レート)とSCALER(スケーラー)の切り替えをします。 ・「スケーラー」は積算係数の測定ですので、ここでは計数率の測定になりますので「レート」に設定します。	
		ビニールカバーで覆う	④検出部が汚染しないように薄手のビニールのカバーで覆います。	
		測定のように	3.測定 (1)汚染しているか、いないかを確認する場合の手順です。 ①時定数は短めに設定します ②対象物に触れないようにできるだけ近づけます。 ③検出部を毎秒数センチ以下の速さでゆっくりと動かします。 ④対象物の全面をくまなく検査します。	

## II 議事録

### (5) アンケート

内田：ここまでの資料内容を説明。修了証を発行する。

(質疑なし)

### 議題 2：アンケートについて (別紙)

#### 【調査概要】

- 目的 県内の放射線測定機器の利用状況を調査し、育成カリキュラム作成に反映させる
  - 内容 **空間放射線測定器（機材）について**（入手先、使用開始時期、利用状況、保守等の項目）
  - 対象 教育機関 1000 件に調査票を送付
  - 地域 福島県内
  - 時期 平成 25 年 2 月 8 日（金）～2 月 22 日（金）
  - 方法 郵送、FAX 返信および Web サイトにて
- ・アンケート用紙 6 ページ×1000 件
  - ・2/8（金）発送済み
  - ・サイト：<https://www.surveymonkey.com/s/SFRKY77>

村山：上記内容を説明。途中経過を報告。

## II 議事録

### 議題 3 : 視察について

●日程 : 2月18日(月) 13:00~15:00

●行先 : 公益財団法人放射線計測協会

●件名 : 放射線測定器校正に係る状況の調査について(お願い)

●集合出発 10:00 WIZ 校舎東側 小型バス

●旅程 : WIZ~郡山東 IC~磐越道~常磐道(途中、SAにて弁当)~東海 IC~放射線計測器協会

帰り : 18:00 WIZ 着

◆見学のスケジュール(約2時間)

① 施設見学の前に、簡単な施設の紹介、管理区域の立入のための手続き(注意事項などの説明等)があります。(計測協会会議室)

② 放射線測定器の校正施設【放射線標準施設棟】

[http://rphpwww.jaea.go.jp/senryo/senryo/images/frs\\_pamf.pdf](http://rphpwww.jaea.go.jp/senryo/senryo/images/frs_pamf.pdf) を見学して頂きます。

➤ 見学する放射線標準施設は日本原子力研究開発機構が所有・管理している施設です。

➤ 施設見学は、計測協会の担当者が同行して説明させていただきます。

➤ 放射線標準施設の使用状況によって、エックス線校正場、中性子校正場等をご覧頂くことが出来ます。

➤ 放射線標準施設棟では、アルファ線、ベータ線を放出する核種の表面汚染測定器の校正も実施しています。

➤ アルファ線、ベータ線、ガンマ線を放出する核種の放射能測定室を見学して頂きます。(現在、改修工事中で、状況によっては中止)

➤ 見学後の質疑応答

質問事項がございましたら、1週間程前までにお知らせください。

(施設見学の後、質疑応答の時間を設けます。事前にお聞きしたご質問やその場でのご質問にお答えします。)

### 議題 4 : その他意見交換・連絡事項・スケジュールの確認

■2月の予定

放射線講習会 2月14日(木)・15日(金) 10:00~16:00

放射線計測協会視察 2月18日(月) 10:00 出発

第7回推進協議会 2月26日(火) 17:30~

合同事業報告会 3月5日(火) 14:00~

以上

平成 24 年 2 月 26 日

## 第 7 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 2 月 26 日（火）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆福島大学 特任研究員 開沼博、◆福島県農業総合センター 武地誠一
- ◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、
- ◆新潟農業バイオ専門学校 副校長 阿部貴美、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、副校長 村上史成、部長 和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 試行授業の報告 福島放射線総合研究所 理事長 内田章
2. アンケート結果報告
3. 視察の報告
4. 事業の評価と次年度の事業計画について  
(各委員よりひとこといただきます)
5. その他意見交換・連絡事項

以上



平成 25 年 3 月 5 日

## 合同事業成果発表会 議事録

日時：平成 25 年 3 月 5 日（火）14:00～

場所：郡山ビューホテルアネックス 4 階 花勝見

出席者：（敬称略）

- ◆福島県農業総合センター 武地誠一、◆福島県ハイテクプラザ 菊地時雄、
- ◆NPO法人移動保育プロジェクト 上國料竜太、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
- ◆一般社団法人福島放射線総合研究所 内田章、◆学校法人新潟総合学院 伊達巖
- ◆専門学校国際情報工科大学校 学校長 水野和哉、教務部長 村上史成、和田秀勝、吉澤敏雄
- ◆イメージスタジオ村山 隆

次第：

**13：40 開場**

**14：00 開会挨拶・趣旨説明**

学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校 校長 水野 和哉

**14：10 発表①**

「再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成」事業成果報告  
学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校

**14：35 発表②**

「被災地を中心とするEV車等の普及加速に対応した整備人材育成」事業成果報告  
学校法人九州総合学院 九州工科自動車専門学校

**15：00 発表③**

「被災地復興に関するソーシャルアプリ開発エンジニア育成」事業成果報告  
学校法人コンピュータ総合学園 神戸電子専門学校

**15：25 発表④**

「放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援」事業成果報告  
学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校

**15：50 閉会挨拶**

**16：00 閉会**

◆ 発表内容

**放射線の知識を持つ測定技術者の  
育成及び計測支援事業**

**事業報告会**

東日本大震災からの  
復旧・復興を担う  
専門人材育成支援事業

**報告内容**

- I 経緯と事業計画
- II 協議会
- III 試行授業
- IV アンケート
- V 視察
- VI カリキュラム
- VII 教材開発
- VIII まとめ
- IX 今後の課題

**I 経緯と事業計画**

FSGカレッジリーグ

**JO-BI** 郡山情報ビジネス専門学校

**ART-DESIGN** 国際アート&デザイン専門学校

**wiz** 国際情報工科大学

**WIZ** 国際情報工科大学

**WIZ** 国際情報工科大学

**FRI**

福島放射線研究会

【放射線】についての正しい知識と理解等についての実践と、施設事業等を行うべく平成24年4月2日に設立。専門学校国際情報工科大学放射線工学科を主に、各関係機関と連携を図りながら事業を展開する。

放射線工学科  
(2年課程)

平成24年4月 WIZ放射線検査室 完成

**I 経緯と事業計画**

H23年度  
・教材開発 準備

H24年度  
【短期カリキュラム】  
・放射線測定従事者向け研修プログラム

【中期カリキュラム】  
・放射線工学科の育成プログラム

【その他】  
・教材の開発

**II 協議会**

第1回 (9/18)

- ・ 事業概要の説明
- ・ 委員紹介
- ・ 期待する人材像



第2回～6回  
(10/16～2/13)

- ・ 試行授業の検討  
内容・教材
- ・ アンケート
- ・ 現状と問題点

第7回 (2/26)

- ・ 報告
- ・ 総括

**III 試行授業**

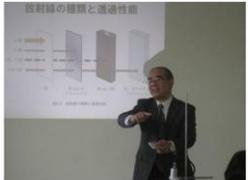
実施日:2013年2月14日、15日 (10:00～16:00)

科目名	試行授業	対象	行政 地方等における放射線測定技術者等	
定義	10名/回	時間数	1時間	
目的	専門知識の不足していると想定される放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ			
日程	時間数	項目	内容	担当
1日目 (5日)	1	オリエンテーション	・事業の目的・自己紹介	内田
	1	放射線測定による人体への放射線汚染	・放射線測定による放射線汚染 ・環境中の放射線汚染の発生 ・放射線測定機器の基礎知識	
	1	放射線測定機器の基礎知識	・放射線測定機器の基礎知識 ・放射線測定機器の基礎知識 ・放射線測定機器の基礎知識	
	1	放射線測定機器の基礎知識	・放射線測定機器の基礎知識 ・放射線測定機器の基礎知識 ・放射線測定機器の基礎知識	
2日目 (5日)	4	放射線の放射線測定実習	・測定機器の取り扱い方 ・測定・計測、データの整理 ・機器による測定 ・データの取り方	武地
	1	終了試験 アンケート	感想、課題 質疑等	

### III 試行授業

**1日目**

- ・原発事故による環境放射能汚染
- ・放射線・放射能の基礎知識
- ・放射線測定に関する基礎知識
- ・放射線被ばくとリスクコミュニケーション



株式会社日本環境調査研究所  
茂木 道教 先生

### III 試行授業

**2日目**

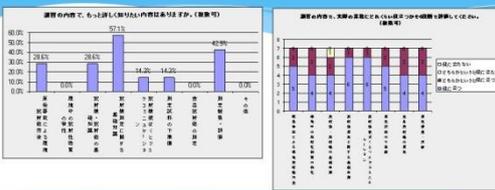
- ・測定器の取扱実習
- ・豚肉、玄米、ゆずの下処理実習
- ・機器による測定実習
- ・データの見方
- ・修了試験
- ・アンケート
- ・修了証 授与



福島県農業総合センター  
武地 誠一 先生

### III 試行授業

受講者アンケート



- ・測定に関する内容はより厚く、且つ分かりやすい工夫が必要  
(短時間では理解することが困難な項目もあるため)
- ・被ばくとリスクコミュニケーションについては役に立ったという意見が多い

### IV アンケート

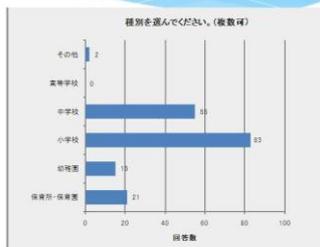
【調査概要】

- 目的 県内の放射線測定機器利用状況調査と育成カリキュラム作成への反映
- 内容 空間放射線測定器(機材)について(入手先、利用状況、保守等の項目)
- 対象 教育機関 1000件
- 地域 福島県内

### IV アンケート

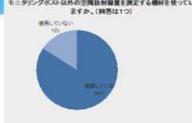
回答

- ・保育所
- ・保育園
- ・幼稚園
- ・小学校
- ・中学校

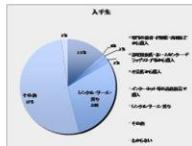
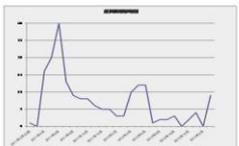


### IV アンケート

各教育機関で原発事故後すぐに線量計を入手し、2年経過



入手先

### IV アンケート

各教育機関で原発事故後すぐに線量計を入手し、2年経過

校正・メンテナンス 必要性 実施 50%

校正・メンテナンス不備による表示値の信頼性低下 (今後出てくる問題点)

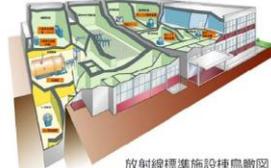
教育プログラム

校正・メンテナンスの必要性  
校正・メンテナンスの実施

### V 視察

視察日:2013年2月18日(月)  
視察先:公益財団法人放射線計測協会  
(茨城県東海村 日本原子力開発機構敷地内)

- 放射線測定器の校正施設の視察
- 管理区域の立入のための手続き

放射線標準施設種鳥敷園

## V 視察

### 簡易放射線測定器の校正

線量率計を自前校正  
→ JIS Z 4511

簡易放射線測定器の校正は、従来は標準放射線測定器を用いて行われていたが、近年、測定器の性能向上により、簡易放射線測定器でも校正が可能となった。本視察では、簡易放射線測定器の校正方法について、関係機関の専門家から説明を受けた。

1 簡易放射線測定器の校正の意義  
2 簡易放射線測定器の校正の方法  
3 簡易放射線測定器の校正の留意点

教育プログラムへの検討



校正の様子  
標準器の校正結果と測定器の校正結果を比較する

## VI カリキュラム（短期）

### 放射線測定従事者向け研修プログラム

日程	時間数	項目	内容
1日目 (5日)	1	オリエンテーション	・事業の目的・自己紹介 ・原爆事故による環境放射線汚染 ・職場中の放射線計測の重要性 ・放射線計測・放射線計測の基礎知識
	1	放射線計測の基礎知識	・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識
	1	放射線計測に関する基礎知識	・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識
2日目 (5日)	1	放射線計測の基礎知識	・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識 ・放射線計測の基礎知識
	4	食品の放射線計測実習	・放射線の測定方法 ・放射線の測定方法 ・放射線の測定方法 ・放射線の測定方法
	1	終了試験 アンケート	総括、課題、要望等

改善点：時間(10h → 20h)  
教材の開発

## VI カリキュラム（中期）

### 放射線工学科の育成プログラム

時間数	項目	内容
30	基礎数学	四則演算、べき乗、根乗算、指数・対数、微分・積分
30	基礎化学	原子・分子構造、周期律、同位体、化学反応式、化学式、原子質量単位(mol)
30	基礎物理	力学、エネルギー
120	管理技術 I	測定器全般の原理と特徴、取扱い、個人線量計の原理と特徴、R0の利用、測定値の取扱い、取扱い、等価・実効線量、Sv、ベクレル等の換算、検定の校正
30	情報リテラシー I	PCの操作、Excel等ソフトウェアの操作
30	情報リテラシー II	情報伝達の法則や情報の整理、情報の実証
90	リスクコミュニケーション	リスク評価とリスク管理に関する考え方
90	放射線物理	核反応、反応断面積、物質との相互作用、フルエンス線測定、半減期、加速器等
90	放射線化学	表記、動電と電離、束縛エネルギー、特性X線、陽子電子電子、壊変、系列核種、天然核種、放射線半減期、放射線計測、放射化、分離法、化学分析法
90	放射線生物	放射線と水の反応、突然変異と染色体異常、細胞周期と感受性、直接・間接作用、単位、細胞死と生存率曲線、放射線の影響
60	法律	放射線障害防止法

## VII 教材開発

### 放射線測定の実際

空間線量の測定  
表面汚染の測定  
食品放射線の測定



## VIII まとめ

- 放射線測定従事者向け研修プログラムの開発と実施
- 放射線工学科の育成プログラムの開発
- 放射線教育の教材開発

## IX 今後の課題

- 研修プログラムの改善と実施
- 育成プログラムの実施、検証(＋校正)
- 放射線リスクコミュニケーションのプログラム開発

# Ⅲ 試行授業

### Ⅲ 試行授業

#### (1) 試行授業の報告

#### 放射線測定従事者向け教育プログラム

科目名	放射線講習	指導担当者名	別記	
開講時期	平成25年2月14・15日	対象	行政、団体等における放射線測定従事者等	
定員	10名/回	時間数	12時間	
目的	専門知識が不足していると思われる放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ			
学習内容	1. 放射線の基礎知識の習得			
	2. 放射線測定器の種類と用途			
	3. 放射線測定技術の習得			
	4. 放射線の評価法とリスクコミュニケーション			
開講に当って	1. 両日とも10:00~16:00(途中1時間休憩)に実施			
	2. 修了試験を実施し修了証を発行する。			
	3. アンケートを実施し、プログラムをより実践で活用できるよう洗練させる。			
日数 (時数)	時間 数	項目	内容・準備資料等	担当
1日目 (6H)	1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介(参加者の業務と抱えている問題も挙げてもらう)	茂木
	5	放射線量(sV)と放射能(Bq)	放射能、空間線量、預託実効線量、Bq→sVへの換算法	茂木
		放射性物質の種類と放射能	実務で用いる核種(ヨウ素、セシウム、ストロンチウム、カリウム)に絞る。(cps、cpm、eV)と半減期の考え方	
		放射線測定における基礎知識	検出限界、定量下限、コンプトン効果、鉛・ビスマスが測定に与える影響 スペクトル・エネルギー特性	
2日目 (6H)	4	実習	食品放射能測定の下処理	武地
			校正、チャンネル数、検出器のサイズ、感度と精度、測定時間	
			Ge、NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定	
			測定結果に伴うスペクトルの見方、評価法	
2	修了試験	筆記20問、※実地2題(記述式)	武地	
	アンケート	感想、課題、意見、要望等		
履修上の留意点 必要に応じて、グラフ作成や計算演習を取り入れる。				

#### (2) 受講者参加状況(人数)

農業総合センター(2)、ハイテクプラザ(2)、那須塩原(2)、日本調理技術専門学校(2)  
三春町(1)、計9名

#### (3) 担当講師

日本環境研究所茂木氏 1日目学科  
県農業センター武地氏 2日目実習

Ⅲ 試行授業

1 日目：学科

授 業 日 誌

平成 25年 2月 14日 (水)		担当者名
		茂木 道教
時 限	科目名	授業内容
1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介、講習会の概要
2	原発事故による 環境放射能汚染	1. 原発事故による環境汚染 2. 環境中の放射性物質の特性 3. 放射線・放射能の基礎知識
3	放射線・放射能の 基礎知識	4. 放射線・放射能の基礎知識
4	放射線測定に関する 基礎知識	5. 放射線測定器の基礎知識
5	放射線測定に関する 基礎知識	6. 放射線測定の基礎 7. (精度管理)
6	放射線被ばくとリスクコ ミュニケーション	7. ベクレルとシーベルトとの関係 8. 放射線被ばくとリスクコミュニケーション
使用教材テキスト資料		「放射線・放射能の基礎と測定の実際」
自由記入欄		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放射線の基礎知識について、1日でやりきるのはむずかしい。 (受講者の意識が高くても、むずかしいと感じた。)</li> <li>・ 特にむずかしいのは、「放射線と物質の相互作用」、「数値の取り扱い」であり、 教材の開発が必要と考えられる。</li> </ul>

◆テキスト：「放射線・放射能の基礎と測定の実際」（公立鉦工業試験研究機関長協議会 編）

### Ⅲ 試行授業

<以下項目を抜粋>

#### 第5章 放射線と放射能の基礎知識

##### 5.1 放射線・放射能の発見と利用拡大

##### 5.2 放射能と放射線

- (1) 分子・原子・原子核とは
- (2) 放射性同位元素とは
- (3) 放射能
- (4) 壊変
- (5) 壊変図式
- (6) 放射線
- (7) X線の発生
- (8) 物質と相互作用

##### 5.3 放射線の量と単位

- (1) 放射線のエネルギー【eV】
- (2) 放射能【Bq】
- (3) フルエンス
- (4) 吸収線量【Gy】
- (5) 照射線量【C/kg】
- (6) 空気カーマ【Gy】
- (8) 等価線量、実効線量、1cm線量当量【Sv】

#### 第7章 放射線測定器の基礎知識

##### 7.1 放射線測定装置の種類と原理

- (1) 気体の電離を利用する測定器
- (2) 固体の電離を利用する半導体検出器
- (3) 発光を利用するシンチレーション型検出器 … (中略)

##### 7.2 放射線を計測する際の注意点

- (1) バックグラウンド
- (2) 統計変動
- (3) 計数の数え落とし
- (4) 計数効率
- (5) 検出器の校正と点検

##### 7.3 測定機器の選択

- (1) 放射線の種類による分類
- (2) 測定の実目的による選択

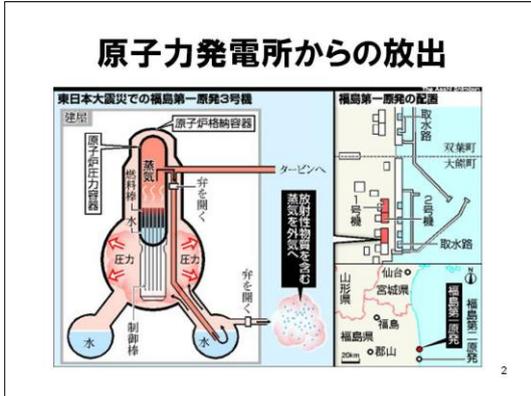
#### 第8章 放射線測定の基本

##### 8.1 $\gamma$ 線スペクトル測定 (項目略)

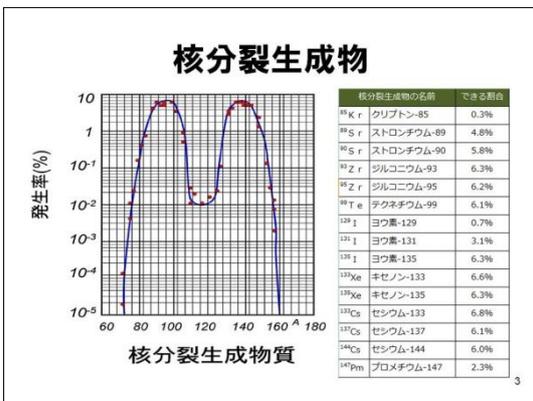
##### 8.2 環境中の放射能測定 (項目略)

# 1. 原発事故による環境汚染

1



2



3

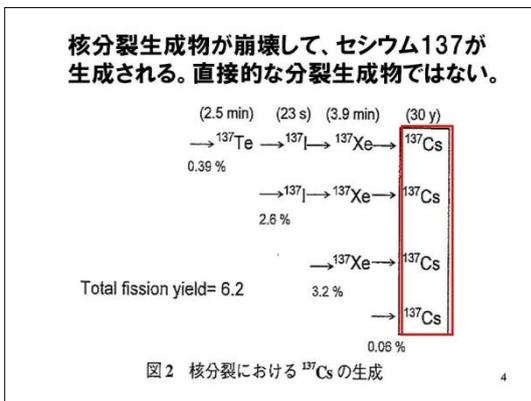
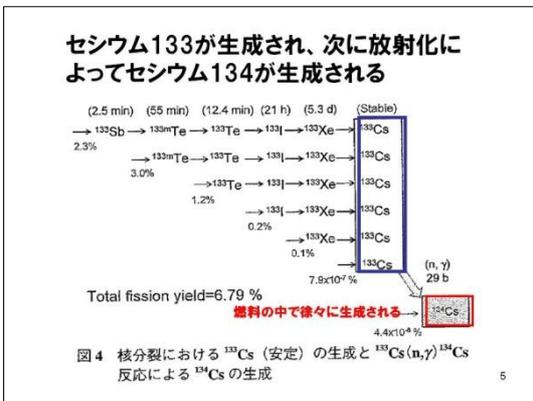


図2 核分裂における<sup>137</sup>Csの生成

4



5

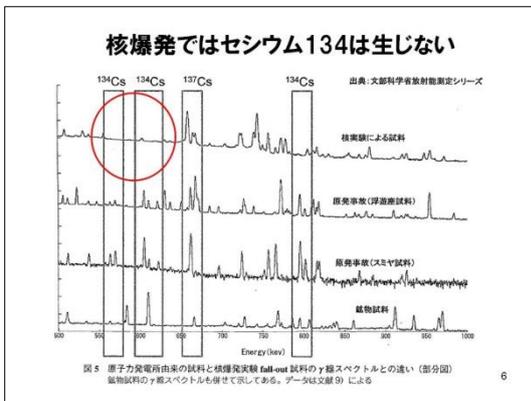


図5 原子力発電所由来の燃料と核爆発実験 fuel-out 燃料のγ線スペクトルとの違い(部分図) 放射性物質のγ線スペクトルも併せて示してある。データは文部省による

6

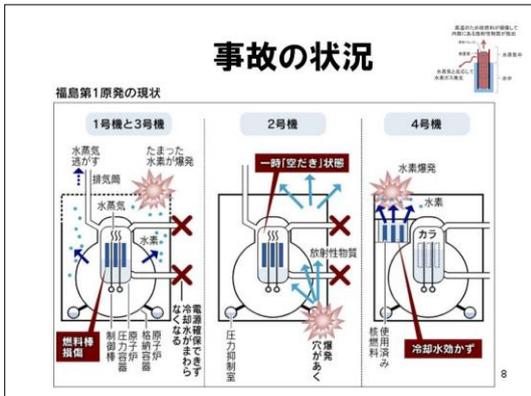
## 原爆が投下された広島はなぜ福島のような長期的な土壌汚染が生じなかったのか

広島原爆「リトルボーイ」のウラン235は50kgと言われており、その内800gのウラン235が核分裂を起こした。

570m上空で爆発した原子爆弾は、超高温になり、爆弾中の分裂片(死の灰)、燃え残り、爆弾容器を気化させ、一気に強い上昇気流で、成層圏近くまで上昇し、世界中に拡散した。

一部、「黒い雨」となって、広島市北西部に降り注いだ。放射性物質(セシウム)の量は少なかった。

7



8



## 2. 環境中の放射性物質の特性

1

### 元素の周期律表と体内動態

原子番号

→ (皮膚からでも簡単に吸収)、全身に蓄積

→ 骨に均等に分布

→ 甲状腺に選択吸収

→ 骨に肝臓に蓄積 (Uは腎臓にも蓄積)

→ 森林は福島で環境放出された大部分の核種

2

### 内部被ばく線量は取り込まれる経路核種の化学形態等によって異なる

ヨウ素131	セシウム137	ストロンチウム90	プルトニウム239
甲状腺	筋肉	骨	骨
7~8日	約69日	約18年	約200年

3

### 甲状腺亢進症・癌の治療に用いられる放射性ヨウ素

	甲状腺中毒症	甲状腺機能低下症	放射性甲状腺癌
病態	甲状腺ホルモンが過剰に分泌され、全身の代謝や臓器の働きが亢進する。	甲状腺ホルモン分泌が不足し、全身の代謝や臓器の働きが低下する。	甲状腺の一部が腫れて癌化する。
代表的な疾患	バセドウ病	橋本病	

500メガベクレル以内であれば外来で、それを超えたら入院です。ものすごい量を飲みますが、甲状腺癌になる率は0です。また、ヨウ素131は、甲状腺がんが、肺や骨に多発転移した状態が主な適応です。甲状腺がんが多発転移した場合、あまり有効な抗がん剤はありません

4

### 原発事故後の放射性ヨウ素

- 2011年3月15日の東京都内の放射性ヨウ素の濃度は無機ヨウ素:  $3.5 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ 、有機ヨウ素:  $2.6 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$  で、全放射性ヨウ素のうち有機ヨウ素の占める割合が43%との報告がある
- 放射性ヨウ素は、粉塵への付着、無機・有機ガスの状態で空气中に拡散した。
- ヨウ素ガスの防護では、通常の活性炭で有機ヨウ素は捕集できないため、補足性能を改善した特殊な活性炭が必要。

5

### 活性炭素繊維と粒状活性炭フィルター

粒状活性炭

活性炭素繊維

定格風量 9.4m<sup>3</sup>/min × 5台 (計147m<sup>3</sup>/min 175kg)

定格風量 50m<sup>3</sup>/min × 1台 重量 約12kg

6

### 主な放射性元素の物性

セシウム(元素記号 Cs)の特性、物性		ヨウ素(元素記号 I)の特性、物性	
分類	金属元素	分類	非金属元素
電子配置	6s1	電子配置	4d105s25p5
英語	Cesium	英語	Iodine
原子量	132.9	原子量	126.9
同位体	133Cs, 134Cs, 135Cs, 137Cs	同位体	127I, 129I, 131I
融点	28.44℃	融点	113.7℃
沸点	671℃	沸点	184.3℃
密度	1.88~1.93g/cm3	密度	4.93g/cm3

体内で甲状腺ホルモンを合成するのに必要のため、ヨウ素は人にとって必須元素である。強化した鶏卵 ヨウ丹卵・光

7

### JAEA-Research 2011-026 土壌の原位置加熱による放射性セシウム除去可能

携帯型バーナーで土壌表面をCs化合物の融点まで加熱するには、約15分以上の加熱が必要であり、最大でも700℃までの上昇であった。深さ方向においては、土壌表面が約600℃まで加熱されても表面から1cmの深さでは約300℃までしか上昇せず、5cmの深さでは50~60℃程度であった。

加熱温度を600, 800, 1000, 1300℃の4条件、それぞれの温度における加熱時間を5, 10, 30, 60分としたらつぼ規模の加熱試験の結果、Cs-134及びCs-137の加熱前後の放射能変化率は-9.8%~+14.0%の範囲でばらついている程度であり、顕著な揮発挙動は見られなかった。

放射性Csの化学形態と揮発挙動を検討するため、Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>試薬を土壌または模擬土壌のモルデナイトゼオライトと混合させたものについて、示差熱/熱重量分析(TG/DTA)等を実施した。

結論として、放射性CsがCs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>単体で存在した場合、加熱によって揮発除去できるが、SiO<sub>2</sub>とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が共存した場合、加熱によってCsAISiO<sub>4</sub>等の化合物が生成され、放射性Csは土壌中に留まると推定される。

8

### 3.放射線・放射能の基礎知識

#### (1)分子・原子・原子核とは

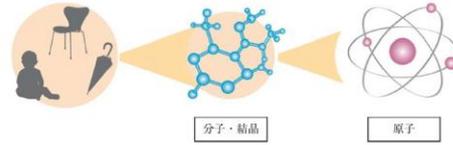


図5.2 材料、分子・結晶、原子

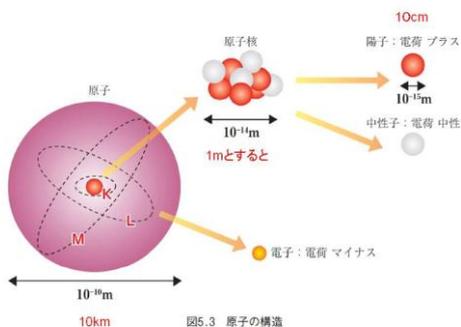


図5.3 原子の構造  
<http://www.fdcnet.ac.jp/gazou/textbook/housyasen/index.html>

#### (2)放射性同位元素とは



図5.4 放射性同位元素

#### (3)放射能（半減期）

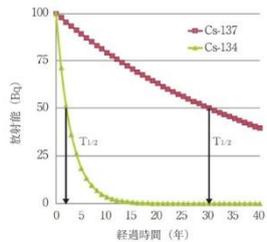


図5.5 放射能の減衰

#### (4)壊変

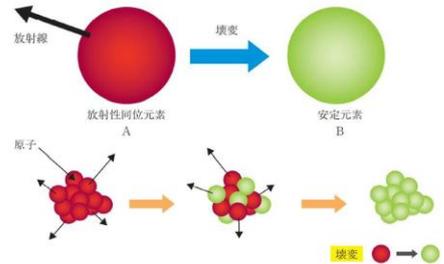
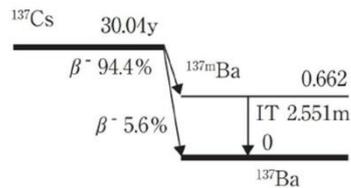


図5.6 壊変

表5.2 壊変方式と原子番号・質量数の変化

壊変	放出	原子番号	質量数
$\alpha$ 壊変	$\alpha$ 線 (He核)	-2	-4
$\beta^+$ 壊変	陽電子	-1	変化なし
$\beta^-$ 壊変	電子	+1	変化なし
軌道電子捕獲	特性X線	-1	変化なし
$\gamma$ 線放射	$\gamma$ 線	変化なし	変化なし

