

はじめに

平成 23・24 年度に引き続き、専門学校 国際情報工科大学校では平成 25 年度**文部科学省「東日本大震災からの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。平成 24 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 年度は放射線測定技術者に関するアンケートを実施しました。これは、放射線測定技術者にはどのような知識・技術・能力・資格が求められているかを調査するものです。この調査結果を基に放射線工学科の教育プログラムを再検討し、本校としても自信を持ってこれらの教育内容を各方面に向けての普及に努めたいと考えております。事業継続の折には、「校正」という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	15
第1回分科会 議事録	16
第2回分科会 議事録	18
第1回推進協議会 議事録	22
第3回分科会 議事録	29
第2回推進協議会 議事録	41
第4回分科会 議事録	66
第3回推進協議会 議事録	75
第5回分科会 議事録	90
第4回推進協議会 議事録	96
第6回分科会 議事録	107
第5回推進協議会 議事録	112
第7回分科会 議事録	119
第6回推進協議会 議事録	124
第7回推進協議会 議事録	130
合同事業成果発表会	132
III 試行授業	136
放射線測定	137
校正	172
IV アンケート	174
放射線測定技術者に関する人材アンケート	175
V 視察	180
放射線医学総合研究所 視察報告書	181
VI 教育プログラム	186
(1) 放射線工学科教育プログラム	187
(2) 放射線測定従事者向け教育プログラム	199

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発・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 25 年 8 月 15 日～平成 26 年 3 月 14 日

(5) 事業の概要

【中長期的な人材育成コースの開発・実証】平成 23・24 年度より継続

《目的》

【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効果的な除染方法の実践スキルを養成
- 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

《内容》

- 【1】本校放射線工学科（2年課程）の教育プログラムの開発<継続>
- 【2】放射線測定技術者向け教育プログラムの開発⇒実証講座の実施<継続>
- 【3】放射線教育支援（指導者の育成）プログラムの開発⇒試行講座の実施<新規>
- 【4】放射線測定機器の校正に関する調査研究<新規>

《平成 23 年度の成果》

- 調査：原発事故後の県民の生活実態のヒアリング、放射線被ばくについてや放射線測定
の基礎知識の研究調査
- 講演：「福島の水の安全を考える」農林水産物の放射性物質モニタリング結果報告

I 事業計画

- 課題：県民をはじめとして国民全体に正しい放射能・放射線の知識の普及が必要なことと、インターネット、SNS も含めたマスメディアとどう向き合っていくかなどの情報リテラシーやリスクコミュニケーションが重要であることが確認された。

《平成 24 年度の成果》

- 試行授業：放射線測定講習会の実施（測定技術者向け食品放射能測定）
- 教育プログラム：
 - ①20 時間の放射線測定従事者向け教育プログラム
 - ②本校放射線工学科（2 年課程）教育プログラムの策定
- 教材開発：
 - ①放射能・放射線の基礎知識から実際の測定までを解説したテキスト「放射線測定の実際」
 - ②同映像教材（DVD）
 - ③一般向け簡易版リーフレット「放射線測定のしくみ」
- 調査：県内教育機関に「放射線測定（空間線量率）に関するアンケート」の実施
- 課題：調査結果より測定器機器のメンテナンス校正の必要性が新たな課題として明確になった（アンケート結果：校正メンテナンスをしていない---48%）

《福島県の放射線関連の問題》

- 原発事故による避難者は約 15 万人、県人口減少問題
- 県内 11 市町村に及ぶ避難区域の指定や区域再編による帰還困難区域の指定による避難の長期化
- 原発の汚染水や中間貯蔵施設の問題
- 除染作業に関する多くの問題（手抜き、偽装請負、手当不払い口止め、不当解雇…）
- 風評被害による福島県産品の販売不振や観光収入の減少

《放射線測定技術者のニーズ》

- 県民の関心は空間線量率よりもコメの全袋検査をはじめとした、食品や土壌等の放射線測定に移ってきている⇒必ず知識が必要
- 県内には 500 台以上の放射線測定機器が導入され、学校給食の測定は福島県外でも実施されている⇒技術者が絶対的に不足
- 自治体をはじめ生産者団体や企業でも放射線測定業務が不可欠⇒専門的な技術者が求められている

I 事業計画

《放射線工学科の取組》

- 同学科の実習施設である放射線検査室には各種放射線測定機器が備えられえおり、放射線工学を学べる日本唯一の専門学校である
- Ge ゲルマニウム半導体検出器の導入により食品等の高精度な放射能測定が可能になった
- 小中学生向けの放射線勉強会の実施 実習が好評
- 個人宅の家屋や庭の放射線量の測定をし、安心して住めるかを客観的な数値で評価する放射線量に関する「インフォームド・コンセント」を学生主体で実施する計画を現在試行中である

※上記内容により本県のニーズに合致する放射線に関する知識と各種放射線測定機器に精通した人材育成事業を継続するため、この事業計画書を作成した。

2. 文部科学省との連絡担当者

氏名	和田 秀勝		
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 教務部長		
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	wada.hidekatsu@nsg.gr.jp		

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。平成24年度の本事業において、県内の教育機関に放射線測定に関するアンケート調査を行った結果、放射線測定器の校正が十分行われていない現実が明らかになった。このことを受け、本校で放射線測定機器の校正に関する調査研究と各種支援を行っていきたい。

(2) 前年度までの取組概要、成果と本年度との継続性

【平成23年度事業】

・取組概要

原発事故後からの福島県における放射能問題は県民ひとりひとりの生活や産業界に多大な影響を及ぼした。このような状況から、自治体、企業、生産者団体、教育機関…組織において「放射線測定」が必須の作業となっていった。しかし、放射能・放射線の正しい知識を持つ一般市民は殆どおらず、そのことが不安や風評を助長していることから、福島県の実情に合った正しい知識の普及や放射線測定の技術者の育成が急務であるという背景があり、本校では放射線教育の体制の構築をすることで地域に貢献していきたいと考えた。

・事業成果

- 調査：原発事故後の県民の生活実態のヒアリング、放射線被ばくについてや放射線測定の基礎知識の研究調査
- 講演：「福島への食の安全を考える」農林水産物の放射性物質モニタリング結果報告
- 課題：県民をはじめとして国民全体に正しい放射能・放射線の知識の普及が必要なことと、イ

I 事業計画

インターネット、SNS も含めたマスメディアとどう向き合っていくかなどの情報リテラシーやリスクコミュニケーションが重要であることが確認された。

◆「放射線検査室」「放射線工学科」の設立と学生募集開始

・本年度事業との継続性（成果の活用含む）

事故当初は主に空間放射線量に関する問題が大きかったが、徐々に食品を通じての内部被ばくや子孫への遺伝的影響に対する懸念等の問題に移って行った。その後は除染作業の問題も加わり、時間の経過とともに問題点も推移している。そもそも放射線測定は長期的に経過観察を継続していかなければならない。

【平成24年度事業】

・取組概要

放射線測定従事者を対象とした教育プログラムの開発を優先とし、推進協議会で内容を審議検討した。基礎知識に加え本校放射線測定室を使用し実習授業を行った。適した教材がほとんどない状況であり、資料を収集し情報を整理し教材開発にも手掛けた。

・事業成果

- 試行授業：放射線測定講習会の実施（測定技術者向け食品放射能測定）
- 教育プログラム：
 - ①20時間の放射線測定従事者向け教育プログラム
 - ②本校放射線工学科（2年課程）教育プログラムの策定
- 教材開発：
 - ①放射能・放射線の基礎知識から実際の測定までを解説したテキスト「放射線測定の実際」
 - ②同映像教材（DVD）
 - ③一般向け簡易版リーフレット「放射線測定のしくみ」
- 調査：県内教育機関に「放射線測定（空間線量率）に関するアンケート」の実施
- 課題：調査結果より測定器機器のメンテナンス・校正の必要性が新たな課題として明確になった
(アンケート結果：校正メンテナンスをしていない---48%)

・本年度事業との継続性（成果の活用含む）

放射線測定従事者向け20時間の教育プログラムを複数回実施し、普及に勤めていく。さらに、平成25年度では、「放射線教育」の指導者の育成という観点も付け加えて内容を発展・進化させていく。教材に関しては内容の精度を高めるために改訂作業を継続していく。そしてアンケート調査によって明らかになった新たな課題である、放射線測定器の「校正」にも取り組んでいく。

(3) 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放射線測定技術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各種放射線測定機器の取り扱いに関する測定技術者向け教育プログラムの開発

- ・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
- ・H24 年度版教材の改訂

③放射線教育支援プログラムの開発

- ・目的：放射能・放射線を児童・生徒に教える指導者の育成を支援する
- ・対象：保育所（園）、幼稚園、小学校の教職員
- ・内容：放射能・放射線の基礎知識を分かりやすく解説する
- ・特徴：福島の状況等を十分に考慮し、測定器を使用した実習をする
- ・「知っておきたい放射線のこと」文科省副読本使用

④放射線測定機器の校正に関する調査研究と支援

【校正の必要性】

- ・放射線測定器を正しく使うには、性能の確認やメンテナンスが必要である
- ・放射線測定器の校正の必要性が一般的に知られていない現実がある

<H24 年度アンケートによると教育機関では約 2 年使用している機器の校正やメンテナンスを 48%がしていないとの回答があった>

【内容】

- ・校正の仕組みや簡易校正の知識等を普及させるために、講習会の開催や印刷物の制作を行う
- ・標準線量・線量率計、電離箱、標準線源を配備し校正施設を整備し、校正支援を行う
- ・教育機関を対象に公開講座や講習会を開催し「校正」についての知識と必要性の浸透と普及を目指す
- ・校正に関する教材資料の作成

I 事業計画

上記を本校放射線工学科学生、放射線測定従事者、教員等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。

(4) 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約2年を経ているが、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…と広範な組織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ようだ。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。

(5) 実証講座等の内容

(1) 放射線測定

福島県における原発事故に起因する核種を中心に、食品放射能の測定の実務、環境の放射能汚染状況の調査・検証の技術を習得する。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の実証を本校放射線工学科学生及び県内の放射線測定従事者等を対象に実施する。

対象：本校 放射線工学科 1年生 6名、及び県内の放射線測定従事者

時間：計20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（10時間）

- 放射線・放射能の基礎知識： 放射能と放射線 量と単位
- 放射線測定の基礎知識： 装置の種類と原理 注意点 精度管理
- 放射線測定演習： 測定値から線量の算出 Bq-Sv 換算
- リスクコミュニケーション： 放射線リスクの考え方 ロールプレイング

I 事業計画

- ・教本・テキストの配布

○放射線教育支援講習会の実施

- ・県内の保育所（園）、幼稚園、小学校の教職員を対象
- ・福島の状態等を考慮した講義と放射線測定機器を使用した実習
- ・試行授業終了後に評価見直しをした内容で実施

○放射線測定器の校正

- ・正しい放射線測定をするには測定器の性能の確認やメンテナンスが必要である
- ・簡易的な校正のやり方を普及させるためにリーフレット等印刷物の作成

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1回開催		
分科会			●	●	●	●	●	●	●		原則月1回開催		
調査			→									視察・アンケート	
開発				→									
実証講座					→								
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	委員長・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	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	開発	福島県
株式会社 日本環境調査研究所	第一種放射線取扱主任者 茂木 道教	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
情報ネットワーク・リベラ	エディター 阿部 恒雄	地域環境・広報	福島県
株式会社ストロベリーフィールド	代表取締役 長井 延裕	評価	東京都
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	地域環境	新潟県
一般社団法人福島新環境総合研究所	理事長 内田 章	コーディネーター	福島県
学校法人新潟総合学院	常務理事 双石 茂	評価	福島県
学校法人新潟総合学院	事業企画部長 伊達 巖	評価	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	学校長 水野 和哉	総括	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	副校長 村上 史成	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 和田 秀勝	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	工学学科長 近内 広樹	開発・実証	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	開発・実証	福島県
イメージスタジオ	代表 村山 隆	企画・調査・記録・報告	福島県

(2) 分科会の構成

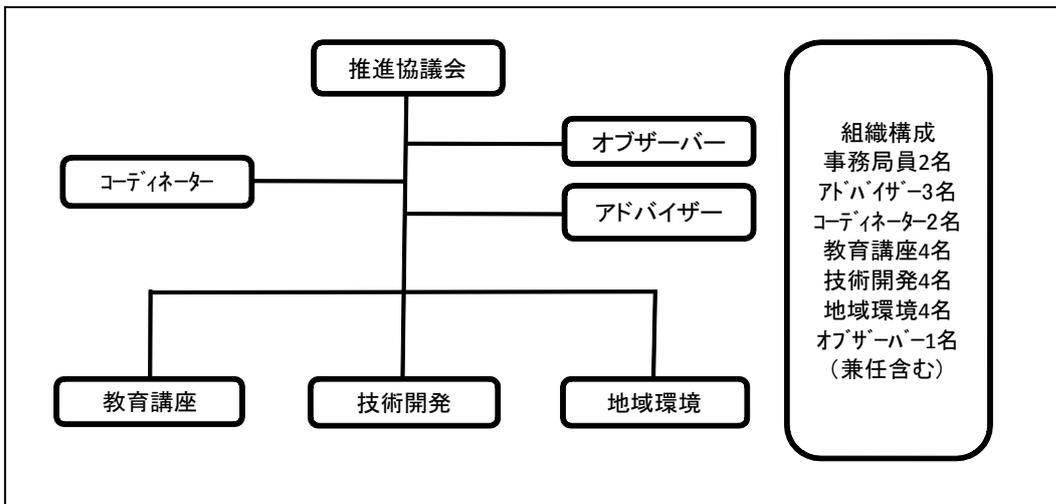
組織名	代表者	役割等	都道府県
福島県農業総合センター	安全農業推進部副部長 武地 誠一	技術開発	福島県
福島県ハイテクプラザ	技術開発部主任研究員 菊地 時雄	技術開発	福島県
NPO法人移動保育プロジェクト	理事長 上國料 竜太	地域環境	福島県
情報ネットワーク・リベラ	エディター 阿部 恒雄	地域環境	福島県
一般社団法人福島新環境総合研究所	理事長 内田 章	コーディネーター	福島県
学校法人国際総合学園新潟農業バイオ専門学校	副校長 阿部 貴美	教育講座	新潟県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	学校長 水野 和哉	総括	福島県
学校法人新潟総合学院専門学校国際情報工科大学校	副校長 村上 史成	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 和田 秀勝	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	工学学科長 近内 広樹	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	評価	福島県
イメージスタジオ	代表 村山 隆	企画・調査・記録・報告	福島県

I 事業計画

(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
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	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	開発	福島県
株式会社 日本環境調査研究所	第一種放射線取扱主任者 茂木 道教	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
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
株式会社ストロベリーフィールド	代表取締役 長井 延裕	評価	東京都
一般社団法人 全国専門学校経営研究会	会長 川越 宏樹	実施協力	山口県
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	地域環境	新潟県
一般社団法人福島新環境総合研究所	理事長 内田 章	コーディネーター	福島県
学校法人新潟総合学院	常務理事 双石 茂	評価	福島県
イメージスタジオ	代表 村山 隆	企画・調査・記録・報告	福島県

(4) 事業の推進体制 (図示)



Ⅱ 議事録

平成 25 年 8 月 27 日

第 1 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 8 月 27 日（火） 18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：WiZ：村上副校長、和田部長、近内、吉澤、

FSG：内田、村山

議題：

1. 開会のあいさつと事業説明 和田
2. スケジュールについて 和田
3. 構成委員について 和田
4. その他

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1 : 開会のあいさつと事業企画について

和田 : 簡単なあいさつと今年度の事業計画の概要の説明 (事業計画書を参照)

議題 2 : スケジュールについて

和田 : 9月の分科会、推進協議会の日程の変更をしたい (別紙スケジュール表参照)

第2回分科会 9月9日 (月) 18:30～

第1回推進協議会 9月25日 (水) 17:30～

(一同承認)

議題 3 : 構成委員について

和田 : 参加の案内をして返答待ちである。(別紙事業計画書の委員の構成一覧を参照)

- ・ 推進協議会、分科会不参加 : FSG 伊達部長
- ・ 新潟大学内藤教授参加確認済み
- ・ 大槻教授は前年度並みの参加の模様

内田 : 線量計のメーカーにもコンタクトを取っている。

議題 4 : その他

双石 : 教材等、成果の普及について対象を絞って計画を具体化させていってほしい。

村上 : 教員、教育委員会などの教育関係者の意見も聞きたい。

吉澤 : 会議の進行を担当する。

内田 : 校正に関しては茂木さんを中心にやっていく。放射線計測協会や法医研とは深くかわらないと思う。

平成 25 年 9 月 9 日

第 2 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 9 月 9 日（水）18:30～

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、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄、
◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、
◆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
近内広樹 ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

- | | |
|--------------------|-------|
| 1. 開会のあいさつと事業内容の説明 | 吉澤・村上 |
| 2. 構成委員について | 吉澤 |
| 3. 会議スケジュールについて | 和田 |
| 4. 教育プログラム等について | 村山 |
| 5. 第 1 回推進協議会について | 和田 |
| 6. その他意見交換 | |

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1：開会のあいさつと事業内容の説明（別紙 事業計画書参照）

村上：前年度までの取組と今年度への継続についての説明。

郡山市の参加をお願いするため、研修センターと交渉して返答待ち。

議題 2：構成委員について（別紙 事業計画書参照）

各委員からのあいさつと自己紹介

議題 3：会議スケジュールについて（別紙 スケジュール表参照）

（1）分科会

10/9（水） 11/13（水） 12/4（水） 1/15（水） 2/13（木）

（2）推進協議会

9/25（水） 10/16（水） 11/20（水） 12/11（水） 1/22（水）

2/19（水） 2/27（木）【仮】成果発表会と同時開催の予定

和田：上記予定を案内した。

議題 4：教育プログラム等について

■テーマ：「放射線教育支援」「放射線測定器の校正」

■主な取組

（1）実証授業

①放射線測定技術者向け

- ・前年度までとほぼ同様の内容
- ・20時間の講習パッケージを複数回実施

新②放射線教育の指導者の育成

- ・関連したテキスト教材等の制作

（2）教材開発

①前年度作成「放射線測定の実際」の改訂版

②放射線教育の副読本の生徒用・教師用 文科省「知っておきたい放射線」の福島版

③放射線測定機器の校正に関するリーフレット

Ⅲ 試行授業

(3) 調査・視察

①視察：放射線計測協会

②調査：県内教育機関への放射線測定器に関するアンケート ⇒テーマ、対象の再検討

■スケジュール・工程

業務	10月	11月	12月	1月	2月
放射線測定技術者向け実証授業	企画	準備	実施	実施	
放射線教育指導者向け試行授業	企画	準備	実施	実施	
校正に関する業務	●	●	●	●	
アンケート	準備	実施	集計	分析	
教材開発	●	●	●	校正	印刷