#### (5)壊変図式



(b)  $^{137}\text{Cs}$  の壊変図

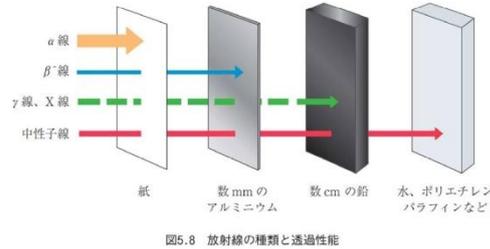
### (6)放射線

表5.3 主な放射線とその実体

種類	発生機構	発生源	実体	透過力
$\alpha$ 線	$\alpha$ 壊変	放射性物質	He原子核	小
$\beta$ 線	$\beta$ 壊変	放射性物質	電子	中
$\beta^-$ 線	$\beta^-$ 壊変	放射性物質	陽電子	小
$\gamma$ 線	$\gamma$ 放射	放射性物質	電磁波	大
中性子線	核反応	放射性物質、加速器、原子炉	中性子核	大
電子線	電場・磁場によるエネルギー付与	加速器	電子	中
X線	軌道電子の遷移、加速電子の減速	加速器、X線管、放射性物質	電磁波	中～大
イオンビーム	加速器	加速器	イオン	小

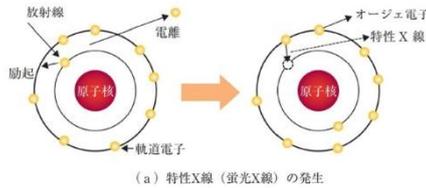
9

### 放射線の種類と透過性能



10

### (7)X線の発生



<http://www.fdcnet.ac.jp/gazou/textbook/hassei/index.html>

11

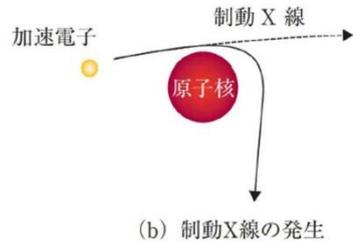
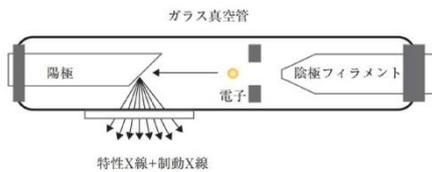


図5.9 X線の発生原理

12



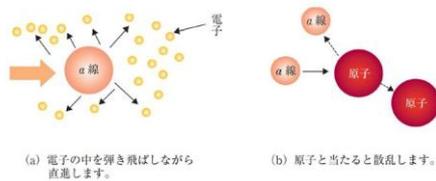
13

### (8)物質との相互作用

- \*電離作用：放射線が照射された物質中の電子にエネルギーを与えます。すると電子は原子の軌道を離れ飛び出す現象です。電氣的に中性の原子が、負の電荷をもつ電子と正の電荷を帯びた原子（陽イオン）に分かれます。
- \*励起作用：放射線により物質中の原子内の軌道電子が、エネルギーの低い状態（基底状態）からエネルギーの高い状態（励起状態）に移ります。励起状態にある電子は基底状態に戻る時に余分なエネルギーを光として放出することがあります。
- \*化学作用：放射線により、原子や分子が電離や励起された結果、化学反応が引き起こされます。写真フィルムの黒化（写真作用）や分子の分解反応などがあります。
- \*生物作用：放射線によって生物内で起こる、電離、励起、化学反応の結果、DNAに傷が付いたり切断されたりして、細胞に影響がでます。

14

### (a) $\alpha$ 線の相互作用



(b) 原子と当たると散乱します。

15

### (2) $\beta$ 線の相互作用

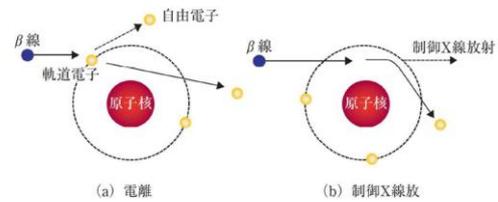


図5.13  $\beta$ 線・電子線の相互作用

16

### (c) $\gamma$ 線・X線の相互作用

(a) 光電効果 (b) コンプトン散乱 (c) 電子対生成

図5.14  $\gamma$ 線と電子の相互作用

<http://www.fdcnet.ac.jp/gazou/textbook/sougo/index.html>

図5.15  $\gamma$ 線の透過強度

Al<sup>27</sup>への $\gamma$ 線  
密度: 2.7 g/cm<sup>3</sup>  
0.03MeV,  $\mu_m = 7.769 \times 10^{-2}$  (■)  
1.03MeV,  $\mu_m = 4.956 \times 10^{-2}$  (□)

Pb<sup>208</sup>への $\gamma$ 線  
密度: 11.35 g/cm<sup>3</sup>  
0.03MeV,  $\mu_m = 1.178 \times 10^{-1}$  (●)  
1.03MeV,  $\mu_m = 8.102 \times 10^{-2}$  (○)

### (d) 中性子線の相互作用

- ①弾性散乱: 中性子が原子核と衝突し、散乱されます。このとき散乱前後の中性子の運動エネルギーが保存される散乱を弾性散乱とよびます。
- ②非弾性散乱: 中性子が原子核と衝突したときに原子核が励起され、その分中性子の運動エネルギーが減少する散乱です。励起された原子核は $\gamma$ 線を放出して安定状態になります。
- ③捕獲: 中性子が原子核と衝突したときに、原子核に吸収される現象です。原子核の質量数が1増加します。そのとき、 $\gamma$ 線が放出されます。
- ④核分裂: 中性子が<sup>235</sup>Uや<sup>239</sup>Puなどと捕獲反応を起こすと核分裂し、2個の核分裂生成物ができます。このとき中性子や $\gamma$ 線が放出されます。

### 放射線の種類と物質中の電離・励起範囲

表面 深さ方向

電離・励起範囲  
電離電子

### 放射線の量と単位

- (1) 放射線のエネルギー (eV)
- (2) 放射能 (Bq)
- (3) フルエンス (個/m<sup>2</sup>, J/m<sup>2</sup>)
- (4) 吸収線量 (Gy)
- (5) 照射線量 (C/kg)
- (6) 空気カーマ (Gy)
- (7) 等価線量・実効線量・1cm線量当量 (Sv)

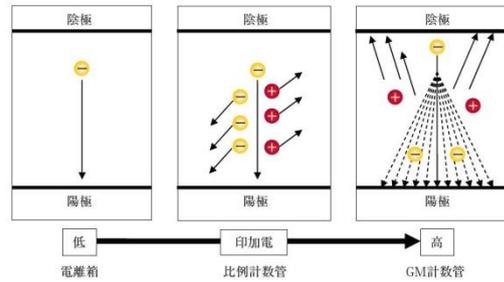
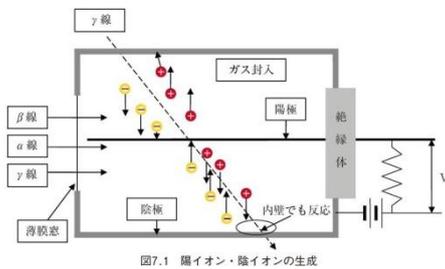
### 4.放射線測定器の基礎知識

### 7.1放射線測定器の種類と原理

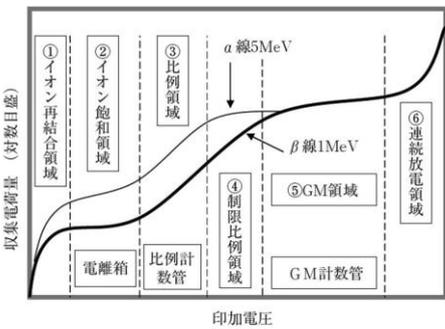
表7.1 放射線検出器の種類

放射線との相互作用	検出器	
電離	気体	電離箱、比例計数管、GM計数管
	固体	半導体検出器
励起（発光）	シンチレータ	
電子（正孔）捕獲	TLD、OSL、ガラス線量計	
化学作用	鉄線量計、セリウム線量計、アラニン線量計	
感光作用	写真乳剤	
電荷収集	ファラディカップ	
発熱作用	カロリメータ	
原子核反応	BF <sub>3</sub> カウンタ、 <sup>3</sup> Heカウンタ、箔検出器	

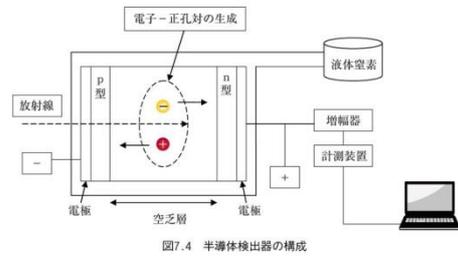
#### (1)気体の電離を利用する測定器



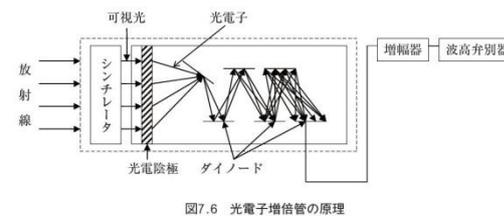
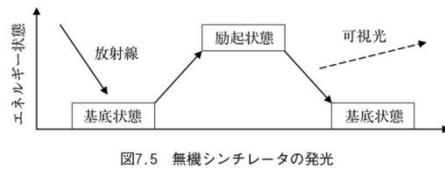
#### (2)個体の電離を利用する半導体検出器

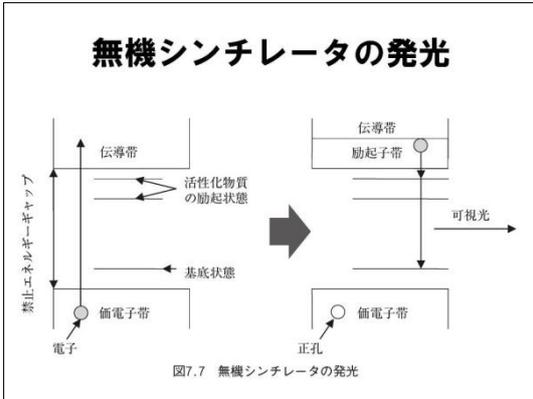


#### (2)個体の電離を利用する半導体検出器



#### (3)発光を利用するシンチレーション型検出器



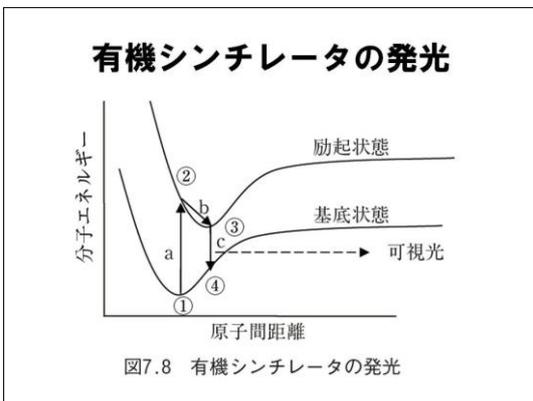


### 無機シンチレータの種類

表7.2 無機シンチレータ

	NaI(Tl)	CsI(Tl)	ZnS(Ag)	BCO (Bi <sub>4</sub> Ge <sub>5</sub> O <sub>12</sub> )
実効原子番号*	53	54	30	83
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	3.67	4.51	4.09	7.13
吸湿性	有	僅か	無	無
用途	γ (X)	γ, X	α	γ, X

\*実効原子番号とは、化合物や混合物の成分から算出される仮想的な原子番号を示します。  
γ線に対し、この原子番号の元素と同様の減弱係数になります。  
参考文献「野口正安/富永洋：放射線応用計測（日刊工業新聞社）」



### (5)被曝管理用測定器

#### ①様々なサーベイメータ

表7.3 各種サーベイメータ

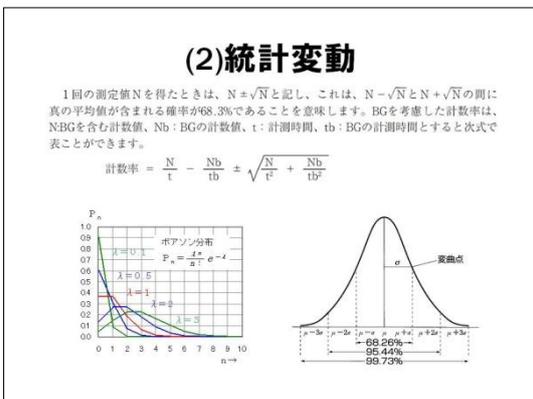
機器名	検出器	対象	目的	備考
電離箱型	電離箱	X, γ	照射線量の測定	高精度、 単位: mSv, Gy
GM計数管型	GM計数管	X, γ, β	簡易検出	γ, βに対応、 単位: μSv, cpm
シンチレーション型	NaI(Tl) 結晶	γ, X	簡易検出	高感度、 単位: μSv
ガスフロー型	比例計数管	β, α	汚染検査	大面積検出器、 単位: cpm
α線用	ZnS(Ag) 結晶	α	汚染検査	単位: cpm
中性子用	BF <sub>3</sub> , <sup>3</sup> He	中性子	線量測定	中性子のみ測定、 単位: cpm, μSv



### 7.2放射線を計測する際の注意事項

#### (1)バックグラウンド

- ① 検出器や付近にある材料中の放射能
- ② 大地からの放射能
- ③ 空気中の放射能
- ④ 宇宙線の1次、2次成分



### 誤差の伝播式

加算  $(A \pm \sigma_A) + (B \pm \sigma_B) = (A+B) \pm \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}$  (7-5)

減算  $(A \pm \sigma_A) - (B \pm \sigma_B) = (A-B) \pm \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}$  (7-6)

乗算  $(A \pm \sigma_A) \times (B \pm \sigma_B) = (A \times B) \pm (A \times B) \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_B}{B}\right)^2}$  (7-7)

除算  $(A \pm \sigma_A) \div (B \pm \sigma_B) = (A \div B) \pm (A \div B) \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_B}{B}\right)^2}$  (7-8)

正味計数と正味計数率の統計不確かさを求めると次のようになります。

(総計数)  $= N \pm \sqrt{N}$  (7-9)

(総計数率)  $= \frac{N \pm \sqrt{N}}{t} = \frac{N}{t} \pm \sqrt{\frac{N}{t^2}}$  (7-10)

(BG計数)  $= N_B \pm \sqrt{N_B}$  (7-11)

(BG計数率)  $= \frac{N_B \pm \sqrt{N_B}}{t_B} = \frac{N_B}{t_B} \pm \sqrt{\frac{N_B}{t_B^2}}$  (7-12)

(正味の計数率)  $= \left( \frac{N}{t} - \frac{N_B}{t_B} \right) \pm \sqrt{\frac{N}{t^2} + \frac{N_B}{t_B^2}}$  (7-13)

ただし、  
 $N$  : バックグラウンド計数を含む総計数値  
 $N_B$  : バックグラウンド計数値  
 $t$  : 試料の測定時間  
 $t_B$  : バックグラウンドの測定時間

### 検出限界計数率

$$n_N > \frac{k}{2} \left( \frac{k}{t} + \sqrt{\left( \frac{k}{t} \right)^2 + 4\mu_B \left( \frac{1}{t} + \frac{1}{t_B} \right)} \right)$$

ただし、  
 $n_N$  : 検出限界計数率 (正味計数率)  
 $k$  : 信頼の水準によって決定される定数 (= 3)  
 $t$  : 汚染測定時間  
 $t_B$  : バックグラウンドの測定時間  
 $\mu_B$  : バックグラウンド計数率

### サーベイメータの検出限界計数率

サーベイメータのように計数率が表示される場合は、汚染測定の際の測定数を  $\tau$ 、バックグラウンド測定の際の測定数を  $\tau_B$  として、 $t = 2\tau$ 、 $t_B = 2\tau_B$  とします。例として、 $k=3$ 、 $\tau = \tau_B = 30$  秒、 $\mu_B = 50$  cpm の場合の  $n_N$  を求めると、(7-20) 式より  $n_N = 35$  cpm となります。

$$n_N = \frac{k}{2} \left( \frac{k}{2\tau} + \sqrt{\left( \frac{k}{2\tau} \right)^2 + 4\mu_B \left( \frac{1}{2\tau} + \frac{1}{2\tau_B} \right)} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{3}{2 \times 30} + \sqrt{\left( \frac{3}{2 \times 30} \right)^2 + 4 \times 0.83 \times \left( \frac{1}{2 \times 30} + \frac{1}{2 \times 30} \right)} \right)$$

$$= 0.58 [\text{s}^{-1}]$$

$$= 35 [\text{cpm}]$$
 (7-20)



写真 7-8 サーベイメータの検出限界の表示

表 7-2 サーベイメータの検出限界の例

$\tau$ (s), $\tau_B$ (s)	3	10	30
$\mu_B$ (cpm)	50	50	50
$\sigma_{BG}$ (cpm)	23	12	7
$n_N$ (cpm)	150	67	35
$\mu_B + n_N$ (cpm)	200	117	85

### (3) 計数の数え落とし

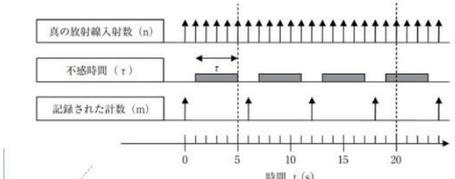


図 7.12 不感時間と数え落とし

### (4) 計数効率

点状線源の場合  $f_g = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right)$

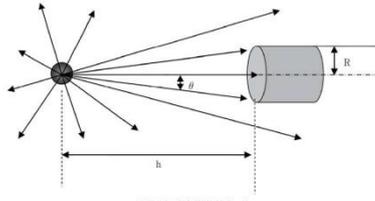


図 7.13 幾何学的効率  $f_g$

### (5) 測定器の校正と点検

- 放射線測定器に関する校正点検は、計量法に規定は無い。

経済産業省  
[http://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun/techno\\_infra/sokuteikikous/ei.html](http://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun/techno_infra/sokuteikikous/ei.html)

3. 測定器の正確性の確保のためのリンク集

- 測定器の利用者は、測定器の購入時に、目的に合った信頼性ある測定器を選択してください。
- 測定器は、センサーの経年劣化や電子回路等の不具合などにより、正しい測定値が得られない場合があることから、測定を実施する者は、日常の点検の他に、年1回の定期的な保守点検や校正が必要とされています。

### 7.3 測定機器の選択

(1) 放射線の種類による分類

- $\beta$ 線：主にGM計数管が用いられる。エネルギーが低い場合は、液体シンチレーション型やガスフロー型検出器が用いられる。
- $\gamma$ 線：電離箱型、GM計数管型、シンチレーション型、半導体型が用いられる。

(2) 測定の目的による選択

- 外部被ばくの管理：電離箱、シンチレーション型、個人被ばく線量計
- 表面汚染検査：GM計数管型サーベイメータ、シンチレーション型サーベイメータ
- 高線量測定：電離箱、化学線量計
- 放射能測定：ゲルマニウム半導体検出器、 $4\pi$ ガスフロー計数管、液体シンチレーション型検出器、GM計数管など
- $\gamma$ 線エネルギー分析：シンチレーション型検出器、ゲルマニウム半導体検出器、比例計数管

## 5.放射線測定的基础

### (1)ガンマ線スペクトル測定

#### マルチチャンネルアナライザ (MCA)

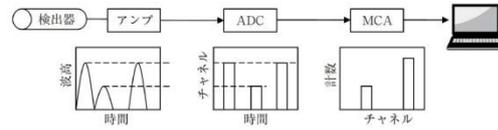


図8.1 MCAによる波高分析

### ゲルマニウム半導体検出器の構成

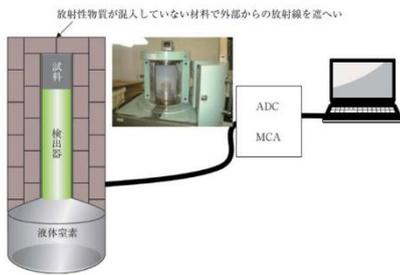


図8.2 ゲルマニウム半導体検出器による測定

### 食品・土壌・廃棄物等の濃度測定に用いられる分析装置



ゲルマニウム半導体分析装置

#### NaIシンチレーション型分析装置



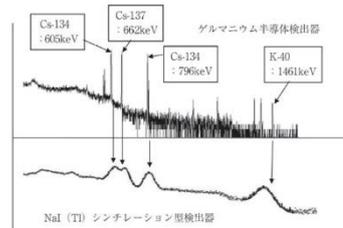
### ゲルマニウム半導体検出器に用いる容器



容器名	容量	検出限界
U-8	100mL	Cs-137: 4 Bq/kg(水 100mL, 5000秒測定)
マリネリ	2000mL	Cs-137: $\approx 0.4$ Bq/kg(水 2000mL, 5000秒測定)

図8.3ゲルマニウム半導体検出器に用いる容器

### 検出器による $\gamma$ 線スペクトルの違い



(b) Cs-134, Cs-137, K-40の $\gamma$ 線スペクトル

図8.4 検出器による $\gamma$ 線スペクトルの違い

### ガンマ線の減衰係数

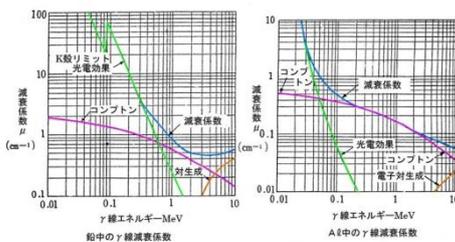
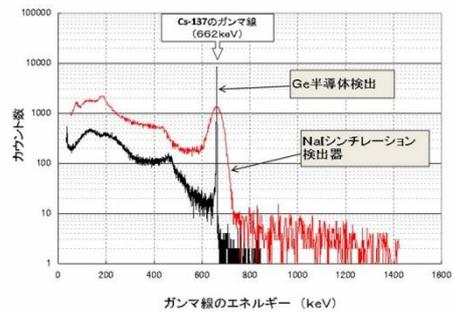
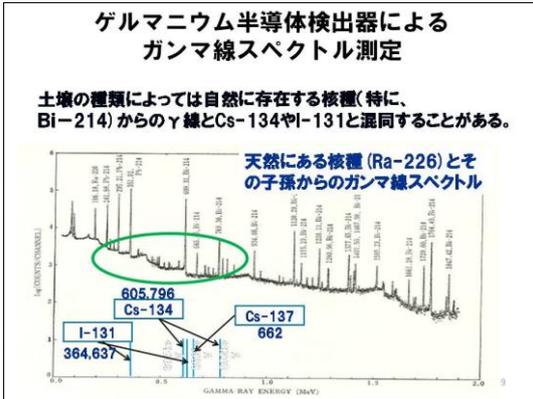


図3  $\gamma$ 線のコンプトン効果

【出典】三浦功、菅浩一、保野信夫「放射線計測学」、実業社、p.21

### ゲルマニウム (Ge) とNaIのスペクトルの比較

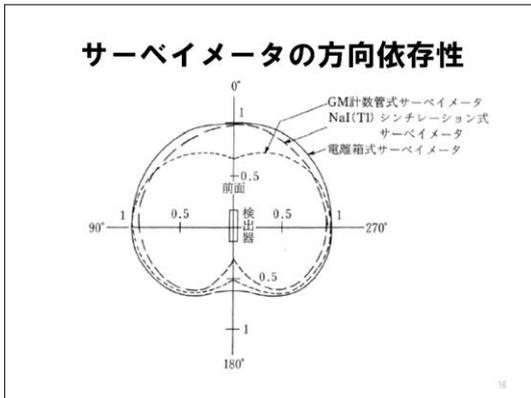
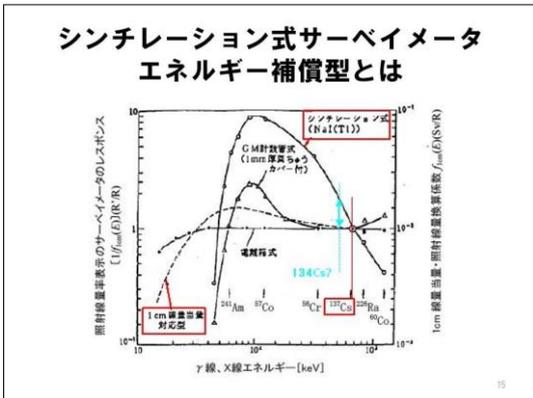
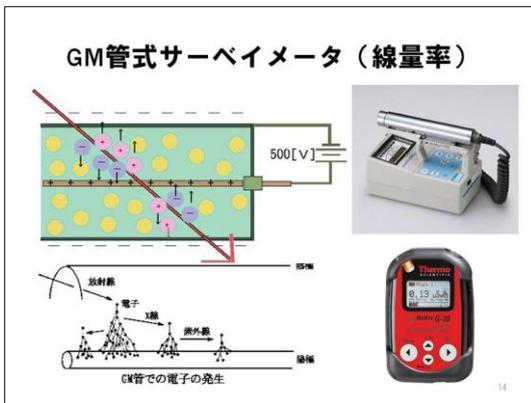
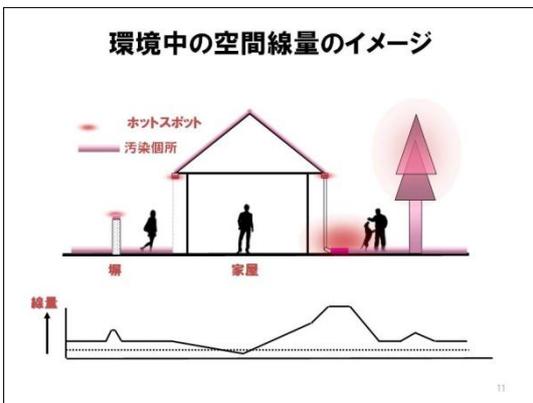




### (2) 空間線量率等の測定器

使用目的

- ア 除染等作業場所の空間線量率の測定
- イ 身体、衣服等の放射性物質による汚染の有無あるいはその汚染の程度の検査
- ウ 漏洩放射線の測定および遮蔽状況の検査



### 各種サーベイメータの特徴

放射線測定器 特徴	シンチレーション式 サーベイメータ	GM管式サーベイ メータ	電離箱式サーベイ メータ
エネルギー特性	GM管より劣る (エネルギー補償さ れたものは良好)	電離箱式より劣る	良好
感度	非常に高い	シンチレーション式 より劣る	GM管より劣る
(最低検出線量 率)	約0.05 μSv/h程 度	約0.1 μSv/h程度	約1 μSv/h程度
方向依存性	電離箱式より劣る	同左	良好
線量率特性	GM管式よりさらに 悪い	高線量率は不向き	良好

### 空間線量率の測定方法



### サーベイメータの時定数と誤差

サーベイメータの時定数は短い方が測定時間が短くなるので便利であるが、指示計の針のふらつきが大きく、読みとりが難しくなる。

指示計の値と標準偏差

$$M = N \pm \sigma = N \pm [N / (2T)]^{1/2}$$

ここで、M: 正味の計数率(cpm)

N: 指示計の計数率(cpm)

σ: 標準偏差(cpm)

T: 時定数(min)

### 時定数式サーベイメータの指示値

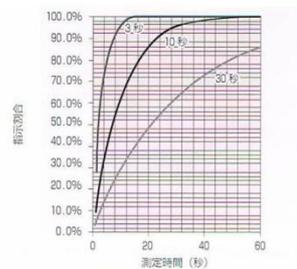
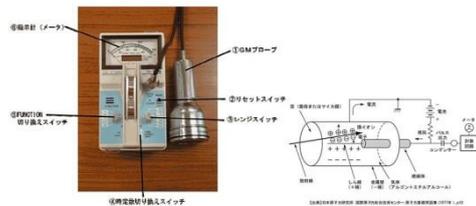


図 6-6 時定数と真の計数率に対する指示割合の関係

### (3)β線測定 GM管式サーベイメータの取扱方法



### Cs-137のβ線及び内部転換電子の スペクトル

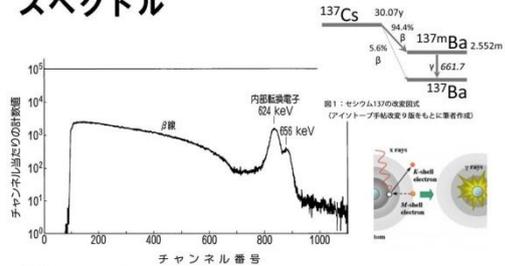


図 3 リチウムドリフト型シリコン半導体検出器による<sup>137</sup>Csのβ線および内部転換電子のスペクトル  
資料提供: 日本原子力研究所

### β線の吸収曲線

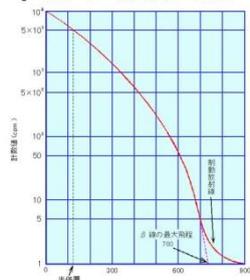


図 3 <sup>32</sup>Pのβ線のアルミニウムによる吸収曲線  
【出典】放射線検出器の原理と設計 (丸善 1982年12月), p.56

### 表面汚染の測定方法

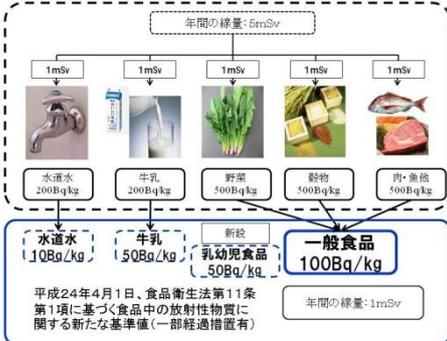




## 6. 食品モニターの精度管理

1. 食品モニターの概要
2. 食品モニターに求められること
3. 食品モニターの課題
4. 精度管理への提言

### 1 基準値の経緯



### 2. 食品モニターに求められること

- ① 基準値未満であることが分かる。  
検出器の違いと性能  
スクリーニングとは何か？
- ② 低いレベルの濃度が測定できる。  
検出下限値とは何か？
- ③ 正しい値が得られる。  
精度と保守点検

### 2.1 スクリーニングとは？

緊急時における食品の放射能測定マニュアル  
(厚労省 平成14年3月)

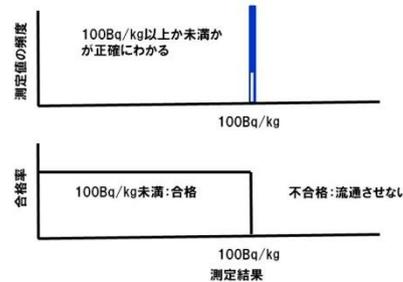
放射性ヨウ素や放射性セシウム等のガンマ線放出核種の測定には、通常ガンマ線のエネルギー分解能の優れたゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーが有効である。

しかし、Ge半導体検出器の台数は少ない。

食品中の放射性セシウムスクリーニング法  
(厚労省 平成24年3月 一部改定)

Nal検出器を用いた食品中の濃度測定による市場流通の監視

### 2.2 もし、理想的な食品の測定ができれば



### 2.3 測定値は変動する。

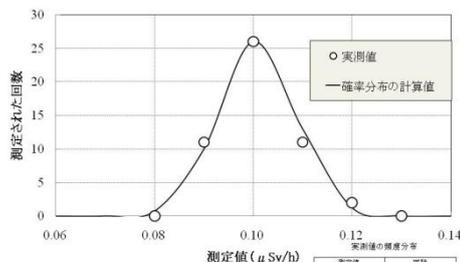
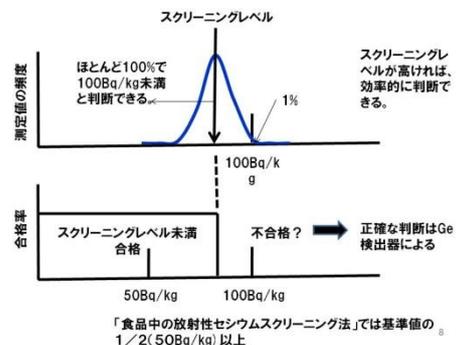


図 放射線測定の「変動」の実測例

測定回数: 50回  
測定器: Nalシンチレーションサーベイメータ

### 2.4 スクリーニングの考え方



## 2.5 スクリーニング対応機器(RI協会)

※ 食品中の放射性セシウムスクリーニング法に適合可能な機器

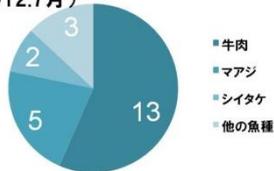
機器名称	製造元	適合品目	検出下限値	検出限界値	測定時間	備考
放射能測定器(携帯型) 10000	RI協会	食品	10000 Bq/kg	10000 Bq/kg	約1分	...
...	...	...	...	...	...	...