村山：上記内容を説明。

武地：20時間程度だと教えられる内容に限られる。本音はもっといろいろなことを教えたいのだが。

村上：小学校の先生に直接教えることは難しいが、保育所ではだいぶ必要性があるようだが。

内田：放射線物理学会のQ&Aは参考になるものだ。

吉澤：子どもの行動や、どのようなことに気をつけなければならないか。

上國料：保育所では女性が多いので数字のことは拒絶反応のようなものもありまのでだめ。むしろ、じゃあプールに入っているのかどうかといった疑問のほうが大事。Yesの場合どれくらいのリスクがあるのかを説明することに数字を入れて説明しなければならないが。

内田：保育士へのサポート体制をどうしていくかを議論していかなければならない。

武地：リスクコミュニケーションにおいて、どんなことを心配しているのかの疑問を整理していくのが先決だ。上手に説明する技術も大事だ。

内田：母親たちは「誰が言っていることを信じていいのか分かりません」とかいう意見が多い。あきらめている人もいる。しかしそれを議論したりすることはこの事業の内容にはそぐわない。

長井：数値を正しく測ることが重要で、評価に関する点で定まっていないところがある。

Ⅲ 試行授業

武地：例えば 10mSv/年の数値についての安全性や、いろいろなものと数値を比較して話をしていくとか、理解を求めていかななくてはならない。

内田：実際に保育所で放射線のモニタリングに関わっている人、スタッフに限定して話をしていた方がいい。正しく測ったところでリスクの話をするようにする。

武地：核種による測り方の違いもあるが、セシウム以外の核種は測定方法が一般の人たちには難しいだろう。

内田：甲状腺がんの検査もいろいろ議論されているが。校正に関しては各方面からの協力は望めない。本来の「校正」ではなく、測定機器の「性能チェックができる」体制にしていくことになる。校正の必要性を知ってもらうためにやる。

議題 5：第 1 回推進協議会について 9 月 25 日（水）

■ 議題

- 開会のあいさつ
- 委員紹介（ひとこと）
- 事業概要・スケジュール説明
- 教育プログラムについて
- 調査（視察・アンケート）について
- その他意見交換

議題 6：その他 連絡事項

次回分科会 10/9（水）

平成 25 年 9 月 25 日

第 1 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 9 月 25 日（水）17:30～

場所：WiZ 201 教室

出席者（敬称略）：

- 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
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
- 株式会社 日本環境調査研究所 第一種放射線取扱主任者 茂木 道教
- NPO法人移動保育プロジェクト 理事長 上國料 竜太
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章
- 学校法人新潟総合学院 常務理事 双石 茂
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●放射線工学科教員 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 村上副校長
2. 委員紹介 各委員の皆さまよりひとこと
3. 事業概要・スケジュールの説明 和田部長
4. 教育プログラム等について 村山
5. その他意見交換・連絡事項

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1 : 開会のあいさつ

村上副校長 :

- ・ 事業概要、目的、内容
- ・ これまでの成果
- ・ 今年度の取組

議題 2 : 委員紹介 別紙参照 <事業計画書>

- 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
県内の農林水産物の日々モニタリングをしている。実習授業を担当した。
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
市役所からホールボディカウンタの案内が来たがあまり意味がないと感じた。
- 株式会社 日本環境調査研究所 第一種放射線取扱主任者 茂木 道教
福島第一原発でメーカー社員として勤務経験あり。「福島の復興を考える会」でワーキング活動中。
- NPO法人移動保育プロジェクト 理事長 上國料 竜太
小さいお子さんや保護者との関わりが多い立場からお話をしたい。
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
ネット新聞発行。
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
専門的な立場ではなく、一般の立ち位置で意見を上げたい。
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章
今年度は事業の集大成としてまとめていきたい。
- 学校法人新潟総合学院 常務理事 双石 茂
正しいことを正しく伝えていく使命を果たして、成果を発信して地域に貢献していきたい。
- 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
放射線工学科の立ち上げをし、これは文科省では唯一の取組であり、成果が期待されている。
- 副校長 村上 史成
- 教務部長 和田 秀勝 連絡等の窓口と全体の統括。
- 工学学科長 近内 広樹
- 放射線工学科教員 吉澤敏雄 議事進行を担当。

Ⅲ 試行授業

- イメージスタジオ 村山 隆 議事録、報告書、教育プログラム、教材開発を担当。

議題 3：事業概要・スケジュールについて

別紙参照 <事業計画書><スケジュール表>

- ◆事業期間 平成 26 年 2 月末まで

- ◆スケジュール・工程

業 務	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
放射線測定技術者向け実証授業	企画	準備	実施	実施	
放射線教育指導者向け試行授業	企画	準備	実施	実施	
校正に関する業務	●	●	●	●	
アンケート	準備	実施	集計	分析	
教材開発	●	●	●	校正	印刷

- ◆会議

①分科会

10/9 (水) 11/13 (水) 12/4 (水) 1/15 (水) 2/13 (木)

②推進協議会

9/25 (水) 10/16 (水) 11/20 (水) 12/11 (水) 1/22 (水)

2/19 (水) 2/27 (木) 【仮】成果発表会と同時開催の予定

和田：上記内容を説明。

議題 4：教育プログラム等について

- テーマ：「放射線教育支援」「放射線測定器の校正」

- 主な取組

(1) 実証授業

①放射線測定技術者向け

- ・前年度までとほぼ同様の内容
- ・20 時間の講習パッケージを複数回実施

新②放射線教育の指導者の育成

- ・関連したテキスト教材等の制作

(2) 教材開発

①前年度作成「放射線測定の実際」の改訂版

②放射線教育の副読本の生徒用・教師用 文科省「知っておきたい放射線」の福島版

Ⅲ 試行授業

③放射線測定機器の校正に関するリーフレット

(3) 調査・視察

①視察：放射線計測協会

②調査：県内教育機関への放射線測定器に関するアンケート ⇒テーマ、対象の再検討

取組名称	①本校放射線工学科の教育プログラムの開発
新規継続	継続
目的	プログラムの完成度をあげること
対象	本校放射線工学科
内容	カリキュラム・シラバス履修要項の作成
特徴	専門学校2年課程
講座	通常授業を評価する
教材	教材、教科書の選定
備考・検討事項	内容はほぼ完成しており、一層精度の高い詳細な内容を構築する

吉澤：平成24年度より学科運営を始めたが、これまで作ってきた物（カリキュラム等）についてみなさんから意見をいただきたい。

内田：報道やネットでの情報をどのように捉えていくかも授業でやってきたが、今の学生は新聞を読まない。ニュースを読む力をつけさせたい。

武地：原発、環境、食品、…関連する様々な事は現在進行形で状況は動いている。教材にしながらケースワークを学んでいかなければ。

双石：学生の就職状況はどうか。

吉澤：内定した学生もいるが、全員放射線に関連した仕事を目指している。

水野：1年生と2年生は状況は違うのか。

内田：やはり全体的に新聞は読んでいない。

双石：NIE等の教育運動もあるが、学生が自発的に読むようにならないと効果は疑問。

長井：放射線に関連する事象であれば一般に説明していく必要もあるだろう。

双石：福島独自の状況を学生がどうとらえているかということ。

Ⅲ 試行授業

内田：1年生と2年生でも違いがあるようだ。一般の人はどんなことでも質問してくるので学生も理解してほしいところだ。

武地：動機づけをどうしていくかだと思う。原発に実際に行くことはできないが、学生にも実体験や経験が必要。

茂木：ある団体で視察のツアーを組んで飯舘村に行ったことがあり、ある区域に入ると線量計のアラームが一斉に鳴りだし驚いたことがある。学生もそういう体験をすることで物の考え方が変わる。体や肌で感じるのが大事。

長井：体験することで心に残る。

吉澤：リスクコミュニケーションの授業があつて、話題を取り上げたことはある。

茂木：放射線に対する本当に正しい理解を体験していかなければならない。

内田：最近では汚染水の問題が大きい。マスコミの報道にも問題があるケースが見られる。

武地：どれくらいの負荷になるかを定量的に説明しなければならない物をきちんと説明していない。

双石：テキスト教材についても福島状況を伝えて欲しい。

吉澤：今後また継続して検討していきましょう。

取組名称	②放射線測定技術者向け教育プログラムの開発
新規継続	継続
目的	放射線測定技術者の育成・スキルアップ
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
講座	20時間の実証講座を複数回実施
教材	H24年度版教材の改訂
備考・検討事項	対象を変えて複数回実施したい。H24実施後に時間配分を修正した

吉澤：複数回の実施を目標にしている。11月には1回目を実施したい。

村上：連続した2日を確保するのが難しいようだ。週1日で2回とか日程を調整しなければいけない。

内田：H24年度は20時間の内容を2日間に集約して実施した。

Ⅲ 試行授業

吉澤：内容はできているので再度時間等の調整をしていきたい。

武地：レベルも再度対象者に合わせなければ。

吉澤：放射線の基礎知識のところ。

茂木：測定する上で欠かせない知識を得るにはある程度時間がないとだめだ。

菊地：時間は少なかったが、かなり分かりやすい内容だった。

取組名称	③放射線教育支援プログラムの開発
新規継続	新規
目的	放射能・放射線を児童・生徒に教える指導者の育成を支援する
対象	保育所(園)、幼稚園、小学校の教職員
内容	放射能・放射線の基礎知識を分かりやすく解説する
特徴	福島状況等を十分に考慮し、測定器を使用した実習をする
講座	公開講座や講習会を開催
教材	「知っておきたい放射線のこと」文科省副読本使用
備考・検討事項	対象先の検討と、内容とレベルについて検討の余地あり

村上：教育委員会で催した小中学校向けの教材は霧箱を使っていたようだ。教職員を一同に集めるのは現実的にできないようだ。

茂木：きわめて具体的な事象について話した方がいい。幼稚園の園庭や砂場で遊んでいいのかとか。実際に測定して見せてあげる。あと、ガンマ線、アルファ線、ベータ線の違いも。原発事故以前は霧箱を使っていたが、今では実際に測定して見せた方がいい。

内田：議員でも知識はない人がいる。

上國料：現場で実験測定し、データを見せるほうが保護者たちは納得できるだろう。

双石：講座を案内していく上でルートや対象についても調べていって欲しい。

茂木：保護者には同じ立場の目線で講義をすることが大事。我々はリスク管理とかいう視点で話をしがちだが、保護者達にとっては数値もあるがどうしても白か黒かという眼で見ている。

吉澤：分科会で引き続き審議していきます。

Ⅲ 試行授業

取組名称	④放射線測定機器の校正に関する調査研究
新規継続	新規
目的	校正の仕組みや簡易校正の知識等を普及させる
対象	教育機関等
内容	標準線量・線量率計、電離箱、標準線源を配備し校正施設を整備し、校正支援を行う
特徴	「校正」についての知識と必要性の浸透と普及を目指す
講座	公開講座や講習会を開催
教材	校正に関する教材資料の作成
備考・検討事項	測定器の精度確認にとどまる見込み

内田：法律に基づいた校正は我々が行うことはできない。測定器の性能調査の仕組みを構築していくことになる。

双石：文部科学省の事業として自治体や議員等にも我々の意義のある取り組みをアピールして理解してもらおう努力をしていかなければと思う。

議題 5：その他 連絡事項

次回：第 2 回推進協議会 10/16（水）17:30～

平成 25 年 10 月 9 日

第 3 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 10 月 9 日（水）18:30～

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、
- ◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、
- ◆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
- ◆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
近内広樹 ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 放射線工学科カリキュラムについて 吉澤
2. 放射線測定技術者向け教育プログラムについて 吉澤
3. 放射線教育支援プログラムについて 村山
4. アンケートについて 村山
5. 校正について 吉澤・内田
6. 第 2 回推進協議会について 和田
7. 連絡事項・その他意見交換

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1：放射線工学科カリキュラムについて

【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	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	現在の福島状況、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	現在の福島状況、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	

吉澤：新聞、ネット等の情報収集とその評価には内田先生の授業で対応している。

内田：（空間線量測定）警戒区域等への立ち入りは実質困難。飯舘村なら可能かもしれない。

村上：南相馬市でも。

Ⅲ 試行授業

議題 2：放射線測定技術者向け教育プログラムについて (別紙事業計画書参照)

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放射能汚染 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	食品放射能測定実習	食品放射能測定の下処理		
	4		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		
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。					

Ⅲ 試行授業

吉澤：議員に見てもらったら問う意見があったが。

内田：公開講座という形にして好きな時間に見に来てもらう形がいいのでは。

長井：イベントのような形にして県の担当者にも見てもらえるといい。

吉澤：受講者をどのように集めていくかということについてはいかがですか。

武地：メールで知り合いに告知してもいい。

長井：前年の対象は具体的に。

吉澤：実際に測定に携わっている人という前提で知り合いにお願いした形。

内田：定員を10人くらいとするなら、チラシを持ってまわるほうがいい。学校給食には入れない。

武地：民間の製造業とかはどうか。

長井：食品関係のメーカーも対象としてはいいのでは。

内田：陰善方式があるが、今食べている物がどうかは知りたいところだ。ベニマル、いちいはやっている。(測定機器の)メーカーに依頼しているようだ。

以下の事例（１）（２）をもとに教育支援の対象と具体的な内容について討議してください

事例（１） 高校生対象

「知っておきたい放射線のこと」（高校生のための放射線副読本）文部科学省

<図は省略>

【目次】

- ◆放射線の世界◆原子と原子核◆放射線の基礎知識◆放射線による影響◆放射線の利用
- ◆放射線の管理・防護◆身の回りの放射線の測定◆放射線についての参考 Web サイト

村山：上記内容について説明。対象をどこに設定するか意見ををお願いします。

村上：郡山市行健小学校の校長に会うのでその時に聞いてきたい。

吉澤：前回までの流れでは、幼稚園、保育所が最も適しているとの意見であった。

小学校を対象とするなら教材の開発がカギとなる。校長先生への訪問を踏まえて判断していく。

内田：放射線医学物理協会が Q&A 集が出版される（約 2000 個の質問）。「暮らしの放射線 Q&A」

村上：霧箱を使った実験などの手順とかの教材。

村山：ワークシート形式で必要なところは自分で書き込むような形もある。

内田：指導手順書や参考の値があると説明しやすい。

武地：NHK の「ためしてガッテン」みたいなイメージかな。

阿部：実験の結果をデータとして集められたらいいと思うが。

武地：ある卸売業者が身近な放射性物質の検査をサーベイメータでしていた。カリウムとか。

内田：公園の砂でも、バナナチップス、湯の花でも測れる。αちゃん、βちゃんの説明書のイメージか

(2) 事例 FAQ 集

① 法医研

1. 放射線の人体への影響

1. 原子力発電所の事故によって大気中に放出された放射性物質は、人にどのような影響がありますか。被ばくした量との関係、特に 100 ミリシーベルト (mSv) の意味について教えてください。
2. シーベルトという単位について、改めて教えてください。
3. 等価線量 とはなんですか？
4. 内部被ばくと外部被ばくでは、内部被ばくの方が影響が大きいのではないですか？
5. 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか？
6. 人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがありますか？
7. 微量の尿中セシウムによって膀胱がんが増加するのでしょうか？
8. 母乳への移行はどれくらいですか？ (放射性ヨウ素)
9. 母乳への移行はどれくらいですか？ (放射性セシウム)
10. 普通に暮らしていても日常生活で被ばくしているというのは本当でしょうか？
11. 今後妊娠しても大丈夫でしょうか？
12. 放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがありますか？
13. 室内が暑いときに、窓を開けて良いですか？ 服装や洗濯物の取り扱いについても教えてください。
14. プールに入っても大丈夫ですか？
15. 首都圏に住んでいますが、外出を避けたほうが良いですか？ いまでも放射線のレベルが高い場所があります。大丈夫でしょうか？
16. 3月22日に東京都の金町浄水場の水道水に、1リットルあたり210ベクレルの放射性ヨウ素が含まれていると報道がありました。今でもペットボトルの水を調理などに使用しています。水道水を使っても大丈夫でしょうか？
17. 放射性物質が含まれた水道水を、シャワーやうがい、歯磨きなどに使っても大丈夫ですか？
18. お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか？
19. 放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通しているのではないですか？
20. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか (野菜など)
21. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか？ 魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください。
22. 報道で伝えられる数値の意味を教えてください。
23. ホールボディカウンター測定で、何が分かりますか？
24. 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか？

Ⅲ 試行授業

25. 福島県から避難されてきた方を受け入れても大丈夫ですか？
26. 安定ヨウ素剤はどのように服用すれば良いですか？
27. 一度体内に取り込まれた放射性ヨウ素はどうなるのでしょうか？
28. 東京に住んでいます。これから福島県でボランティア活動をしたいのですが、被ばくが心配です。安定ヨウ素剤は入手できますか？
29. 安定ヨウ素剤に代わるものはありますか？カリウムがよいと聞きましたが、バナナを食べるのはどうでしょうか？
30. 布団を 4 時間くらい外に干しました。甲状腺の手術の既往がありますが、その布団に寝ても大丈夫でしょうか？
31. 東京電力福島第一原子力発電所の敷地内で微量のプルトニウムが検出されたようですが、健康への影響はありませんか？
32. 今回の事故に対してとられている放射線に関する基準は、外国に比べて甘いのではないですか？
33. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。(その 1. 規制について)
34. 放射線加重係数とは、何でしょうか？
35. 組織加重係数とは、何ですか？
36. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。(その 2. 骨への蓄積について)
37. 放射性セシウムによる内部被ばくがとても心配です。放射性セシウムを体から排出させるのに効く薬があると聞きましたが、飲むことができますか？
38. ホールボディカウンタによる内部評価の評価法が変わると聞きましたが、どういう事でしょうか？
39. 3 月 8 日に発表された論文のプルトニウムの量は本当に健康に問題ないのでしょうか？今回検出されたプルトニウム 241 の結果から、どれくらい被ばくすると考えられますか？

2. 胎児・子どもへの影響

1. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性ヨウ素)
2. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性セシウム)
3. 今後妊娠しても大丈夫でしょうか？
4. 私は妊婦です。放射線の影響はありませんか？
5. 規制値内の食品であっても少し心配です。妊婦や子どもへの影響はありますか？
6. 放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがありますか？
7. 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか？
8. 乳児用の粉ミルクから放射性セシウムが検出されたと報道がありましたが、どのくらいの

Ⅲ 試行授業

量なののでしょうか？

9. ヨウ素 131 は半減期が短いため、今調べてもどれくらい被ばくしたのかわからないと聞きました。子どもが本当はたくさん被ばくしていて、将来甲状腺がんになってしまうのではないかと心配でなりません。
10. チェルノブイリ事故のあと、周辺地域に住んでいた子ども達に甲状腺がんが多発したと聞きました。実際にはどれくらいの線量を被ばくしていたのでしょうか？
11. なぜ小さい子どもはホールボディカウンタ測定の対象になっていないのですか？

3 . 食品・水への影響

1. 規制値内の食品であっても少し心配です。妊婦や子どもへの影響はありますか？
2. 3月22日に東京都の金町浄水場の水道水に、1リットルあたり210ベクレルの放射性ヨウ素が含まれていると報道がありました。今でもペットボトルの水を調理などに使用しています。水道水を使っても大丈夫でしょうか？
3. 放射性物質が含まれた水道水を、シャワーやうがい、歯磨きなどに使っても大丈夫ですか？
4. 放射性ヨウ素を含んだ水を沸騰すると、放射性ヨウ素が蒸発すると聞きましたが、本当ですか？ 浄水器等で濾過できますか？
5. 放射性物質で汚染された食べ物のことが報道されていますが、野菜などを食べる際に気をつけることはありますか？
6. お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか？
7. 放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通しているのではないですか？
8. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか（野菜など）
9. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか？魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください。
10. 今回の原発事故以前にも食品中にセシウムやストロンチウムが入っていたのですか？
11. 食品、上水中の放射性物質はなぜセシウム 134、セシウム 137 やヨウ素 131 の濃度しか発表されないのですか？
12. 安定ヨウ素剤に代わるものはありますか？カリウムがよいと聞きましたが、バナナを食べるのはどうでしょうか？
13. 私は甲状腺機能亢進症で加療中ですが、水道水中の放射性ヨウ素の影響は大丈夫でしょうか？
14. 乳児用の粉ミルクから放射性セシウムが検出されたと報道がありましたが、どのくらいの量なののでしょうか？
15. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。（その1. 規制について）
16. されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いので

Ⅲ 試行授業

しょうか。(その2. 骨への蓄積について)

17. ストロンチウム 90 が、今回の原発事故の前から日本にあったと聞いたのですが本当ですか？
18. 放射性セシウムによる内部被ばくがとても心配です。放射性セシウムを体から排出させるのに効く薬があると聞きましたが、飲むことができますか？
19. プルトニウム 241 の食品への移行が気になりますが？

4 . 用語・単位

1. 等価線量 とはなんですか？
2. 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか？
3. 人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがありますか？
4. ストロンチウム 90 はどのように測定するのですか？
5. 放射線の単位について
6. 古い論文を見ていたら、放射能の単位として c や Ci が出てきました、これは何ですか？
7. 放射線加重係数とは、何でしょうか？
8. 組織加重係数とは、何ですか？

5 . 検査・測定

1. 今回の原発事故以前にも食品中にセシウムやストロンチウムが入っていたのですか？
2. 食品、上水中の放射性物質はなぜセシウム 134、セシウム 137 やヨウ素 131 の濃度しか発表されないのですか？
3. ストロンチウム 90 はどのように測定するのですか？
4. 土壌や農林水産物等の環境試料中のプルトニウムはどのように測定するのですか？
5. 報道で伝えられる数値の意味を教えてください。
6. 被ばくの検査（外部の汚染検査）をしてほしいのですが、できますか？
7. 被ばくの検査（内部の汚染検査）をしてほしいのですが、できますか？
8. ホールボディカウンター測定で、何が分かりますか？
9. 尿中のセシウムで内部被ばくを推定できますか？また事故前にはどうだったのですか？
10. 人での放射性物質の除染とは、どのようなことを行うのですか？ 家でもできますか？
11. 避難地域、屋内退避地域の住民ですが、避難する時に着た服や、汚染検査で放射能が検出された服はどうすれば良いですか？
12. 個人で放射線量を測りたいのですが、測定器の種類によって違いはありますか？
13. 庭の放射線量を測りましたが、空間線量率の高い場所がありました。なぜですか？
14. 雨の日は空間線量率が高いのですが、今でも放射性物質が降ってきているのでしょうか。

Ⅲ 試行授業

15. ヨウ素 131 は半減期が短いため、今調べてもどれくらい被ばくしたのかわからないと聞きました。子どもが本当はたくさん被ばくしていて、将来甲状腺がんになってしまうのではないかと心配でたまりません。
16. チェルノブイリ事故のあと、周辺地域に住んでいた子ども達に甲状腺がんが多発したと聞きました。実際にはどれくらいの線量を被ばくしていたのでしょうか？
17. なぜ小さい子どもはホールボディカウンタ測定の対象になっていないのですか？
18. 一日分の尿ならある程度の被ばく量が推定できると聞き、頑張って子どもの尿を集め、測定してもらいました。この測定値から、どのように被ばく量を推定するのでしょうか。
19. サーベイメータや線量計の測定値が Sv で表示されているのは、実効線量を表しているのでしょうか？
20. ストロンチウム 90 が、今回の原発事故の前から日本にあったと聞いたのですが本当ですか？
21. 近所で線量率の高い場所を見つけた場合は、どうしたら良いのでしょうか？
22. 庭などで線量率の高い場所ができることがあると聞きました。どのような場所でしょうか？ また、除染の方法を教えてください。
23. ホールボディカウンタによる内部評価の評価法が変わると聞きましたが、どういう事でしょうか？
24. 今回検出されたプルトニウムの量は、事故前に検出されたプルトニウムの量に比べてどうだったのでしょうか？ また昨年、文部科学省がプルトニウムを検出していますが、それと比較して今回の値はどうだったのでしょうか？
25. 今回報道*されているプルトニウム 239,240,241 はどのように測定したのでしょうか？ 放医研に測定を依頼することは可能ですか？

②Yahoo 知恵袋 キーワード

1. 「放射線 or 放射能」より一部
1. 竹の葉は放射能を浴びると枯れるのですか
2. LSI が放射能に弱いというのは本当ですか？
3. 放射能汚染のマップに富山が加わって生活が心配です
4. 放射能って窓でも通り抜けますか？
5. 静岡に住んでいます。海の近くに行くのはまずいでしょうか？
6. 放射能は青酸カリの 2000 倍の毒物という人がいますがただの煽りですか？
7. 放射能汚染地域の人が献血したらどんな問題があるのでしょうか？

議題 4 : アンケートについて

今年度のアンケートについてテーマと対象について討議してください

H24 年度「空間放射線測定器（機材）に関するアンケート」

有効回答数 176 件（22 日現在）

個別の情報は省略

内田：不安や悩みを問いただしていったりするより、震災、原発事故から今までを振り返ってどう変化したかの質問の方がいいのか。放射線教育の方向が見えるように。あくまでも学校としての意見を聞きたい。

村上：橋本校長に意見を聞いてみる。

菊地：風評被害の払拭にも関わるがその点は。

内田：風評とはどういうことかの話から、各自治体の取り組みもかなりやっているし。

武地：理解していくこと、先入観なしに客観的に分かる教材にすることが目的。

吉澤：測定器や校正についての質問は、校正の機材の導入の可否による。

菊地：「風化」していくことについても考えたい。昨年との比較も見てみたい。

内田：実際に測定の頻度は低下しているであろう。

吉澤：教材開発のためのアンケートとしていければいいと思うが。

Ⅲ 試行授業

議題 5 : 校正について

- ・今年度予算で計上した線量率計、電離箱、放射線源の購入について文科省より質問があり、対応をしているところ
- ・購入の見込みが立てば（納入時期・金額・支払い方法）計画を続行する

吉澤：上記内容を説明。

武地：これらの機材のリースやレンタルは困難だ。

内田：校正の必要性を訴えていきたい。放射線工学科にも必要だ。しかし、各メーカーは商売にならないので手を引いているのが実情だ。

議題 6 : 第 2 回推進協議会について

10 月 16 日（水） 17:30～

議題 7 : 連絡事項・その他 意見交換

次回分科会 11/13（水）

平成 25 年 10 月 30 日

第 2 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 10 月 30 日（水）18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- 早稲田大学 名誉教授 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 安全農業推進部副部長 武地 誠一
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 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
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●放射線工学科教員 吉澤敏雄●イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 期待する人材像 早稲田大学 名誉教授 大槻義彦 様
2. 放射線工学科カリキュラムについて 吉澤
3. 放射線測定技術者向け教育プログラムについて 吉澤
4. 放射線教育支援プログラムについて 村山
5. アンケートについて 村山
6. 校正について 吉澤・内田
7. 連絡事項・その他意見交換 和田

以上

議題 1：期待する人材像 早稲田大学 名誉教授 大槻義彦 様

放射線学会には日本放射線影響学会、日本医学放射線学会、日本放射線技術学会、国際放射線防護学会 IRPA 等がある。日本の基準値は我々が学会で合意した物に基いて作られている。しかし、テレビや週刊誌では専門家と称する、これらの学会には属していないような人が勝手に騒ぎ立てている。「福島は危ないから逃げろ」とか「東北の野菜は食うな」とかでたらめもいいところだ。妙な噂を立てた方がテレビは視聴率が上がり、週刊誌は売れる。原則的に政府が出している基準値は正しいと、より安全な数値で出していると繰り返し私は話してきた。今となってはそれが正しいという認識が一般的になったので、噂をあおった学者と称する連中は消えてしまったが。ところが最近、今度は逆の考え方を唱える連中がでてきた。放射線は少しなら浴びてもいいんだ、健康にいいんだと言うとんでもないことを言う。「危なくない」「大丈夫」「少し」って何？我々の立場というものは国際的に認められていて、その結果国連で WHO や科学委員会で監督されているわけであるからそれはできるだけ自然放射能に近い、つまり自然放射能のルールからいえばゼロ、それが最も正しくて、それが増えるに従って癌とかその他の疾病確率も高くなるという見解。しかし、原発の事故は何が出てくるかわからない。昨年今頃はこの会議で雰囲気として原発事故は随分収束に向かっているという感じがしましたが、このままいけばというところで起こった今年の春あたりから汚染水の問題は手をつけられない。全ては放射能に関する問題である。今後の専門的な仕事につく人材を育成しなければならない。廃炉に向けて 100 年、何が起こるか分からない。その時に放射線の専門家はどうするのか。一般の方でも説明書や解説書を読めば計器類測定機器は使うことはできる。しかし、使い方が問題である。測定に仕方というのは実に微妙なものである。たいへん難しいところもある。住民の不安の相談に乗る、一般の自治体の人が相談に乗ったのではやはり信頼性の点で問題があると思う。それは放射線医学会とか 3 つの放射線の分野に相談に行っていただければいいのですが、いちいち住民の人がどこに相談に行くのかはわからないし不安である。そうすると地元の福島県で様々な放射線のことで相談を受け評価ができる広報もできる、そういう人材が必要とされているわけである。この学校での人材を育成するプロジェクトにできるだけ協力しようと思っている。

開沼：専門は社会学。2 年目と 3 年目でまた問題の方向性が変わってきている。重要なのは科学的に評価ができる人がいることである。

Ⅲ試行授業

議題2：放射線工学科カリキュラムについて

【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、オーグエ電子、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
情報リテラシー I	PCの操作、Officeの操作	通年	3	102	6	
実習	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
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

吉澤：

上記内容を説明。

新聞を読んでまとめたり問題を話し合う授業を取り入れている。内容は1月に報告したい。

第1種放射線取扱主任者2年生1名が合格した。第2種も1年生が合格している。

Ⅲ 試行授業

議題 3 : 放射線測定技術者向け教育プログラムについて (別紙事業計画書参照)

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	食品放射能測定実習	食品放射能測定の下処理	
	4		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	
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。				

日程 : 11/18 (月)、26 (火)、12/2 (月)、4 (水)

Ⅲ 試行授業

吉澤：日程が決まり、募集要綱もできた。あとは参加者の募集に皆様に協力をいただきたい。

武地：前回成果があったので今回も参加したい。

内田：農協は難しい。昨年はスケジュールが合わないとのこともあった。昨年同様訪問したところに依頼していった。那須塩原、三春から来ていただいたが。

菊地：実際に測定している方はその職員ではないこともある。半年1年の契約だったり。

内田：人材派遣会社でやっている。研修は派遣元の指示に従うしかない。人数にこだわらずそういったところから来てもらうもいいが現実的でない。市町村自治体によっても雇用形態は違う。昨年の訪問リストを見ていただくといい。市民団体から参加したいとの話もあったが趣旨が合わないでお断りした経緯もあった。

長井：対象とすべき人は多いと思う。年に数回機会があるならいろいろなところに声をかけて対応していけると思うが。

内田：食品の放射線測定に従事している方もいれば、議員さんや地域行政のリーダーの立場の人であったりする。参加者が変わってやり方を変えるわけにはいかない。客観性を持った、科学的根拠に基づいた知識をそれらの方々がどれだけ持っているかはわからない。政治が絡むとやっかいなことになるが、どこまで入っていけるかというのはある。政治家は地域住民の声に応えるのが勤めですというのは良く言うが、声を聞いているだけで議員としてどういうことをしているかがというのが問題だ。

吉澤：今後の分科会でも引き続き話し合っていく。

議題4：放射線教育支援プログラムについて

別紙（スケジュール表参照）

以下の事例（1）（2）をもとに教育支援の対象と具体的な内容について討議してください

事例（1）高校生対象

「知っておきたい放射線のこと」（高校生のための放射線副読本）文部科学省

【目次】

- ◆放射線の世界◆原子と原子核◆放射線の基礎知識◆放射線による影響◆放射線の利用
- ◆放射線の管理・防護◆身の回りの放射線の測定◆放射線についての参考 Web サイト

放射線の基礎知識

放射線の単位

放射線は、ある特定の原子核が別の原子核に変化(壊変または崩壊)する際に放出されます。「ベクレル(Bq)」は、1秒間に壊変(崩壊)する原子核の数のことで、放射性物質が放射線を出す能力を表す単位になります。

数値が大きほど放射線を出して壊変する原子核の数が多くなります。

人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位を「シーベルト(Sv)」といい、放射線のエネルギーが物質や人体の組織に吸収された量を表す単位を「グレイ(Gy)」といいます。

このため、放射線が人体に与える影響は、放射性物質の放射能の強さ(ベクレル)の大小を比較するのではなく、放射線の種類やエネルギーの大きさ、放射線を受けた身体の部位なども考慮した数値(シーベルト)で比較する必要があります。

放射性物質の種類によって放出される放射線の種類やエネルギーが異なるので、同じ1000ベクレルの放射能であっても放射性物質が違えば、人体に与える影響の度合い(シーベルト)の大きさは異なります。

ベクレル(Bq)

放射性物質が放射線を出す能力を表す単位

1ベクレルとは、1秒間に一つの原子核が壊変(崩壊)することを表します。例えば、370ベクレルの放射性カリウムは、毎秒370個の原子核が壊変して放射線を出しカルシウムになります。

※壊変(崩壊)とは原子核が放射線を出して別の原子核になる現象のことです。

グレイ(Gy)

放射線のエネルギーが物質や人体の組織に吸収された量を表す単位

放射線が物質や人体に当たるともっているエネルギーを物質に与えます。1グレイとは、1キログラムの物質が放射線により1ジュールのエネルギーを受けると表します。

半減期

放射性物質は、壊変(崩壊)を繰り返し、最終的に安定した物質へ変化すると放射線を出しなくなります。原子核の壊変には、規則性があり、放射線の量は一定の時間が経過すると半分になり、さらにその同じ一定の時間が経過するとまたその半分になります。

壊変によって始めの原子核の数が半分になるまでの時間を半減期といいます。

半減期は、放射性物質によって違い、数秒のものから100万年を超えるものまであります。

厳密には、これを「物理学的半減期」といい、これに対して体内に取り込まれた放射性物質の量が代謝や排泄により体外へ排出されて半分になるまでの時間を「生物学的半減期」といいます。また、物理学的・生物学的半減期の両方を考慮したものを「実効半減期」といい、例えば、ヨウ素131は約7.3日、セシウム137は約99日となります。

放射性物質(放射性元素)	放出される放射線	物理学的半減期
トリウム232	α, β, γ	141億年
ウラン238	α, β, γ	45億年
カリウム40	β, γ	13億年
炭素14	β	5730年
セシウム137	β, γ	30年
ストロンチウム90	β	28.7年
コバルト60	β, γ	5.3年
セシウム134	β, γ	2.1年
ヨウ素131	β, γ	9日
ポロニウム210	α, γ	55.6秒

※物理学的半減期: 原子核が放射線を出して別の原子核になったものからの放射線を含む
図表1(単位)放射性物質の半減期(単位:年・日・秒)

コラム 半減期を利用した年代測定

半減期の特徴を利用し、歴史を解く研究が進められています。

炭素14という放射性元素は、半減期が5730年です。宇宙線によって大気中の窒素原子からできるもので、植物は光合成で大気から二酸化炭素を取り込む時に、炭素14も同時に取り込んでいます。また、動物はその植物を食べ、炭素14を取り入れます。植物や動物が死ぬと、炭素14を新たに取り込まなくなるため、炭素14は徐々に減っていきます。

遺跡や遺物など試料に残った炭素14の量を調べることで、何千年前のものか試料の年代を知ることができます。

学習のポイント

- ◎放射線には、3種類の単位があることと、それぞれが何を表しているかを学ぶ。
- ◎放射線の量が半分になる時間を半減期といい、放射性物質によって異なることを学ぶ。

指導上の留意点

- ◎「放射線の強さ」はベクレル、「受けた放射線の影響」はシーベルト、「放射線が与えたエネルギーの量」はグレイを用いることと、その違いを理解できるようにする。
- ◎半減期には、物理学的半減期、生物学的半減期、そしてこれら二つを考慮した実効半減期があることを理解できるようにする。

放射線による影響

身の回りにおける放射線

私たちは、宇宙から地球に降り注ぐ宇宙線を受けていて、この宇宙線は放射線の一つです。高度の高い山に行くほど、より多くの宇宙線を受けることになります。

例えば、ジェット機で東京—ニューヨーク間を往復(約20時間)した時の宇宙線から受ける放射線量は、約0.2ミリシーベルトとなります。

また、大地の岩石や土などに放射性物質が含まれているため、大地からも放射線を受けています。関東地方と関西地方を比べると、関東地方の方が年間2〜3割ほど自然放射線の量が多くなっています。このような地域差があるのは、関東地方は、大地に放射性物質を比較的多く含む花こう岩が多く存在しているからです。

その他、私たちは、食べ物や飲み物、呼吸によって体に取り込んだ放射性物質からも放射線を受けています。例えば、カリウムは自然界に存在する元素成分の一種であり、人間の体内の過半数を占める塩化ナトリウムの土壌を分解するなど機能を果たすために不可欠な元素です。このカリウムには、カリウム40という放射性物質がごく僅か(0.012%程度)含まれていて、カリウム40は食べ物と一緒に体内に取り込まれます。こうした放射性物質は、地層の組成によって少なくなります。また、新陳代謝されるため、体内では一定の割合に保たれています。