## 2.6 福島県の測定結果では



## 2.7 しかし、全国規模の測定結果では

約22000件中検出されたものは23件のみ (厚労省2012.7月)



1 このうち流通品は椎茸の2件、他は非流通品(試験的測定)  
2 最大でも48Bq/kg

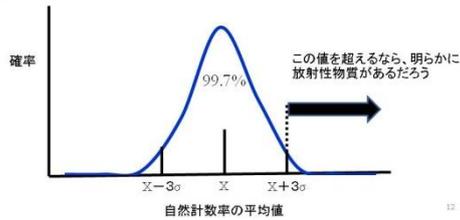
スクリーニングより、検出されないことの確認。

## 2.8 検出下限値とは何か

「検出下限値」=「検出限界値」≠「定量下限値」

測定した試料の中に放射性物質(放射性セシウム等)があるか「ない」かを判断できる限界の量\*

\*「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」では 25Bq/kg以下となるように、記載がある。



## 2.9 検出下限値は何で決まるか

- ① 自然計数率が低い(ノイズが少ない)**  
設置環境の放射線量が少ないと、検出下限値が低い。  
しかし、遮蔽体(鉛)の厚さには制限がある。
- ② 測定時間が長い(多くの信号が得られる)**  
時間が長ければ検出下限値が低い。  
しかし、測定検体数と稼働時間で制限される。
- ③ 試料重量が大きい(同上)**  
多くの試料を測定できれば検出下限値が低い。  
しかし、容器形状と入手できる試料に制限がある。

## 2.10 正しい値とは

- ① 精度とは何か?**  
系統誤差の少ない、正しい(信頼できる)値を与えること。
- ② なぜ精度管理が必要か?**  
負のバイアス(過小評価)は認められない。  
→スクリーニング(選別)の機能を損なう。  
正のバイアス(過大評価)も低くあるべき。  
→測定値は一人歩きする。市場での風評被害。
- ③ 精度を維持するために**  
機器の環境変化が無いことの確認  
保守点検による検出器の健全性確認

## 2.11 利用可能な線源の種類

分類	供給元	種類	価格他
標準物質	IAEA	土壌、植物、水他	ほぼ在庫無し。
体積線源	アイソトープ協会	アルミナ吸着マリネリ容器 Cs-134+Cs-137	約8万円
体積線源	分析化学会(西進商事)	土壌(重量3種類)U8容器 Cs-134+Cs-137	セットで約10万円
密封線源	アイソトープ協会	Cs-137(コイン状)(10000Bq)	約6万円
体積線源	産総研	玄米 U8容器 Cs-134+Cs-137	約1万円
エネルギー校正線源	試薬メーカー	KCl(K-40)	入手容易、安価

## 2.12 しかし、精度管理の課題は多い

- (1) **多様な機種が大量に**(十数社から3000台以上)市販されている。
- ・機種ごとに異なる検出器と容器形状になっている。
  - ・汎用的な点検用標準線源が無い。
  - ・専用の線源購入費はあるか。
  - ・定期点検や校正の人材は十分か。
  - ・点検保守に関する必要な技術要件はあるか。
  - ・ユーザー用の点検マニュアルの整備は進んでいるのか。
  - ・出力様式、用語、出力データは統一されていない。
  - ・計算方法などの内部手続きは公開されていない。

### 2.12 しかし、精度管理の課題は多い

- (2) 所有団体も所在地も測定対象も用途も多種多様である。
- ・自治体、NPOや農協、など。個人も。北海道から沖縄まで。
  - ・メーカー点検費用(数万円以上)が確保できるか。
  - ・分かりやすい解説がない。(厚労省の資料は説明不足)
  - ・測定結果の相互比較は難しい。
  - ・食品以外(畑の土、飲料水など)の依頼への対応が統一されていない。
- (3) 濃度既知試料の標準試料は供給可能か。
- ・Ge検出器で測定された試料は充分供給されるか。
  - ・購入費用はあるか。
  - ・技術基準、濃度確認方法などをどのように規定するか。

17

### 2.13 課題を解消するために(1)

#### ユーザー主体の横断的組織の可能性

- 何ができるか？
- 測定結果の相互比較ができる。
  - 標準線源、既知濃度試料の共用ができる。
  - 人材の育成、解説書の整備ができる。
- 誰がどのように運営するか？
- 定期刊行物・WEBニュース
  - 将来も継続できる体制はできるか。
  - 所有団体ごとに状況は異なる。
- ユーザーのリストはあるか？
- メーカーが公開することはできるか。
  - ユーザーの状況把握(アンケート?)はできるか？

18

### 2.14 課題を解消するために(2)

#### 可能な予算に応じた管理レベルを

レベル	項目	内容	必要な予算	備考
1	目視確認	遮蔽体、内部汚染		日常点検のみ
	BG計数率確認 試料前処理	測定値変動の確認 均一試料の確認	≒0	
2	点線源で確認	Cs-137	≒数千円	機器依存が無い:共有、借用可
		Cs-134+Cs-137	≒数千円	
3	体積線源で確認 (Cs-134+Cs-137)	濃度既知試料(Ge)	≒数千円	共通容器(U-8)で可:共有、借用可
		認証標準物質	1万円から	
		Ri協会頒布線源	8万円から	
4	信号系統の確認			国内、国外で差がある。
	エネルギー校正 スクリーニングレベル確認	メーカー(代理店)による点検	10万円から20万	

19

### 2.15 まずは、必要最小限の精度管理を

<遠隔地のユーザーでは(汚染の有無の判断が中心)>

1. 数年間でNaI結晶の劣化はないだろう。
2. 当面、点線源(Cs-137)で年1回以上動作確認する。
3. ほとんど検出されないことから、沈静化する傾向にある。

<県内のユーザーでは(流通食品の検査が中心)>

1. 主要メーカー別専用容器の体積線源の共有。
2. Ge検出器による測定値との比較の継続。
3. BG計数率の変動は環境変化による。(周辺の除染、汚染物の放置)

20

### 3.1 I-131の放出量と減衰

全放出量は160PBq( $1.6 \times 10^{17}$ Bq) \*

↓

500日経過すると $1.5 \times 10^{-19}$ に減衰する。

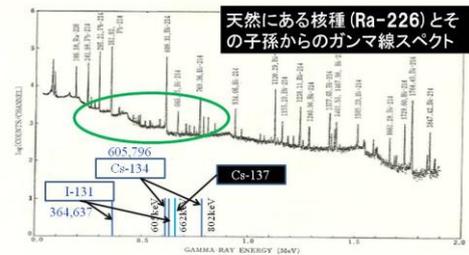
↓ 半減期: 8.04日

現時点で、I-131が検出されることはない。  
(新しく放出されることはほとんど無い。)

\* 原子力保安院発表 H23.6.6

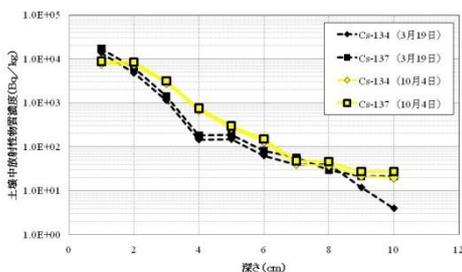
### 3.2 紛らわしいガンマ線がある

土壌の種類によっては自然に存在する核種(特に、Bi-214)からのγ線とCs-134やI-131と混同することがある。



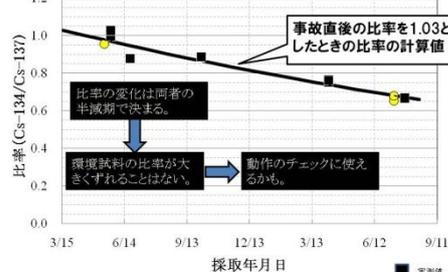
22

### 3.3 環境中のCs-134とCs-137の動き



23

### 3.4 Cs-134/Cs-137の比率の推移



24

## 7. ベクレルとシーベルトの関係

### 外部被ばくに関する ベクレルとシーベルトへの関係

点線源の場合

$$D = \Gamma \times Q / d^2$$

$\Gamma$ : 1cm線量当量率定数

( $\mu\text{Sv} \times \text{m}^2 \times \text{MBq}^{-1} \times \text{h}^{-1}$ )

Cs-137: 0.0927, Cs-134: 0.249

Q: 線源強度 (MBq)

### 点線源の距離と線量率の関係

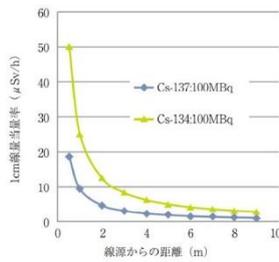


図5.18 距離と線量率の関係

### 公園に設置されたモニタリング装置の測定範囲



### 地表面の汚染密度 (Bq) から線量率 (Sv) への換算

換算係数は以下に示されている

IAEA-TECDOC-1162, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency (pdf file) の99ページ

1 Bq/m<sup>2</sup>の密度で付着しているときの地表から1mの高さでの吸収線量率

134Cs: 1 Bq/m<sup>2</sup> → 5.4 × 10<sup>-6</sup> μSv/h

137Cs: 1 Bq/m<sup>2</sup> → 2.1 × 10<sup>-6</sup> μSv/h この二つを適切に平均すればよい。

(計算例) 平成25年3月11日の地表面のセシウムによる汚染密度

134Cs: 5万 (5 × 10<sup>4</sup>) Bq/m<sup>2</sup> とすると (5.4 × 10<sup>-6</sup>) × (5 × 10<sup>4</sup>) μSv/h = 0.27 μSv/h

137Cs: 10万 (10<sup>5</sup>) Bq/m<sup>2</sup> とすると (2.1 × 10<sup>-6</sup>) × 10<sup>5</sup> μSv/h = 0.21 μSv/h

よって合計値0.48 μSv/hが得られる。

### 空間線量率の経時変化

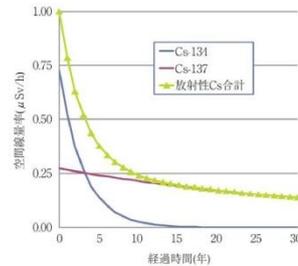


図5.19 放射性Cs由来の空間線量率の経時変化

### 防護量を表すシーベルト

#### • 等価線量

組織・臓器における吸収線量に放射線の種類やエネルギーによって定められている放射線荷重係数との積で表します。

等価線量 (Sv)

= 放射線荷重係数 × ある組織・臓器の吸収線量 (Gy)

#### • 実効線量

各組織の確率的影響の差を考慮した係数である組織荷重係数で補正した線量

実効線量 (Sv) = (各組織の等価線量 × 組織荷重係数) の総和

### 等価線量 (Sv) = 放射線荷重係数 × ある組織・臓器の吸収線量 (Gy)

表5.4 放射線荷重係数(ICRP1990年勧告)

放射線の種類		係数
γ線、X線	全てのエネルギー	1
電子およびμ粒子	全てのエネルギー	1
中性子	10keV未満	5
	10keVを超え100keVまで	10
	100keVを超え2MeVまで	20
	2MeVを超え20MeVまで	10
	20MeVを超えるもの	5
陽子 (反跳陽子を除く)	2MeVを超えるもの	5
α線、核分裂片、重原子核		20

### 実効線量 (Sv) =(各組織の等価線量×組織荷重係数)の総和

表5.5 組織荷重係数 ICRP1990年勧告

組織、臓器	係数	組織、臓器	係数
生殖線	0.2	乳房	0.05
骨髄	0.12	肝臓	0.05
結腸	0.12	食道	0.05
肺	0.12	甲状腺	0.05
胃	0.12	皮膚	0.01
膀胱	0.05	骨表面	0.01
		残りの組織、臓器	0.05

### 外部被ばくに係る線量当量 1cm線量当量と70μm線量当量

表1 放射線障害防止法に導入されている2種の外部被ばくに係る線量当量

測定量の呼称	記号	評価対象の量
1センチメートル線量当量	H 1cm	外部被ばくによる実効線量 胸部については、1センチメートル線量当量(実効線量)および70マイクロメートル線量当量(等価線量)を測定する。ただし、体幹部のうち最大被ばく部位が「胸部及び上腕部」以外の場合は当該部位についても測定する(等価線量)。
70マイクロメートル線量当量	H 70μm	皮膚については70マイクロメートル線量当量、目の水晶体については1センチメートル線量当量又は70マイクロメートル線量当量のうち適切な方による(等価線量)。

※体幹部:「腰部及び臀部」、「胸部及び上腕部」、「顔部および大い、部」の3部位  
下記の出典をもとに作成した  
【出典】アイソトープ協会(編)「アイソトープ法令集」国際放射線防護委員会の勧告(ICRP Pub.60), p.438-445, (1) 2002年版(2003年3月)

### ICRU球モデル

人体組織を模擬した、密度が1g/cm<sup>3</sup>、直径30cmの人体軟組織等価球体モデル

図1 ICRU球モデル  
【出典】日本アイソトープ協会(編)「アイソトープ法令集」国際放射線防護委員会の勧告(ICRP Pub.60), p.438-445, (1) 2002年版(2003年3月)

ICRU球を、半径14cmの中心核球とその外側1cm厚の殻とに分けて考え、中心核球内の最大線量を「深部線量指標」と呼び、外側1cm厚殻内の最大線量を「表層部線量指標」と呼ぶ。ただし、1cm厚殻の外側0.07mm厚さの中の線量は考慮外とすると勧告されている。人間の場合、皮膚表面から0.07mm厚までは死んだ細胞組織であるので、放射線の影響を受けないと仮定したことによる。

### 内部被ばくに関する預託実効線量

- 被ばくの対象者が成人であれば摂取したときの年齢から50年間、子供であれば70歳までの被ばく総線量を、最初の1年間でまとめて受けた(預託した)ものと、仮定して計算した線量 合理的な被ばく管理が目的

### 内部被ばく線量算定に用いられる有効半減期

表6.4 主な核種の半減期

核種	物理学的半減期	生物学的半減期	有効半減期
ストロンチウム (Sr)-90	29年	49年	18年
I-131	8日	120日(甲状腺)	8日
Cs-134	2年	~200日	157日
Cs-137	30年	70日	70日
ラジウム (Ra)-226	1600年	45年	44年
プルトニウム (Pu)-239	24000年	100年	100年

\*生物学的半減期は、文献により異なる値の場合がありますので参考値とお考えください。

### 内部被ばく算定に用いられる線量換算係数の例

表6.5 線量換算係数の例

核種	半減期	経口摂取 (Sv/Bq)	吸入摂取* (Sv/Bq) 【成人の場合】
I-129	1570万年	1.1×10 <sup>-7</sup>	3.6×10 <sup>-8</sup>
I-131	8.04日	2.2×10 <sup>-8</sup>	7.4×10 <sup>-8</sup>
I-133	20.8時間	4.3×10 <sup>-9</sup>	1.5×10 <sup>-8</sup>
Cs-134	2.06年	1.9×10 <sup>-8</sup>	2.0×10 <sup>-8</sup>
Cs-136	13.1日	3.0×10 <sup>-9</sup>	2.8×10 <sup>-8</sup>
Cs-137	30.0年	1.3×10 <sup>-8</sup>	3.9×10 <sup>-8</sup>
Sr-89	50.5日	2.6×10 <sup>-8</sup>	7.9×10 <sup>-8</sup>
Sr-90	29.1年	2.8×10 <sup>-8</sup>	1.6×10 <sup>-7</sup>

\*吸入摂取の場合、吸入TypeがF:急速に吸収されるもの、M:中程度の速度で吸収されるもの、S:不溶性でゆっくり吸収されるものに分かれています。ここでは最も大きい係数を示しました。

### 年齢の違いによる線量換算計数の例

表6.6 年齢の違いによる線量換算係数の例

年齢	経口摂取 年齢による違い (Sv/Bq)		
	I-131	Cs-134	Cs-137
3ヶ月	18×10 <sup>-8</sup>	2.6×10 <sup>-8</sup>	2.1×10 <sup>-8</sup>
1年	18×10 <sup>-8</sup>	1.6×10 <sup>-8</sup>	1.2×10 <sup>-8</sup>
5年	10×10 <sup>-8</sup>	1.3×10 <sup>-8</sup>	0.96×10 <sup>-8</sup>
10年	5.2×10 <sup>-8</sup>	1.4×10 <sup>-8</sup>	1.0×10 <sup>-8</sup>
15年	3.4×10 <sup>-8</sup>	1.9×10 <sup>-8</sup>	1.3×10 <sup>-8</sup>
成人	2.2×10 <sup>-8</sup>	1.9×10 <sup>-8</sup>	1.3×10 <sup>-8</sup>

ICRP Pub.72(1996)  
([http://www.remnet.jp/lecture/b05\\_01/4\\_1.html](http://www.remnet.jp/lecture/b05_01/4_1.html))

## 8. 放射線被ばくと リスクコミュニケーション

出典 2011年11月18日 低線量被ばくのリスク管理に関するWG

### 子どもと放射線： 講演をしながら考えたこと

放射線医学総合研究所 発達期被ばく影響研究プログラム  
島田義也

1

## 放射線の人体への影響

修復成功 → 突然変異 → がん  
修復できず → 細胞死 → 臓器不全

2

## ヒトへの影響の分類

3

## 放射線によるがん・白血病の増加

### 放射線による死亡の増加分

放射線被ばくに関する基礎知識 サマリー版 第1号 (Ver1.1) 放医研より

4

100mSv以上の被ばくで、発がんリスクの増加が観察されます。100mSv未満では、リスクが小さくて有意な増加が観察されません。  
(注意、年間100mSvではありません！)

↓

- ICRP (IAEA, WHO) では、高線量のリスクから低線量のリスクを直線 (閾値無し) モデルによって外挿し、
- 100mSvあたり、生涯のがん死亡が0.5%増加すると仮定して、種々の規制値を検討。

5

## 【質問】日本人のがんになる割合は？

何人に一人でしょうか？

50人

10人

5人

2人

**癌死亡は、約4人に1人です。**

6

## ヒトのがんによる死亡割合と原因

100mSv(0.5%)

7

## ヒトの発がん要因

Harvard Center for Cancer Prevention: Harvard Report on Cancer Prevention, vol. 1, 1996

8

### こどもの被ばく

子どもでは、甲状腺や皮膚のがんリスクも高くなる。こどもは小さなおとなではない。

9

### チェルノブイリと福島の子どもの甲状腺被ばく線量の比較

10

### チェルノブイリ事故(I-131)

事故後、3-4年後に小児甲状腺がんが発生しはじめ、10年後には、10倍以上に増加。  
放射線の健康と影響 (UNSCEAR 2000), p.557

11

### 甲状腺被ばく4.6ミリシーベルト 浪江町民、弘前大が調査

2013/1/12 0:01 日本経済新聞 記事保存

東京電力福島第1原発事故後、福島県浪江町の一部町民が受けた放射性ヨウ素131による甲状腺の内部被ばく(ひばく)量は、推定で最大4.6ミリシーベルトだったことが11日、弘前大被ばく医療総合研究所(青森県弘前市)の床次真司教授のグループの研究で分かった。

国際原子力機関が甲状腺被ばくを防ぐため安定ヨウ素剤を飲む目安としているのは50ミリシーベルトで、床次教授は「大幅に低い数字」と話している。

12

### がんの疑いは女子1人 福島の甲状腺検査

2012/11/18 21:34 日本経済新聞記事保存

東京電力福島第1原子力発電所事故による放射線の影響を調べている福島の「県民健康管理調査」検討委員会が18日、福島市で開かれた。18歳以下(震災当時)を対象とした甲状腺検査の1次検査で初めて、がんの疑いがあり「直ちに2次検査が必要」と判定されたのは、16〜18歳(同)の女子1人と報告された。

検討委終了後の記者会見で、県立医大の鈴木真一教授は、原発事故の放射線との因果関係について「2次検査中で、がんかどうかの診断結果も出ていないので、今は答えられない」と述べた。

甲状腺検査は18歳以下の約36万人が対象で、1次検査の結果が判明したのは約9万6千人。しこりの大きさなどを基準に、軽い方から「A」「B」「C」に分かれる判定のうち、今回の「直ちに2次検査」は「C」。緊急性は低いのが念のため2次検査が必要という「B」が500人。残りの9万5千人以上は、しこりがないか、小さい「A」だった。

13

### がん予防

- バランスのとれた食事、野菜
- 食塩、かび、こげ
- 適度な運動 (1時間程度の歩行)

大人になってから、

- たばこは吸わない。
- お酒は適度に

14

### 【放射線リスクの考え方】

15

### 放射線に対する反応

- 風評被害
- 差別
  - 医師が診察拒否
  - 介護施設への受け入れの拒否
  - 放射線がうつる、いじめ
  - 婚約、結婚
- 子どもの健康の悩み (放射線の不安)
  - 妊婦の方が中絶を考える
  - ちゃんと子どもが産めますか?
  - 僕は、がんになるんですか? 死んじゃうんですか?
- 転居、離職

2011年11月18日 低線量被ばくリスク管理に関するWG  
放射線医学総合研究所 発達期被ばく影響研究プログラム  
高田 敬也 より転載

16

### 「安全と安心」について

今の世の中は「安全」ではなく「安心」を軸に動いている。安心は欲望のひとつなので豊かになればなるほど肥大化する。これからも「安全かもしれないけど、安心できない。なんとかして、安心させてくれ」という叫び声が強くなるだろう。

安心は、人の気持ちなので、科学という道具だけではどうすることもできない。

まずは、科学的に見て安全なレベルがどれくらいかを知った上で、はたして安心してよいかどうかを**自問してみる**ことが必要であろう。

17

### 客観的リスクと体感リスクの違い

科学的なリスクの捉え方

$$\text{客観的リスク} = \text{毒性の強さ} \times \text{体内摂取量 (発生頻度)}$$

専門家が考える

体感的なリスクの捉え方

$$\text{記者や消費者が考える体感リスク} = \text{毒性の強さ} \times \text{信頼できないと体感リスクは増大する 豊かさの裏返しが体感リスク}$$

- ・企業の情報隠し
- ・センセーショナルな報道
- ・人工が自然か
- ・組織への信頼感があるか
- ・行政の対応に遅れはあったか
- ・自発的に引き受けたかどうか
- ・世間が不安と思っているか

18

### タバコを吸うお父さん ホットスポット！

自発的に引き受けるリスクと自分の意思とは関係なく強制的に受けるリスクはまったく別のもの。がんになるリスクは2,000mSv被ばくするのと同じである。

### 飛行機で旅行すると被ばくする？

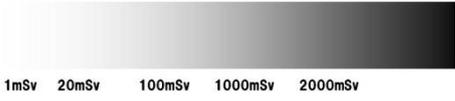
飛行機で日本とアメリカを往復すると宇宙線からの被ばく線量は0.15～0.2mSvになる。(6～8 μSv/h)  
自然のものだから気にしない？



国内線の実測例 19

### 低線量被ばくのリスクを定量的に理解するには

高齢出産のリスクの話は、低線量放射線リスク評価の考え方と共通するところが多い



1mSv 20mSv 100mSv 1000mSv 2000mSv

- ・安全／危険の二分法は無理がある
- ・同じ被曝量でも個人差があるが、確率的には指標に妥当性がある(と考える)
- ・基準(線量限度)は目安、決めごとに過ぎない
- ・被ばく線量はガンになりやすさの“指標”
- ・ガンそのものではない

低線量被ばくのリスク管理に関するWG リスク認知の心理学 中谷内一也 同志社大学 20

### 低線量被ばくのリスクを定量的に理解するには

#### 高齢出産のリスク

若齢出産	高齢出産
～20歳台	35歳 40歳台～

- ・若齢／高齢の二分法は無理がある
- ・同じ年齢でも個人差がある
- ・が、妊婦全体で見ると年齢は安全さに関連
- ・基準は目安、決めごとに過ぎない
- ・年齢は“指標”、安全さそのものではない

21

### 放射線と全部位の固形がんのリスク比較 (国立がん研究センター)

放射線の影響	がんの相対リスク	生活習慣因子 (かっこ内はがんのリスク)
100 ミリシーベルト未満	検証が難しい	野菜不足(1.06倍) 受動喫煙(1.02～1.03倍)
100～200 ミリシーベルト	1.08倍	肥満(1.22倍) やせ(1.29倍) 運動不足(1.15～1.19倍) 塩分の摂りすぎ(1.11～1.15倍)
200～500 ミリシーベルト	1.16倍	
1000～2000 ミリシーベルト	1.4倍	酒毎日2合以上(1.4倍)
2000 ミリシーベルト以上	1.6倍	喫煙者(1.6倍) 酒毎日3合以上(1.6倍)

短期間の被ばく 長期にわたる習慣  
科学的なリスクの捉え方 22

## リスクコミュニケーション

### リスクコミュニケーションとは

今回のような大規模複合災害においては、行政の危機管理能力には一定の限界があり、**コミュニティや住民自身の《自助》が不可欠**となります。

地域の安全において不可欠な役割を担う行政、専門家、企業、住民、**それぞれの役割を明らかに**すること。

そのために**共通の意識を持ち、協力関係**をつくること。...

その方策として、互いに危機について意見や情報を交換し、共有し合う「**リスクコミュニケーション**」が重要になります。

### 放射能に対する国民感情

- 1945年 広島・長崎に原爆が投下された
- 1954年 水俣 第3福丸丸事件 23名被ばく1人死亡
- 1950-60年代 大気圏核実験による大気拡散 放射能に対する恐怖
- 1965年 日本初商業用原子炉 東海発電所稼働 反原発闘争の始末  
 原子力運動、反原発運動の重要なキャンペーン材料「放射能は怖い」  
 核保有国の「核の抑止力」を強化する材料  
 放射線の健康への影響について科学的な教育を行わなかった。  
 リスクを科学ではなく感情や意図に基づいて議論
- 今回の事故後 政府は年間20mSv以上の区域を避難区域に指定 内部被ばくは0.1mSv以下 落ち着くかと思えた。
- 2012年4月29日 東大教授「涙の記者会見」校庭利用基準が高すぎると 不安が増大  
 ICRP2007の勧告に基づく判断 緊急時20-100mSv、住民が居住1~20Sv、長期的に1mSv未満を目指す。  
 1mSv未満を目指せという声 校庭の除染を国が財政負担することに
- 2011年9月27日に政府は年5mSv以上を対象に国が除染を実施すると発表。1-5mSvの地域の強い反対で11月11日に年間1mSv以上の地域を国が財政負担することに

「放射能は怖い」という強い先入観  
 このなかでのリスクコミュニケーションは極めて困難な状況

### 市民に放射線情報を伝えるということ

- 放射線影響評価の専門的 content の理解が不十分  
 専門家は、専門用語を平易に説明すれば理解されると誤解
- 市民の心理を理解できなかった。客観リスクと主観リスクに大きな違いがある。
- リスクの認知 以下に過度に危険視する  
 対象が未知なもの 目に見えないもの 自分で統制が難しいもの 受動的に襲われるもの メリットが不明なもの 子供に影響の可能性のあるもの 晩発効果のあるもの  
このような理解に立って、取り組む必要がある。

### どちらを信じれば良いのか

- 低線量被ばくに対して、逃げるべきか、留まるべきか。専門家によって意見が異なる。  
 メディアは、「両論併記」でニュースを伝える。  
 1対99でも50対50でも同じような表現 迷うのは当然
- ガイドライン的な常識を知る必要がある  
 多数の科学者がどう考えているか。アンケートという方法により、例えば「8割の学者は非難するほどのリスクではないと考えている。」と報道する。  
 主要な学会の行動を期待する

### 政府のリスクコミュニケーションの失敗

- 政府が自信を持って説明しなければ国民は不安になる。
- 4月から始まった放射性セシウムの極めて厳しい基準
- 基準が厳しくなった分不安になるレベルも下がった。  
 横浜市は昨年5月にセシウムが1個あたり1ベクレル以下の冷凍みかんを60万個廃棄。業者に2700万円を税金から補償。愚かな行為
- 国は自信を持って、基準値の意味を国民にしっかり伝えていく必要がある。「日本の基準値はものすごく安全側に立ったものだ。」その気概が見えない。

### 次のような質問にどのように答えられるか

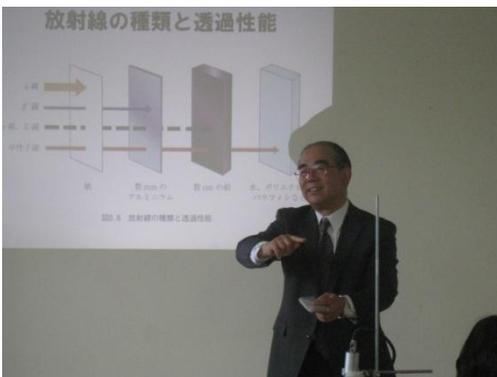
- 話はなんとなくわかったが、私の子供は大丈夫だろうか。
- 「直ちに影響はない」という政府の説明は将来は危ないということか。
- 空間線量といっても敷地のどこをいうのか
- この頃体の調子が悪いがやはり放射線のせいだろうか
- 孫は、家にこさせない方が良いだろうか
- 測定するたびに値が異なるのはなぜか
- 私はどうすれば良いでしょうか
- 誰に聞けば本当のことがわかりますか
- ウソでもよいから安全だと言って
- 自主避難した人達は、どういう状況になったら戻るのか。

### リスク管理において重要なこと

#### 信頼関係の構築

どのような組織を作り、どのように有効なリスク管理や危機管理を行っても、それが信頼されなければ受け入れられない。

信頼関係を築くためには長期に渡る地道な努力が必要。失うのは一瞬。



Ⅲ 試行授業

2 日目：実習

授 業 日 誌

平成 25年 2月 15日 (水)		担当者名
		武地 誠一
時 限	科目名	授業内容
1	放射線・放射能の測定	サーベイメータの種類と特徴 食品中の放射性物質の試験法について(厚生労働省) 食品の放射性物質に関する検査における試料洗浄(土壤除去)標準作業書 モニタリング調査の分析手順 学校等における放射線測定の手引き(文部科学省)
2	食品放射能の測定実習	測定試料の下処理 NaI(Tl)シンチレーション検出器:ゆず、玄米 Geゲルマニウム半導体検出器:豚肉
3	食品放射能の測定実習	下処理の続き 測定器の操作 測定
4	食品放射能の測定実習	測定結果の評価 まとめ
5	修了試験	修了試験の実施
6	修了式	修了証書授与
使用教材テキスト資料		食品放射能の測定実習手順書 他 (プリント資料)
自由記入欄		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予想していたよりうまくいった。</li> <li>(農業センターより手伝い人が2人いたのが良かった)</li> <li>・ 測定器の操作よりも、下処理の方が大切であり、受講者も参加できて活き活きしていた。</li> </ul>

## 食品放射線量の測定実習

### 1. 実習の目的

- ・食品中の放射線量（事故由来の放射能 対象核種：Cs134、Cs137）の測定と評価

### 2. 準備

【測定サンプル】 玄米 ゆず

【下準備】

- ・ゴム手袋
- ・サンプル用ビニール袋
- ・まな板（紙製）
- ・試料容器（紙製）
- ・カッターの刃
- ・スプーン（プラスチック製）
- ・タグ



### 3. 測定器

Ge（ゲルマニウム）半導体検出器	名称	NaI（ヨウ化ナトリウム）シンチレーション検出器
AKP（Atom Komplex Prylad）社製	製造	ベルトールドジャパン株式会社製 LB2045
ゲルマニウム半導体検出器	検出器	ヨウ化ナトリウム（タリウム）シンチレータ 2 インチ
100mm	鉛シールド厚	50mm
8192ch	チャンネル数	1024ch
ガンマ（ $\gamma$ ）線	測定線種	ガンマ（ $\gamma$ ）線
0.1Bq/kg	検出限界値	1Bq/kg※10 時間以上の測定が必要 ※30 分程度の測定では 10Bq/kg 程度になります
0.4%（FWHM）	エネルギー分解能	7.5%（FWHM）

#### 4. 測定の手順

##### 玄 米

- ① サンプル容器の重さを測定する。
- ② 玄米をサンプル容器に入れる。
- ③ 試料の重さを測定し、玄米の重さを算出する。
- ④ 測定器に試料をセットして、測定を開始する。
- ⑤ 測定が終了したら、データをプリントし、評価へ

g

g

##### ゆ ず

- ① サンプル容器の重さを測定する
- ② ゆずをまな板の上のせ、カッターで細かく切る。
- ③ ゆずをサンプル容器に入れる。
- ④ 試料の重さを測定し、ゆずの重さを算出する。
- ⑤ 測定器に試料をセットして、測定を開始する。
- ⑥ 測定が終了したら、データをプリントし、評価へ

g

g

#### ※ 下処理での注意事項

汚染がある場合を想定し、以下の事項に注意する。

- ・測定器、PC の操作、棚類に触れるときは手袋を外す。
- ・手袋をしたまま、むやみに体に触れない。
- ・サンプルの取り違えがないこと。
- ・試料は隙間なく容器に詰めること

## 5. 測定器の操作（マニュアル）

### ① Ge（ゲルマニウム）半導体検出器

#### （1）バックグラウンドの確認

- イ 遮へい体内部には何も入っていないことを確認する。
- ロ AkWin 画面のツールバーで Start をクリックし測定を開始し、3600 秒程度で Stop をクリックし、停止する。
- ハ AkWin 画面のツールバーで Background Control をクリックし、メッセージを確認する。
  - ・ O.K. であればそのままサンプル測定へ
  - ・ NG であれば、再度バックグラウンドを確認し、必要な場合はバックグラウンドを再登録する。

#### （2）サンプルの下処理

→行程（手順）シートを参照

#### （3）サンプルの測定

- イ AkWin 画面のツールバーで Properties をクリックし、ウィンドウを開く。
- ロ Processing をクリックし、容器に適した Measurement Line を選択する。
- ハ Sample をクリックし、試料重量、Geometry、Comment を入力する。
- ニ Analyzer をクリックし、測定時間を設定する。
- ホ Properties を閉じる。
- へ AkWin 画面のツールバーで Start ボタンをクリックし、測定を開始する。

#### （4）結果解析

- イ AkWin 画面のツールバーで Activity をクリックし、Protocol ボタンにて濃度結果表を確認する。
- ロ AkWin 画面のツールバーで Printer ボタンをクリックし、結果を出力する。

## ② NaI (ヨウ化ナトリウム) シンチレーション検出器

### (1) バックグラウンドの確認

- イ 遮へい体内部には何も入っていないことを確認する。
- ロ 測定器のメインメニューから Measurement を押す。
- ハ パネルで表示されている核種が「Total」であることを確認する。
- ニ 測定時間を 3600 秒に設定し、Start ボタンを選択し、開始する。
- ホ PC にて J-Gamma メニューの「LB2045 の単独測定」を選択する。
- へ 結果を確認し、NDであることを確認する。

### (2) サンプルの下処理

→行程（手順）シートを参照

### (3) サンプルの測定

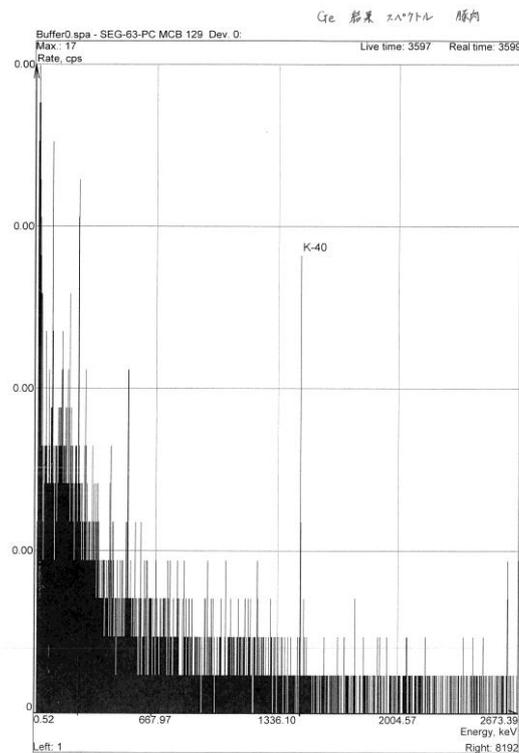
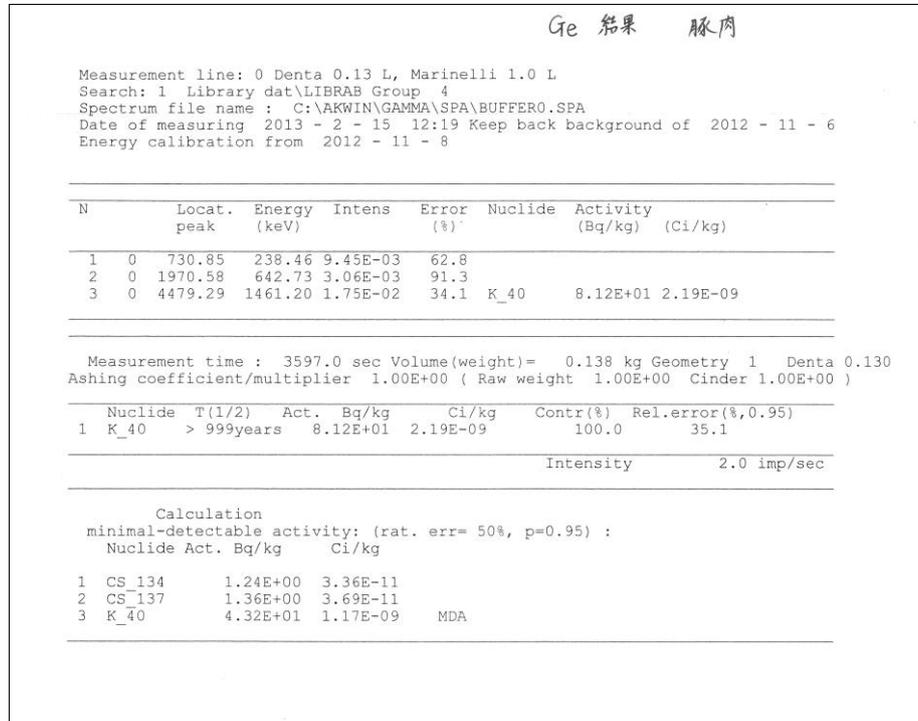
- イ 測定器のメインメニューから Measurement を押す。
- ロ パネルで表示されている核種が「Total」であることを確認する。
- ハ 測定時間を設定し、Start ボタンを選択し、開始する。
- ニ PC にて J-Gamma メニューの「LB2045 の単独測定」を選択する。
- ホ コメント、重量を入力し、セーブを押す。

### (4) 結果解析

- イ プリント出力をクリックし、結果を出力する。

6. 測定結果

① Ge (ゲルマニウム) 半導体検出器



② NaI (ヨウ化ナトリウム) シンチレーション検出器

NaI (TL)

測定結果

国際情報工科大学校

ユーザー名 : ゆず

コメント :

重量 : 0.449 (Kg)

測定日 : 2013/02/15 12:06:18

測定時間 : 1801 (秒)

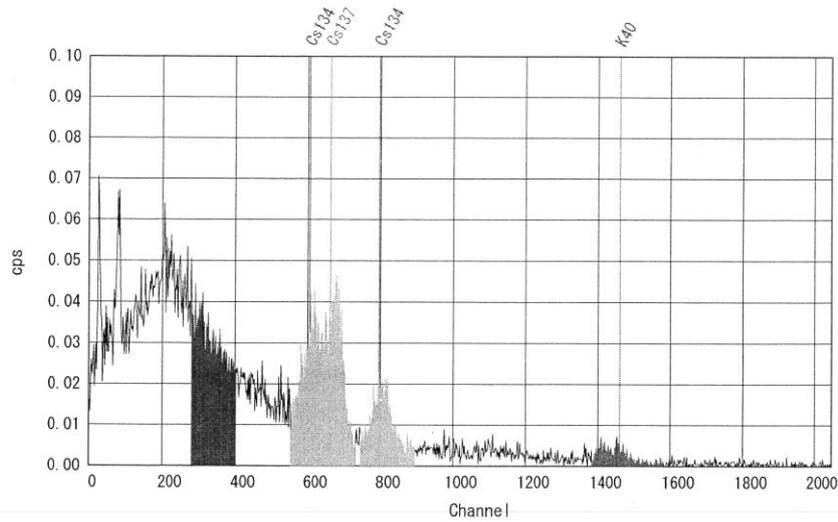
バックグラウンド測定日 : 2013/02/14 18:41:

測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)
Cs134	796.802	0.33	17.86±4.11	39.78±9.14	6.96
Cs137	662	0.82	39.56±7.19	88.11±16.01	5.62
K40	1461	0.03	N. D.	N. D.	86.65

Cs134+Cs137 127.89 Bq/Kg



NaI (TL)

### 測定結果

国際情報工科大学校

ユーザー名 : 玄米

コメント :

重量 : 0.396 (Kg)

測定日 : 2013/02/15 12:09:42

測定時間 : 1800 (秒)

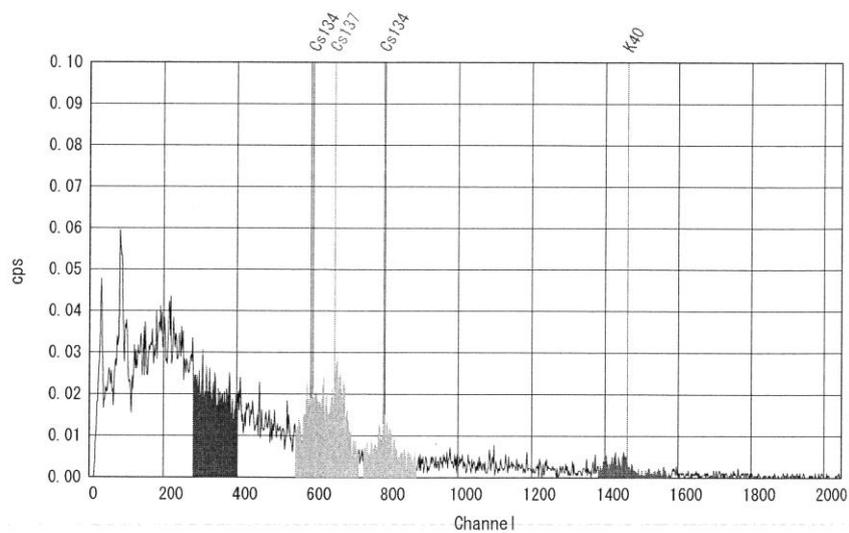
バックグラウンド測定日 : 2013/02/14 18:41:

測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)
Cs134	796.802	0.13	7.16±2.92	18.07±7.37	7.82
Cs137	662	0.46	22.08±5.59	55.77±14.11	6.22
K40	1461	0.01	N. D.	N. D.	98.27

Cs134+Cs137 73.84 Bq/Kg



### Ⅲ 試行授業

#### 【実習のようす】



▲サーベイメータの使い方



▲試料 豚肉は Ge 半導体検出器で測定



▲試料 ゆずは NaI シンチレータ検出器で測定



▲左がマリネリ容器、右が U-8 容器



▲ゆずをマリネリ容器に充てん

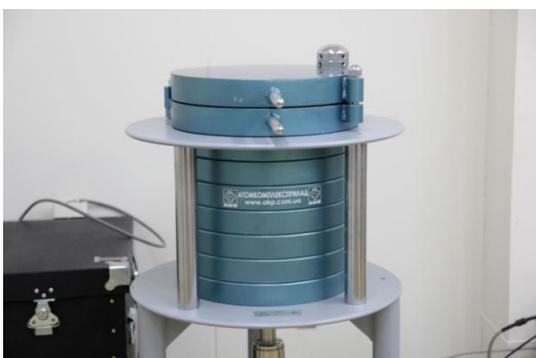


▲玄米はそのままマリネリ容器に入れ NaI で測定

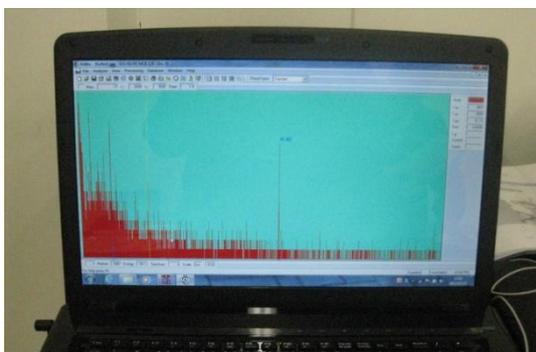
### Ⅲ 試行授業



▲NaI シンチレーション検出器は2台あり、今回はゆずと玄米を測定した



▲Ge ゲルマニウム半導体検出器 10cmの厚い鉛で遮蔽している U-8 容器は小さいので中央に置く



測定中のディスプレイ 結果はND

【講義資料】

サーベイメータ

1. NaI シンチレーションサーベイメータ

- ・測定対象：空間線量率・ $\gamma$ 線（ $\beta$ 線）
- ・測定原理：ヨウ化ナトリウム（NaI）結晶に作用して発生する蛍光を検出
- ・特徴：

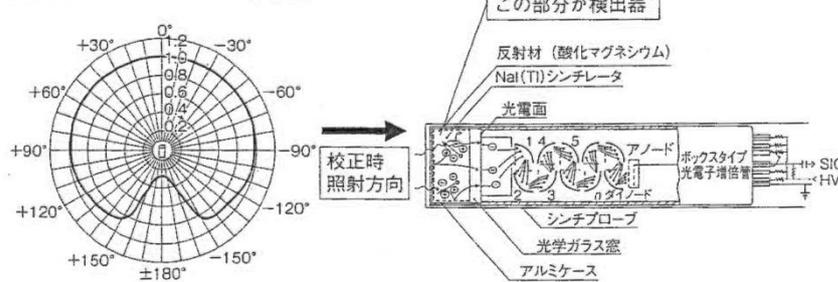
- ① 低レベルの空間線量率（BG $\sim$ 30 $\mu$ Sv/h）を測定可能
- ② 水、衝撃に注意すること

・測定方法：

- ① 起動 電池残量、高圧電源（HV）チェック
- ② バックグラウンドチェック
- ③ 感度チェック（要線源）
- ④ 時定数設定
- ⑤ モニタ音の設定
- ⑥ 測定 時定数の3倍経過後に4回程度繰り返し測定し平均値を求める



方向特性 ( $^{137}\text{Cs}$  にて)  
0°方向からの線源照射時のレスポンスを1とする。



エネルギー補償型 NaI(Tl) シンチレーション  
サーベイメータ (TCS-172B)

高さ 1m、50cm、(校庭、公園) 検出器は体から離して、地面と水平にする



### Ⅲ 試行授業

#### 2. GM サーベイメータ

- ・測定対象：表面汚染・β線（γ線）
- ・測定原理：期待のイオン化による放電パルスを検出
- ・特徴：

- ① 低レベルの放射能面密度が測定可能
- ② 空間線量率は 0.3~300 μSv/h （要β線カットフィルター）
- ③ 水、衝撃に注意すること

・測定方法：

- ① 起動 電池残量、高圧電源（HV）チェック
- ② バックグラウンドチェック
- ③ 感度チェック（要線源）
- ④ 時定数設定
- ⑤ モニタ音の設定
- ⑥ 測定 時定数の3倍経過後に4回程度繰り返し測定し平均値を求める

測定面に近づけて測定する

放射能面密度（Bq/cm<sup>2</sup>）=（測定値—バックグラウンド）／（機器効率・線源効率・有効窓面積）

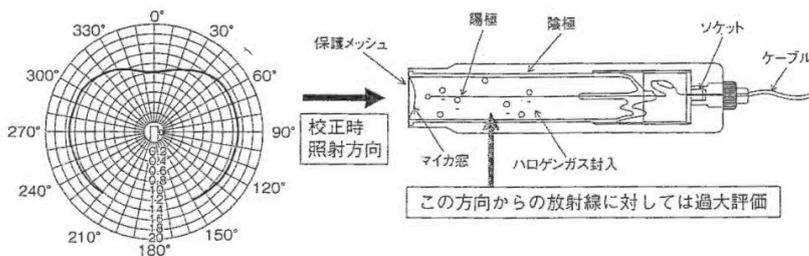
機器効率：機器効率曲線による約50%

線源効率：0.5

有効窓面積：19.6cm<sup>2</sup>

方向特性（線源<sup>137</sup>Cs）

GM管プローブ正面方向を0°とする。



GM サーベイメータ (TGS-131)



### Ⅲ 試行授業

#### 3. 電離箱サーベイメータ

- ・測定対象：空間線量率・ $\gamma$ 線（ $\beta$ 線）
- ・測定原理：気体のイオン化（電離）量を検出
- ・特徴：

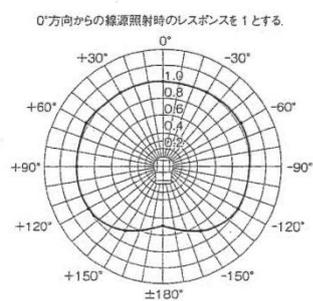
- ① 低レベルの空間線量率（ $1\mu\text{Sv/h}\sim 1\text{Sv/h}$ ）を測定可能
- ② 水、衝撃に注意すること

・測定方法：

- ① 起動 電池残量、高圧電源（HV）チェック
- ② バックグラウンドチェック
- ③ 感度チェック（要線源）
- ④ 時定数設定
- ⑤ モニタ音の設定
- ⑥ 測定 測定値に応じてマニュアルの時間間隔で 3～5 回程度繰り返し測定し平均値を求める

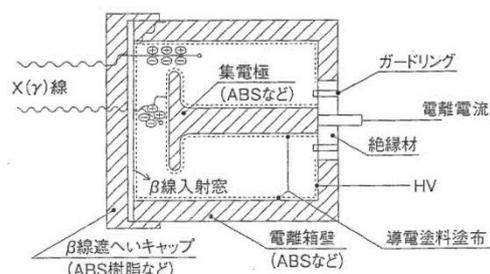
高さ 1m、50cm（校庭、公園）

検出器は体から離して、地面と水平にする



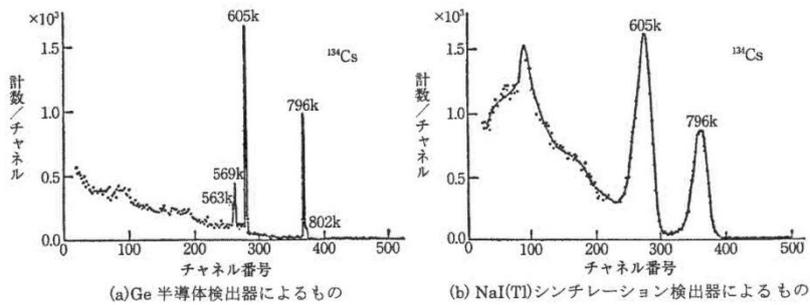
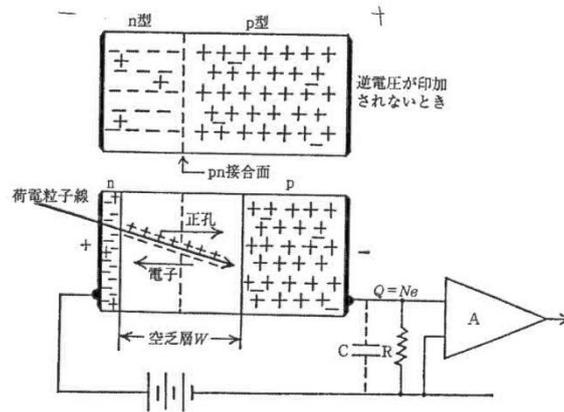
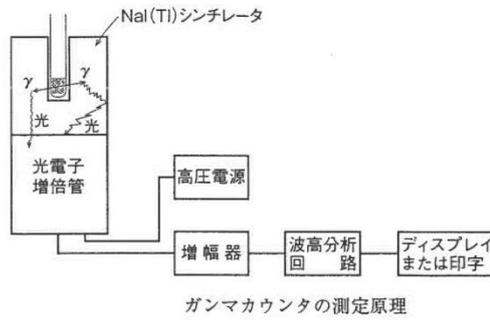
(b) 方向特性（ $^{137}\text{Cs}$ にて）

電離箱式サーベイメータ（ICS-323C）  
エネルギー特性及び方向特性



電離箱の検出器構造





Ge(Li)半導体検出器とNaI(Tl)シンチレーション検出器によるエネルギー分析の比較( $^{134}\text{Cs}$   $\gamma$ 線) (河田燕, 放射線工学, 電気学会)

食安発 0315 第 4 号  
平成 24 年 3 月 15 日

各  $\left[ \begin{array}{l} \text{都道府県知事} \\ \text{保健所設置市長} \\ \text{特別区長} \end{array} \right]$  殿

厚生労働省医薬食品局食品安全部長

食品中の放射性物質の試験法について

食品中の放射性物質に係る取扱いについては、平成 24 年 3 月 15 日付け食安発 0315 第 1 号（以下「施行通知」という。）により通知したところである。

施行通知中、第 4 の 4 において示すこととしていた食品中の放射性物質試験法について、別添のとおり定めることとしたので、関係者への周知方よろしく願います。

## 食品中の放射性セシウム検査法

### 1. 検査対象物質 放射性セシウム (Cs-134 及び Cs-137)

### 2. 分析方法

#### 2. 1 試料の前処理

食品中の放射能測定のための試料前処理方法は、「文科省編放射能測定法シリーズ 24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理方法」(注 1) に準じ、試料は可食部を用いる。

ただし、「食品、添加物等の規格基準」(昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 第 1 食品 A 食品一般の成分規格 5 (2) 検体に規定される食品は当該項目の第 1 欄の各食品について、各々第 2 欄の試料の調製に従うこととし、製造し、又は加工した食品は、原則としてそのままの状態を測定試料とする(飲用に供する茶等、飲用に供する状態で検査する食品は除く。)

試料の洗浄は別紙の食品の放射性物質に関する検査における試料洗浄(土壌除去)標準作業書に準じるものとする。

液体の試料はそのまま、固体の試料は、予めハサミ、カッター、包丁等で細切りした後、全体を均一に混和し、設定された容量を機器校正に用いたものと同じ測定容器に予め重量を測定してから充填する。

飲用に供する茶は、荒茶又は製茶 10g 以上を 30 倍量の重量の熱水(90℃)で 60 秒間浸出し、40 メッシュ相当のふるい等でろ過した浸出液を測定試料とする。

なお、告示で示された、乾燥きのこ類及び乾燥野菜並びに乾燥させた海藻類及び乾燥させた魚介類等を測定する際には、できるだけ飲食に供される状態と同様の状態で行う観点から、粉碎後のサンプルに、日本食品標準成分表等の水戻しによる水分含量の公表データ(重量変化率)を参考として、必要な水分を予め添加し行うことを原則とするが、乾燥状態で検査を行い、2. 3 の取扱いに従って換算を行っても差し支えない。

注 1) 試料搬入時の注意点、試料の前処理法、試料の保存方法等が記載されている。

### 2. 2 測定

#### 2. 2. 1 機器・器具

ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ：検出器の相対効果は 15% 以上とし、検出器周辺を厚さ 10~15mm の鉛遮蔽体等で囲む。

線源：市販の多核種混合放射能標準ガンマ体積線源を用いる。

測定容器

## 2. 2. 2 機器校正法

校正及びスペクトル解析方法は「文部科学省編放射能測定シリーズ No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」に記載の方法、あるいは国際的に認められた方法に従う。

2. 2. 3に示す測定条件を設定できる機器であれば、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ以外の装置を使用することも可能である。

## 2. 2. 3 測定条件の設定

標準線源等を測定し、測定結果  $X$  及び測定結果に伴う計数誤差による標準偏差  $\sigma_x$  の推定値を得る。基準値濃度における  $X/\sigma_x$  が 10 以上となるように、試料容器及び測定時間を設定する。また、測定容器のみのブランクを設定した条件で測定し、検出限界値が基準値の 1/5 の濃度以下であることを確認する。測定結果  $X$ 、 $\sigma_x$ 、及び検出限界値の算出方法は「文部科学省編放射能測定シリーズ No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」に記載の方法、あるいは国際的に認められた方法に従う。

## 2. 2. 4 試料の測定<sup>注2</sup>

予め重量を測定した測定容器に試料を充填した後に重量を測定し、質量の差を試料重量として記録する。測定容器を検出器に載せ、2. 2. 3. で設定した測定時間で測定し、スペクトルを得る。スペクトルを「文部科学省編放射能測定シリーズ No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」に記載の方法、あるいは国際的に認められた方法で解析し、試料中の放射性セシウム濃度  $X$  と測定結果に伴う計数誤差による標準偏差  $\sigma_x$  を得る。

注 2) 固体試料においては水分が分離しないように注意し、測定容器への充填は空隙ができないようにし、特に検出器に近い底面での空隙には注意する。

## 2. 3 検査結果の取扱い

測定結果が ND であった場合には、Cs-134 と Cs-137 の検出限界値の和が基準値の 1/5 の濃度以下であることを確認する。

Cs-134 の測定結果を  $X_{134}$ 、Cs-137 の測定結果を  $X_{137}$  とするとき、放射性セシウム濃度  $X = X_{134} + X_{137}$  が基準値の 75% から 125% の範囲になった場合には、 $X_{134}$  に伴う計数誤差による標準偏差を  $\sigma_{134}$ 、 $X_{137}$  に伴う計数誤差による標準偏差を  $\sigma_{137}$  としたときに  $\frac{X}{\sqrt{\sigma_{134}^2 + \sigma_{137}^2}} \geq 10$  であることを確認する。上記の条件が満足されない場合は、測定時間を延長して測定し上記が満足されるようにする。

検査結果は、有効数字 2 桁で記載する。ND となった場合には検出限界を明記し  $< 20\text{Bq/kg}$  のよ

うに記載する。

なお、告示で示された、乾燥きのこ類及び乾燥野菜並びに乾燥させた海藻類及び乾燥させた魚介類等の通常水戻しをして摂食する食品は、日本食品標準成分表等の水戻しによる水分含量のデータ（重量変化率）を用いて換算を行った結果を分析値とする。

### 3. 検査結果の信頼性管理

- ② 測定日毎にバックグラウンドを測定し、通常の範囲を超えて上昇していないことを確認する。
- ③ 測定日毎に空の測定容器を用いてブランクを測定し、分析系に放射性表面汚染がないことを確認する。
- ④ 定期的に標準線源を用いて校正を行う。
- ⑤ 測定日毎にエネルギーのスケールがずれていないことを確認する。
- ⑥ 試料を測定容器に詰める際には、特に検出器付近に空隙はできないように留意する。
- ⑦ 試料による分析系の放射性表面汚染、あるいは試料間の汚染が起こらないように留意する。特に検出部位の汚染を防ぐため、検出器をポリエチレン袋で覆う、測定容器の外側に試料を付着させない等の措置を講じる。
- ⑧ 測定容器をくりかえし使用する場合は、測定容器の内側にポリエチレン袋を入れて試料を充填するなど、測定容器の汚染を防ぐ措置を講じる。
- ⑨ 試料の取り違えを防止するための措置を講じる。

食品の放射性物質に関する検査における試料洗浄  
(土壌除去) 標準作業書

1. 対象試料：

野菜：非結球性葉菜類、結球性葉菜類、アブラナ科花蕾類、根菜類等

注：各分類の個別品目については、別添の表中「品目」を参照。

2. 使用する器具等：

ディスポーザブル手袋、包丁、はさみ、ボウル又はバット、ざる、ペーパータオル

注：ディスポーザブル手袋、ペーパータオルは1 試料毎に廃棄・交換する。

3. 洗浄方法：

洗浄に供する部位は、別添の表中「洗浄対象部位」とする。また、洗浄方法は、別添の表中「洗浄方法」の手順とし手順内容は以下のとおりとする。洗浄により、土壌を取り除き、目視により食用若しくは調理に供する程度まで洗浄が十分に行われていることを確認する。洗浄後は、手順2 の場合を除き、付着する水をペーパータオルにより軽く拭き取り、その後、別添表中において特段の注記がある場合は同記述に従った後に、対象試料を試験に供する。