◆体内、食物中の自然放射性物質 ◆食物(1kg)中のカリウム40の放射線量の目安(単位:ベクレル)

カリウム塩	400ベクレル	バナナ	200ベクレル
食塩	200ベクレル	アスパラ	200ベクレル
牛乳(1リットル)	200ベクレル	肉(100g)	100ベクレル
鶏卵(1個)	200ベクレル	魚(100g)	100ベクレル
乾豆(1kg)	200ベクレル	米(100g)	10ベクレル

◆自然放射線と人工放射線

私たちの生活環境には、自然から受ける放射線と人工的に作られた放射線があります。人類は、地球の誕生以来、宇宙から地球に降り注いでいる宇宙線や大地、食べ物などからの放射線を受けてきました。

これら「自然放射線」といって、私たちは年間一人当たり約1.5ミリシーベルト(日本平均)の自然放射線を受けています。1955年にレントゲン博士により人工放射線が発見され、今では医療や工業、農業などで色んな用途に利用されるため人工的に放射線が作られています。これを「人工放射線」といって、精密な制御のもとに用いられる人工放射線(放射線)やCTなどの人工放射線(放射線)は、放射線のエネルギーを取り出す原子力発電所で生み出される放射線があります。

外部被ばくと内部被ばく

放射性物質が体の外側にあり、体外から被ばくすること(放射線を受ける)ことを「外部被ばく」といいます。一方、放射性物質が体の内側にあり、体内から被ばくすること(放射線を受ける)を「内部被ばく」といいます。

外部被ばくは、大地からの放射線や宇宙線などの自然放射線と人工放射線(放射線)などの人工放射線を受けたり、着ている服や体の皮膚(皮膚)に放射性物質が付着(汚染)して放射線を受けたりすることです。

放射線は、体を通り抜けるため、体にとどまることなく、放射線を受けたことが原因で人や物の放射線を出すようになることはありません。

万一、汚染してしまった場合は、シャワー浴びや洗濯しただけでは対応しきれません。

内部被ばくは、空気を吸ったり、水や食物などを摂取したりすることにより、それに含まれている放射性物質が体内に取り込まれることにより起こります。

内部被ばくを防ぐには、放射性物質を体内に取り込まないようにすることが大切です。

◆自然界から受ける放射線量 —1人1年間の放射線量—

(世界平均)

(日本平均)

注: 世界平均の放射線量は、宇宙線(約0.3mSv)、大地からの放射線(約0.2mSv)、体内からの放射線(約0.2mSv)、医療(約0.1mSv)の合計です。

注: 日本の放射線量は、宇宙線(約0.3mSv)、大地からの放射線(約0.2mSv)、体内からの放射線(約0.2mSv)、医療(約0.1mSv)の合計です。

外部被ばく

内部被ばく

学習のポイント

- 放射線は、宇宙が誕生した時から存在し、地球にも放射性物質が岩石などに含まれていることを学ぶ。
- 人体には、損傷したDNAを修復する機能が備わっていることを学ぶ。
- 外部被ばくと内部被ばくの違いを理解し、それぞれから身を守る方法について学ぶ。

指導上の留意点

- 放射性物質は、地球が誕生した時から存在し、大地にはウラン、トリウム、空気にはラドン、食べ物にはカリウムなどが含まれていることを理解できるようにする。
- 人体には、DNAの修復機能があるが、色々な要因でDNAが損傷し、がんなどを引き起こす場合があることを理解できるようにする。
- 外部被ばくと内部被ばくの違いを理解できるようにする。

(2) 事例 FAQ 集

① 法医研

1. 放射線の人体への影響

40. 原子力発電所の事故によって大気中に放出された放射性物質は、人にどのような影響がありますか。被ばくした量との関係、特に 100 ミリシーベルト (mSv) の意味について教えてください。
41. シーベルトという単位について、改めて教えてください。
42. 等価線量 とはなんですか？
43. 内部被ばくと外部被ばくでは、内部被ばくの方が影響が大きいのではないですか？
44. 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか？
45. 人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがありますか？
46. 微量の尿中セシウムによって膀胱がんが増加するのでしょうか？
47. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性ヨウ素)
48. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性セシウム)
49. 普通に暮らしていても日常生活で被ばくしているというのは本当でしょうか？
50. 今後妊娠しても大丈夫でしょうか？
51. 放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがありますか？
52. 室内が暑いときに、窓を開けて良いですか？服装や洗濯物の取り扱いについても教えてください。
53. プールに入っても大丈夫ですか？
54. 首都圏に住んでいますが、外出を避けたほうがいいですか？いまでも放射線のレベルが高い場所があります。大丈夫でしょうか？
55. 3月22日に東京都の金町浄水場の水道水に、1リットルあたり210ベクレルの放射性ヨウ素が含まれていると報道がありました。今でもペットボトルの水を調理などに使用しています。水道水を使っても大丈夫でしょうか？
56. 放射性物質が含まれた水道水を、シャワーやうがい、歯磨きなどに使っても大丈夫ですか？
57. お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか？
58. 放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通しているのではないですか？
59. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか(野菜など)
60. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか？魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください。
61. 報道で伝えられる数値の意味を教えてください。
62. ホールボディカウンター測定で、何が分かりますか？
63. 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか？
64. 福島県から避難されてきた方を受け入れても大丈夫ですか？

Ⅲ 試行授業

65. 安定ヨウ素剤はどのように服用すれば良いですか？
66. 一度体内に取り込まれた放射性ヨウ素はどうなるのでしょうか？
67. 東京に住んでいます。これから福島県でボランティア活動をしたいのですが、被ばくが心配です。安定ヨウ素剤は入手できますか？
68. 安定ヨウ素剤に代わるものはありますか？カリウムがよいと聞きましたが、バナナを食べるのはどうでしょうか？
69. 布団を 4 時間くらい外に干しました。甲状腺の手術の既往がありますが、その布団に寝ても大丈夫でしょうか？
70. 東京電力福島第一原子力発電所の敷地内で微量のプルトニウムが検出されたようですが、健康への影響はありませんか？
71. 今回の事故に対してとられている放射線に関する基準は、外国に比べて甘いのではないですか？
72. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。(その 1. 規制について)
73. 放射線加重係数とは、何でしょうか？
74. 組織加重係数とは、何ですか？
75. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。(その 2. 骨への蓄積について)
76. 放射性セシウムによる内部被ばくがとても心配です。放射性セシウムを体から排出させるのに効く薬があると聞きましたが、飲むことができますか？
77. ホールボディカウンタによる内部評価の評価法が変わると聞きましたが、どういう事でしょうか？
78. 3 月 8 日に発表された論文のプルトニウムの量は本当に健康に問題ないのでしょうか？今回検出されたプルトニウム 241 の結果から、どれくらい被ばくすると考えられますか？

2. 胎児・子どもへの影響

12. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性ヨウ素)
13. 母乳への移行はどれくらいですか？(放射性セシウム)
14. 今後妊娠しても大丈夫でしょうか？
15. 私は妊婦です。放射線の影響はありませんか？
16. 規制値内の食品であっても少し心配です。妊婦や子どもへの影響はありますか？
17. 放射線を浴びると、妊娠しにくくなったりすることがありますか？
18. 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらいですか？
19. 乳児用の粉ミルクから放射性セシウムが検出されたと報道がありましたが、どのくらいの量なのでしょうか？

Ⅲ 試行授業

20. ヨウ素 131 は半減期が短いため、今調べてもどれくらい被ばくしたのかわからないと聞きました。子どもが本当はたくさん被ばくしていて、将来甲状腺がんになってしまうのではないかと心配でなりません。
21. チェルノブイリ事故のあと、周辺地域に住んでいた子ども達に甲状腺がんが多発したと聞きました。実際にはどれくらいの線量を被ばくしていたのでしょうか？
22. なぜ小さい子どもはホールボディカウンタ測定の対象になっていないのですか？

3 . 食品・水への影響

20. 規制値内の食品であっても少し心配です。妊婦や子どもへの影響はありますか？
21. 3月22日に東京都の金町浄水場の水道水に、1リットルあたり210ベクレルの放射性ヨウ素が含まれていると報道がありました。今でもペットボトルの水を調理などに使用しています。水道水を使っても大丈夫でしょうか？
22. 放射性物質が含まれた水道水を、シャワーやうがい、歯磨きなどに使っても大丈夫ですか？
23. 放射性ヨウ素を含んだ水を沸騰すると、放射性ヨウ素が蒸発すると聞きましたが、本当ですか？ 浄水器等で濾過できますか？
24. 放射性物質で汚染された食べ物のことが報道されていますが、野菜などを食べる際に気をつけることはありますか？
25. お店で売っている魚や肉は食べても大丈夫ですか？
26. 放射性物質で汚染されている水産物が市場に流通しているのではないですか？
27. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか（野菜など）
28. 放射性セシウムが溜まりやすい食品はありますか？魚などの水産物中の放射性物質について、教えてください。
29. 今回の原発事故以前にも食品中にセシウムやストロンチウムが入っていたのですか？
30. 食品、上水中の放射性物質はなぜセシウム 134、セシウム 137 やヨウ素 131 の濃度しか発表されないのですか？
31. 安定ヨウ素剤に代わるものはありますか？カリウムがよいと聞きましたが、バナナを食べるのはどうでしょうか？
32. 私は甲状腺機能亢進症で加療中ですが、水道水中の放射性ヨウ素の影響は大丈夫でしょうか？
33. 乳児用の粉ミルクから放射性セシウムが検出されたと報道がありましたが、どのくらいの量なのでしょう？
34. ストロンチウムは骨に蓄積されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。（その1. 規制について）
35. されるので、危険だと聞きました。食品中のストロンチウム量についての規制は無いのでしょうか。（その2. 骨への蓄積について）

Ⅲ 試行授業

36. ストロンチウム 90 が、今回の原発事故の前から日本にあったと聞いたのですが本当ですか？
37. 放射性セシウムによる内部被ばくがとても心配です。放射性セシウムを体から排出させるのに効く薬があると聞きましたが、飲むことができますか？
38. プルトニウム 241 の食品への移行が気になりますが？

4 . 用語・単位

9. 等価線量 とはなんですか？
10. 内部被ばくの場合の線量である預託実効線量とはなんですか？
11. 人工放射線と自然放射線とで、人体への影響に違いがありますか？
12. ストロンチウム 90 はどのように測定するのですか？
以下省略します。

5 . 検査・測定

省略します。

②Yahoo 知恵袋 キーワード

- 「放射線 or 放射能」より一部
8. 竹の葉は放射能を浴びると枯れるのですか
 9. LSI が放射能に弱いというのは本当ですか？
 10. 放射能汚染のマップに富山が加わって生活が心配です
 11. 放射能って窓でも通り抜けますか？
 12. 静岡に住んでいます。海の近くに行くのはまずいでしょうか？
 13. 放射能は青酸カリの 2000 倍の毒物という人がいますがただの煽りですか？
 14. 放射能汚染地域の人が献血したらどんな問題があるのでしょうか？

③「専門家が答える暮らしの放射線 Q&A」

日本保健物理学会（著） 朝日出版社

- ・ 事故後 1800 の質問に答える
- ・ 放射線の人体影響を中心に、特に子どもたちを抱える親から寄せられた

Ⅲ 試行授業

村山：上記内容を説明。

吉澤：Q&A 集は幼稚園保育所を対象に日頃の質問に簡単に答えることができる教材のようなものはできないかというところがきっかけとしてあった。小中学校で教材として使う物、テキストではなく実験の手引きのようなものとかを考えてきた。泡箱、霧箱を使いたいと考えたのだが簡単にできるものなのか。

大槻：霧箱だったらドライアイスがあればすぐできる。それでもいいんじゃないか。

武地：霧箱だとアルファ線しか見えない。問題なのはベータ線なのでというのはあるが。泡箱は液体水素を使う。

大槻：実際に作れるのは霧箱。学生実験でも使う。理科教材でもあるので代理店に問い合わせるといい。

吉澤：小中学校で教える場合、テキスト以外に何かあるか。

内田：理科教育に加えて、生活する上でどういったことに向き合えばいいのかも重要だと思う。砂場・プールの問題にしても、実際に水や土を測ればいい。

村上：小学校の教員は何でも教えなければならない。放射線の教育をするのなら専門家を呼んでやらなくてはならない。どの先生が見てもできるような実験の手引書があればいい。

内田：Q&A の中で実生活に直接影響のあるものを実際にやってみるといい。土の汚れとかを見せてやればいい。

武地：塩化カリをサーベイメータで測定して見せて納得してもらうこともできる。

吉澤：教材に関しては、霧箱の理科実験をイメージしたものと、生活に即した測定の手引書を作っていくということでもよろしいでしょうか。

村上：次回校長先生がいらっしゃるので聞いていきたい。

和田：先生方の準備の手助けになるようなものが望まれている。

村山：小学校で GM サーベイメータは所有していないと思うが。

内田：比較的線量が高い、ホットスポットの土であったり雨どいのほこりを集めたりすればサーベイメータでも顕著な値が見られる。

和田：できるだけ身近なもので。

内田：除染教育でも離せば数字が下がるというのもわかっていない人が多い。手を当てたり鉛を当てたりして初めてわかる。小学校の先生にどうやってそれを伝えたらいいのかを教えればいい。

武地：遮蔽実験は簡単にできる。

Ⅲ 試行授業

吉澤：手引書に Q&A で分かりやすいものを。

内田：洗濯物を外に干した時に放射能が上がるとか、16 時間防塵マスクをした効果とか、実際に測定すればいい。

阿部：質問の内容も 2 種類あると思う。SV（シーベルト）とは何かとは「知識」の問題。「プールに入っているのか」とかは実験が必要な「知恵」の問題。これらを明確に分けて考えるべき。記述内容に関しては回答者側に責任問題もあることを考えなければならない。

武地：総合的な不安を解決してほしいという希望がある。難しいがリスクコミュニケーションとしてとらえなければならない。

阿部：実験して答えることで客観的な答えにならないと説得力がない。

内田：客観的なデータに基づいて判断してもらうことができるようになっていなければならない。洗濯物を外に干すのは危険だという話は、放射性物質が空気中を飛んでいるからだとか、じゃあどれだけその量があって測定するに値するだけの量が飛んでいるのかどうかとか、骨にたまとされてストロンチウムの例にしても、測定できる程度の量はなく、食品や土壌からは殆ど検出されていない。降ってはいるが検出はされないのが事実だが。グラフで言うと一本の線にもならない程度だ。除染の管理者教育をやってきたが、質問は去年に比べてほとんどなくなってしまった。一般的、客観的な情報は混んとしており、問題なのは福島県の事象としてきちんと見える化されていないことだ。

大槻：だから放射線工学科の人材育成が大事だ。十分に応えられる人材を作っていかなければならない。派遣や臨時の労働の測定者に講習会をすることより大事だ。教育を受けた人材が一人でも多く活躍していくことだ。

内田：放射線対策のノウハウを小学校の先生方に知ってもらおう。

大槻：Q&A も古いでしょう。今は変わってきている。汚染水、海水、魚。

吉澤：汚染水には触れた方がいいか。

内田：汚染水の情報が必要だ。生活に関わる。

大槻：汚染水と海洋資源に対する影響はぜひ触れないと。

内田：そもそも海水って何だという話から分からないといけませんが、マスコミは知らないで汚染水のことだけ報道している。誰もわかっていないでしょう。

武地：どれくらい危険なのかの説明がない。事故直後と比較して、量的なことと、海水への影響を定量的科学的に説明する必要がある。

Ⅲ 試行授業

議題 5 : アンケートについて

今年度のアンケートについてテーマと対象について討議してください

●今年度掲げるテーマとして【放射線教育】と【校正】

<質問例>

■放射線に関する教育・研修について

Q1 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関する教育を受ける機会はどのくらいありましたか。

(回答は1つ)

- | | | |
|-------------|---------|-------|
| 1. まったくなかった | 2. 1回 | 3. 2回 |
| 4. 3回 | 5. 4回以上 | |

Q2 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関して職員や保護者に対しての研修や勉強会を実施しましたか。(回答は1つ)

- | | | |
|-------------|---------|-------|
| 1. まったくなかった | 2. 1回 | 3. 2回 |
| 4. 3回 | 5. 4回以上 | |

Q3 前の質問で、その研修や勉強会の内容はどのようなものでしたか。(回答は1つ)

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. 専門家による講演やディスカッション | 2. 映像やインターネットによる講義 |
| 3. 専門家と質疑応答中心の講義 | 4. その他 () |

Q4 これから放射能や放射線のことについて勉強するとしたらどのようなことが知りたいですか(複数可)

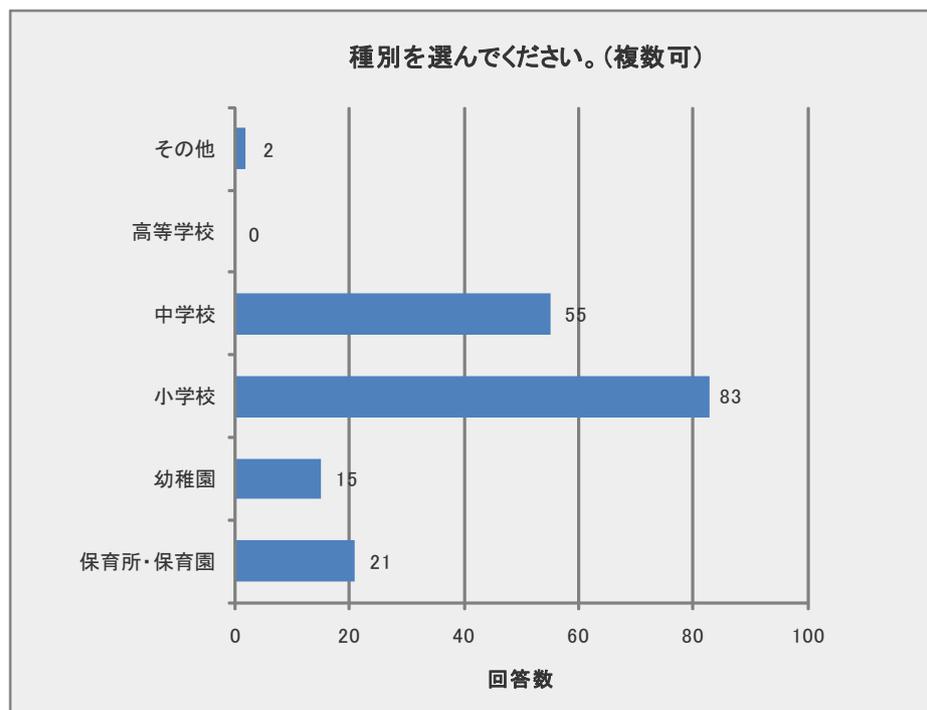
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. 原発事故と環境放射能汚染 | 2. 放射能・放射線の基礎知識 |
| 3. 放射線測定の基礎知識 | 4. 放射線被ばくと人体への影響 |
| 5. マスメディアやインターネットの情報 | 6. 食品や除染など生活に密着した情報 |
| 7. その他 () | |