注：土壌の付着が多い場合、予め土壌を落とした後に試験室に搬入し、洗浄を実施する。

<別添の洗浄方法の各手順内容>

手順1：水道水の流水下で、20 秒程度洗浄する。

手順2：水道水をしみこませたペーパータオルで表面を軽く拭き取る。

4. 留意点

試料の取扱いについては、相互汚染が発生しないように適切に区分管理を行うこと。また、使用する器具については、1 試料毎に洗浄を行い相互汚染の発生を防止すること。

(別 添)

1.分類	2.品目	3.洗浄対象部位	4.洗浄方法
非結球性葉菜類	こまつな	根及び変質葉を除去したもの	手順1
	しゅんぎく		
	チンゲンサイ		
	水菜		
	サニーレタス		
	その他の非結球性葉菜類		
	ほうれんそう	ひげ根及び変質葉を除去したもの	
結球性葉菜類	キャベツ	外側変質葉及びしんを除去したもの	手順1
	白菜		
	レタス		
根菜類	かぶの根	ひげ根を除去したもの	手順1
	だいこんの根		
	れんこん		
あぶらな科花蕾類	ブロッコリー	葉を除去したもの	手順1
	カリフラワー		
せり科野菜	みつば	根及び変質葉を除去したもの	手順1
	セロリ		
	パセリ		
なす科野菜	ピーマン	全体(注:洗浄操作後、へたを除去した上で試験に供する)	手順1
	トマト		
	ミニトマト	へたを除去したもの	
	なす		
ゆり科野菜	ねぎ	不可食外皮及びひげ根を除去したもの	手順1
	ワケギ		
	エシャロット	外皮及びひげ根を除去したもの	
	ニラ	根を除去したもの	
	アスパラガス	茎	
うり科野菜	キュウリ	へたを除去したもの	手順1
	ズッキーニ		
	小玉スイカ		
しそ科野菜	大葉	全体	手順1
きのこ類	しいたけ	石突を除去したもの	手順1

\* その他の非結球性葉菜類: アブラナ、チヂレナ、コウサイタイ、クキタチナ、カブレナ、信夫冬菜、サントウナ、ベカナ、非結球ハクサイ、パクチヨイ、タアサイ、タカナ、カツオナ、カラシナ、タイサイ、サラダナ、非結球レタス(ロメインレタス等)、フダンソウ、ナバナ(カキナ)、サイシン、オータムポエム、カイラン、ツボミナ、ミズカケナ、ケール、シロナ、仙台雪菜、千室菜、ノザワナ、ペンリナ、山形ミドリナ、ワサビナ、サンチュ、プチベール、ウルイ、畑ワサビ、花ワサビ、クレソン、ルッコラ、ナズナ、アイスプラント、葉ダイコン、フキノトウ等

### Ⅲ 試行授業

#### ■ モニタリング調査の分析手順



① 試料を調製する前にサーベイメーターによる放射能レベルの確認。

(500cpm 以上は高濃度汚染として別扱い)



② 汚染を防止するため、使い捨て手袋を着用する。



③ 試料リストに基づき、試料の番号、市町村、作物名を確認し、作業に入る。



④ 試料は、U-8 容器に入れたとき、隙間をつくらぬよう、できる限り細かく刻む。

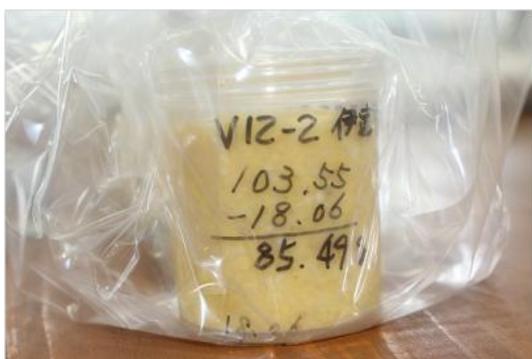
### Ⅲ 試行授業



⑤ U-8 容器はキムワイプなどを使用し、直接手で触れないように注意する。



⑥ 電子天秤で試料の重量を測定する。



⑦ 汚染防止のため、U-8 容器をビニール袋で包む。



⑧ Ge 検出器で試料を測定

## 学校等における放射線測定の手引き

平成 23 年 8 月 26 日  
文 部 科 学 省  
日本原子力研究開発機構

### 【はじめに】

福島県やその近隣県において、東京電力福島第一原子力発電所事故以来、環境中の放射線に対する不安が高まっており、自治体や学校、住民が独自に測定する動きが多くみられ、測定計器の取扱い方法や測定方法等に関する適切な情報が求められています。

このため、学校等における

- 環境中の放射線の平均的な状況を把握するための測定法（第Ⅰ章）
- 除染等のために比較的高いポイントを発見するための測定法（第Ⅱ章）
- 各種測定機器の用途とメンテナンス（第Ⅲ章）

等に関する手引き書を作成しましたので、測定の際にご活用ください。

なお、すでにこのような測定活動が活発化しており、できるだけ早く本情報を公表する必要があるため、今回は測定に必要な最小限の情報のみ記載することとし、巻末に「緊急被ばく医療研修」のテキストより抜粋したサーベイメータの取扱方法を添付しました。

あくまでもこれは一般的な測定方法の1つですので、既に各自治体等において、専門家の方々のご意見を踏まえ、異なる方法により測定されていてもそれは誤りではありません。

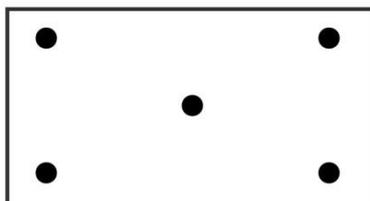
### 第Ⅰ章 環境中の放射線の平均的な状況を把握するための測定法

運動や外遊び等で校庭・園庭内などを移動しつつ、一定時間滞在することを想定した際に、当該活動でどの程度の放射線を受けるかを知りたい場合などに活用できる測定法です。

ここでは、文部科学省が学校等の校庭・園庭における平均的な空間線量率を把握するために、行っている測定方法を紹介します。

#### 1. 平均空間線量率の測定法

- 1) 校正済みの『NaIシンチレーション式サーベイメータ』（NaI線量率計）を用いてガンマ線の空間線量率を計測します。
- 2) 校庭・園庭についてはサイコロの5の目の形状（図）で5点を測定します。



\* ただし、砂場遊び等、特定の1か所に長くとどまって過ごす場合は当該ポイントの中心を測定します。

## 2. 空間線量率の計測時の注意点

- 1) 校庭・園庭の計測時にはくぼみ、建造物の近く、樹木の下や近く、建造物からの雨だれの跡・側溝・水たまり、草地・花壇の上、石塀近くの地点での測定は避けます。  
\* ここでは、平均的な空間線量の測定が目的であるため。
- 2) 地上高1mまたは地上高50cmの高さを計測します。  
\* 幼児・低学年児童等の生活空間を配慮し、小学校以下及び特別支援学校では50cm、中学校以上では1mの高さを採用。
- 3) プローブ(検出部)は地表面に平行にし、体からなるべく離します。
- 4) 本体およびプローブ(検出部)をビニール等で覆い、測定対象からの汚染を避けます。
- 5) 時定数(正しい応答が得られるまでの時間の目安)は10秒とし、測定開始から30秒待つて計測値(あるいは、測定値)( $\mu\text{Sv/h}$ )を読み取ります(1点での計測回数は1回)。
- 6) 記録紙に記入します。

なお、文部科学省においては、学校等における空間線量率の測定結果は、屋外においては各ポイントでの測定数値の1mまたは50cm高のそれぞれの平均値を集計し、公表しています。

(参考：屋内においては任意の3教室の窓際、教室中央における1mまたは50cm高のそれぞれの平均値です。)

## 3. 外部被ばくによる線量算定の方法 → 測定された値に滞在時間を乗じて評価

例えば、 $1\mu\text{Sv/h}$ の校庭で2時間活動、 $0.2\mu\text{Sv/h}$ の教室に4.5時間滞在するというパターンを年間200日の通学期間中毎日続けた場合、

$(1\mu\text{Sv/h} \times 2\text{h/日} + 0.2\mu\text{Sv/h} \times 4.5\text{h/日}) \times 200\text{日} = 580\mu\text{Sv} = 0.58\text{mSv}$  となります(自然放射線を含みます)。

## 第Ⅱ章 除染等のために比較的高いポイントを発見するための測定法

校庭・園庭等において、放射線量率が高いところを見だし、当該場所に近づくことを避けたり、除染を計画したりするための測定方法です。

### 1. 校内において高い線量率が予測されるポイント

#### A. 雨水が集まるところ及びその出口

建物の雨樋(軒樋、集水器、呼び樋、竖樋)、竖樋から直接排水されている犬走り、側溝、集水マス、屋上・プール等屋外の排水口、雨だれが落ちている場所などが該当します。放射性物質(セシウム)は土や落ち葉に付着しやすいため、これらがたまりやすい軒樋、集水器、屋外の排水口、側溝、集水マスなどは、重点的に測定します。

**B. 植物及びその根元**

樹木の葉・幹・根、根元付近の土、花壇・植栽、芝・草地、コケ、落ち葉だまり、屋外に置いてある堆肥などが該当します。特に、高木の広葉樹の根元やコケが生えているところで、高い線量率が確認されることが多いです。幹の周囲が均一に汚染されているわけではないため、1周全面を測定します。

**C. 雨水・泥・土がたまりやすいところ**

水たまりができてやすい低くなった地面、縁石や塀際の土だまり、コンクリートと表土の境、コンクリートやレンガ(地表面)の割れ目・継ぎ目、カビや土などがついて黒ずんだ構造物などが該当します。これらの場所は、周囲から雨水が流れ込みやすく、また、泥や土がたまり、周囲より放射性物質が付着しやすいため、線量率が高くなる可能性があります。

**D. 微粒子が付着しやすい構造物**

錆びた鉄構造物、トタン屋根などです。

**2. 箇所別の放射能測定方法**

(1) 測定装置

GMサーベイメータ(GM汚染検査計)及びNaIシンチレーションサーベイメータ(NaI線量率計)を用います。

放射性物質が比較的多く付着している汚染場所を絞り込むためには、感度が高いGM汚染検査計を用いますが、用意できない場合はNaI線量率計でも代用することは可能です。また、放射性物質が比較的多く付着している場所付近の線量率測定は、①表面から1cmの高さにおける線量率(1cm表面線量率)、②50cm高さ、③1m高さの空間線量率としてNaI線量率計を用います。

なお、GM汚染検査計は、固有の機器特性を持っているため、正確な空間線量率測定には適さないことがありますのでご注意ください。

(2) 測定方法

測定方法として、1)汚染箇所の特定、2)特定箇所の線量率測定、3)特定箇所周辺の空間線量率の測定、に分け、その方法を以下に示します。

1) GM汚染検査計を用いた汚染箇所の特定

- ① GM汚染検査計の時定数を3秒とし、3cm/秒程度の速度で測定器のプローブを移動させ、針が大きく振れる場所を探します。
- ② 針が大きく振れる場所付近では、時定数を10秒とし、1cm/秒程度のゆっくりとした速度でプローブを移動させ、放射性物質が多く付着している場所を特定し、安定した時の値を記録します(特定した場所は、石灰等でマークしておきます)。
- ③ ピーク値を示す場所は1ヶ所とは限らないので、周囲にもピーク値を示す場所がないか、慎重に探します。

\* 測定の際に、プローブが測定対象に触れてしまった場合は、紙ワイブ(無い場合はティッシュペーパーでも可)やウェス(普通の布きれでも可)等で拭き取ります。

\* 検出器先端は破損しやすいため、取り扱い際は注意してください。

2) 特定箇所の線量率測定

NaI線量率計を用いて、マークした場所の表面から1cm、50cm高及び1m高における線量率を測定します。

- ① NaI線量率計の時定数を10秒とし、測定プローブを測定対象から1cmの位置で、測定対象に対し垂直に固定し、30秒待って安定した時の値を記録する。

\* 測定の際に、プローブが測定対象に触れてしまった場合は、紙ワイプ(無い場合はティッシュペーパーでも可)やウェス(普通の布きれでも可)等で拭き取ります。

- ② 同様に50cm高及び1m高における線量率を測定します。

3) 特定箇所周辺の空間線量率の測定

比較的線量の高いポイントの周辺に、人が通るルートがある場合は、それに沿った空間線量率を測定します(50cm高及び1m高)。

- ① NaI線量率計の時定数を3秒とし、測定プローブを地表から50cm高の位置で横向きにして、ゆっくりとした速度でルート沿いを歩き、針が大きく振れる場所を探します。
- ② 針が大きく振れる場所付近では、時定数を10秒とし、さらにゆっくりとした速度で歩いて、最も高い値を記録します。
- ③ その場所を石灰等でマークするとともに、50cm高及び1mの高さの空間線量率を測定し、記録します。
- ④ プローブを横向きにして測定する場合は、プローブに示されている実効中心線を測定位置に合わせます。
- ⑤ マーキング地点を写真や絵で記録しておき、除染後に効果を確認する際に、測定場所が正確に再現できるようにしておきます。

(3) 留意点

A. 雨水が集まる場所及びその出口

構造物や、土、落ち葉の堆積している場所は、高い線量率を示す場所を目視で特定しやすいですが、水が集中する集水器や樋出口付近では、土等の堆積が少ない場所でも高い線量率を示すことがあるため、注意が必要です。

また、軒先近くに樹木がある場合、それらに付着した放射性物質の影響を受け、正確な測定ができなくなる可能性があります。そのような時は、測定器のプローブ側面を薄い鉛板で巻き、測定端面における周囲からの放射線の影響を排除して測定します。

B. 植物及びその根元

根元の土の部分は総じて高い線量率を示しますが、根元を除染した後に再び木の上部から放射性物質が流下・付着することのないよう、幹や葉への付着状況も可能な限り把握しておくことが望ましいです。特に高木の周囲では、ピーク値を示す場所が複数箇所存在することが多いため、周囲にもピーク値を示す場所がないか、慎重に探します。

また、植栽が密集している場所では、周囲の植栽に付着した放射性物質の影響を受ける可能性があるため、測定器のプローブ側面を薄い鉛板で巻き、周囲からの放射線の影響を排除して測定します。

**C. 雨水・泥・土がたまりやすいところ**

コンクリート等の割れ目・継ぎ目、土だまり等は目視で特定しやすいですが、雨水や泥がたまりやすい場所は特定しにくいです。そのため、雨が降った後に水たまりが残りやすい場所をあらかじめ調査しておく、場所を絞り込みやすいです。

**D. 微粒子が付着しやすい構造物**

周囲に植栽がある場所では、植栽に付着した放射性物質の影響を受ける可能性があるため、測定器のプロブ側面を薄い鉛板で巻き、周囲からの放射線の影響を排除して測定します。

**3. 学校内における除染の要否判断の目安について**

学校内においては、これまでの除染等の経験から、雨樋下や側溝、排水溝入口など、放射性物質が一定範囲に集中しやすい場所は、汚染場所は狭いが極めて高い線量を示す傾向がある一方、雑草が茂っている場所や屋上のコンクリート床など、一定の面積範囲が全体的に高い線量を示す場合も見られます。

そのため、除染すべき場所としては、上記のとおり、児童生徒等が日常的に活動する可能性の高いところで、局部的に線量率が高い場所と、一定の面積範囲にわたって線量率が高い場所が考えられます。局部的に線量の高い場所は比較的限定されるので、可能な限り除染することとし、一定の面積範囲にわたって線量率が高い場所はその範囲を除染の上、50cm(中学校以上では1m)における空間線量率の低減を確認します。

実際に除染を行う必要があるかどうかの判断に当たっては、「福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について(通知)」(平成23年8月26日付け23文科ス第452号)において、校庭・園庭については毎時 $1\ \mu\text{Sv}$ 未満を目安とすることとされていることを鑑み、50cmの高さ(中学校以上においては1m)において、 $1\ \mu\text{Sv/h}$ 以上の場所が目安になると考えられます。なお、砂場や、子どもがもたれかかる建物の壁や遊具等、子どもが長時間至近距離で接する可能性のある場所については、当該場所における子どもの体の中心を考慮した位置での測定値も除染判断の参考になるでしょう。

児童生徒等は自宅や自宅周辺の遊び場等、学校外でより多くの時間を過ごすと考えられますが、これらの場所は多種多様で、網羅的な除染は容易ではないと考えられますので、少なくとも学校内においては、比較的線量率が高い場所をできるだけ減らしていくことが、児童生徒等の受ける線量を確実に低減することができるという考え方に立ち、現時点における学校内での除染の目安としてこの数値をお示ししています。ただし、これもあくまで対策の目安であり、安全確保のための必要条件ではないので、実際には汚染箇所の形状、広さ、人が近づく頻度、汚染除去にかかるコスト等を勘案する等、総合的に汚染除去の要否を検討することが適当です。また、迅速な汚染除去が困難な場合は、当面の対策として、囲いや柵を設けて立ち入りを制限する等の措置をとることは、被ばくを抑制する観点から有効であると考えられます。

### 第三章 各種測定機器の用途とメンテナンス

主要なサーベイメータの用途と取扱方法、諸注意、メンテナンスについての説明です。

原子力災害対応において、環境中のガンマ線\*<sup>1)</sup>による空間線量率を測定する場合は、比較的低い空間線量率を精度良く測定できるNaIシンチレーションサーベイメータ(NaI線量率計)を使用します。

放射性物質による汚染(身体汚染、物品等の表面汚染)を検査する場合は、放射性物質から放出されるベータ線\*<sup>2)</sup>を主に計測する表面汚染検査用GMサーベイメータ(GM汚染検査計)を使用します。

\* 1) ガンマ線とは、光や電波と同じ電磁波の一種で透過性の放射線です。

\* 2) ベータ線とは、放射性物質の原子核から放出される粒子(電子と同じ質量)です。

#### 1. 空間線量率測定用の主なサーベイメータ

NaIシンチレーションサーベイメータ(NaI線量率計)

【測定用途】 主として、ガンマ線による低線量率(～30μSv/h)での空間線量率の測定

【測定範囲】 ～0.1μSv/h～30μSv/h

【取扱方法】 → 参考資料参照

#### 2. 汚染検査用の主なサーベイメータ

GMサーベイメータ(GM汚染検査計)

【測定用途】 主として、ベータ線及びガンマ線を放出する放射性物質による汚染の測定

【取扱方法】 → 参考資料参照

#### 3. サーベイメータのメンテナンス等について

##### (1) 保守上の留意点

各種サーベイメータは、測定環境により検出器の感度変化や電気回路の部品劣化により、指示値が正しい値からずれを生じることがあります。そのため、定期的(年1回以上)に校正(指示値のずれを修正)し、精度を確保することが望ましいです。

また、日常点検として、電池残量、ケーブル・コネクタの破損、スイッチの動作等の点検、及びバックグラウンド計数値の測定(バックグラウンドが大きく変化しない同一の場所で測定を行い、過去の値と比較して大きな変化が無いことを確認)を実施し、異常・故障の判断の目安にします。

(測定器の校正を行っている団体は(財)放射線計測協会等があります。)

##### (2) サーベイメータの測定値の取扱い

空間線量率用サーベイメータは、原則として校正定数が記されたシールが貼付され、サーベイメータの指示値にその校正定数を乗ずることによって正しい線量率を求めることができます。

## 空間線量の測定

(「はじめての放射線測定」日本アイソトープ協会より引用)

線量測定には、個人の被ばくに着目した線量の測定と場所に着目した線量の測定の二つがあるが、ここでは後者について説明する。屋外や部屋の中など、ある場所での放射線量を空間線量という。地上では、太陽や銀河を起源とする宇宙放射線や地中、建物にある放射性物質から放出される放射線が空間中を飛び交っている。ある場所に着目して、そこへ飛んできた放射線が人体に与える影響の度合いを知るために、その点の空間線量を測定する。測定対象は主にガンマ線や X 線であり、空間線量として周辺線量当量と呼ばれる量が使われている。単位は [Sv]シーベルトである。空間線量を測定する機器は、この周辺線量当量を測定できるように作られている。

据付型・可搬型には、ある特定の場所の空間線量を継続的にモニターするモニタリングポストがある。シンチレーション線量計や電離箱線量計などが使用されていて、通常的环境レベルから事故時の高線量まで測定できるように設計されている。エリア放射線モニタは原子力発電所や放射線施設内の壁等に取り付けられて、作業者の安全確認に利用されている。

携帯型は、手に持って様々な場所の空間線量を測定するように作られており、これらはサーベイメータと呼ばれている。一般に用いられているのは以下のものである。

NAI(TI)シンチレーションサーベイメータ

電離箱サーベイメータ

GM サーベイメータ

半導体サーベイメータ

なお、原子力発電所や加速器など中性子が発生する施設では中性子サーベイメータや中性子エリアモニタも使われている。

### (1) 測定器の特性

#### ① エネルギー特性

サーベイメータの構造の違いにより、同じ周辺線量当量 [Sv]シーベルトでも放射線のエネルギーの違いにより示す値が異なる。これをエネルギー特性という。図にそれぞれのサーベイメータでのエネルギー特性を示す。電離箱サーベイメータやエネルギー補償型の NaI(TI)シンチレーションサーベイメータのように、放射線のエネルギーが異なっても応答変化が少ないものの方が、より正確な線量を示すことができる。GM サーベイメータや、エネルギー補償がされていない NaI(TI)シンチレーションサーベイメータを使用する際には注意が必要である。

図様々なサーベイメータのエネルギー特性

### Ⅲ 試行授業

Cs-137 線源の測定値を 1.0 として、様々なエネルギーの X 線、ガンマ線を測定した時、実際の線量（周辺線量当量）と指示値の違いを比率で表す。1.0 より大きい場合は実際の線量より大きく表示し、逆に 1.0 より小さい場合は実際に線量よりも小さく表示していることを意味する。

#### ③ 感度

一般的に感度の良い（低い線量でも測定できる）サーベイメータは NaI(Tl)シンチレーション式である。0.1  $\mu$  Sv/h 前後の線量を正確に測定することができる。次に GM 式、Si 半導体式、電離箱式となっている。図)。GM サーベイメータは、その構造や回路が比較的簡単なことから、様々なものが市販されている。寸法上の制約から 0.1  $\mu$  Sv/h 以下のバックグラウンドを精度良く測定することはできないが、検出器部分を小さくすることにより、数 100mSv/h まで測定することができる。Si サーベイメータも、GM 式と同程度の感度を持っている。また最近ではセンサを複数個用いて感度を向上させた製品もある。電離箱サーベイメータは、線量率が高い場所の測定に適しており、数 Sv/h といった高線量域でも使用が可能である

#### ③ 方向特性

サーベイメータの構造によるが、同じ線量の放射線でも入ってくる方向によって指示値が異なる場合がある。特に空間線量の場合、あらゆる方向から放射線が飛んでくることが多いので、種類の異なるサーベイメータで同じ場所を測定しても値が異なることが考えられる。この場合、大きい値が正しいとは限らないので注意が必要である。特に GM サーベイメータは細長い円筒形のものが多く、図) に示したように、側方入射（90 度方向）に比べて前方入射（0 度方向）は感度が 40~50%ほど低いので、校正されたときと同じ方向に、測定器を向けて測定することが必要である。

### (2) 測定の際の注意点

#### ① 測定器を選ぶ

約 0.1  $\mu$  Sv/h 以下の低い空間線量率を測定する場合。感度の良いシンチレーションサーベイメータを使用する。ただしエネルギー補償機能のないシンチレーションサーベイメータでは、精度の良い結果を得ることができないことがある。また一部のサーベイメータでは放射線が入ってくる方向によって値が異なるものがあるので、機種を選ぶ際には注意が必要である。

#### ② 正しく使用する

GM サーベイメータなどは、放射性物質による表面汚染と空間線量の両方が測定できるもの

### Ⅲ 試行授業

がある。(単位として、[cpm][ $\mu$ Sv/h]の切り替えがあるものなど)。GM サーベイメータでは、ガンマ線に比べてベータ線に対する感度が高いため、通常、ガンマ線空間線量を測定する場合はベータ線が入らないように付属のキャップ等を装着する必要がある。正しい値を得るために、取扱説明書をよく読んだり、専門家から正しい使い方を聞いて測定を行うこと。

#### ③レンジ、時定数の設定

サーベイメータには、測定レンジや時定数などを設定するダイヤル類がある、低い線量を測定する場合は、メータが振り切れない程度に低いレンジで測定することを勧める。また時定数が長いほど低い線量でも安定して測定を行うことができるが、正しい値を示し始めるまでに時間がかかる。図)に時定数の違いによる真の計数率に対する指示割合の変化を示す。このように、時定数によって待つ時間を変えることが必要であり、通常は測定したい場所にサーベイメータを置いてから、時定数の3倍以上待つから数字の読み取りを開始する。

#### ④測定する位置(高さなど)

地表付近に放射性物質が広がっている場合、放射線量は地表に近いほど高くなる傾向がある。決まった高さで測定しないと、他の空間線量の値と比較することができない。1m や 50cm など、あらかじめ測定する高さを決めておく必要がある。

#### ⑤繰り返し測定し平均値をとる

空間線量を測定する場合、特に線量率が低い場合は測定値がばらつく。そのため繰り返し測定を行い、その平均値を得る必要がある。時定数が設定できる機器については、時定数の3倍の時間間隔で値を読み取る。時定数の切り替えができない機種では測定精度が一定になるように自動制御されているものがあり、線量率が高いところでは時定数が短く、低いところでは長くなるものがあるので注意が必要である。このような機器の場合は、10秒や30秒ごとに決まった時間間隔で値を読み取る。繰り返し測定の回数は、少なくとも5回、できれば10回程度測定し、平均値を求める。

⑥校正定数サーベイメータなどは、定期的に校正する必要がある。校正されたサーベイメータには校正証明書が添付されており、本体に校正値が表示されている。指示値に校正定数をかけることによって、正確な線量を得られる。

空間線量 = 指示値 × 校正定数

#### ■ 放射線測定器の性能

福島第一原子力発電所の事故以降、非常に様々な放射線測定器が市販されている。使われている測定器の種類も様々だが、安価なものはほとんどが GM 管を使用したものだ。全く同じ条件で測定しても、使用する測定器によって値がばらついて、どれが正しいのか問題になるが、これはその測定器がどれ位の精度を持っているかにかかっている。一般的に安価なものは測定器は小さくて感度が低いので、低い空間線量を測る時は長時間測定しないと、測定値は上がったたり下がったり大きく変動して正確な値がわからない。また、空間線量率として [  $\mu\text{Sv/h}$  ] の値を示していても GM 式や NaI(Tl)シンチレーション式のうちエネルギー補償が付いていないものは大きく感度が変わる。一般の測定器は Cs-137 の 662keV のガンマ線で校正して、検出したカウント数 [ cpm ] を線量 [  $\mu\text{Sv/h}$  ] に換算しているが、ガンマ線のエネルギーが変わると、エネルギー特性の悪い測定器は過大評価や過小評価を与えるので注意が必要である。たとえ、測定対象の放射性核種が Cs-137 だとしても、環境中ではそのガンマ線が地面や建物に衝突し錯乱されてエネルギーが低くなったものが含まれるので、一般に GM 式やエネルギー補償のないシンチレーション式のサーベイメータは過大評価になる。

また、測定器の管理と校正も重要で、それらが正しく行われていない測定器は、測定器の精度は分からないといっている。

#### (3) モニタリングポスト (連続環境ガンマ線測定器)

モニタリングポストとは据え付けた場所の空間線量を 24 時間連続的に測定する装置のことをいう。原子力発電所などの施設周辺に設置して、施設の異常により放射性物質が拡散していないかどうかチェックするために用いられる据置型のものや、発電所事故などの緊急時において、施設外に放出された放射性物質による影響の評価のために設置される可搬型のモニタリングポストがある。モニタリングポストは、平常時の環境放射線レベル (  $0.05 \mu\text{Sv/h}$  ) から、事故時における線量 (  $100 \mu\text{Sv/h}$  以上 ) まで幅広い線量率を測定する必要がある。そのため、低線量率の検出器としてエネルギー補償型の NaI(Tl)シンチレータを、また高線量率用として加圧したガスを封入した大容量の電離箱の 2 種類の検出器を 1 セットとして用いている。写真) 現在では、低線量率の測定用として半導体検出器が用いられているものもある。写真) この装置は、半導体検出器を 8 個使用し平常時の環境放射線レベル (  $0.05 \mu\text{Sv/h}$  ) の線量率を測定することができる。またこのタイプは、太陽電池と蓄電池を電源に用いており、外部からの電源供給が不要で、事故による停電時にも使用できるようになっているものもある。

モニタリングポストには [  $\mu\text{Sv/h}$  ] を示すものと [  $\mu\text{Gy/h}$  ] を示すものがある。モニタリングポストの国内規格である JIS Z 4325 「環境  $\gamma$  線連続モニタ」では、表示部の単位は [  $\mu\text{Sv/h}$  ,  $\mu\text{Gy/h}$  ] といった空気吸収線量または空気カーマとなっている。これは空間線量を

### Ⅲ 試行授業

表す単位の一つだが、サーベイメータが示す[  $\mu\text{Sv/h}$  ]には単純に単位を読みかえることはできない。[  $\mu\text{Sv/h}$  ] から[  $\mu\text{Gy/h}$  ] への換算は、その場のガンマ線のエネルギーによって値が変わってくる。例えば Cs-137 線源から放出されるガンマ線 ( 662 keV ) に対しては約 1.2 を、またそれよりエネルギーが低い 100keV のガンマ線の場合は、約 1.7 を[  $\mu\text{Gy/h}$  ] の値にかけることによって[  $\mu\text{Sv/h}$  ] を求めることができる。そのため、入ってくる放射線のエネルギーがどのようなものなのか分からないと正確な換算を行うことができない。ヒトの被ばく量 [ Sv ] に直接換算することはできないが、線量 [ Sv ] の変化を見るには適している。

またモニタリングポストは、事故時の放射性プルームなどによる空間線量を測定することが重要であることから、側面から上方向に対して感度があるように設計されている。写真) を見てもわかるように、検出部分は装置の上に、測定回路や記録装置類は検出器の下の建物に設置されている。放射性物質が拡散し地面などに降り積もった後では、放射線は主に地面からやってくることになるため、モニタリングポストでは正確に空間線量を測定することが難しい場合がある。

## 表面汚染の測定方法

(「はじめての放射線測定」日本アイソトープ協会より引用)

### 1. 対象とする放射線

- a) ベータ線ガンマ線：放射性同位元素を使用する研究施設や原子力発電所
- b) ベータ線（ガンマ線は通過）：GM サーベイメータ
- c) アルファ線：研究施設や再処理工場

表面汚染の測定の対象となる放射線は、場所や施設によって異なる。ベータ線やガンマ線を出す放射性同位元素を使用する研究施設や原子力発電所では、ベータ線やガンマ線を測定する。ただ、表面汚染の測定に使用する GM サーベイメータではガンマ線の大半は検知されずに測定器を通過してしまうのに対し、ベータ線は測定器に到達すればほぼ全て検知できるので、主にベータ線を測定対象としている。アルファ線を出す放射性物質を使用する研究施設や再処理工場では、アルファ線も測定している。