H24 年度「空間放射線測定器（機材）に関するアンケート」

有効回答数 176 件（22 日現在）

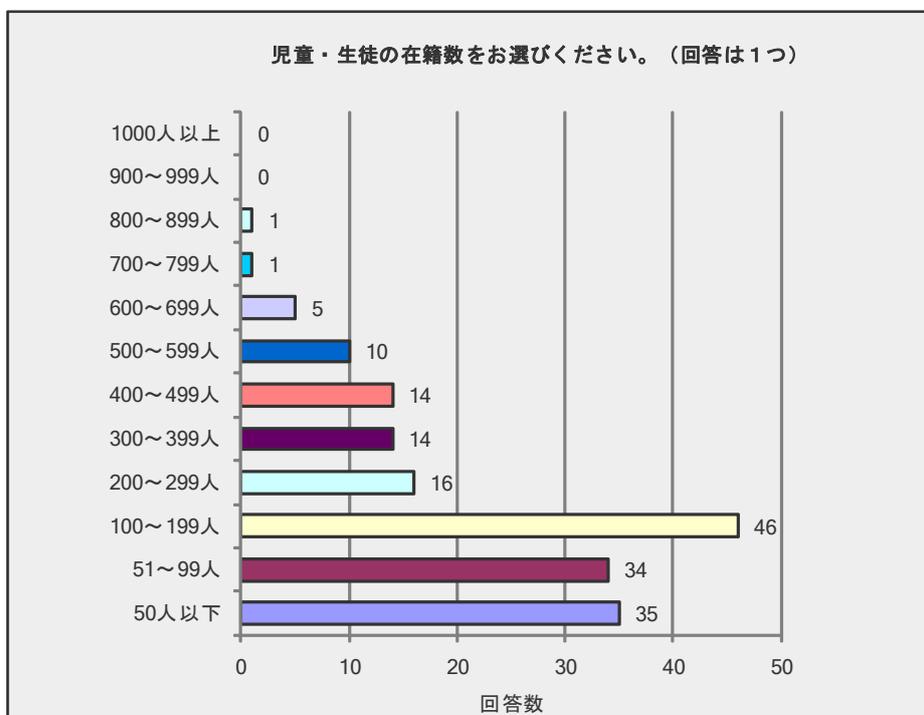
個別の情報は省略

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
回答された質問		176
スキップされた質問		0



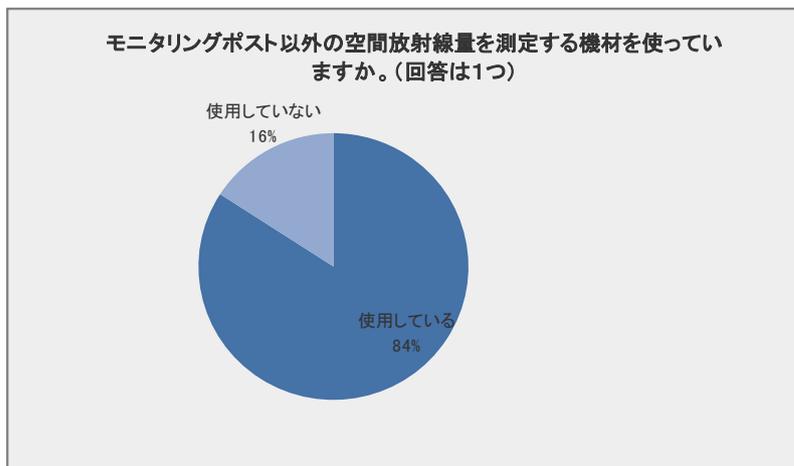
Q3 児童・生徒の在籍数をお選びください。(回答は1つ)

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
回答された質問		176
スキップされた質問		0



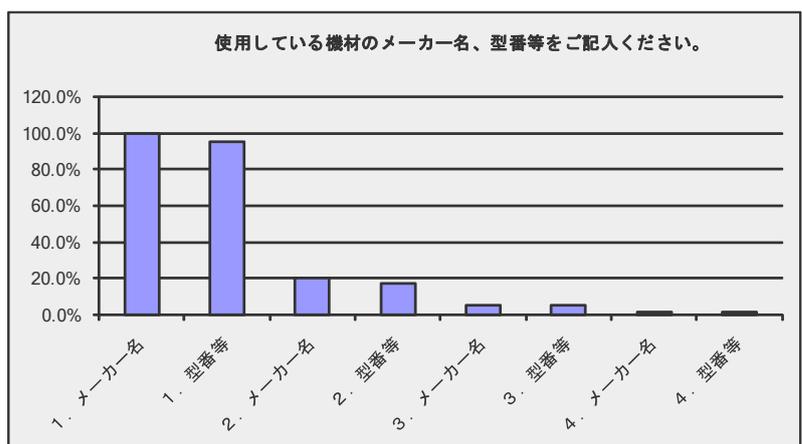
Q4 モニタリングポスト以外の空間放射線量を測定する機材を使っていますか。(回答は1つ)

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
回答された質問		176
スキップされた質問		0



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
回答された質問		139
スキップされた質問		37

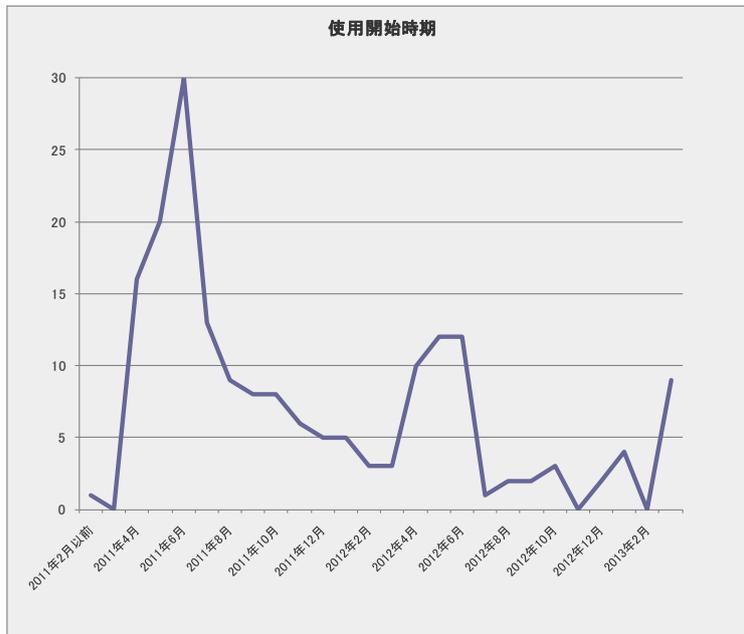
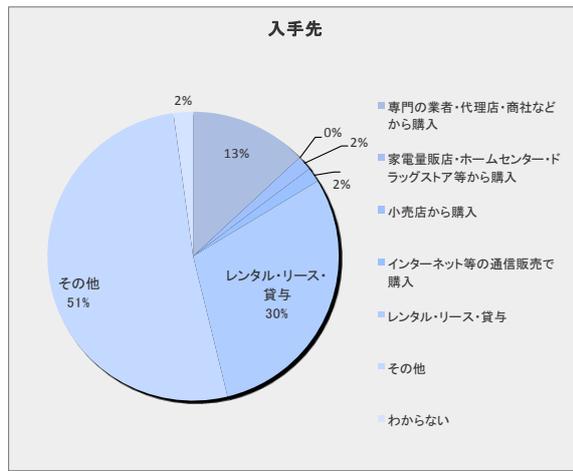
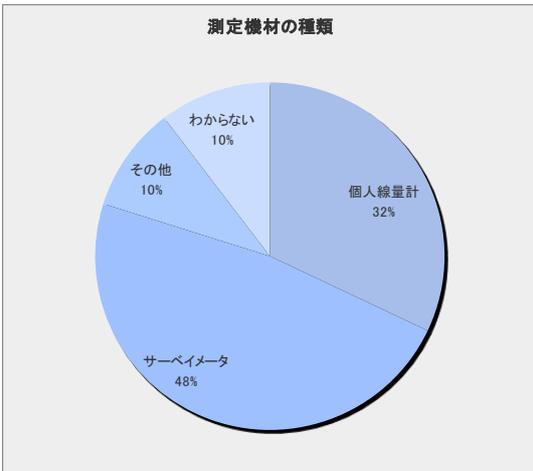


HORIBA	PA-1000
日立アロカメディカル株式会社	TCS-172B
富士電機株式会社	NHE 2
はかるくん	CP-100

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。

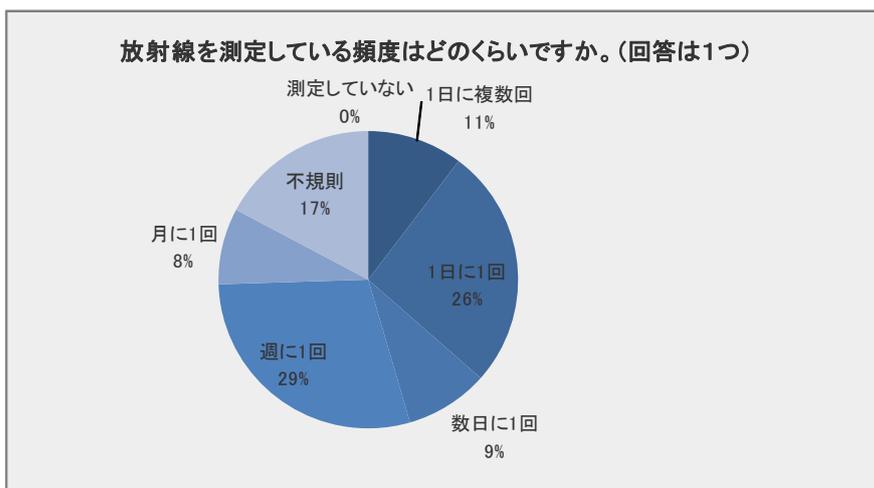
種類

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



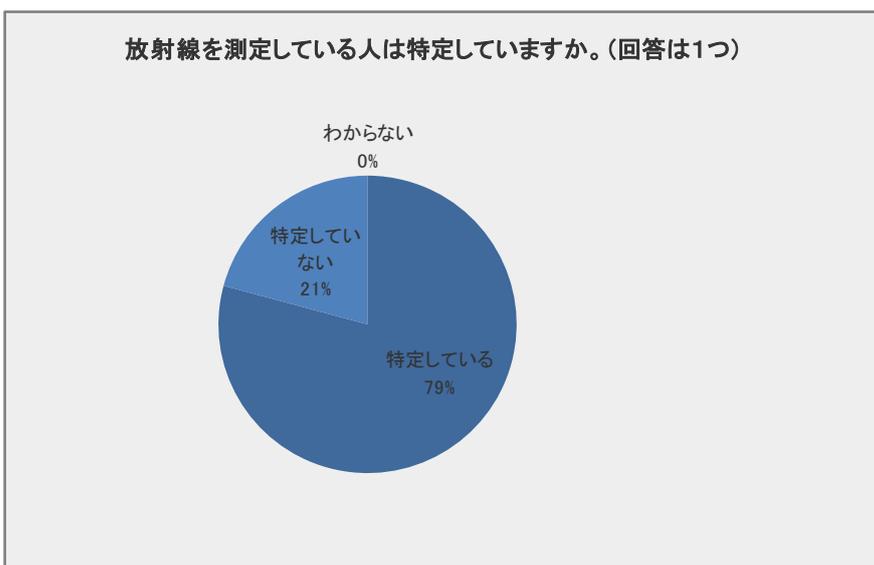
Q7 放射線を測定している頻度はどのくらいですか。(回答は1つ)

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
回答された質問		145
スキップされた質問		31



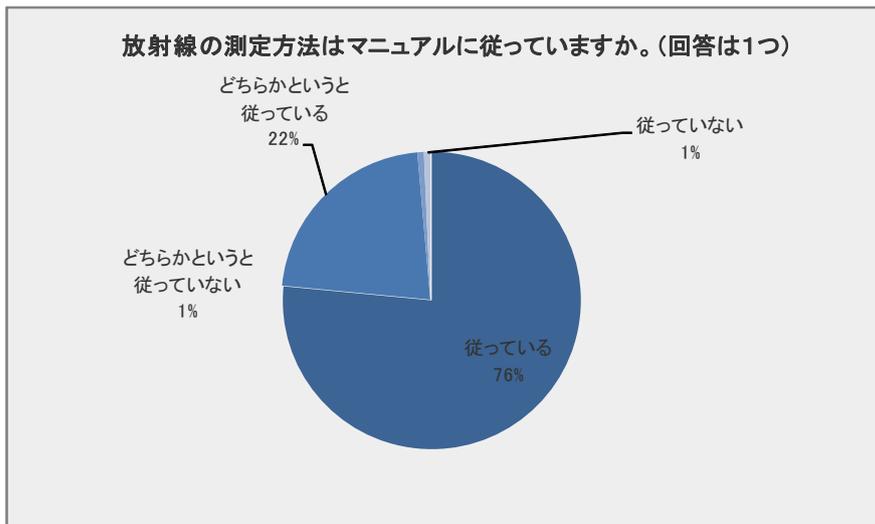
Q8 放射線を測定している人は特定していますか。(回答は1つ)

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
回答された質問		144
スキップされた質問		32



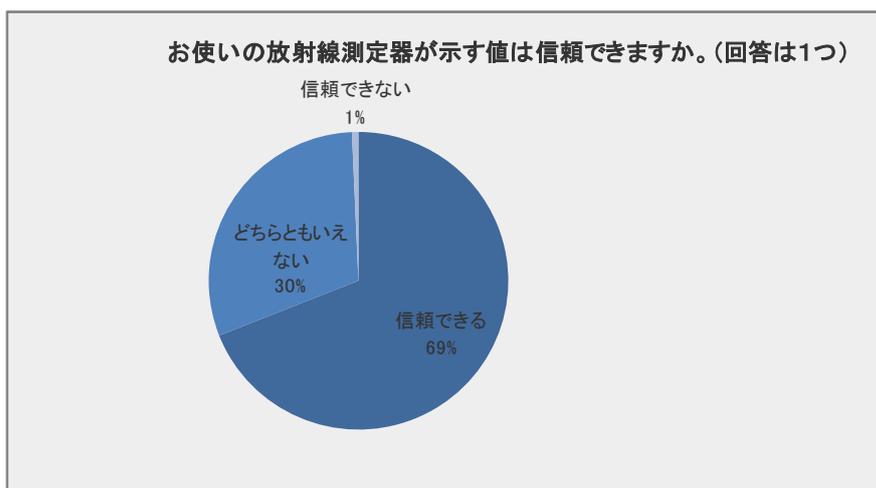
Q9 放射線の測定方法はマニュアルに従っていますか。(回答は1つ)

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
回答された質問		145
スキップされた質問		31



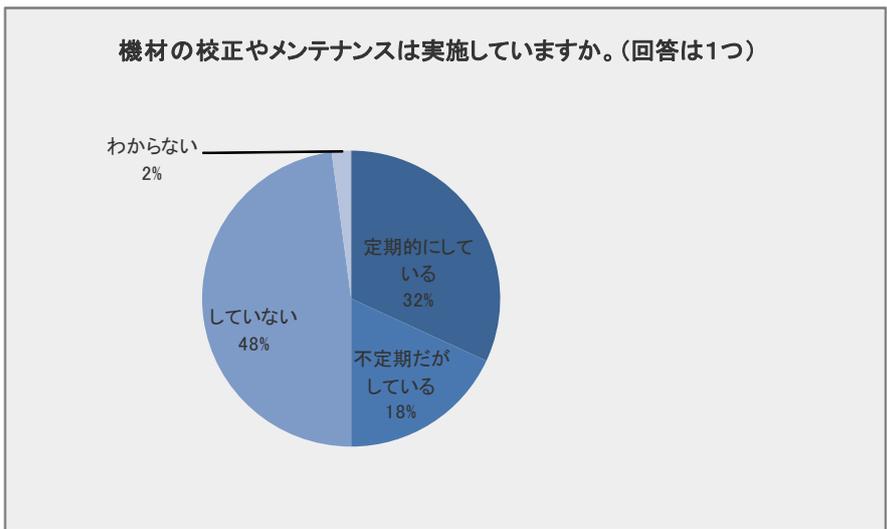
Q10 お使いの放射線測定器が示す値は信頼できますか。(回答は1つ)

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
回答された質問		145
スキップされた質問		31



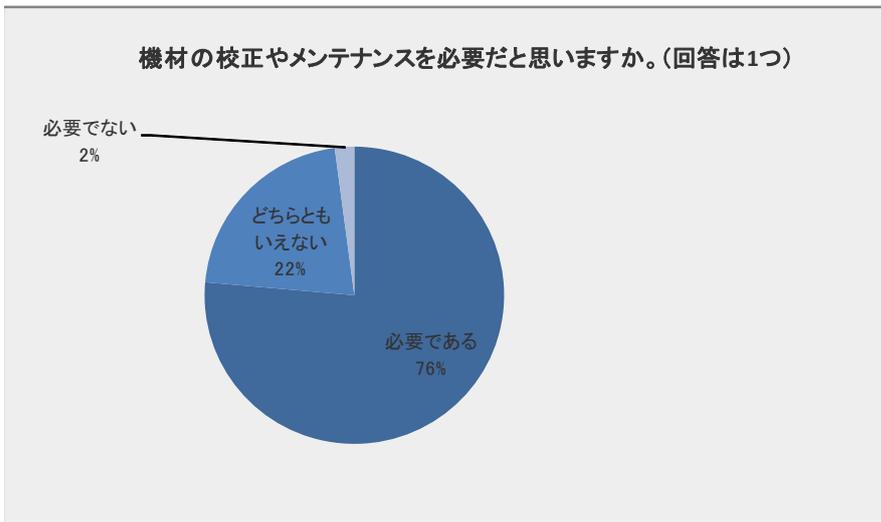
Q11 機材の校正やメンテナンスは実施していますか。(回答は1つ)