### 2. 利用する測定器

表面汚染の測定には測りたいものに測定器をかざして汚染を直接測定する直接測定法と、測りたいものの表面を線用のろ紙などで拭き取り、そのろ紙を測定する間接測定法がある。間接測定法はスミヤ法とも呼ばれている。測定物の形状が複雑な場合、直接測定法では測定できない場所が生じる。そのような場所ではろ紙で拭き取るなどして、間接測定法により汚染を評価する。

(1) 直接測定法：測りたいものに測定器をかざす

- a) GM サーベイメータ
- b) プラスチックシンチレーションサーベイメータ
- c) Si 半導体サーベイメータ

直接測定法の場合は、検出部が大きいサーベイメータを使う。

(2) 間接測定法：測定したいものの表面をろ紙などで拭き取りそのろ紙を測定---GM サーベイメータ

間接測定法の場合は、ろ紙の放射能を自動的に測定する装置が市販され広く用いられている。GM サーベイメータでの測定も可能である。

### 3. 測定の方法

GM サーベイメータによる直接法を例にとり説明する。

(1) 汚染の有無だけを知りたい場合

測定面を対象物になるべく近づけ、ゆっくりとなぞるように測定器を平行に動かして、指

### Ⅲ 試行授業

示値の変化を読み取る。

<注意>

①指示値は不安定なので指示計の動きを見てその平均を読み取る

②バックグラウンドの値をあらかじめ記録しておく

・測定器を対象物にかざして動かしていると、ときどき指示計が大きく振れる時は、その場所で測定器を動かさずに、指示値がさらに大きくなるかを見ること

<評価>

・バックグラウンドのゆらぎを超えて大きな指示値を示したら、その場所が汚染しているかもしれない

・特定の場所に近づけると指示値が大きくなり、離すと小さくなる場合も汚染の疑いがある

・指示値が大きくなっても、その場所で測定器を動かさずに待つうちに指示値がさがらうであるならば、汚染ではない

・指示計の指針は揺れるが平均値はバックグラウンドと変わらない場合も汚染ではない

#### (2) 汚染の程度を知りたい場合

a)測定器：機器効率を校正した測定器を用いる

b)測定方法：

- ・(1)と同じ要領だが、校正時と同じ配置で測定する
- ・機器効率は測定対象からの距離に大きく依存するので同じ配置であることが重要
- ・検出器を移動させず、時定数は長くして、時定数の3倍以上待つ
- ・測定器が十分応答してから指示値の平均値を読み取る

c)線源効率を知っておくこと---対象物の表面汚染について、測定器を置いた側の表面から飛び出してくる放射線の放射率を放射能で割った値のこと

<JIS Z 4504>によると、表面汚染の線源効率が明らかでない場合、

- ・最大エネルギー400keV以上のベータ線に対しては0.5
  - ・アルファ線及び最大エネルギーが150keVから400keVのベータ線に対しては0.25
- の線源効率の値が推奨されている。

表面汚染は次の式に従い、読み取った指示値からバックグラウンド計数率を引いて求めた正味の計数率を、測定器の機器効率、測定器の有効窓面積、対象物の線源効率で割ることによって求めることができる。

$$A_s = \frac{n - n_B}{\epsilon_i \times W \times \epsilon_S}$$

ただし、

### Ⅲ 試行授業

$A_S$  : 放射能面密度 [ Bq / cm<sup>2</sup> ]

$n$  : 総計数率 [ s<sup>-1</sup> ] ( [ cpm ] または [ min<sup>-1</sup> ] を単位として計数した場合は、60 で割って毎秒あたりの計数にする)

$n_B$  : バックグラウンド計数率 [ s<sup>-1</sup> ] ( [ cpm ] または [ min<sup>-1</sup> ] を単位として計数した場合は、60 で割って毎秒あたりの計数にする)

$\epsilon_i$  : 測定器の機器効率

$W$  : 測定器の有効窓面積 [ cm<sup>2</sup> ]

$\epsilon_S$  : 表面汚染の線源効率

表面汚染の計算の例

条件

- ・バックグラウンドの計数率( $n_B$ ) : 100cpm
- ・汚染測定 of 計数率( $n$ ) : 1,100cpm
- ・測定器の機器効率( $\epsilon_i$ ) : 0.4
- ・表面汚染の線源効率( $\epsilon_S$ ) : 0.5
- ・測定器の有効窓面積( $W$ ) : 20cm<sup>2</sup>

計算

- ① 正味の計数率 = 1,000cpm
- ② 60 で割って毎秒の計数率にすると 17 カウント毎秒 [ s<sup>-1</sup> ] となる
- ③ 機器効率で割って測定対象からの粒子放出率を求めると、毎秒 40 個 [ s<sup>-1</sup> ] が放出されていることがわかる
- ④ 線源効率で割って測定対象の放射能に換算すると 80Bq が得られる
- ⑤ 検出面積と同じ面積からの放射線を検出しているとして、有効窓面積で割って放射能面密度( $A_S$ )は 4Bq/cm<sup>2</sup> となる

$$A_S = \frac{n - n_B}{\epsilon_i \times W \times \epsilon_S} = \frac{1100 - 100}{0.4 \times 20 \times 0.5} = 4$$

#### 4. 測定の際の注意

測定器の取り扱いで注意することがあるので、実際に測定する際に参考にすること。

#### (1) 測定対象と測定器の距離

表面汚染に用いる測定器の機器効率は、面状の線源から 5mm 離れた場所に、測定器と平行に置いた条件によって求めている。線源と測定器の間隔を広げていくと、線源から出た放射線が測定器の入射窓に到達する割合が減っていき、機器効率は小さくなる。実際、線源と測定器の間隔を 5mm から 10mm まで大きくすると、機器効率は 3 分の 2 程度まで小さくなる。そのため、測定対象物が平面でない等の理由で測定器を近づけられない場合は、機器効率が小さくなることを考慮して汚染を評価しなければならない。

#### (2) ベータ線エネルギーへの配慮

放射性汚染の原因となる放射性物質が異なると、放射線のエネルギーも異なる。GM サーベイメータでは放射線を検出するガスを封じるために入射窓が設けられているので、弱いエネルギーのベータ線は通過することができない。シンチレーションサーベイメータや半導体サーベイメータでは入射窓は薄いですが、GM サーベイメータに比べて得られる信号が小さいため、やはり弱いエネルギーのベータ線を計数することができない。そのため、測定しようとするベータ線のエネルギーが小さいと、機器効率は小さくなってしまいます。表面汚染測定のための測定器は通常 TI-204 (最大エネルギー 764keV) や CI-36 (同 709keV) から出るベータ線を用いて校正されている。Cs-134 (同 658keV) や Cs-137 (同 514keV) のように発生するベータ線のエネルギーがあまり変わらない場合は、機器効率もあまり変わらないが、C-14 (同 156keV) や Pm-147 (プロメチウム-147 同 224keV) のようにベータ線のエネルギーが小さい場合には、機器効率が小さくなることを考慮する必要があります。H-3 (同 18.6keV) のようにベータ線のエネルギーがとても低い場合は、窓なし比例計数管のような線用の測定器を用いなければ測定できない。

#### 図 6-10 GM サーベイメータの機器効率とベータ線エネルギーとの関係

天然ウランを用いて校正する場合、アルファ線を止めるために線源の前面に厚さ 0.1mm のアルミ板を装着しているため、低エネルギーのベータ線の割合が他の線源の場合より少ない。そこで、機器効率は高めに評価される。また、Sr-90+Y-90 のエネルギーは Sr-90 からのベータ線と、それに引き続いて放出される Y-90 からのベータ線の、最大エネルギーの平均値としている。

#### (3) 測定対象物の線源効率

汚染物の表面に凹凸があると、凹の部分に入った放射性物質からの放射線の一部は遮蔽されてしまう。また、液体に溶けた放射性物質が、布のように浸み込みやすい材質に付着すると、内部にしみこむことにより、同様に放射線の一部は遮蔽されてしまう。エネルギーが低いベータ線の方が遮蔽される割合が多くなる。このためエネルギーが低い放射性物質による汚染を測定する場合や、汚染物の材質が布などのように浸透性である場合は、線源効率は 0.5 より小さくなることに注意する必要がある。

木材のチップなどを袋に詰めた物などは、上部しか測定器を近づけられないので汚染を見逃す恐れがある。その場合には袋から出して並べて測定するようにする。内部の汚染が心配な場合は放

### Ⅲ 試行授業

射能濃度の測定を行う。セメント粉や焼却灰のような粉体の汚染を、表面汚染測定で検査するのは適切ではない。

#### (4) 測定器を移動させる速さ

表面汚染測定用の測定器には測定の時定数が選べるようになっているものもある。時定数を 3 秒のように短く設定すると、指示値はばらつくが、汚染があると速く応答して指示値が上昇する。反対に 30 秒のように長く設定すると、指示値はあまりばらつかなくなるが、応答は遅くなる。測定物が検出器よりも大きい場合、測定対象物をなぞるように測定器を動かす。その時時定数は短くして、測定器を移動は毎秒数 cm 以下にする。移動が速いと汚染を見逃す恐れがある。

## 食品の放射能を測る

(「はじめての放射線測定」日本アイソトープ協会より引用)

### 1. 食品用放射能測定装置

食品用放射能測定装置は一般食品のスクリーニング検査を行うことを目的とし、食品衛生法の規格基準としての食品中の放射性セシウムスクリーニング法が規定する性能要件を満たす必要がある。

例えば基準値 100Bq/kg に対し、スクリーニングレベルの下限値として 2 分の 1 の 50Bq/kg を求められている。これは、スクリーニングレベル以下であることを装置で確認できれば、その食品の放射能は基準値を超えないとする考え方によるものである。少なくとも 50Bq/kg のスクリーニングをクリアすれば、統計的なばらつきを考慮しても、試料の放射能が基準値を超えることはないような装置でなければならない。これは最低限の性能要件で、感度が高く、標準偏差の小さい装置では、より高いスクリーニングレベルでも基準値を超えることはない場合もある。

一方、測定下限値については基準の 4 分の 1 である 25Bq/kg 以下が要求されている。測定下限値とは、試料計数率からバックグラウンド計数率を引いた正味計数率が、その標準偏差の 3 倍を超える値として定義され、食品用放射能測定装置の性能判断の指標となる。測定値の変動幅は標準偏差で表すことができるが、標準偏差の 3 倍というのは真の値の 99.7%がこの範囲に含まれることを意味している。すなわち、正味計数率が真の値の 99.7%以上であればその値は有効と判断される。この測定下限値は検出器の大きさのみではなく、環境中のガンマ線バックグラウンドレベル、機器の遮蔽厚、試料の幾何学的配置、測定時間の影響を受ける。食品用放射能測定装置は一般食品のスクリーニング検査を行うことを目的とし、食品衛生法の規格基準としての食品中の放射性セシウムスクリーニング法が規定するこれらの性能要件を満たす必要がある。

### (2) 食品用放射能測定装置の構造

一般的な食品用放射能測定装置は、環境からのガンマ線バックグラウンドを低減させるガンマ線遮蔽体、試料の幾何学的形状を一定にする試料容器、試料からのガンマ線を検出する放射線検出器（シンチレータと光電子増倍管）、光電子増倍管を動作させる高圧電源、放射線検出器からの計数パルス信号を増幅する信号増幅器、計数パルス信号をパルスの最大電圧（パルス波高）ごとに分ける波高分析器、そしてそのデータを外部に伝送する信号伝送回路から構成されている。外部に送られたデータはパソコン等に取り込まれ、パルス波高ごとに整理された棒グラフとなる。この棒グラフの横軸目盛をガンマ線エネルギーに換算する処理はエネルギー校正と呼ばれ、ガンマ線エネルギー単位で横軸に書かれた棒グラフはガンマ線エネルギースペクトルと呼ばれる。エネルギー校正は食品用放射能測定装置の性能維持において最も重要な役割を果たす。それは、周辺温度の影響によりシンチレータの発光量や光電子増倍管の増幅率が変動する場合があるためである。これらが増幅率とガンマ線エネルギーの関係が変化してしまう。その

ため、変動を自動的に補正する機能を持った機器も存在するが、多くは、温度の影響を受ける。したがって、室温は一定であることが望ましく、夜間に空調を停止するような環境では毎朝、機器の温度が安定してから増幅率の再確認が不可欠である。最も簡単に増幅率変動を確認する方法は、Cs-137 の動作確認用線源あるいは標準線源を用いて、662keV ガンマ線の光電ピーク位置の変化を見るものである。放射性セシウムが入手できないときは、塩化カリウム試薬を試料容器に入れて天然に含まれる K-40 の 1,462keV ガンマ線の光電ピーク位置変動で確認してもかまわない。

エネルギー校正がしっかりとされている場合、測定に大きな誤差を与える要因は容器への試料の詰め方である。効率校正のための標準ガンマ体積線源は、酸化アルミニウム等の密度が 1 に近い物質が試料容器いっぱい詰まったものを使用している。測定試料はできるだけこの標準ガンマ体積線源に近い状態で、隙間なく詰めることが大切である。

#### (3) 食品放射能測定装置の概要

一般食品を対象とする食品用放射能測定装置は、大別すると、測定対象ごとに試料を容器に入れて測定する個別スクリーニング装置と測定対象をそのまま測定する連続スクリーニング装置の 2 種類に分けられる。いずれも測定対象は Cs-134 と Cs-137 で検出器には全てシンチレータが採用されている。

シンチレータは主として Na(Tl)結晶や CsI(Tl)結晶が用いられているが、実効原子番号の大きい CsI(Tl)結晶の方がやや有利である。しかし、光電子増倍管と光学的関係から、計数効率でみると大きな差はない。

ガンマ線の光電ピークは Cs-137 の 662keV と、Cs-134 の 569keV、605keV ならびに 796keV が測定対象となるが、シンチレータのエネルギー分解能の悪さから 569keV、605keV、662keV を正確に分離することは困難である。さらに、基準値の 100Bq/kg は Cs-134 と Cs-137 の合計について設定されているので、個別の放射性核種に分けて測定する必要はない。「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」においても機器換算係数(Bq/cps)は Cs-137 標準線源を用いて決定することになっており、Cs-134 からのガンマ線も Cs-137 として計算される。放出割合の違いから得られた放射能濃度は実際の合計値よりも高くなるが、スクリーニング法では過大評価(正のバイアス)が許容されていることに加え、2年の半減期しかない Cs-134 は減衰が早いいため、大きな問題にはならない。

装置によっては重なりあった光電ピークをフィッティング解析によって推測し、Cs-134 と Cs-137 に分けて放射能濃度表示を行っているものもあるが、基準値自体が合算された値なので、この装置では基準値との比較の際にフィッティング時の誤差と課参事の誤差を余分に含むことになる。特に低計数率時には大きな誤差を招くことがある。

事後直後の Cs-137 と Cs-134 の放射能比は実測値でほぼ 1:1 であった。そのため、独立ピークとして識別できる Cs-134 と Cs-137 の 796keV ガンマ線のみを計測して、Cs-137 を測定せずに、1:1 の値を半減期補正することにより Cs-134 と Cs-137 を分離表示させる装置も存在するが、

### Ⅲ 試行授業

推定された初期値に基づく方法は測定器として好ましいものではない。

通常は、両核種の主たる光電ピークが存在する 569~796keV 間の領域にシンチレータのエネルギー分解能を考慮した 30keV 程度の領域両端に加えた、540~830keV 間をエネルギー範囲にすることで測定の最適化を図ることができる。

計数効率：検出器に入ってきた放射線の数と、信号として取り出せた数の比

放出割合：崩壊ごとに放出されるガンマ線の割合（%）

#### ● 食品中の K-40

K-40 から放出される 1,461keV のガンマ線は、放射性セシウムからのガンマ線よりもエネルギーが高く、このガンマ線がシンチレータにぶつかるにエネルギーが低下したガンマ線として広く分布してしまう。これは放射セシウムのガンマ線を計測している領域にもなだれ込み、結果として真の放射性セシウム放射能よりも高い値を示している。そのため、カリウムの多い食品を計測する場合には、過大評価している可能性を念頭に置く必要がある。

#### (1) 個別スクリーニング装置

市場に最も多くの種類が出回っているのがこの装置で、海外製品も少なくない。基本的な構成は図 6-17 と同じ。ガンマ線遮蔽材の材質や厚さ、検出器の種類に差がある。

写真 6-18 は福島原発事故後、暫定規制値対応の食品用放射能測定装置として最初に発表された日米合作の装置で、検出器に NaI(Tl)シンチレータを使用している。その後、新基準に対応するために新たに設計がなされた装置が写真 6-19。放射性セシウムのみスクリーニングに特化することからエネルギー分析を行わず、全放射性セシウムエネルギー領域について計数する方式を採用している。検出器としては実効原子番号の小さいプラスチックシンチレータを使用しているが、幾何学的条件を圧倒的に改善できる井戸型形状を採用しており、検出器内に試料を挿入して計測する。

#### (2) 連続スクリーニング装置

一般食品の全量スクリーニング検査を目的とする大型機器で、ベルトコンベアと食品放射能モニタを一体化させることにより連続スクリーニング処理ができるようになっている。

当初の対象製品は米で、30kg 入り米袋を 1 分間に 4~7 袋検査する能力を持っている。使用している検出器はメーカーの設計思想によって異なり、NaI(Tl)シンチレータ以外に、効果ではある者の計数効率が高い BGO シンチレータ、計数効率は低いものの大型化が容易で高い幾何学的効率を得やすいプラスチックシンチレータ、発光波長が PIN フォトダイオードの有感波長帯域内にあり、高価な光電子増倍管を使用しなくても放射線検出が可能な CsI(Tl)シンチレータなどが用いられている。この中で BGO シンチレータを使用しているものは温度依存性が大きく、一定の温度条件下で測らなければ、測定中に感度が変わってしまう可能性もある。放射線の検出能力は検出器の検出効率が高いほど大きく、検出効率は機器効率と幾何学的効率の積に比例する。

### Ⅲ 試行授業

この連続スクリーニング装置の大きな特徴は、ベルトコンベアで搬送されてきた測定対象物をトンネル構造やシャッター構造を持った遮蔽体で覆い、その中で移動中に放射能測定を行う点にある。

#### 4. 食品を検査するその他の装置

一般食品以外の食品では、前記のスクリーニング法は適用されない。

例えば、飲料水の場合、放射能濃度の新たな基準値は 10Bq/kg と低く、使用可能な食品用放射能測定装置は検出限界の低い Ge 半導体検出器型に限られる。

水道事業者は 1 か月に 1 回以上検査を行うことが義務付けられ、かつ、「水道水等の放射能測定マニュアル」により、1Bq/kg の検出限界を担保することが求められている。そのため、多くの検査機関で水道水検査のための Ge 半導体検出器の整備が進められた。これらは、食品用放射能測定装置として新たに開発されたものではなく、従来の放射能分析装置が用いられている。

Ge 半導体検出器を用いた装置は、シンチレーション検出器を用いたものと基本構成に大差はないが、-190℃程度に検出器を冷却する必要があるため、液体窒素冷却システムか電気冷却システムが不可欠である。しかし、高いエネルギー分解能を持つことから、特定の放射性核種が放出するガンマ線を高精度に弁別でき、結果として低い測定下限値を達成している。表は「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」の表 2 に示された Ge 半導体検出器（相対効率 15%）による計測時間と検出限界の関係で、環境中に事故起源の多核種が存在しない状況では、I-131、Cs-137 とともに 1 時間計測で約 1Bq/kg の検出限界を持つことが分かる。

乳幼児用食品や牛乳を対象とした放射能モニタでも多くは Ge 半導体検出器を採用しているが、価格対効果比を考えるとシンチレーション検出器型を用いる場合もある。しかし、実用的なスクリーニング時間で計測するためには、鉛遮蔽厚が 50mm 以上、検出器に直径 76mm×長さ 76mm（3 インチ×3 インチ型）の NaI(Tl)シンチレータを用いた放射能モニタが必要になる。代表的な機器では 1,000 秒測定で 4~6Bq/kg までの検出限界が確保されている。

### Ⅲ 試行授業

#### (2) 講師より感想

講習会后、講師の先生方に感想をお聞きしました。

##### 茂木道教 様 (講習 1 日目)

- ・ 放射線の基礎知識について、1 日でやりきるのはむずかしい。  
(受講者の意識が高くても、むずかしいと感じた。)
- ・ 特にむずかしいのは、「放射線と物質の相互作用」、「数値の取り扱い」であり、教材の開発が必要と考えられる。
- ・ 測定器を取り扱う人にとっては、どのような原理で計測がされているかを理解する必要がある。
- ・ 実際に計算させる実習もいいかもしれないが、時間がかかる。
- ・ リスクコミュニケーションは講義するものではなく、話し合う形式の方が良いかもしれない。

##### 武地雄一 様 (講習 2 日目)

- ・ 予想していたよりうまくいった。  
(農業センターより手伝い人が 2 人いたのが良かった)
- ・ 測定器の操作よりも、下処理の方が大切であり、受講者も参加できて生き生きしていた。
- ・ 結果の見方は簡単に説明できるが、その数値の出し方などの説明もできれば良かった。
- ・ サンプルングに困るもの(葉物、のり等)を実習に使用するのも勉強になると思う。
- ・ 10 人くらいが丁度いい人数と感じた。

##### その他

- ・ 試験が難しかったようだ。  
(その分受講者は、真剣だった)
- ・ お昼を講師の方と、また同じ作業をしている者同士で意見交換ができたので良かった。

(3) 受講者アンケート

放射線講習会受講者アンケート

1. 受講者情報

Q1. 連絡先情報をご記入ください。

氏名：

所属名：

2. 講習の内容について

Q2. 講習の内容はわかりやすかったですか。(回答は1つ)

	わかりにくかった	どちらかといえば わかりにくかった	どちらかといえば わかりやすかった	わかりやすかった
1日目	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2日目	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. 講習の内容で、実際の業務にどれくらい役立つかを4段階で評価してください。(複数可)

		役に立たない	どちらかという 役に立たない	どちらかという 役に立つ	役に立つ
1日目	原発事故による環境放射能汚染	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	環境中の放射性物質の特性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	放射線・放射能の基礎知識	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	放射線測定に関する基礎知識	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	放射線被ばくと リスクコミュニケーション	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2日目	測定試料の下準備	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	食品放射能の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	測定結果・評価	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



#### 4. その他

---

Q8. 受講者間でのコミュニケーションはとれましたか。（回答は1つ）

- とれなかった
- どちらかといえばとれなかった
- どちらかといえばとれた
- とれた

Q9. 試験の難易度はどうでしたか。（回答は1つ）

- 難しかった
- どちらかといえば難しかった
- どちらかといえばやさしかった
- やさしかった

Q10. 現在の業務で困っていることはありますか。

- ない
- ある

⇒あると答えた方は具体的にどのようなことが記入してください。

---

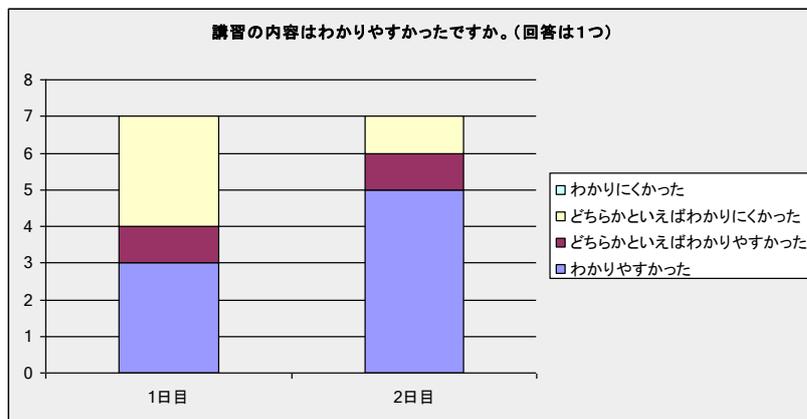
Q11. その他意見がありましたら記入してください。

ご協力ありがとうございました。

### Ⅲ 試行授業

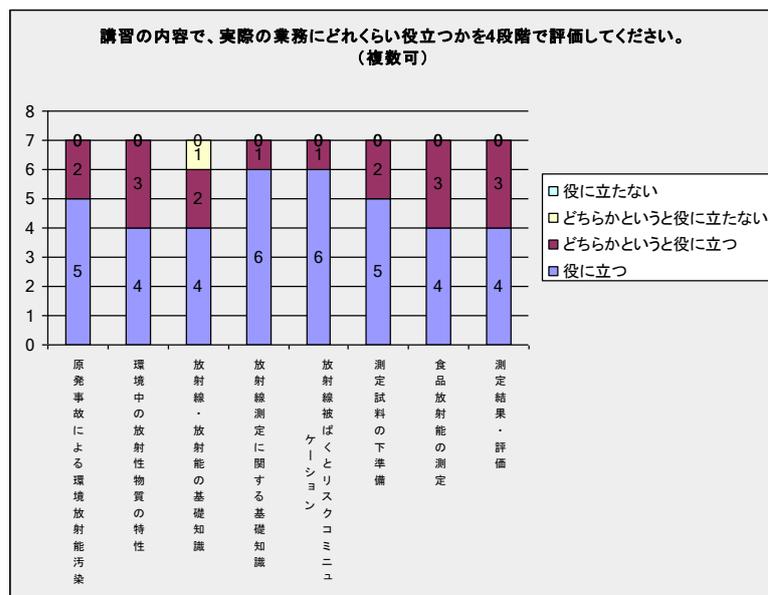
Q2 講習の内容はわかりやすかったですか。(回答は1つ)

回答選択肢	わかりにくかった	どちらかといえばわかりにくかった	どちらかといえばわかりやすかった	わかりやすかった	回答数
1日目	0	3	1	3	7
2日目	0	1	1	5	7
回答された質問					7
スキップされた質問					0



Q3 講習の内容で、実際の業務にどれくらい役立つかを4段階で評価してください。(複数可)

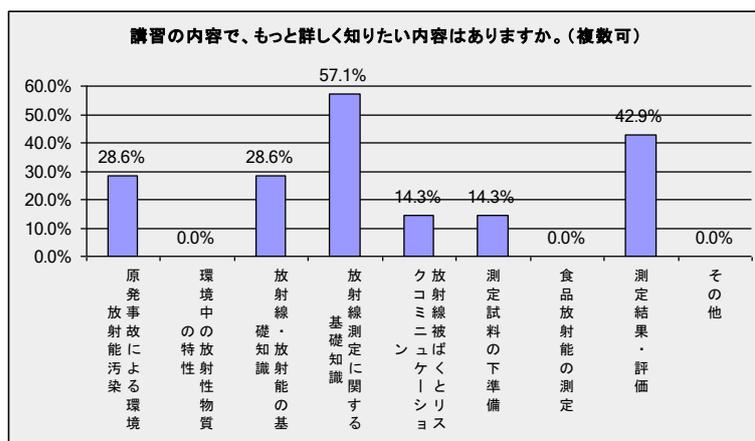
回答選択肢	役に立たない	どちらかという役に立たない	どちらかという役に立つ	役に立つ	回答数
原発事故による環境放射能汚染	0	0	2	5	7
環境中の放射性物質の特性	0	0	3	4	7
放射線・放射能の基礎知識	0	1	2	4	7
放射線測定に関する基礎知識	0	0	1	6	7
放射線被ばくとリスクコミュニケーション	0	0	1	6	7
測定試料の下準備	0	0	2	5	7
食品放射能の測定	0	0	3	4	7
測定結果・評価	0	0	3	4	7
回答された質問					7
スキップされた質問					0



### Ⅲ 試行授業

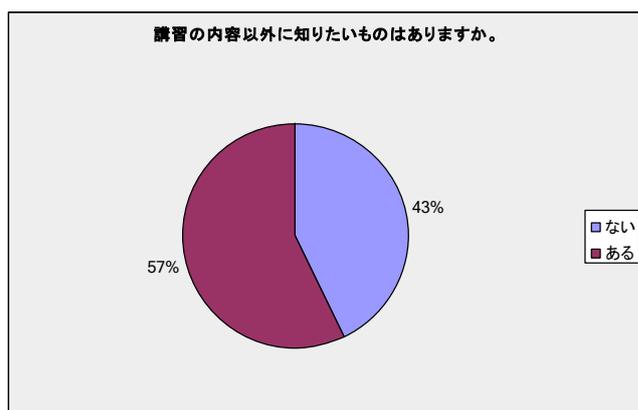
**Q4 講習の内容で、もっと詳しく知りたい内容がありますか。(複数可)**

回答選択肢	回答率	回答数
原発事故による環境放射能汚染	28.6%	2
環境中の放射性物質の特性	0.0%	0
放射線・放射能の基礎知識	28.6%	2
放射線測定に関する基礎知識	57.1%	4
放射線被ばくとリスクコミュニケーション	14.3%	1
測定試料の下準備	14.3%	1
食品放射能の測定	0.0%	0
測定結果・評価	42.9%	3
その他	0.0%	0
<b>回答された質問</b>		<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



**Q5 講習の内容以外に知りたいものはありますか。**

回答選択肢	回答率	回答数
ない	42.9%	3
ある	57.1%	4
あると答えた方はどのような内容か記入してください。		
<b>回答された質問</b>		<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>

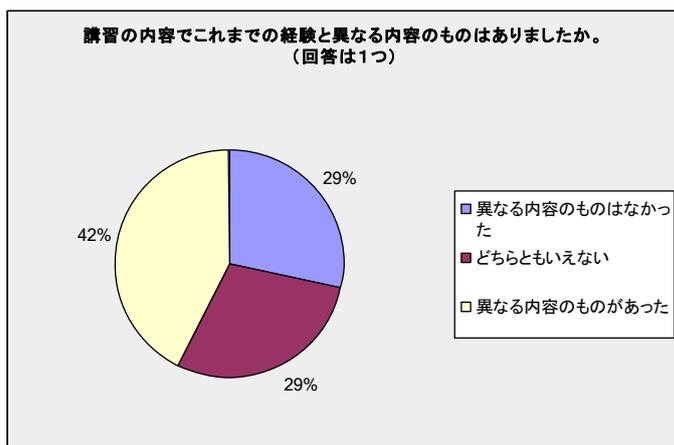


- ・ 計算問題の解き方
- ・ 各食品についての細かい注意点。例えば乾物は何 ml の水で戻してから測るなど。
- ・ 関係法令、省令、新たに設定されたルール等
- ・ 除染廃棄物処理に関する内容 仮置き場や中間貯蔵施設等の情報