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
回答された質問		144
スキップされた質問		32



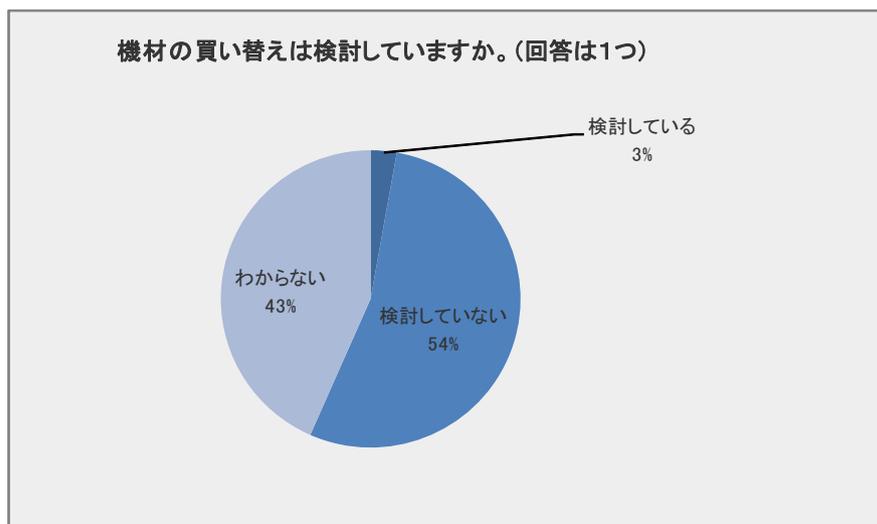
Q12 機材の校正やメンテナンスを必要だと思いませんか。(回答は1つ)

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
回答された質問		144
スキップされた質問		32



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
回答された質問		143
スキップされた質問		33



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
回答された質問	22
スキップされた質問	154

・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自校での負担はない

・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 μ 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

Ⅲ 試行授業

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。

- ・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

Ⅲ 試行授業

大槻：アンケートを取る意味は？

内田：昨年度は測定機器と測定の頻度とかを聞き、実態の把握はできた。

大槻：毎年とる必要は？

村山：テーマを変えて聞きたい。

大槻：協議会での対応は？

村山：項目を検討する。必要性やニーズをヒヤリングしたい。

阿部：カリキュラムに反映させる意味もある。

吉澤：校正がされていないという結果が今年度の課題になった。測定の頻度が下がっているのではないかとこの予測があり、それも確認したい。教材の必要性もアンケートから組み入れたい。

水野：放射線教育がどれだけ必要かを聞いてみたい。求められる内容も聞き出せたらいい。

吉澤：現場のニーズ、具体的に何を教えるというのがない。

大槻：文科省や教育委員会の指導が悪いと思う。この協議会の目的である、測定技術者の育成が重要であって、教育委員会の欠陥を補うものではない。福島だけの問題ではないが、全国の小学校で教えるようにとの指導はしているが義務も課していないし、教育委員会も本気でない。そこまでやる必要があるかは疑問。測定技術者を少しでも多くレベルを上げること。放射線工学科の学生の教育をちゃんとやると同時に入学者を拡大することが先決だと思うが。測定をしているといっても派遣労働者あるいは社内の臨時の者がやっているような状況でこちらで教育しようとしても教育の場がない。講習会に参加する人はいても、測定技術者がいない。学校を回って放射線教育のお手伝いをする、教育委員会から頼まれもしないでこちらで一生懸命やってもどうなのか。あるいはパンフレットや教育資料を作ってあげたりということをやると、むしろ学校を回って、いかに人材が不足しているかということの説明して一人でも多く放射線工学科に入学してもらって教育をすることが先決だと思う。一番肝心なのが入学者を増やして質の高い教育をして世間に出してあげるのが緊急の課題だ。それを優先した方がいい。

長井：測定に注力すべきことと評価の問題がある。アンケートは目指すところに合うように、ぶれないようなものにすると思う。

内田：現場の先生が分かっているかどうか。それを教えるのが我々の役割ではない。正しい測定やコミュニケーションがとれる人材が必要であることを考えるともう少し絞った方がいいのかとも思う。今の状況下で足りない物とは何かとか、現状を把握するためにはアンケートは有効な手段だと思う。

大槻：人材の育成について紹介し、理解してもらおうアンケートにした方がいい。

吉澤：引き続き検討していきます。

Ⅲ 試行授業

議題 6 : 校正について

- ・今年度予算で計上した線量率計、電離箱、放射線源の購入について文科省より質問があり、対応をしているところ
- ・購入の見込みが立てば（納入時期・金額・支払い方法）計画を続行する

消耗品購入理由書

No	品名	数量	購入理由	写真No
1	標準線量・線量率計 AE-1326	1	校正対象の線量計の測定値がどのくらいずれているか確認するための基準測定器。トレーサビリティがとれているもの。	①
2	電離箱 C-110 600ml	1		②
3	標準放射線源	1	校正対象の線量計の測定値がどのくらいずれているか確認するための基準線源。放射能が既知であり、測定機器の確かしさを算出できる。	③
4	簡易校正施設資材	1式	線量計の校正を行うために、標準線源と校正対象の線量計との距離が正確に出ている設備が必要である。厳密な校正には、大掛かりな鉛製の設備が必要だが、非常に高価なため、今回は簡易な設備としている。	④

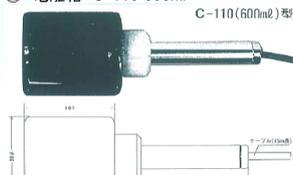
事業終了後の扱い

分類	品目グループ	使用形態
①	No1~4 校正機器関連の品目	放射線工学科にて、測定機器の校正プログラムに継続使用する。 また、当事業のプログラム普及のための短期プログラムに使用する。

① 標準線量・線量率計 AE-1326



② 電離箱 C-110 600ml



③ 標準放射線源



<<< 簡易放射線測定器校正の概要 >>>



議題 7 : 連絡事項・その他 意見交換

- 第4回分科会 11月13日(水)
- 第3回推進協議会 11月20日(水) 17:30~

平成 25 年 11 月 13 日

第 4 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 11 月 13 日（水）18:30～

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、
- ◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄
- ◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、
- ◆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
近内広樹 ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

- | | | |
|----|------------------|-------|
| 1. | 放射線講習会について | 吉澤 |
| 2. | 放射線教育支援プログラムについて | 村山 |
| 3. | アンケートについて | 村山 |
| 4. | 校正について | 吉澤・内田 |
| 5. | 第3回推進協議会について | 和田 |
| 6. | 連絡事項・その他意見交換 | |

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1 : 放射線講習会について (別紙 募集要項)

- 日程変更になりました
- 受講者の募集にご協力ください

1 日目	11/20(水)	オリエンテーション 放射線の基礎知識	茂木
2 日目	11/26(火)	放射線測定の基礎知識、食品放射能測定実習	武地
3 日目	12/2(月)	放射線測定演習 (放射線量の算出など) 放射線被ばく・リスクコミュニケーション アンケート、修了式	茂木 吉澤

吉澤: 上記内容を説明。外部からの申し込みも受け付けるが放射線工学科の学生に向けての講習になる。

内田: 学生に受けさせる目的とは?

吉澤: 測定技術者の知識をもっとつけさせる。

内田: 学校の内容とどう違うのか。

吉澤: 試行授業としての位置づけ。

内田: 学生が知識として習得する目的で受講することなのか、リーダーとして彼らが講座の運用のノウハウを習得することなのかを明確にした方がいい。前者の場合、授業と区別する意味がわからない。

吉澤: 外部への発信も必要なことだが。講習会のリーダーを育成する内容にしたい。議員にも案内するが…。

内田: 案内するだけではなかなか来てもらえないし、日程を考えると今回は間に合わないだろう。例えば何曜日ならいつでも公開しているのでとかにしないと難しいでしょう。趣旨と経緯と内容についての文書を準備しなければならない。

議題 2：放射線教育支援プログラムについて

(1) 霧箱実験

■大学・研究機関等で小学校高学年向けの資料は多数 (別紙 JAXA 宇宙航空研究開発機構)

■理科実験教材として豊富に販売されている

<写真は省略>

▲簡易霧箱実験キット (6セット) ¥9,500

▲小型ペルチェ霧箱 ¥65,000

(2) その他の実験

①自然放射線の測定—簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。

花崗岩 (御影石)、湯の花 (ラドン温泉の素)、カリウムを含む肥料など。

②虹の万華鏡—紙コップの底に分光シート

赤外線、紫外線、X線、ガンマ線の存在を教える。

③水位計—水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる

放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

④放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

(3) 学校の放射線を測ろう—福島だからできる事

●校舎、体育館、校庭、砂場、プールなどで放射線を測定する

・グループに分かれて担当の場所を決める

・3~5回測定し、平均値を求める

・数値を発表、場所による違いを比較する

●1mSv/年とは？

(4) 参考資料 らでい「はかるくん」 教育コンテンツ : 公益財団法人日本科学技術振興財団

①放射線教育事例集

②放射線学習指導案—放射線の観察と測定の実習

③理科学習指導案 (東京都中学校理科教育研究会) 自然放射線の測定

村山：上記内容を説明。

吉澤：基礎的な放射線のことを学ぶ内容。

内田：福島で何が必要なのか。既存の物に加えるのはあまり意味がないかと思うが。

菊地：(3)はやらせてくれる学校はなかなかないでしょう。

Ⅲ 試行授業

内田：事前の話し合いと準備が必要。除染従事者の教育では GM 管を使って土を鉛でベータ線を遮蔽する実験で感心していた。水位計はコンプトン効果の影響でうまくいかないこともあるかもしれない。

武地：ガンマ線を使った水位計はある。

村上：あまり知られていないので面白いのでは。

菊地：水槽に水を入れていく実験もある。

村上：放射線工学科の学生が出前講座を小中学生にしていること自体が支援になっている。

内田：ちゃんとそれをまとめればいい。

吉澤：(3)測るのは過激か。

内田：過激ですね。正しい放射線の測定ならいいが、1cm、50cm、1m と測らせて、時定数をカウントして、測定数値にばらつきがあることを教えること。ピーピーと音が一定でないことも。

水野：学校の周りの線量が分からないから調べるということか。

吉澤：身近に感じてもらうためもある。

内田：場所を限定しなくても教室でもいいかと。数値を検証するわけではないので。

村上：福島県の子どもが測り方を分かるのというのはいい。

和田：郡山市の教育委員会ではカリウムを使った教材を開発しているという話もあった。

内田：保護者からいろいろとバイアスがかかっている場合もあって、児童がみんな放射線に好奇心を持って興味を持っているわけではないということもある。あまりふさわしくないと思う。

村上：学生が訪問することがひとつのプログラムで、教材は実験キットという二つがあればいい。

吉澤：去年は霧箱の授業をやった。

武地：遮蔽の実験は有効で実用的だ。アルミ、鉛、水を使う。安心感を与えることもできると思う。線源は肥料や土など自然のものならいいだろう。

内田：フィルムケースに入れた雨樋のほこりを使ってどのくらい離れたら影響はないかを測って見せたりする。実際 2m も離れれば全く影響はない。ホットスポットとの向き合い方が理解できる。

武地：今、仮置き場があるが、土の壁があればいいとか。

吉澤：測定の仕方もあるが、遮蔽の実験で発見することもできる。

Ⅲ 試行授業

武地：GM 管でやるかシンチレーションでやるか。

内田：シンチレーションの方がいいでしょう。除染ではGM とシンチと両方やって、GM 管はなぜ空間線量率の測定には向かないのかということと話したりする。シンチレーション式サーベイメータの違いを分かってもらおう。薄いアルミ板を使って音が若干変わって遮蔽されたのがベータ線で、ガンマ線は分厚いコンクリートでないと遮蔽できないというのをパネルで見せるのを実際にやればいい。アルファ線は紙を挟んだだけでさえぎれる。

吉澤：以上、いただいた意見を生かして考えていきたい。

議題 3：アンケートについて

■H24 年度「空間放射線測定器（機材）に関するアンケート」

Q1-3 は回答者情報のため略

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。

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。

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。

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）

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）

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）

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）

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）

Q12機材の校正やメンテナンスを必要だと思えますか。（回答は1つ）

Q13機材の買い替えは検討していますか。（回答は1つ）

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。

■H25 年度前回提案 質問項目「放射線教育に関して」

Q1 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関する教育を受ける機会はどのくらいありましたか。

Q2 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関して職員や保護者に対しての研修や勉強会を実施しましたか。（回答は1つ）

Q3 前の質問で、その研修や勉強会の内容はどのようなものでしたか。（回答は1つ）

Q4 これから放射能や放射線のことについて勉強するとしたらどのようなことが知りたいですか（複数可）

Q5 児童生徒に放射線教育は必要だと思えますか。

今年度のアンケートについてテーマと対象について討議してください

Ⅲ 試行授業

1. 前年度と同じでよい
2. 放射線教育の質問も含め新たに構成する
3. 新しい質問で新たに構成する→どのような人材が必要か
4. Q&A 集を作成するために自由記述で質問・疑問を募る
5. アンケートの必要はない
6. その他

村山：上記内容を説明。

長井：今までの経緯をもう一度お願いします。

吉澤：当初、保育園・幼稚園、小学校を対象にと考えてきたが、前回の推進協議会でもう一度対象と質問を考え直すことになった。

村上：3の人材ということで考えていく、測定器のメーカーとか学生の就職先として考えていったらという意見もあった。5の必要がないということもあるが。

吉澤：対象を測定機器メーカーであったり、測定の業務をしている会社、JA など生産者団体関係に対して今行っている教育やスキル・資格について聞いていけばと。

内田：大手のメーカーの出張所・営業所・支店は福島に多くできたが、そうでない販売店・営業代理店はかなり撤退している。線量計や測定器の需要は飽和状態だ。仕事が減っている中でのアンケートの目的と意義は薄らいでくる。ニーズありきですすめるのも有りだが、人材育成・雇用の創出のためにも現状を我々は把握している必要がある。

吉澤：県や自治体が測定を主導しているし、測定の仕事なくなるわけではない。

内田：自治体によってはアウトソーシングで人材派遣会社に委託したいところもある。そんな中で果たして有効な情報が得られるのかという点と難しいのではないかと。農業センターやJA、自治体が主となっているのであれば、わかりきっているものでそれでいいが。測定の現状であったり、測定器のニーズであったり、そういうものをちゃんとリンクして我々はやっていかなければならないし、自己満足ではだめ。線量計のメーカーにしても民間でおばちゃんがたちが測定しているところでは機材がほころいかぶってたりしている状況で、線量計のニーズはないと前回のアンケートで分かっている。

吉澤：測定機材のニーズはなくても測定をすること自体は必要だ。やっていかななくてはいけない。

Ⅲ 試行授業

内田：必要かどうかではなく、測定ができていないかどうかということ。学校だって測定の回数は減っている。JAや農業センターのように重要なところでは測定は行わなければならないが、そうではないところについて行っているかどうかは、おのずと線量計のニーズがないことが示しているように、そのまま以前の頻度で使われているとはいえないし、測定の頻度は下がっているのは明らかだ。使っていない人もあるだろう。そんな状況で必要な人材は何ですかと聞く価値はないのではないか。ある団体や企業を対象にする、例えば建築業界とか。高い測定器を買ったが今はもうやっていないとか。

吉澤：除染の現場でも測定しているが、どういうスキルが必要であるとか。

内田：除染では事前に講習を受けさせている。どういう形で測定しているかを聞くこと、除染作業の中での測定は重要だが、正しく測定できているかどうかの問題。人材についてまで聞くのは手前味噌のような気がする。

長井：今後必要になってくる人材については聞いてもいいんじゃないか。

村上：ニーズを聞かない方が手前味噌。

内田：誰を対象をどうするかが重要でしょう。

長井：どこに行く（就職）か。

内田：自治体だけではなく、民間企業も対象にしないと。

武地：家庭レベルの測定機器は需要はなくなったが、測定の需要はあるし、ニーズを掘り起こして情報を整理することでどういう人材が必要かは出てくると思う。人材自体のニーズは結構ある同時につぶし合いの状況がある。有機農業をやっている人や個別販売している農家や商店、魚、山、いろいろなところに測定のニーズはあるので掘り起こして、同時に測っている人がどういう人材が欲しいか、統計・分析や測定器の原理、検出限界のことを分からないで測っているとかを聞いていく。

内田：どういう人材が必要かという切り口より、どういった資質や能力が必要かと聞いた方がニーズの追及になる。

武地：測定のニーズの掘り起こしと測定においてはどういう能力が必要かどうかの2段階。

長井：正確な測定の技能と知識を持った技術者。

水野：ニーズの変化を見ること。事故直後と変わってきている。

武地：流通・生産のニーズ、自然環境、いろいろな環境で違う。

吉澤：学生の就職先としてのイメージをもっと広げたいとも思う。

Ⅲ 試行授業

内田：測定技術者だから測定会社だけとは限らないので、農家でも必要なこともある。

水野：どんな能力がという聞き方。

長井：シミュレーションするとどういう能力かが具体的に出てこないが。

水野：アンケートの結果によっては、必要な能力がなければそれをカリキュラムに入れていくことにする。

武地：機器の操作はマニュアルを見ればいいが、生きたままの一头の牛を見れるかというのは応用力が必要。あるいは、サバを切らないで測るとかも必要だったりする。

吉澤：放射線測定の管理会社では現場でのコミュニケーション能力がとても重要だったりする。

内田：それは一般的にどんな会社でも必要な能力だが、放射線測定に関しての能力を盛り込んで選択肢とする。

吉澤：能力といっても漠然としているので、具体的に能力を挙げていきたい。

長井：エネルギーの協議会では発電に関してなので理解・整理しやすいが、放射線に関しては評価することも含まれるので難しい面もある。

和田：測定技術者が活躍するフィールドとはどういうところなのかを明確にしていきたい。我々も詳しく知らない部分が明らかになるといい。

内田：測定に特化した技術者はそんなにいないかもしれない。いろいろな業務をやりながら測定に関わっている。しかし、正しく評価までできるという点では測定技術者であると言える。

長井：測定技術者であることが技能。

内田：正しい知識と技術を持っていれば、所属が専門機関なくても測定技術者であることに変わりはない。

村山：対象、業界・企業は絞ってほしい。

吉澤：学生の就職先として考えられる企業を軸に、生産者団体などに少し視野を広げていく方向で考えたい。

内田：温度差はあると思う。これからが本当の意味での風評との戦いになると思う。

吉澤：方向としては3番ということで、これまでの意見をもとに軌道修正をしていく。

Ⅲ 試行授業

議題 5 : 校正について

- ・ 文科省よりほぼ機材の購入ができる見込みとなったため計画をすすめていく。
- ・ 試行授業の企画や設備環境の整備など具体的な内容について

<校正の図は省略>

和田：上記内容を説明。準備を進めていく。

議題 6 : 第 3 回推進協議会について

11 月 20 日（水） 17:30～

議題 7 : 連絡事項・その他 意見交換

放射線講習会 11/20, 26, 12/2

次回分科会 12/4（水）

平成 25 年 11 月 20 日

第 3 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 11 月 20 日（水）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- 早稲田大学 名誉教授 名誉教授 大槻 義彦
- 株式会社 日本環境調査研究所 第一種放射線取扱主任者 茂木 道教
- 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
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 郡山市立行健小学校 学校長 橋本 宏克
- 学校法人新潟総合学院 常務理事 双石 茂、小野
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●放射線工学科教員 吉澤敏雄●イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 放射線測定技術者向け教育プログラムについて 吉澤
2. 放射線教育支援プログラムについて 村山
3. アンケートについて 吉澤
4. 校正について 吉澤・内田
5. 連絡事項・その他意見交換 和田