### Ⅲ 試行授業

**Q6講習の内容でこれまでの経験と異なる内容のものはありましたか。(回答は1つ)**

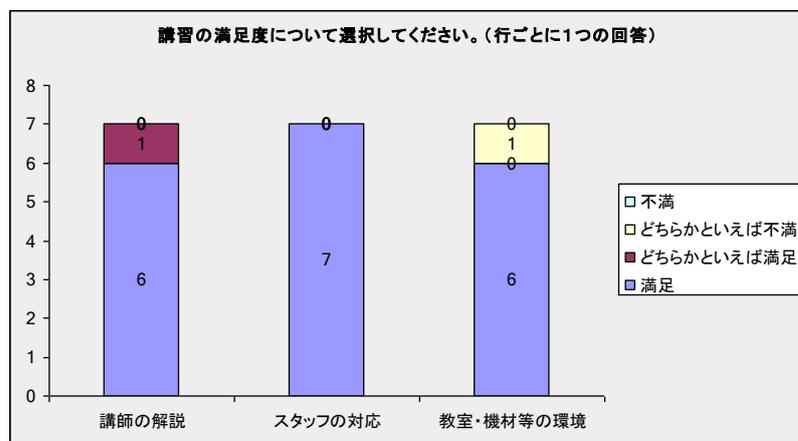
回答選択肢	回答率	回答数
異なる内容のものはなかった	28.6%	2
どちらともいえない	28.6%	2
異なる内容のものがあった	42.9%	3
異なっていた内容がありましたら記入してください		3
<b>回答された質問</b>		<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



- ・ 内容が非常に興味を引くもので、分かり易かった。
- ・ 環境放射能汚染、リスクコミュニケーション
- ・ 空間線量に関する内容

**Q7講習の満足度について選択してください。(行ごとに1つの回答)**

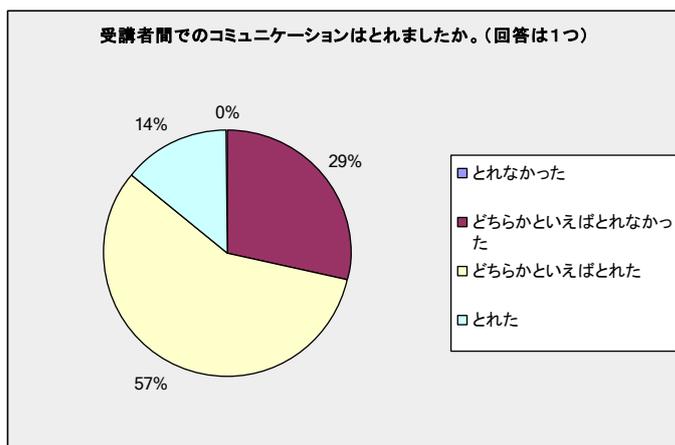
回答選択肢	不満	どちらかといえば不満	どちらかといえば満足	満足	回答数
講師の解説	0	0	1	6	7
スタッフの対応	0	0	0	7	7
教室・機材等の環境	0	1	0	6	7
<b>回答された質問</b>					<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>					<b>0</b>



### Ⅲ 試行授業

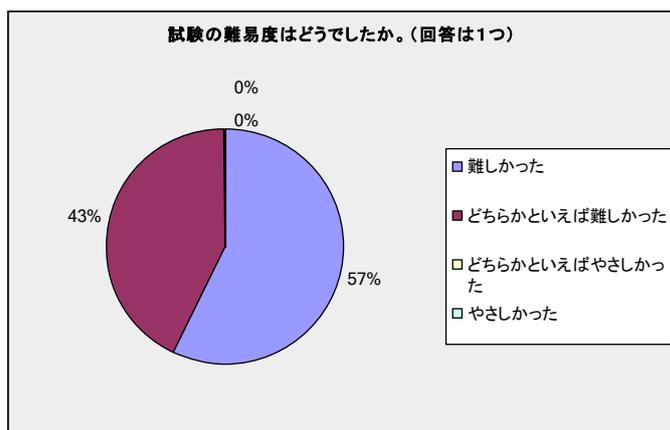
**Q8受講者間でのコミュニケーションはとれましたか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
とれなかった	0.0%	0
どちらかといえばとれなかった	28.6%	2
どちらかといえばとれた	57.1%	4
とれた	14.3%	1
<b>回答された質問</b>		<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



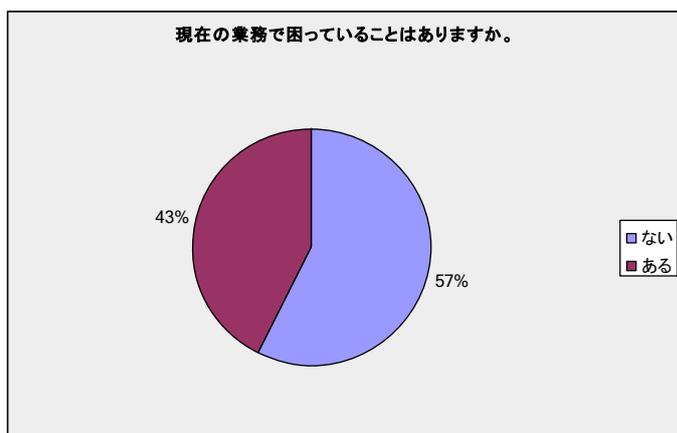
**Q9試験の難易度はどうでしたか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
難しかった	57.1%	4
どちらかといえば難しかった	42.9%	3
どちらかといえばやさしかった	0.0%	0
やさしかった	0.0%	0
<b>回答された質問</b>		<b>7</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



### Ⅲ 試行授業

Q10現在の業務で困っていることはありますか。		
回答選択肢	回答率	回答数
ない	57.1%	4
ある	42.9%	3
あると答えた方は具体的にどのようなことが記入してください。		3
回答された質問		7
スキップされた質問		0



- ・ゲルマ 10 台の維持費は大丈夫かどうか心配
- ・機器を導入したばかりで作業があっているかが不安である。
- ・現在 4 台の機器で分析の仕事をしているが、ホットエリアやコールドエリアの設定ができない。汚染の可能性を心配している。

#### Q11その他意見がありましたら記入してください

- ・今年は放射線取扱主任の試験を受けようと考えているので今回の講習は非常にためになった。有意義な 2 日間でした。
- ・ありがとうございました。
- ・短くしてほしいといった本人ですが、もっと時間がほしいですね。週 2 日を隔週で 1 か月で 4 日ぐらいでしょうか。すいません。

## 修了試験

※正しいと思われる設問には○、誤っていると思われる設問には×を記入して下さい。(解答欄は下部)

1. 環境中の放射性物質の特徴として、内部被ばく線量は取り込まれる経路核種の化学形態等によって異なる。
2. 受ける放射線をあらわす単位としてシーベルト (Sv) を用いる。
3. 放射性ヨウ素の半減期は約8日です。最初の放射性ヨウ素の放射能の強さを1としたとき、24日経った時の放射性ヨウ素の放射能の強さは最初の1/8である。
4. 内部被ばくに関する「預託実効線量」とは、一生涯に渡って被ばくする線量をあらかじめ予測積算した線量のことである。
5. 測定した試料に含まれる放射性物質が「ある」か「ない」かを判断できる限界の量を「検出下限値」という。

※下記の問いに答えてください。(解答欄は下部)

6. 放射線測定器の「チャンネル (ch) 数」とは。
7. 放射線測定器の「分解能」とは。
8. 今日現在の「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」では規制値の何分の一以下に定められているか。
9. 「ゲルマニウム検出器」と「シンチレーション検出器」の相違点は。
10. 食品放射能を測定するにあたって注意しなければならないことは。

(解答欄)

1.	2.	3.	4.	5.
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
				点数

氏名 \_\_\_\_\_

# IV アンケート

## IVアンケート

### 【調査概要】

- 目的 県内の放射線測定機器の利用状況を調査し、育成カリキュラム作成に反映させる
  - 内容 **空間放射線測定器（機材）について**（入手先、使用開始時期、利用状況、保守等の項目）
  - 対象 教育機関 1000 件に調査票を送付
  - 地域 福島県内
  - 時期 平成 25 年 2 月 8 日（金）～2 月 22 日（金）
  - 方法 郵送、FAX 返信および Web サイトにて
- ・アンケート用紙 6 ページ×1000 件

## 回答のしかた しめきり 2月22日（金）

1. Web サイトにて 以下の URL にブラウザからアクセスしてください。

<https://www.surveymonkey.com/s/SFRKY77>

大文字にご注意ください。ID・パスワードは不要です

2. FAX にて この用紙に記入して以下の FAX 番号までお送りください。

**024-956-0013**

### 【Web サイトからの回答】

#### ●回答方法

①上記 URL にブラウザからアクセスしてください。ID・パスワードは不要です。ServeyMonkey社のアンケートシステムに接続します。（回答完了後広告等が表示されます。）

②質問の画面が開きますので、回答が一つの場合はラジオボタン、複数の回答にはチェックボックス、「その他」等自由記入欄には直接ボックスに文字入力ができます。

③ナビゲーションボタン 「前へ」「次へ」のボタンでページ操作ができます。

④質問と回答が終わりましたら「完了」ボタンをクリックしてください。「アンケートにご協力いただきありがとうございました。」の画面が出ます。結果は自動的にサーバに保存されています。ウインドウを閉じてください。

ServeyMonkey社の「無料でアンケートを作成…」の広告が表示されますがご了承ください。

アンケートを完了した後は、回答の内容を変更することはできません。

#### ●注意事項

①各端末からは 1 回のみ

②タブレット、スマートフォンからもアクセスできますが、機種によっては表示が見にくくなる場合があります。推奨解像度 (XGA)1024×768 pixel 以上

③動作確認した環境

Windows: Windows XP, Windows7, Internet Explorer 8, 9

Mac : MacOS 10.8.2 , Safari6.0.2

iPad, iPhone: iOS6.0.1 , Safari

④このアンケート用紙と質問内容は同じです。

## IVアンケート

### 【アンケート情報について】

- 利用目的 本校が収集した情報は、文部科学省事業における教育プログラムならびに当該事業に関連する学科運営において利用します。
  
- 情報の提供 本校は、収集した情報を第三者に提供することはありません。アンケートの集計結果については本事業の成果報告書にのみ記載されます。他の印刷物、Web サイト等での公開は致しません。個人情報・個別のアンケートの回答は非公開となります。
  
- 情報の保護 本校は、収集した情報について、適切な管理を行います。また、紛失、破壊、改ざん、なりすまし、不正アクセス、漏洩などの防止に努めます。なお、Web サイトでは情報は暗号化されておりセキュリティの対策をしております。
  
- 問合せ先 情報の開示・訂正、追加又は削除は、下記担当までご連絡ください。  
また、個人情報に関する要望・お問い合わせ、本校のプライバシーポリシーに関するお問い合わせは、下記担当者までご連絡ください。

学校法人 新潟総合学院 専門学校 国際情報工科大学校

〒963-8811

福島県郡山市方八町2-4-15

フリーダイヤル 0120-454-443

FAX 024-956-0013

E-mail [wiz@nsg.gr.jp](mailto:wiz@nsg.gr.jp)

文部科学省事業 運営責任者 村上史成

運営：一般社団法人福島放射線総合研究所

質 問 は こ こ か ら

FAX の返信もこのページ以降をお送りください

●連絡先情報

Q1 連絡先情報をご記入ください。（※は必須回答です）

*氏 名	
*施設名	
役職名	
*市区町村名	
都道府県名	
*電子メールアドレス	
電話番号	

Q2 該当する種別をお選びください。

- |            |        |        |         |
|------------|--------|--------|---------|
| 1. 保育所・保育園 | 2. 小学校 | 3. 中学校 | 4. 高等学校 |
| 5. その他 ( ) |        |        |         |

Q3 児童・生徒の在籍数をお選びください。（〇は1つ）

- |              |              |             |
|--------------|--------------|-------------|
| 1. 50人以下     | 2. 51~99人    | 3. 100~199人 |
| 4. 200~299人  | 5. 300~399人  | 6. 400~499人 |
| 7. 500~599人  | 8. 600~699人  | 9. 700~799人 |
| 10. 800~899人 | 11. 900~999人 | 12. 1000人以上 |

2. 放射線測定機材について

Q4 モニタリングポスト以外の空間放射線量を測定する機材を使っていますか。

- |           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 1. 使用している | 2. 使用していない（ここでアンケートは終了となります） |
|-----------|------------------------------|

IVアンケート

Q5 使用している機材のメーカー名、型番等をご記入ください。

1：メーカー名	型番等
2：メーカー名	型番等
3：メーカー名	型番等
4：メーカー名	型番等

Q6 測定機材の種類、使用開始時期、入手先についてそれぞれ選んで番号を記入してください。

	測定器の種類 (下の選択肢から選択)	使用開始時期 (年号は西暦で)	入手先 (下の選択肢から選択)
測定器 1		年 月	
測定器 2		年 月	
測定器 3		年 月	
測定器 4		年 月	

【測定器の種類】

1.個人線量計	2.サーベイメータ	3.その他	4. わからない
---------	-----------	-------	----------

【測定器の入手先】

1. 専門の業者・代理店・商社などから購入	2. 家電量販店・ホームセンター等から購入
3. 小売店から購入	4. インターネット等の通信販売から購入
5. レンタル・リース・貸与	6. わからない
6. その他 ( )	

## 2. 放射線測定機材の利用について

Q7 放射線を測定している頻度はどのくらいですか。（回答は1つ）

- |            |          |          |
|------------|----------|----------|
| 1. 1日に複数回  | 2. 1日に1回 | 3. 数日に1回 |
| 4. 週に1回    | 5. 月に1回  | 6. 不規則   |
| 7. 測定していない |          |          |

Q8 放射線を測定している人は特定していますか。（回答は1つ）

- |           |            |          |
|-----------|------------|----------|
| 1. 特定している | 2. 特定していない | 3. わからない |
|-----------|------------|----------|

## 2. 放射線測定機材の保守について

Q9 放射線の測定方法はマニュアルに従っていますか。（回答は1つ）

- |          |                  |                   |           |
|----------|------------------|-------------------|-----------|
| 1. 従っている | 2. どちらかというに従っている | 3. どちらかというに従っていない | 4. 従っていない |
|----------|------------------|-------------------|-----------|

Q10 お使いの放射線測定器が示す値は信頼できますか。（回答は1つ）

- |          |              |           |
|----------|--------------|-----------|
| 1. 信頼できる | 2. どちらともいえない | 3. 信頼できない |
|----------|--------------|-----------|

Q11 機材の校正やメンテナンスは実施していますか。（回答は1つ）

- |              |              |          |          |
|--------------|--------------|----------|----------|
| 1. 定期的に行っている | 2. 不定期だがしている | 3. していない | 4. わからない |
|--------------|--------------|----------|----------|

Q12 機材の校正やメンテナンスを必要だと思いますか。（回答は1つ）

- |          |              |          |
|----------|--------------|----------|
| 1. 必要である | 2. どちらともいえない | 3. 必要でない |
|----------|--------------|----------|

Q13 機材の買い替えは検討していますか。（回答は1つ）

- |           |            |          |
|-----------|------------|----------|
| 1. 検討している | 2. 検討していない | 3. わからない |
|-----------|------------|----------|

Q14 その他放射線測定に関してご意見等がありましたら自由にご記入ください。

------------------

ご協力ありがとうございました

IVアンケート

**Q1 連絡先情報をご記入ください。**

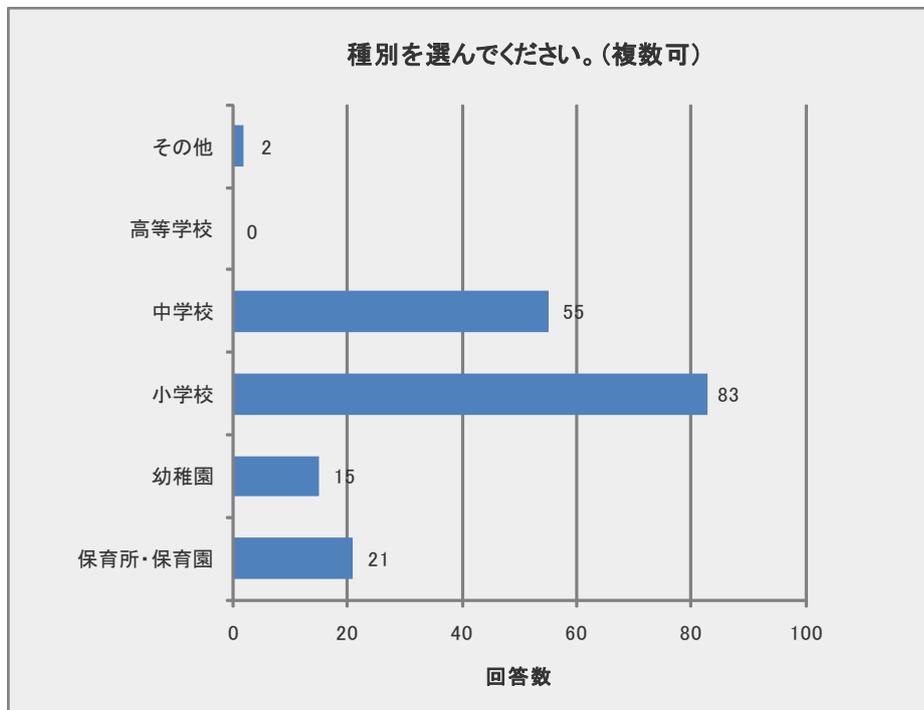
回答選択肢	回答率	回答数
名前:	100.0%	176
施設名:	100.0%	176
役職名:	98.3%	173
市区町村名:	100.0%	176
都道府県:	99.4%	175
電子メールアドレス:	100.0%	176
電話番号:	95.5%	168
<b>回答された質問</b>		<b>176</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>

有効回答数 176 件（22 日現在）

個別の情報は省略

**Q2 種別を選んでください。（複数可）**

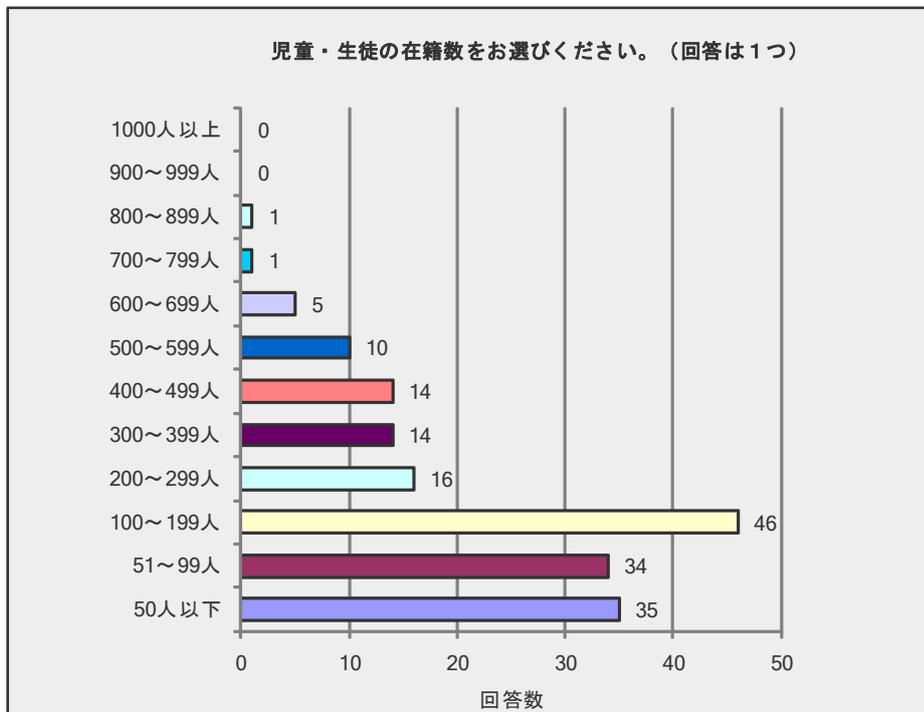
回答選択肢	回答率	回答数
保育所・保育園	11.9%	21
幼稚園	8.5%	15
小学校	47.2%	83
中学校	31.3%	55
高等学校	0.0%	0
その他	1.1%	2
<b>回答された質問</b>		<b>176</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



IVアンケート

**Q3 児童・生徒の在籍数をお選びください。(回答は1つ)**

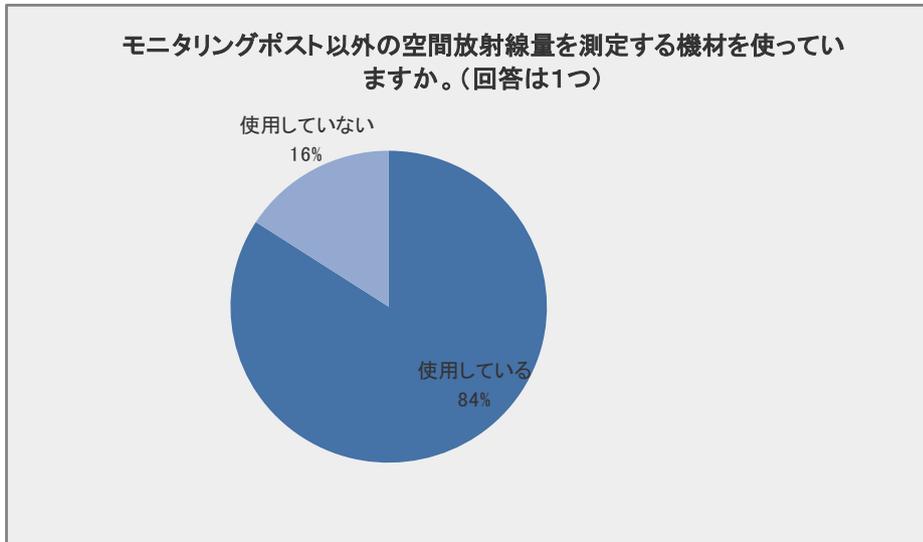
回答選択肢	回答率	回答数
50人以下	19.9%	35
51～99人	19.3%	34
100～199人	26.1%	46
200～299人	9.1%	16
300～399人	8.0%	14
400～499人	8.0%	14
500～599人	5.7%	10
600～699人	2.8%	5
700～799人	0.6%	1
800～899人	0.6%	1
900～999人	0.0%	0
1000人以上	0.0%	0
<b>回答された質問</b>		<b>176</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



#### IVアンケート

##### Q4 モニタリングポスト以外の空間放射線量を測定する機材を使っていますか。(回答は1つ)

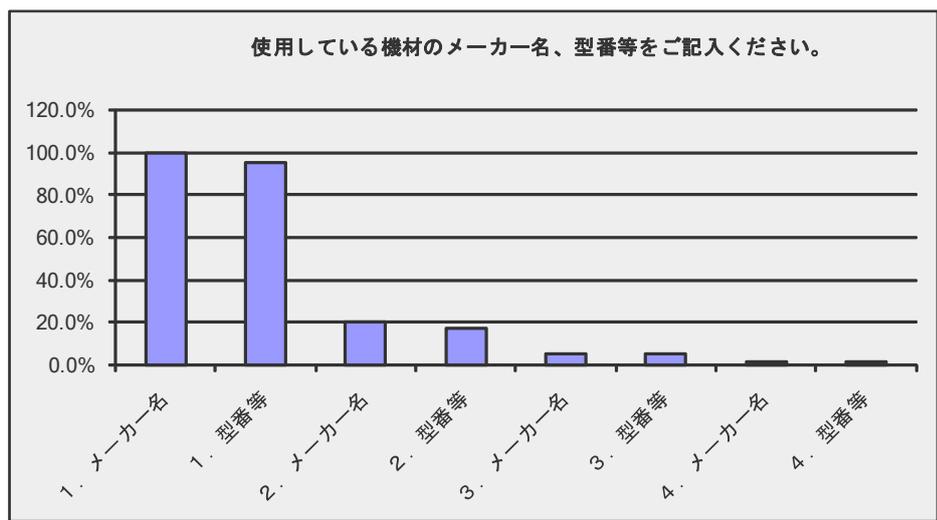
回答選択肢	回答率	回答数
使用している	84.1%	148
使用していない	15.9%	28
<b>回答された質問</b>		<b>176</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>0</b>



IVアンケート

**Q5 使用している機材のメーカー名、型番等をご記入ください。**

回答選択肢	回答率	回答数
1. メーカー名	100.0%	139
1. 型番等	95.7%	133
2. メーカー名	20.1%	28
2. 型番等	17.3%	24
3. メーカー名	5.0%	7
3. 型番等	5.0%	7
4. メーカー名	1.4%	2
4. 型番等	1.4%	2
<b>回答された質問</b>		<b>139</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>37</b>



HORIBA

日立アロカメディカル株式会社

富士電機株式会社

はかるくん

PA-1000

TCS-172B

NHE 2

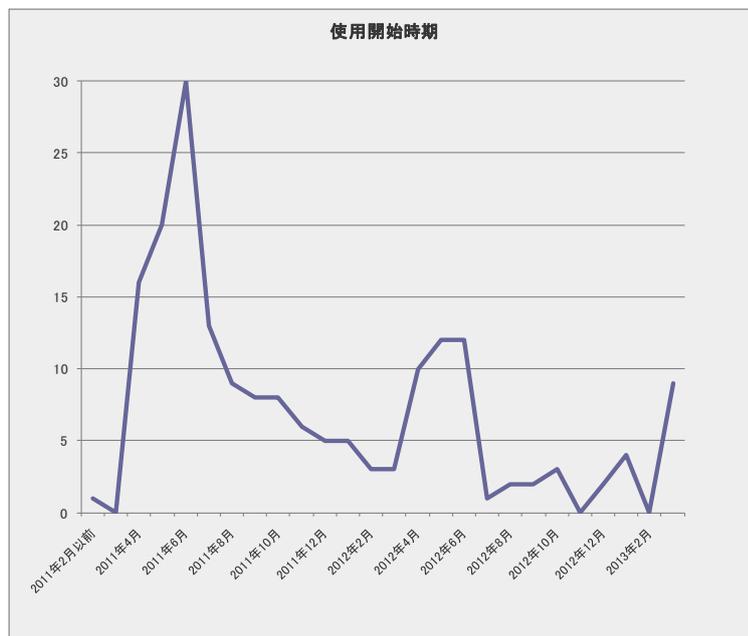
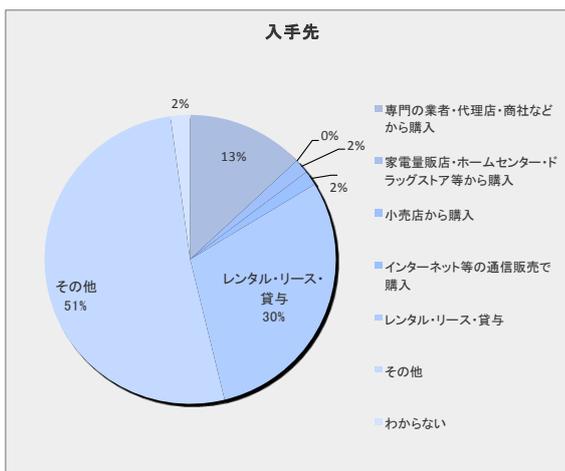
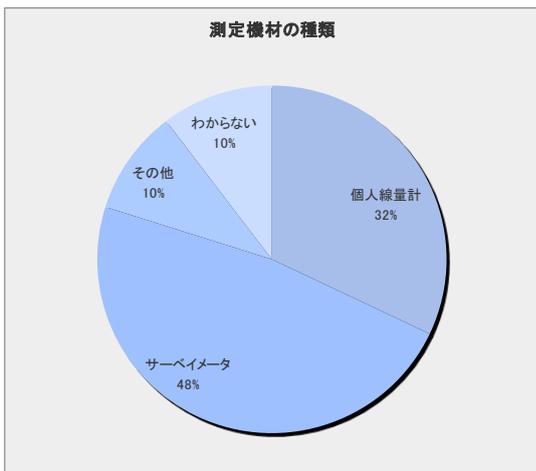
CP-100

IVアンケート

**Q6 測定機材の種類、使用開始時期、入手先についてそれぞれ選んでください。**

**種類**

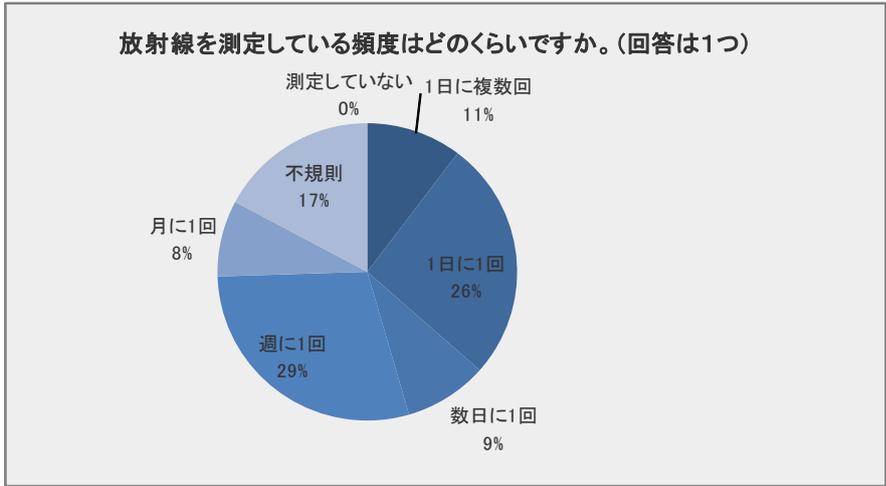
回答選択肢	個人線量計	サーベイメータ	その他	わからない	回答数
測定器1	38	75	15	16	144
測定器2	17	9	2	3	31
測定器3	4	2	1	0	7
測定器4	0	2	0	0	2
	59	88	18	19	184



IVアンケート

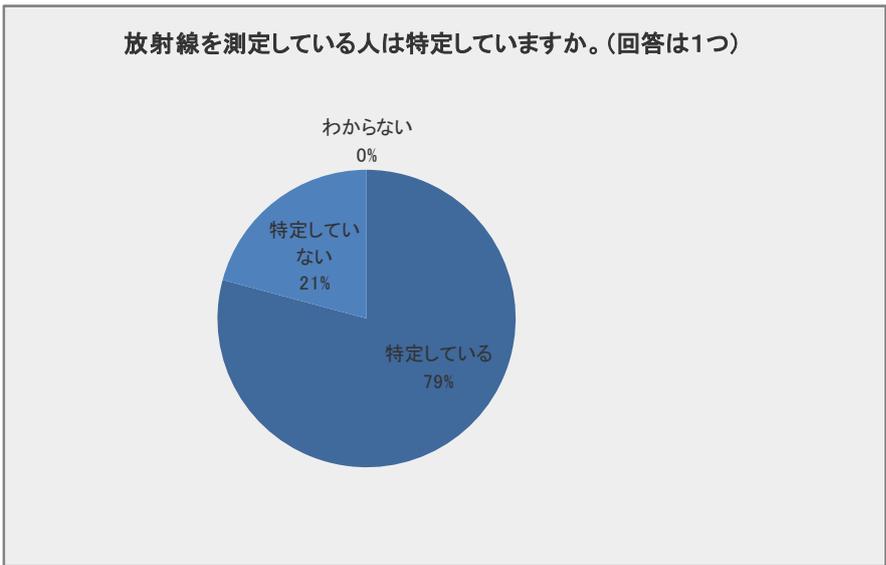
**Q7 放射線を測定している頻度はどのくらいですか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
1日に複数回	10.3%	15
1日に1回	26.2%	38
数日に1回	9.0%	13
週に1回	29.0%	42
月に1回	8.3%	12
不規則	17.2%	25
測定していない	0.0%	0
<b>回答された質問</b>		<b>145</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>31</b>



**Q8 放射線を測定している人は特定していますか。(回答は1つ)**

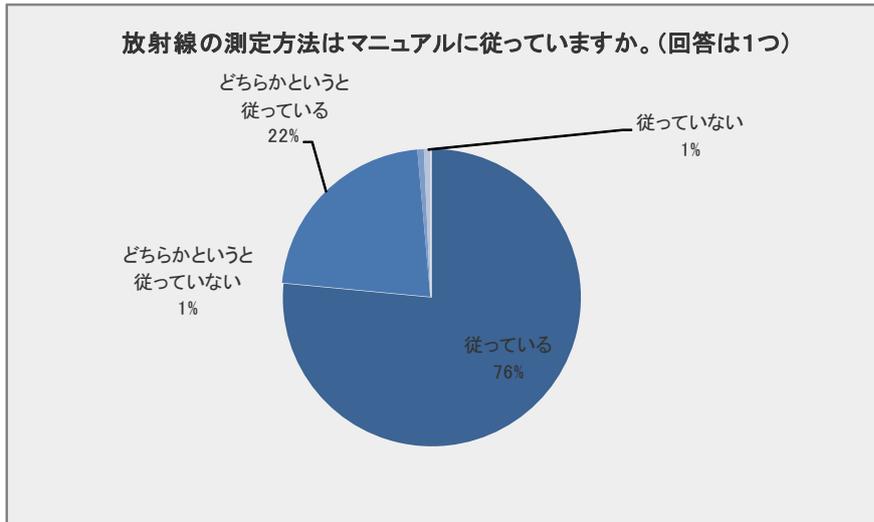
回答選択肢	回答率	回答数
特定している	79.2%	114
特定していない	20.8%	30
わからない	0.0%	0
<b>回答された質問</b>		<b>144</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>32</b>



IVアンケート

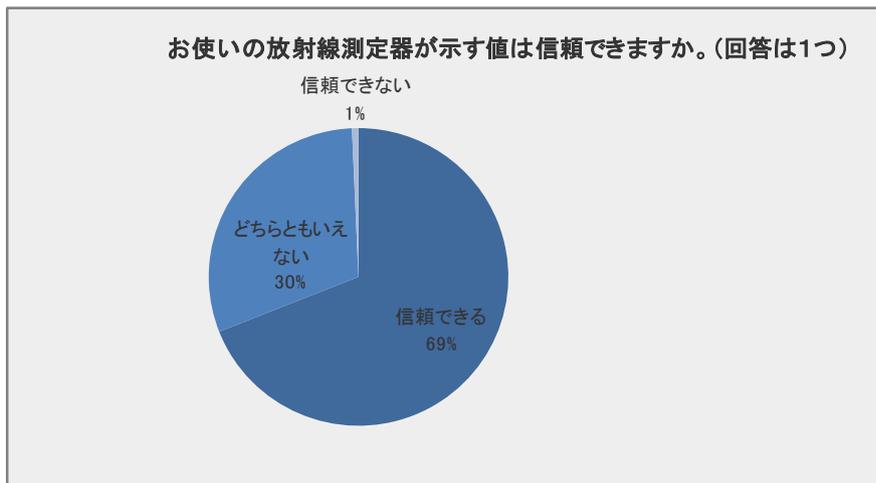
**Q9 放射線の測定方法はマニュアルに従っていますか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
従っている	76.6%	111
どちらかというに従っている	22.1%	32
どちらかというに従っていない	0.7%	1
従っていない	0.7%	1
<b>回答された質問</b>		<b>145</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>31</b>



**Q10 お使いの放射線測定器が示す値は信頼できますか。(回答は1つ)**

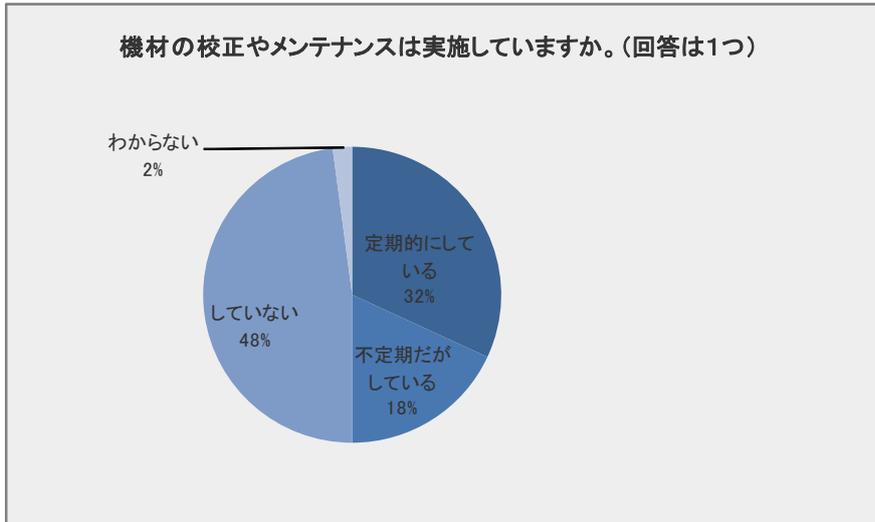
回答選択肢	回答率	回答数
信頼できる	69.0%	100
どちらともいえない	30.3%	44
信頼できない	0.7%	1
<b>回答された質問</b>		<b>145</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>31</b>



IVアンケート

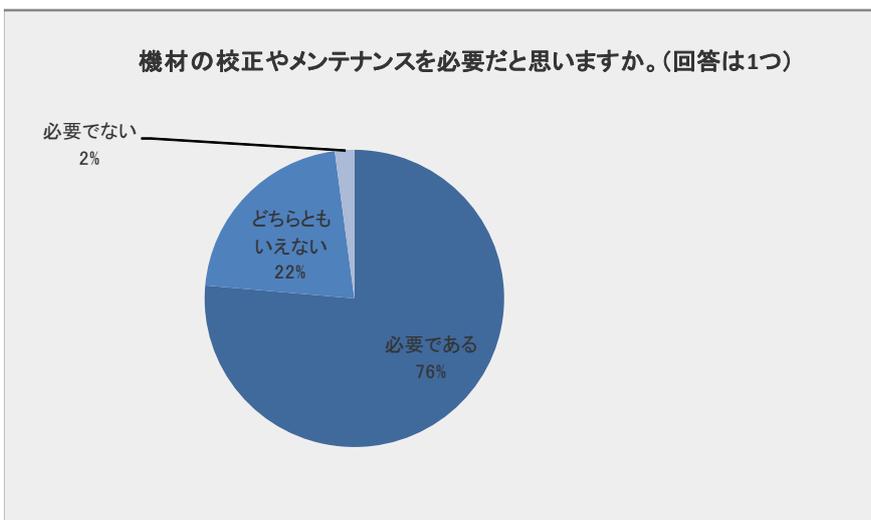
**Q11 機材の校正やメンテナンスは実施していますか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
定期的に行っている	31.9%	46
不定期だがしている	18.1%	26
していない	47.9%	69
わからない	2.1%	3
<b>回答された質問</b>		<b>144</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>32</b>



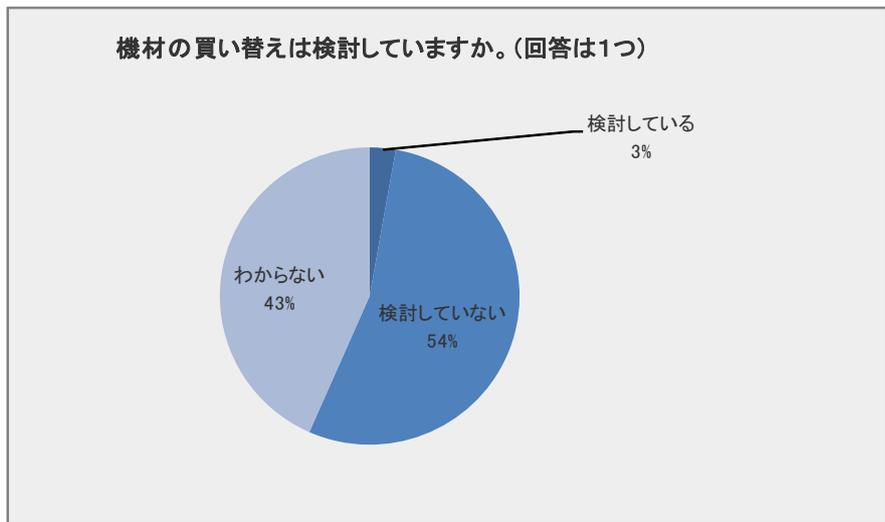
**Q12 機材の校正やメンテナンスを必要だと思いますか。(回答は1つ)**

回答選択肢	回答率	回答数
必要である	76.4%	110
どちらともいえない	21.5%	31
必要でない	2.1%	3
<b>回答された質問</b>		<b>144</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>32</b>



IVアンケート

Q13 機材の買い替えは検討していますか。(回答は1つ)		
回答選択肢	回答率	回答数
検討している	2.8%	4
検討していない	53.8%	77
わからない	43.4%	62
<b>回答された質問</b>		<b>143</b>
<b>スキップされた質問</b>		<b>33</b>



Q14 その他放射線測定に関してご意見がありましたら記入してください。	
回答選択肢	回答数
	22
<b>回答された質問</b>	<b>22</b>
<b>スキップされた質問</b>	<b>154</b>

- ・機材は文部科学省所有で会津若松市教育委員会より貸与されており、計測以外にメンテナンス等本校での負担はない
- ・これからも計測は続くと思われる。計測場所が多いため時間がかかる。計測方法の簡略化やせめて時間の短縮が望まれる。
- ・現在学校にある測定器は、市教育委員会より配当されたものである。また、市により、定点（校庭1、室内2）測定が月1回、継続して行われている。
- ・現在使用している機械は、数値の検出が速い。（以前使用していた「はかる君」とは比較にならないです。）
- ・0.1〜0.2 $\mu$ Sv程度の線量についても毎週測定する必要性はあるのか疑問に思っている。モニタリングポストが設置されているので、そこに突出した変化が現れた場合に線量測定すればよいように思える。また、2012年5月までは「はかるくん」を使用して線量測定をしていたが、そちらの方が手間も時間もかからず、同程度の測定ができるので、測定器をもとに戻してもらいたいと思っている。現在のサーベイメータは大変扱いづらく、雨等による故障も気になるので、非常に困っている。
- ・国、県、市でそれぞれに定期的実施している測定結果も大いに参考にしています。今後も、継続的に測定し、結果を保護者に情報提供していきます。

#### IV アンケート

- ・ 1 回あたりの計測時間の短縮と測定値の正確さの維持が図れるよう機器の改善を今後追及していただきたい。
- ・ 放射線を測定しているのは本校の教員であり、測定にかかる時間は 1 日 1 時間以上を費やす。できれば放射線測定等にかかわる専門人材の配置が望まれる。
- ・ 地道に校舎内外の放射線量を測定し、保護者や児童に安心材料として提供し続けていくことが大切と考え、継続測定をしています。
- ・ 測定器は郡山市が各学校に配布し、定期的に教育委員会に報告しています。
- ・ 市販のガイガーカウンターを購入して 2011 年より使用しているが、DP802i はこれで 3 台目となる。破損しやすいので困っている。
- ・ 本校では、毎日測定から週 1 回となったが、測定箇所が 11 箇所もあり時間がかかる。
- ・ 昨年度は毎日測定していたが、今年度の 6 月以降は週 1 回の測定とした。H24 年 1 月にモニタリングポスト設置
- ・ 子どもたちのため放射線測定は大切だとは思いますが、はたして教員の仕事なのか疑問である。
- ・ 放射線について、よくわからないこと、安全と言われても、20 年後 30 年後、子どもたちへの影響がどう表れるのかわからないため、不安をぬぐいさることができず、心配が続くのだろうと思っています。
- ・ 除染が部分範囲なため、園の線量が下がっても地区が高いため (?特に役所の支所が高い!) 風評で園児が減り続けている。測定が虚しい。
- ・ 原発事故直後の空間放射線量を知りたい。
- ・ どの機種が良いのか分からないで購入したので

# V 視 察

## 公益財団法人放射線計測協会

●日程 : 2月18日(月) 13:00~15:00

●行先 : 公益財団法人放射線計測協会

●件名 : 放射線測定器校正に係る状況の調査について

●参加者: 内田、村上副校長、和田部長、吉澤、村山、放射線工学科1年6名

●集合出発 10:00 WIZ校舎東側 小型バス

●旅程: WIZ~郡山東IC~磐越道~常磐道(途中、SAにて弁当)~東海IC~放射線計測器協会

帰り: 18:00 WIZ着

◆見学のスケジュール(約2時間)

③ 施設見学の前に、簡単な施設の紹介、管理区域の立入のための手続き(注意事項などの説明等)あり。(計測協会会議室)

④ 放射線測定器の校正施設【放射線標準施設棟】

[http://rphpwww.jaea.go.jp/senryo/senryo/images/frs\\_pamf.pdf](http://rphpwww.jaea.go.jp/senryo/senryo/images/frs_pamf.pdf)を見学。

- 見学する放射線標準施設は日本原子力研究開発機構が所有・管理している施設。
- 施設見学は、計測協会の担当者が同行して説明。
- 放射線標準施設の使用状況によって、エックス線校正場、中性子校正場等も見学可能。
- 放射線標準施設棟では、アルファ線、ベータ線を放出する核種の表面汚染測定器の校正も実施している。
- アルファ線、ベータ線、ガンマ線を放出する核種の放射能測定室を見学。(現在、改修工事中で、状況によっては中止)
- 見学後の質疑応答

◆見学に際して必要な情報

管理区域の立入にあたり、見学者リスト(職員・学生別氏名)を2月8日までに通知。

※施設内写真撮影禁止

## 放射線計測協会について

■設立: 1980年(昭和55年)10月 2012年4月1日 公益財団法人に移行

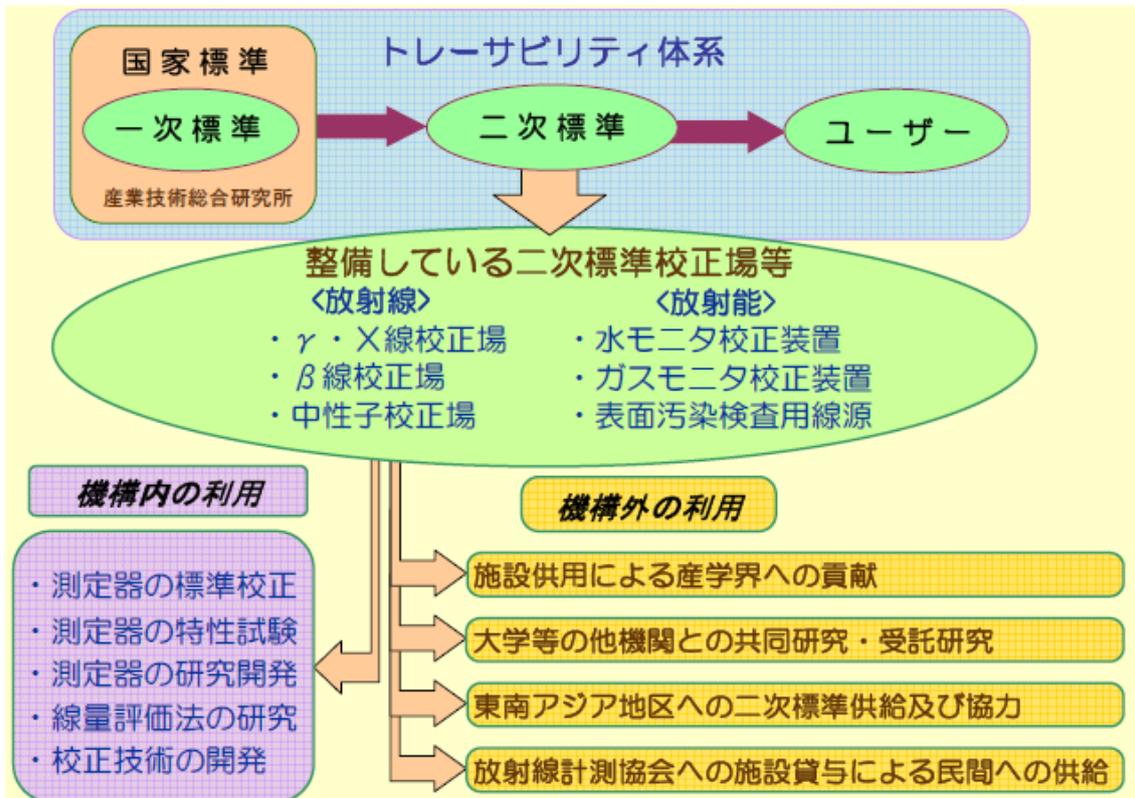
■所在地: JAEA 原子力科学研究所構内

■組織: 放射線標準施設

■役割:

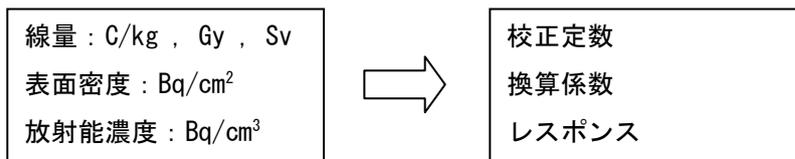
放射線や放射能を測定する場合、測定器が正しく動作し、その指示値が国家標準とつながりがある(トレーサビリティ)ように校正されていることが重要です。

放射線標準施設は、トレーサビリティを確保したγ線、X線、β線、中性子線の校正用照射設備を整備し、種々の放射線測定器の校正、特性試験、測定器等の研究開発及び校正技術の研究協力等に利用しています。(原研パンフレットより)



■校正業務の内容

- ＜業務内容＞ 点検・校正、基準照射、特性試験
- ＜対象機器＞ サーベイメータ、モニタ・個人線量計
- ＜線 種＞ ガンマ線、エックス線、中性子、ベータ線、アルファ線



■食品中の放射能測定器の校正

測定容器ごとに国家標準とトレーサビリティのとれた放射能（ベクレル）を用いて測定値（計数率）と比較

- ①ゲルマニウム検出器…ピーク検出効率
- ②シンチレーション検出器…放射能濃度換算係数

■空間線量率測定器の校正

【JIS Z 4511 : 2005 照射線量測定器 空気カーマ測定器 空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法】

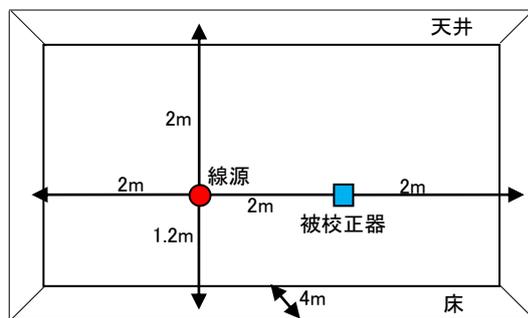


◆線量率計を自前で校正する場合のポイント（JIS Z 4511 に準拠）

- ・線源の種類：照射線量率基準ガンマ線源（表示付認証機器）…JCSS 校正証明書の有無を選択
- ・校正できる範囲：0.5m～2.0m  
（線源の中心から校正する検出器の実効中心までの距離）…逆二乗法
- ・基準線量の計算…任意の距離の線量率

照射線量率基準⇒空気カーマ率基準⇒1cm線量当量率基準

- ・部屋の大きさ：6m×4m×高さ3.2m
- ・【線量定数：N】  $N = \text{基準線量率} / \text{正味の指示値}$



### ＜表面汚染測定器＞に求められる性能

【JIS Z 4329 : 2004 放射性表面汚染サーベイメータ】

#### 5. 性能

- 5.1 相対基準誤差：有効測定範囲において $\pm(25+D)\%$
- 5.2 機器効率：製造業者公称値の $\pm 25\%$
- 5.3 検出限界：最少検出表面放出率が製造業者の公称値以下  
(注)  $0.25 \mu\text{Gy/h}$  程度の場合で実施されたもの
- 5.4  $\beta$ 線エネルギー特性：取扱説明書に図示
- 5.5 検出器入射窓面の機器効率の均一性：平均値の $\pm 50\%$
- 5.6 自然計数率：製造業者公称値以下
- 5.7  $\gamma$ 線の影響：指示値の変化が製造業者公称値以内
- 5.8 感光性：指示値の増加が $A \times 0.1 (\text{s}^{-1})$  [A=入射窓面積 ( $\text{cm}^2$ )]
- 5.9 指示値変動：変動係数が0.2以下  
などが求められている

JIS または IEC の規格適合製品か確認する

### ＜表面汚染サーベイメータ＞の校正

【JIS Z 4504 : 2008 放射性表面汚染の測定方法】

【JIS Z 4329 : 2004 放射性表面汚染サーベイメータ】

【機器効率】

- ・表面放出率標準線源 ( $^{36}\text{Cl}$  :  $E_{\text{max}} 0.71\text{MeV}$ )
- ・線源の表面と検出器の表面の距離は 5mm

$$\varepsilon = \frac{N}{\phi} \times A$$

$\varepsilon$  : 機器効率

N : 正味計数率 ( $\text{s}^{-1}$ )

$\phi$  : 単位面積当たりの  $\beta$  粒子表面放出率 ( $\text{s}^{-1}/\text{cm}^2$ )

A : 検出器の入射窓面積 ( $\text{cm}^2$ )

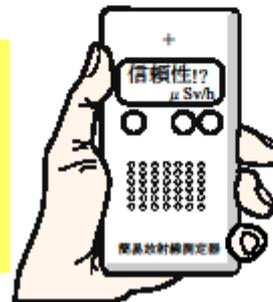
## 簡易放射線測定器の校正

～信頼できる測定値を得るために～

東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、数多くの簡易放射線測定器が普及しました。一方、同じ場所で測っても測定器によって値が異なるのはなぜかなどの意見が寄せられています。

信頼できる測定値を得るためには、次の3つ条件が重要となります。

- 目盛（表示値）が正確な測定器の使用**  
 食品の重さを量る“はかり”と同じように放射線測定器も基準となる放射線量率の場で“目盛合わせ（校正）”されているものを使用しましょう。目盛合わせは、国家標準とのトレーサビリティが明らかな放射線場を用いて行います。



- 性能が分かっている測定器の使用**  
 放射線測定器は、放射線が来る方向や放射線エネルギー等の違いによって表示される値が変化します。これらの性能が分かっている測定器を使用しましょう。  
 空間の線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ：マイクロシーベルト毎時）の測定には、同じ単位の目盛がついた測定器を使用します。

- 目的に合った測定方法**  
 目的に合わせて、測定対象物からの距離、高さ、測定器の向きを決め、測定器を動かさずに繰り返し表示値を読み取った後、平均するなどしてその場所の測定値とします。放射線が多く入る方向が、測定器を校正した時の入射方向と異なる場合には、取扱説明書等に添付された手順に従い測定値を補正します。

### ■□ トレーサビリティの確保 □■

測定結果が、基準となる量との比較（校正）の連鎖を通じて国家標準と繋がっていることを言います。当協会は、トレーサビリティの明確な **JCSS 校正証明書付ガンマ線源**を用いて、また、校正場所の散乱線の影響を評価して散乱線を低減する方策を講じることにより、低線量率領域のガンマ線の空間線量率 **校正場**を整備しています。これにより、精度よい信頼のある校正結果を提供致します。



<<< 簡易放射線測定器校正の概要 >>>



〔対象放射線〕 ・セシウム137 ガンマ線

〔点検校正〕 ・点検：表示、ブザー音等が正常に動作することを確認します。  
・校正：**1.35  $\mu\text{Sv/h}$**  (場所の1センチメートル線量当量率)  
ご要望により **0.5  $\mu\text{Sv/h}$**  及び **5  $\mu\text{Sv/h}$**  の線量率を追加することが出来ます。

〔申し込み方法〕

当協会のホームページ (<http://www.irm.or.jp/moushikomi.html>) に掲載されている「放射線測定器点検校正等申込書 (EXCEL 版)」をダウンロードして必要事項を記載し、測定器と一緒に宅配便等で下記住所に送付してください。

お申し込みの際は、電話やメール等で納期、費用などを必ずご確認ください。

また、当協会のホームページにアクセスできない場合や不明な点等がございましたら、お手数でも下記にお問い合わせ下さい。

〈送付先及び問い合わせ先〉

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4  
公益財団法人 放射線計測協会 校正グループ  
TEL 029-282-5549 (直通)  
FAX 029-283-2158  
e-mail [kouseika@irm.or.jp](mailto:kouseika@irm.or.jp)

IRM 20130107 ver.3

以上

# VI 教育プログラム

## VI教育プログラム

### (1) 放射線工学科教育プログラム

1. 学科名：放射線工学科
2. 分野：工業課程
3. 修業年限：2年制（昼間）
4. 定員：入学定員20名 男女
5. 取得目標資格：放射線取扱主任者（第2種・第3種）、電気工事士（第二種）
6. 就職先：環境計測・コンサルタント会社、JA、放射線管理業務事業所、公務員ほか

#### <1年時カリキュラム>

対象	専門学校		履修時間	1年生			
講座期間	週30時間×34週 計1020時間		習得技術	放射線の知識、測定技術			
	項目	主な科目の概要	期間	週授業時間	年間授業時間	習得単位	
学科	基礎数学	四則演算、べき乗、接頭辞、指数・対数、微分・積分	前期	3	51	3	
	基礎化学	原子・分子構造、周期律、同位体、化学反応式、原子質量単位(mol)	前期	3	51	3	
	基礎物理	力学、エネルギー、素粒子	前期	3	51	3	
	放射線生物 I	放射線と水の反応、突然変異と染色体異常、細胞周期と感受性、	通年	3	102	6	
	放射線化学 I	励起と電離、特性X線、オーグ電子、壊変、系列核種、天然核種、放射能	後期	3	51	3	
	放射線物理 I	核反応、反応断面積、フルエンス、線減弱、半価層	後期	3	51	3	
	放射線概論	現在の福島の状態、問題点についての議論	通年	3	102	6	
	電気電子概論	電気、電磁気学の基礎一般	前期	3	51	3	
実習	情報リテラシー I	PCの操作、Officeの操作	通年	3	102	6	
	管理技術 I	測定機器の種類、使い方、測定結果の取扱い	通年	6	204	6	
	測定実習 I	環境測定、食品測定	通年	6	204	6	
計				週 30時間	1020	48	

#### <2年時カリキュラム>

対象	専門学校		履修時間	2年生			
講座期間	週30時間×34週 計1020時間		習得技術	放射線の知識、測定技術、情報取扱			
	項目	主な科目の概要	期間	週授業時間	年間授業時間	習得単位	
学科	放射線生物 II	直接・間接作用、単位、細胞死と生存率曲線、放射線の影響、	通年	3	102	6	
	放射線化学 II	半減期、放射平衡、放射化、分離法、化学分析法	通年	3	102	6	
	放射線物理 II	物質との相互作用、加速器等	通年	3	102	6	
	放射線概論	現在の福島の状態、問題点についての議論	通年	3	102	6	
	法令	放射線障害防止法	前期	3	51	3	
	安全管理	管理区域の運用、防護の3原則	後期	3	51	3	
	情報リテラシー II	情報伝達の法則や情報の整理、情報の実証	後期	3	51	3	
	実習	CAD実習	平面図、立面図の書き方、ソフトウェアの操作	後期	3	51	3
管理技術 II		測定機器の種類、使い方、測定結果の取扱い	通年	3	102	3	
測定実習 II		環境測定、食品測定	通年	6	204	6	
リスクコミュニケーション		リスク評価とリスク管理に関する考え方	後期	6	102	3	
計				週 30時間	1020	48	

## VI教育プログラム

### (2) 放射線測定従事者向け教育プログラム

科目名	放射線講習	指導担当者名	別記	
開講時期	平成25年2月上旬	対象	行政、団体等における放射線測定従事者等(放射線工学科の学生含む)	
定員	10名/回	時間数	18時間	
目的	専門知識が不足していると思われる放射線測定従事者に対する学習・啓蒙、フォローアップ			
学習内容	1. 放射線の基礎知識の習得 2. 放射線測定器の種類と用途 3. 放射線測定技術の習得 4. 放射線の評価法とリスクコミュニケーション			
開講に当って	1. 両日とも10:00~16:00(途中1時間休憩)に実施 2. 修了試験を実施し修了証を発行する。 3. アンケートを実施し、プログラムをより実践で活用できるよう洗練させる。			
日程(時数)	時間数	項目	内容・準備資料等	担当
1日目 (5H)	1	オリエンテーション	事業の目的、自己紹介(参加者の業務と抱えている問題も挙げてもらう)	
	2	原発事故による環境放射能汚染	原発事故による環境汚染 環境中の放射性物質の特性	
	3	放射線・放射能の基礎知識	放射能と放射線 放射線の量と単位	
	4		放射線と物質の相互作用	
	5		放射線測定装置の種類と原理	
2日目 (5H)	1	放射線測定における基礎知識	放射線を測定する際の注意点	
	2		食品モニターの精度管理	
	3	食品放射能測定の下処理		
	4	食品放射能測定実習	Ge、NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定	
	5		測定結果に伴うスペクトルの見方、評価法	
3日目 (5H)	1	放射線測定演習	測定値から放射線量の算出 預託実効線量	
	2		ベクレルからシーベルトへの換算 測定値の取り扱い	
	3	食品放射能測定実習	校正、チャンネル数、検出器のサイズ、感度と精度、測定時間	
	4		食品の種類による下処理	
	5		Ge、NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能測定	
4日目 (5H)	1	放射線被ばくとリスクコミュニケーション	放射線リスクの考え方 リスクコミュニケーションとは	
	2		ロールプレイング演習	
	3	空間放射線量の測定実習	NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いた測定	
	4	表面汚染の測定実習	GMサーベイメータを用いた測定	
	5	修了試験・アンケート・修了式	筆記20問、※実地2題(記述式) 感想、課題、意見、要望等	
<b>履修上の留意点</b> 必要に応じて、グラフ作成や計算演習を取り入れる。				

平成24年度 文部科学省  
東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業

放射線の知識を持つ測定技術者の育成  
及び計測支援事業  
事業報告書

発行■平成25年3月

編集・発行■放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援事業推進協議会

問い合わせ■連絡先

学校法人 新潟総合学院

**WIZ** 専門  
学校 国際情報工科大学校

〒963-8811 福島県郡山市方八町2-4-15

フリーダイヤル  0120-454-443

<http://www.wiz.ac.jp>

E-mail : [wiz@nsg.gr.jp](mailto:wiz@nsg.gr.jp)