以上

議題 1：放射線測定技術者向け教育プログラムについて

■ 日程変更になりました

■ 対象：放射線工学科

1 日目	11/20(水)	オリエンテーション 放射線の基礎知識	茂木
2 日目	11/26(火)	放射線測定の基礎知識、食品放射能測定実習	武地
3 日目	12/2(月)	放射線測定演習（放射線量の算出など） 放射線被ばく・リスクコミュニケーション アンケート、修了式	茂木 吉澤

吉澤：上記内容を説明。

茂木：学生はどのくらいのレベルで理解しているか不安だが、半分以上分かってもらえたら。

村上：事前のオリエンテーションでは将来は放射線の指導者としての意識を持ってもらいたいと伝えた。

議題 2：放射線教育支援プログラムについて

(1) 霧箱実験

■ 大学・研究機関等で小学校高学年向けの資料は多数

■ 理科実験教材として豊富に販売されている



▲簡易霧箱実験キット (6 セット) ¥9,500



▲小型ペルチェ霧箱 ¥65,000

【霧箱】

霧箱は、飽和状態のアルコール蒸気などをガラス箱にとじこめたものです。液体窒素やドライアイスで冷やすことにより、内部のアルコール蒸気は霧の粒になりやすい状態（過飽和）になります。そのとき、箱の中を放射線（アルファ線、ベータ線など）が通ると、通り道でつくられる正、負のイオンが種になって、アルコールの霧の粒が通り道にそって発生します。それが放射線の飛跡として見られるのです。ここでは、安価で手近な材料を使って、霧箱を作ります

(JAXA 宇宙航空研究開発機構 「霧箱と放射線」 より)

霧箱の作り方と放射線の飛跡の観察

①プラスチックのケースに、底の形に合わせて切った黒い紙を入れ、ケースの壁面にスポンジテープを貼ります。ふたがきちんとしめるように貼りましょう。(スポンジテープがシャーレの壁からはみ出していると、内部のアルコール蒸気もれて、放射線の飛跡が見えないことがあります。容器の壁の高さより幅の短いスポンジテープを使いましょう。)



②安定したテーブルの上に発泡スチロールの板を置き、その上にドライアイス載せます。このとき、素手でドライアイスに触れないように注意します。軍手を着用しましょう。そして、①の容器の底がドライアイスにぴったりついているか(密着するか)確かめましょう。容器とドライアイス間に隙間があると、冷え方が悪くなり、放射線の飛跡が見えないことがあります。写真のような平らな板状のドライアイスが手に入らない場合は、ドライアイスが粉状になるくらい細かく砕いて隙間なくしき、その上に容器の底を押しつけるようにします。

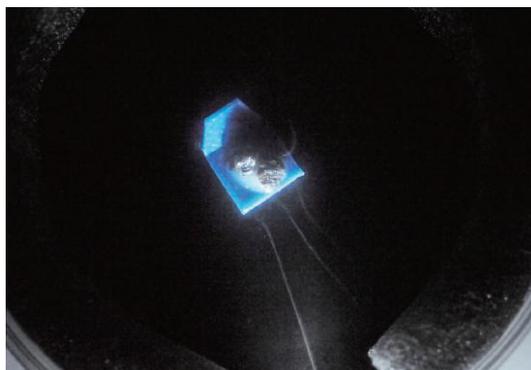


③放射線源の石を容器の底に置き、スポンジテープに、スポイトでエタノールをたっぷり染みこませます。(写真のように、石を置いた容器をドライアイスの上ののせてからエタノールを染みこませてもOKです。)そして、ふたをかぶせてドライアイスの上に置きます。ふたと容器の間に隙間があると、アルコールの蒸気が漏れてうまく飛跡が生じないことがあるので、確認しましょう。



④プラスチックの容器の横の隙間から懐中電灯で照らします。塩ビパイプをキッチンペーパーでしっかりこすって静電気を起こし、蓋の上をすれすれに何度も左右に往復させ、容器内のイオンを取り除きます。しばらくすると、飛行機雲のような白い直線的な線が見えてきます。これはアルファ線が作ったイオンを核にしてアルコールの蒸気が集まってできたアルファ線の飛跡です。細かいジグザグの線が見えることもありますが、これはベータ線による飛跡です。放射線源の石がない場合でも、空気中のラドンや宇宙からの放射線(宇宙線)によってできる飛跡が見えることがあります。

放射線の飛跡が見えなくなってきたら、塩ビパイプで容器内のイオンを取り除きます。それでも見えない場合は、容器内のエタノールを補充します。このとき、容器の底にたまったエタノールは捨て、ティッシュペーパーなどでふき取ります。



(2) その他の実験

- ①自然放射線の測定—簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。
花崗岩（御影石）、湯の花（ラドン温泉の素）、カリウムを含む肥料など。

イメージ	コメント	実験道具等
	<p><他の試料(カリ肥料、湯の花、塩)も測定></p> <p>「他にも、塩や肥料など色んなものから放射線が出ているのがわかるね。肥料の中からも放射線が出ているということは、その肥料を吸収した植物も放射線を出すということなんだ。」</p>	<p>測定試料 ・カリ肥料 ・湯の花 ・塩</p>

- ②虹の万華鏡—紙コップの底に分光シート
赤外線、紫外線、X線、ガンマ線の存在を教える。

<p>・黒紙を大コップの口に貼り合わせる</p>	<p>「では次に、大きいコップの口にあわせて黒紙を丸くカットし、千枚通しで3つ穴をあけたら、セロハンテープでこのように貼り合わせてください。」</p> <p>「できたかな？」 「ではもう一度、分光シート側から明るい方をのぞいてみよう。」</p> <p><大コップの中の虹色の光></p> <p>「今度は鮮やかな虹が見えるよね。」</p>	<p>・コップの口にあわせて黒紙をカットする。 ・黒紙を千枚通しで3つ穴をあける。 ・セロハンテープで貼り合わせる</p> <p>※のぞく際は危険なので太陽だけは直接見ないで下さい。</p>
--------------------------	--	---

Ⅲ 試行授業

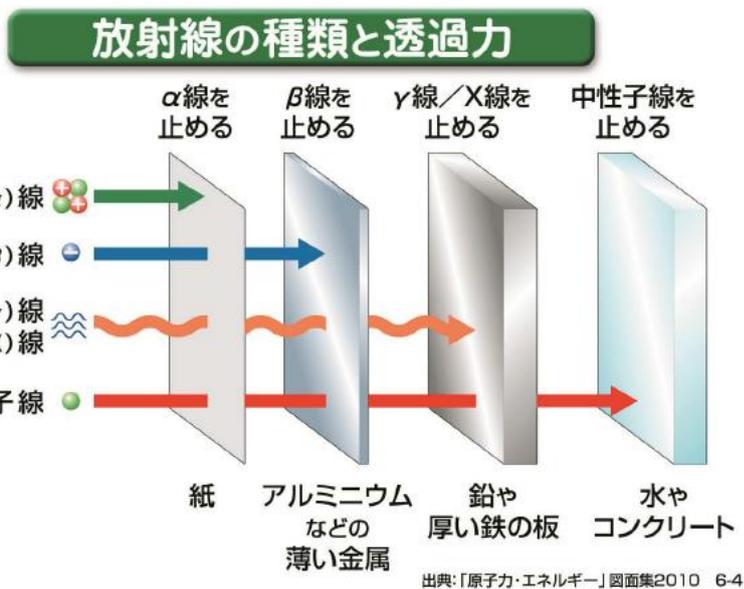
③ 水位計 --- 水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

<p>3. 水位計の実験 ・目隠しされた容器の水位を計測</p> 	<p>「そこで、先ほどの実験を手がかりに、目隠しした容器の水がどの高さまで入っているのか？ 2チームに分かれて調べて下さい。それでは、実験スタート！」</p>	<p>紙筒で目隠した容器</p>
 	<p>「さあ、どっちが、より正確に、より早く測定できるかな」</p> <p><容器を遮るような位置にマントルとはかるくんⅡを持っていき、徐々に位置を下げてみると、ある位置からはかるくんⅡが反応しなくなる。その位置に付箋を貼る></p> <p>「マントルの位置とはかるくんⅡの位置を、きちんと水平にしないとうまく測れないから注意しよう。」</p> <p><生徒達それぞれ工夫して、水位を測定し、付箋を貼る></p>	
 	<p>「2チームとも印を付け終わったようだね。 では、容器の目隠しを外してみよう。」</p> <p>「どっちもちょっとづつ、ずれてるけどほぼ正解だね。 あと、測定する係と付箋を貼る係、つまり役割分担をしっかりと、より速く測定することができるんだ。」</p>	

④ 放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

<p>実験② 「材質の違いによるしゃへい効果」</p>  	<p>「次に、材質の違いで、どれだけ放射線を遮る効果が変わるか調べてみよう。</p> <p>これは、しゃへいブロックといって、アクリル、アルミ、鉛、ステンレスと4種類の材質でできています。」</p> <p>「まず、しゃへいブロックの小さい方を、真ん中の試料にかぶせます。そして、「はかるくん」を、台紙の5cmの場所にそれぞれ置きます。」</p> <p>「さっきと同じように1分間待つと・・・」</p>	<p>しゃへいブロック 小のみ</p>
<p>・各素材の数値</p> 	<p>「アクリルが、いちばん数値が高く、鉛が一番低いという結果になったね。</p> <p>これは、数値が低くなるほど、通り抜けた放射線の量が少ないということ。つまりブロックの放射線を遮る力が大きいということなんだね。</p> <p>アルミとステンレスのように、違いがわかりにくい場合には、3回は記録をとって、その平均値を出してみよう。」</p>	



(3) 学校の放射線を測る

- 校舎、体育館、校庭、砂場、プールなどで放射線を測定する
 - ・ グループに分かれて担当の場所を決める
 - ・ 3～5回測定し、平均値を求める
 - ・ 数値を発表、場所による違いを比較する
- 1mSv/年とは？

<p>2. 実験 自然放射線の測定 ・花壇</p>	<p>○花壇 ＜花壇の土を測定＞</p>	<p>はかるくん 測定表</p>
<p>・池やプールなど</p>	<p>○池の上、プールなど ＜水上で測定＞</p>	<p>はかるくん 測定表</p>
	<p>「たとえば学校やその周辺、自分達の住んでいるまちで測定したあと、こんな風に、見取り図や地図に測定値を書き込んでいくと、場所によって数値が違ってくるのがよくわかるね。」</p>	<p>測定値の記入された学校見取り図や地域の地図</p>

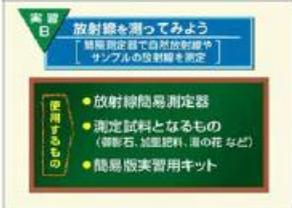
(4) 放射線学習指導案

■放射線の観察と測定の実習

放射線学習指導案C

(放射線の観察と測定の二つとも実習する場合)

1. 単元名 中学校理科第1分野 (7) 科学技術と人間 (イ) エネルギー資源
2. 日時 年 月 日 () ○:○~○:○ (90分)
3. 場所 教室または理科室
4. 目標 放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどに触れながら、放射線の性質や利用について理解する。

<p>実習B. 放射線を測ってみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 簡易測定器で自然放射線や測定試料の放射線を測定。距離や遮蔽物による違いも実験する。 ◆ 測定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ・ 測定試料から測定器を放していくと、線量はどうか ・ どんなものをおくと、放射線を遮る(遮蔽する)ことができるか ・ 遮蔽物の厚みによる変化はどうか <p>【指導のアドバイス】</p> <p>線量の変化を確認する場合は、丁寧に繰り返し実験を行いグラフ作成をするなど、実験技量を高める指導をしましょう。たった1回の計測で決めるのは危険ですので、是非、5回の平均値をとるようにしましょう。もし、時間が不足の場合は、せめて3回の平均値をとるようにしたいところです。また、場所によって自然放射線の量に違いがあるか、どんなものから放射線が出ているかなどの実験をしてみても面白いでしょう。</p>	<p>30分</p>	<p>使用するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 放射線簡易測定器 ・ 測定試料となるもの (御影石、加里肥料、湯の花など) ・ 簡易版実習用キット <p>図13</p> 
--	------------	--

村山：上記内容を説明。

吉澤：学生が地域の小中学校などでどのような講座をしたらいいかの内容である。

橋本：郡山市での放射線教育がどのように行われているかということについてお話しします。未来を担う子どもたちが健やかに成長できる環境の整備、子どもたちが安心安全に暮らしていけることを前提に放射線について考えていこうということです。放射線は「おそれず、ひるまず、あなどらず」をスローガンに確かな知識を身につけさせて子どもたちを育てていきたい。昨年度より教育課程の中に取り入れている。以下資料を説明。

教師用リーフレット

郡山市の放射線教育

郡山市教育委員会

郡山で元気に生活する子どもを育てましょう！

～放射線は「おそれず、ひるまず、あなどらず」～

子どもへの指導

- 1 年間時数 各学年 2時間～6時間程度
- 2 教科・領域
小学校・・・(例)総合的な学習の時間、学級活動、学校行事
中学校・・・(例)理科、保健体育科、総合的な学習の時間、学級活動、学校行事
- 3 活用資料
①放射線教育指導計画及び指導資料(郡山市)
②子どもたちにとびきりの笑顔を！
—郡山市の原子力災害対策の取組み—(郡山市)
③放射線副読本(文部科学省)
④放射線等に関する指導資料第2版(福島県)

教員・保護者の研修

- 1 放射線理解講座(管理職、一般教諭、一般市民)
・放射線の基礎知識、健康への影響、食の安全
- 2 放射線に関する授業研修会(5方で実施)
- 3 PTA主催による研修会 など
- 4 教務主任研修会
・各学校における放射線学習の取組状況についての協議
- 5 防災教育講座
・災害に対する対応の仕方と児童生徒の安全確保

郡山市の実態を踏まえた学習・研修内容 子どもたちを放射線から守るプロジェクト

放射線についての知識

- 1 放射線と放射能、放射性物質
- 2 放射線の性質
- 3 放射線の測定や飛跡の観察
- 4 自然界にある放射線 など

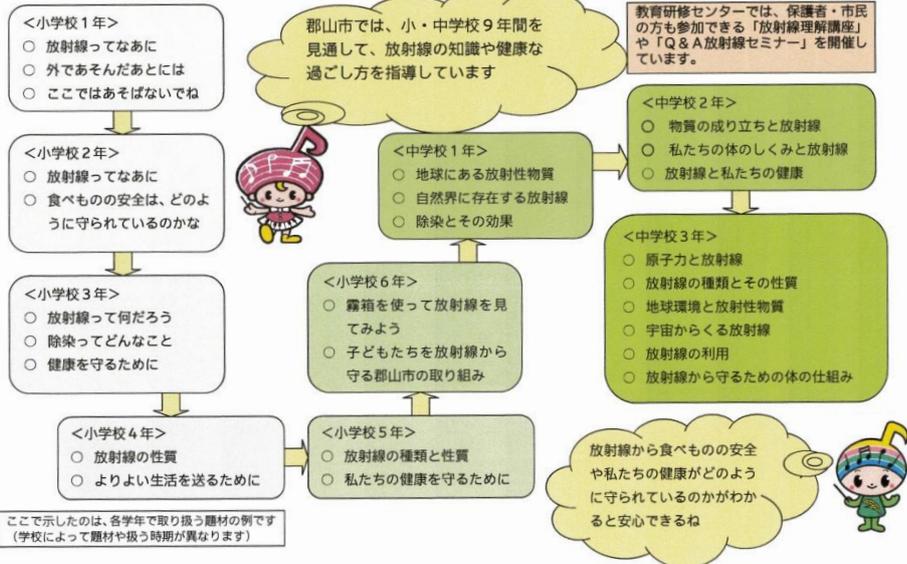
子どもを守る取組み

- 1 校庭の表土除去や校舎・プールの除染
- 2 学校給食の検査体制
- 3 外部被ばく、内部被ばくの検査体制
- 4 通学路、公園、一般住宅の除染 など

保護者向けリーフレット

郡山市の放射線教育

郡山市教育委員会
教育研修センター



平成25年度版

小・中学校9年間を見通した放射線教育指導計画（例）

郡山市教育委員会

内容 学年	放射線についての知識を得るための学習		放射線から身を守るための学習		
	身近な放射線の存在を知る学習	放射線について理解する学習	健康な生活を送るために	子どもを放射線から守る郡山市の取り組み	
小学校	1年	【生活科・学級活動】 ○身の回りのいろいろなものから放射線が出ていること	【生活科・学級活動】 ○放射線は体に強いのではないこと ○放射線が人から人うつるものではないこと	【学級活動・生活科】 ○外から帰ったときや、食事の前には、手洗いやうがいをすること ○他と比べて比較的放射線量の高いところ ○学校や地域の放射線量の状況	【学級活動・生活科】 ○給食は、材料やできあがったものを検査して、安全を確かめていること ○校庭やプールは除染したこと
	2年				
	3年	【学級活動・総合学習】 ○放射線を出す放射性物質は身の回りのいろいろなものに含まれていること ○病院の検査や飛行機に乗りたりするときも放射線を受けていること	【学級活動・総合学習】 ○電球モデルを使った放射線と放射能、放射性物質の違い	【学級活動・総合学習】 ○手洗いやうがいの意義 ○がんなどの病気を起こすいろいろな原因を知り、放射線もその一つであること ○健康な生活を送るためにはバランスのとれた食事や適度な運動、十分な睡眠、規則正しい生活が大切であること ○学校や地域の放射線量の状況とその推移	【学級活動・学校行事、保健体育（中）】 ○校庭やプールの除染の他、住宅や公共施設・公園などの除染を行っていること（郡山市の放射線量の推移についても知らせる） ○米は全袋検査を行っていることや、食べものは出荷や流通段階で検査されていること、給食は、材料を仕入れたときや食べる前に検査していること（実際の検査の様子についても知らせる）
	4年				
	5年	【学級活動・総合学習・家庭】 ○日常生活（食物や空気、病院での検査等）で受けている自然放射線量 ○霧箱による放射線飛跡の観察や身近な物質から出ている放射線測定	【学級活動・総合学習】 ○電球モデルを使った放射線と放射能、放射性物質の違い ○それらを表す単位や意味 ○測定値の意味 ○放射線測定器の使い方や測定の仕方、教室内外の線量測定	【学級活動・総合学習】 ○外部被ばくを防ぐための除染の意義やその効果 ○内部被ばくを防ぐために気をつけること（うがいや手洗いの励行、野生のキノコなど気をつける食べもの） ○健康や体の成長には、バランスのとれた食事や適度な運動、十分な睡眠が必要であること	○外部被ばくを防ぐための除染の意義やその効果 ○内部被ばくを防ぐために気をつけること（うがいや手洗いの励行、野生のキノコなど気をつける食べもの） ○健康や体の成長には、バランスのとれた食事や適度な運動、十分な睡眠が必要であること
	6年				
中学校	1年	【理科】 ○火山灰や岩石などから出ている自然放射線の測定 ○霧箱による放射線飛跡の観察	【理科】 ○放射線と放射能、放射性物質の意味 ○放射線量や放射能を表す単位と意味 ○放射線の半減期と年代測定への利用	【学級活動・理科・保健体育】 ○放射線事故が起きたときの避難の仕方 ○郡山市の放射線量の状況とその推移	
	2年		【理科】 ○体内に取り込んだ放射性物質の循環・蓄積・排出 ○自然放射線の中で進化してきた生物 ○β線の正体 ○原子と放射性物質 ○大気や海流による放射性物質の拡散	【学級活動・理科・保健体育】 ○体内に取り込んだ放射性物質の循環・蓄積・排出 ○細胞が放射線から受ける影響及び細胞の修復 ○バランスのとれた食事や適度な運動、十分な睡眠により、成長ホルモンの分泌が促され、健康な体をつくること ○放射線事故発生時の避難や情報収集の仕方 ○郡山市や福島県の放射線の状況とその推移	
	3年	【理科】 ○太陽活動などにより宇宙からも放射線が地球に届いていること ○身近な物質を用いた放射線測定や放射線飛跡の観察	【理科】 ○DNAが放射線から受ける影響とDNAの修復 ○放射性物質の生物濃縮 ○放射線の種類と正体 ○放射線の透過性 ○放射線の利用		

郡山市放射線教育指導資料

子どもたちを放射線から守るための郡山市の取り組み

郡山市教育委員会
教育研修センター



Ⅲ 試行授業

菊地：県にクレームが入ったとかで子どもたちの講習はやめて、今年は高校生向けに始めた。内容は空間線量の測定、Geでの食品放射能の測定などを教えた。

双石：対象の年齢を考えた方がいい。

内田：高学年向けといっても兄弟を連れてきたりすることもよくある。

村上：橋本校長から頂いた資料をもとに学生と一緒に考えていくといいだろう。

双石：何をわからせる、興味を持たせるかの目的を定めること。

橋本：外部の方を招いて行うことは全く問題ない。

吉澤：去年は結構試行錯誤の中で行ってきた。

双石：内容に適した教材を選んでいくこと。学年と内容目的と合わせて考えていくこと。

菊地：子どもと行ったのが自然放射線の測定で、実際にある物を測定する方がいい。他は小学生には難しいと思う。

村山：小学生の高学年から中学生を想定してきた。メニューとしてのバリエーションがあって、対象や学年、教材の都合でその都度選択して実施すればいいでしょう。

茂木：小学生だと霧箱はドライアイスを使うので危ないので中学生以上にしたほうがいい。郡山に住んでいることで、何を知らないかが一番大事。教えるべきなのは、線量と被ばくの関係、汚染とは何か、食品の汚染とか物が汚れているということはどういうことか。被ばくをするのは線量が高いから被ばくをするのではない。線量と時間がかかって被ばくをする。いちばん長い時間いるのはベッド上なのです。そうするとベッドの線量がいくらかのほうが大事な場合がある。線量が高いからそばに寄らなければいいという問題ではない。被ばくと線量率と時間の関係、汚染をどう防御するか。食べ物を含めて。はっきりわかるように。線量が高いから砂遊びができない。線量はどこにでもある。砂遊びができないのは砂が汚れているからできない。砂が汚染しているからできないという感覚ですね。そこをうまく教えてあげないと。

武地：食品でいえば放射能の濃度と食べる量を掛け算でやるのも同じ。

茂木：典型的なのがあんぼ柿。生柿は50Bqなのに、あんぼ柿にすると250Bqになる。1個食べて何が違うのか。ところが規制値は10Bq、100Bqと濃度規制。ちょっとでも高い物を食べたらもう死ぬんじゃないかと思う人もいるがそうではない。それは生活する上でとても大事なこと。なぜ手を洗うかの話をすると、汚れた砂を手付けてベータ線で測る。手を洗うとなくなっちゃう。目に見えない汚染でないですから。洗えば落ちます。こうやって具体的に見せると、手を洗わなくちゃと思うわけです。これを示すなら児童生徒ではなくて放射線工学科の学生にやらせたい

Ⅲ 試行授業

いと思うんです。いやだったら手袋をしてもいいでしょう。ベータ線ならいくらでも測れる。霧箱っていいようですが見えるようになるまで結構大変。簡単に1時間では終わらない。

内田：複数のグループでやると成功するグループと失敗するグループが出てくる。あとは、蛍光灯の下では見えないということ。

双石：実験の目的が見えたか見えないかになる。

内田：正しい知識と測定ということに関して言えば、対象の学年はどうあれ、汚染の話をするにしても教える時の言葉の使い方や話し方をその学年に合わせてあげればいい。

茂木：いちばん身近な対象、土を使って理解させなければ。

武地：自然放射線と人工的な放射線とを比較しながら教えていくこと。

内田、菊地：湯の花、肥料、カリウム、コンクリート…

武地：米はカリウムで数10Bqある。10Bqでどのくらい影響があるのかを教える。

茂木：スクリーニングは100Bqでやっている。100Bq以下であることを保証しているだけです。それをさらに測ると出てくるものは出てくる。

菊地：生米を食べるわけではなくて、水を入れて炊飯器で炊いてご飯にして食べるわけで、その分重くなって薄められる。

武地：玄米にすると50Bq位。

双石：そのようなことを分かってもらうための子どもたちのレベルに合わせた教材にすればいいでしょう。

内田：手を洗ってということは基本中の基本だが大人でもわかってないこともある。

吉澤：学生にいろいろ考えさせて作っていく。

議題 5 : アンケートについて

今年度のアンケートについてテーマと対象について討議してください

7. 前年度と同じでよい → ①
8. 放射線教育の質問も含め新たに構成する → ②
9. 新しい質問で新たに構成する→どのような人材が必要か → ③
10. Q&A 集を作成するために自由記述で質問・疑問を募る
11. アンケートの必要はない
12. その他

①H24 年度「空間放射線測定器（機材）に関するアンケート」

Q1-3 は回答者情報のため略

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。

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。

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。

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）

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）

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）

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）

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）

Q12機材の校正やメンテナンスを必要だと思いませんか。（回答は1つ）

Q13機材の買い替えは検討していますか。（回答は1つ）

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。

②H25 年度前回提案 質問項目「放射線教育に関して」

Q1 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関する教育を受ける機会はどのくらいありましたか。

Q2 原発事故後から現在までに、放射能や放射線に関して職員や保護者に対しての研修や勉強会を実施しましたか。（回答は1つ）

Q3 前の質問で、その研修や勉強会の内容はどのようなものでしたか。（回答は1つ）

Q4これから放射能や放射線のことについて勉強するとしたらどのようなことが知りたいですか Q5 児童生徒に放射線教育は必要だと思いませんか。

Ⅲ 試行授業

③H25 第 4 回分科会：「放射線測定技術者に必要とされるスキルとは」

Q 放射線測定技術者において必要とされる知識や技術の重要度についてお答えください。

知識

	重要である	どちらかという 重要である	どちらかという 重要でない	重要でない
放射能と放射線 量と単位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線と物質の相互作用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線測定装置の種類と原理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定値から放射線量の算出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ベクレルとシーベルトの換算	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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"/>

技術

	重要である	どちらかという 重要である	どちらかという 重要でない	重要でない
シンチレーションサーベイメータを用いた測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GM サーベイメータを用いた測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
空間放射線量の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
表面汚染の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NaI シンチレーション検出器を用いた食品放射能の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ge 半導体検出器を用いた食品放射能の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定結果の分析と評価	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

◆各項目については第 5 回分科会で審議。

Ⅲ 試行授業

■ アンケート配布先 (③に関して)

① 企業 16 件

株式会社 島津理化、バルトールドジャパン株式会社、安西メディカル、株式会社 サードウェーブ、株式会社ラド・ソリューションズ、山北調査設計株式会社、恵和興業株式会社、株式会社千代田テクノル、日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、株式会社日本環境調査研究所、株式会社同位体研究所、株式会社アトックス、日本放射線エンジニアリング株式会社、庄建技術株式会社、キャンベラジャパン株式会社

② 自治体等 6 件

郡山市 原子力災害対策直轄室、郡山市 ふれあい科学館、那須塩原市 教育委員会事務局、福島県ハイテクプラザ、伊達市放射能対策課、福島県農業総合センター、

③ 法人 5 件

放射線衛生学研究所、市民放射能測定所、放射線計測器協会、放射線医学総合研究所、自然環境復元協会、

- ・ 回答率を上げるために電話やメールで回答のフォローをする。
- ・ 1 月中の集計を目指す。
- ・ Web サイトにて回答する。

村上: 前回の協議会での大槻教授からの指摘もあり、学生のためのものを作っていくということもあり、学生が就職先として考えられるような企業や機関に対して人材について聞く方がいいだろうと考えている。

吉澤: 質問内容は今後話し合っ決めていくが、送付先についてリストアップした。委員のみなさんにこの送付先としてきてしている企業や組織団体がありましたらメールでいただけたらと思います。

内田: 我々の取り組みが正しいかどうかという評価もあるが、その取り組みを知ってもらうということも重要になってくる。今回の目的では送付先については限定した方がいいと思うし、その属性についてはこちらでもちゃんと認識していかなくてはいけない。

吉澤: 大学等の研究機関は外している。質問の詳細については次回の分科会で行う。1 月に送付する予定だ。

Ⅲ 試行授業

議題 4：校正について

- ・文科省よりほぼ機材の購入ができる見込みとなったため計画をすすめていく。
- ・試行授業の企画や設備環境の整備など具体的な内容について

<図は省略>

吉澤：上記内容を説明。

大槻：前回は公立学校の教育にこちらから入り込んでいくという形でのアンケートだったが、学校教育の現場は教育委員会が責任を持っているわけですから、教育委員会からの依頼があれば話があれば別なんですけれども、全く関係なしにこちらから民間企業が送りつけるような「放射線教育をどうやっていきますか」というアンケート、具体的にそういうことを聞くということは文科省関連の協議会ですから控えた方がいいと思いました。学校側とか教育委員会からの依頼があればいいのですが、授業補助ということからでも、正式のものではたぶんなくて、教育委員会からどのような形で依頼があるかが一番大事ですよね。あくまでも授業が文科系出身の先生であろうとなかろうと、授業を回すその先生が責任を持って行うわけですから。こちらから出かけて行った時はその補助でという形の原則は守るべき必要がある。自治体や民間企業についてはつつこんだアンケートでいいと思う。向こうが答えたくなければ答えなければいいわけですから。学校関係とうのはちょっと、やっぱりまずいと。教育という形をこちらがそれと関係のあるようなこと、アンケートなり授業なりをやるのは慎重に。その点は気をつけてほしい。校長先生においでいただいたのは大変ありがたいことで、学校では実際にどんなふうに使っていたかということはだいたい分かりました。これからは教育委員会にももうちょっと連絡を取ってやられたらいいでしょう。

議題 5：連絡事項・その他 意見交換

第 5 回分科会 12 月 4 日（水）

第 4 回推進協議会 12 月 11 日（水） 17:30～

平成 25 年 12 月 4 日

第 5 回分科会 議事録

日時：平成 25 年 12 月 4 日（水）18:30～

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、
- ◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄
- ◆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
- ◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、小野
- ◆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 近内広樹
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

- | | |
|---------------------|-------|
| 1. 放射線講習会について | 吉澤 |
| 2. 放射線教育支援プログラムについて | 村山 |
| 3. アンケートについて | 村山 |
| 4. 校正について | 吉澤・内田 |
| 5. 連絡事項・その他意見交換 | |

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1 : 放射線講習会について

1 日目	11/20(水)	オリエンテーション 放射線の基礎知識	茂木
2 日目	11/26(火)	放射線測定の基礎知識、食品放射能測定実習	武地
3 日目	12/2(月)	放射線測定演習 (放射線量の算出など) 放射線被ばく・リスクコミュニケーション アンケート、修了式	茂木 吉澤

- 受講者：放射線工学科学生 6 名、農業センター 1 名 計 7 名
・小テストとアンケートを実施

吉澤：上記内容を説明。

議題 2 : 放射線教育支援プログラムについて

- 以下の実験をメニューとして依頼元・学年等を考慮して選択してはどうか。

①霧箱実験---中学生以上に

②自然放射線の測定---簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。

花崗岩 (御影石)、湯の花 (ラドン温泉の素)、カリウムを含む肥料など。

③水位計---水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる

放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

④放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

⇒ 学生が討議し、考えさせてもいいだろう

■ 前回の推進協議会において、行健小学校 橋本校長 より郡山市の放射線教育についての情報をいただいた。

- 「郡山市民として 放射線の何を知らないといけないか」が重要である (茂木)

①線量と被ばくの関係 (線量率と時間など)

②汚染とは何か (食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか)

⇒ 最も身近な「土」を使って実験する

Ⅲ 試行授業

吉澤：上記内容を説明。

村山：実際に試行授業として学生にやってもらい、討議・評価を行いレポートを作成してまとめたい。

村上：県専各連から依頼が来る予定である。

議題 3：アンケートについて

■11/20 第3回推進協議会でテーマが決定

テーマ：「放射線測定技術者に必要とされるスキルとは」

Q 放射線測定技術者において必要とされる知識や技術の重要度についてお答えください。

知識

	重要である	どちらかという 重要である	どちらかという 重要でない	重要でない
放射能と放射線 量と単位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線と物質の相互作用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線測定装置の種類と原理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定値から放射線量の算出	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ベクレルとシーベルトの換算	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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"/>

技術

	重要である	どちらかという 重要である	どちらかという 重要でない	重要でない
シンチレーションサーベイメータを用いた測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GM サーベイメータを用いた測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
空間放射線量の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
表面汚染の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NaI シンチレーション検出器を用いた食品放射能の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ge 半導体検出器を用いた食品放射能の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定結果の分析と評価	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

◆質問項目について審議。

Ⅲ 試行授業

■ アンケート配布先

① 企業 16 件

株式会社 島津理化、バルトールドジャパン株式会社、安西メディカル、株式会社 サードウェーブ、株式会社ラド・ソリューションズ、山北調査設計株式会社、恵和興業株式会社、株式会社千代田テクノル、日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、株式会社日本環境調査研究所、株式会社同位体研究所、株式会社アトックス、日本放射線エンジニアリング株式会社、庄建技術株式会社、キャンベラジャパン株式会社

② 自治体等 6 件

郡山市 原子力災害対策直轄室、郡山市 ふれあい科学館、那須塩原市 教育委員会事務局、福島県ハイテクプラザ、伊達市放射能対策課、福島県農業総合センター、

③ 法人 5 件

放射線衛生学研究所、市民放射能測定所、放射線計測器協会、放射線医学総合研究所、自然環境復元協会、

- ・ 回答率を上げるために電話やメールで回答のフォローをする。
- ・ 1 月中の集計を目指す。
- ・ Web サイトにて回答する。

村山：上記内容を説明。質問項目について意見をいただきたい。

村上：学校でのカリキュラム内容は入っているか？

吉澤：全部ではないが入っている。うまくまとめて入れたいと考えている。

村山：項目だけだとわかりにくく、用語や細かい項目を入れると量が多くなりすぎるのでどうまとめていくかが難しい。

吉澤：ある放射線の管理をしている会社の社長から聞いた話では、遮蔽計算ができるとか、放射線障害防止法を知った上で管理ができるとか、国とのやり取りや手続きを知っていることとかの勉強をしてほしいということであった。

村上：かなり専門的になってもいいのでは。

内田：実務者向けのものであるから、安全管理も必要。

吉澤：放射線取扱主任者の資格を取得したからといって放射線の管理ができるかというところではない。文科省、日本アイソトープ協会の講習会の内容も考えられるが。

Ⅲ 試行授業

内田：それは資格の有無を別にしても重要でしょう。自治体の人ではわからないだろうが。

吉澤：放射線管理の項目を入れていきたい。

武地：自治体関係者向けと考えると食品の分析ということがあるが、食品と放射性物質と健康のことに関心があり必要だと思う。Sv と Bq の中に含まれるが。

村山：放射線管理の項目は追加していく。

長井：前ふりの言葉、アンケートの目的や技術者の育成について説明していくことを入れて欲しい。

小野：フリーの記入はできるのか。

村山：「上記項目以外に何かありましたら」ということで自由記述欄でフォローする。

吉澤：送付先リストの収集にご協力をお願いします。

長井：広報の手段としてあるのならば県の組織宛や研究機関にも送りたい。

内田：マスコミ、新聞・テレビも考えたい。報道部でも社会部でも。

菊地：福島大学だと、未来支援センターにも。

内田：中井先生がやっている。

武地：JA や市町村、いろいろなところと共同でやっている機関もある。全袋検査もそう。

吉澤：連絡先が分かれば教えて欲しい。

長井：県の環境部会。

内田：市の環境部会もある。市議会の HP から調べられる。議員名もわかるが、送付は連絡してからの方がいい。法人に関してはバイアスがばらばら（方向性に偏りがある）なので注意が必要で面倒だ。除染関係は、建設業協会と観光事業協会とでやっている。観光事業協会は忙しくて協力してもらえないだろう。建設業協会は持ち回りでやっているのだから、連絡をしてどこに送るかを聞いてから。常勤の職員は2名しかいない。除染関連は放射線に関するベースが全然違うことも我々は理解していないといけない。

菊地：郡山の除染については大手ゼネコンからの孫請けが多い。

武地：除染の前後で検査測定しているのは除染業者ではないような。

内田：専門の会社もあるが、震災を機に起業したり、測量コンサル、環境アセスメントの会社であったり様々だ。

Ⅲ 試行授業

阿部：除染については県の森林組合もやっている。

内田：環境省と県でやり方が違うようだ。

菊地：森林組合では安全だとしているが線量が高いと思われていて人が集まらないらしい。

議題 4：校正について

- ・機材の手配を開始した。
- ・試行授業の企画や設備環境の整備など具体的な内容について

<図は省略>

吉澤：上記内容を説明。標準放射線源は線量が高いため国に申請が必要で、認可が下りるまで時間がかかる。すでにある教材の弱い線源を使って対応する。

内田：半円にしてゲージを作ればいいのか。1メガでどれだけできるかということと体積線源も必要なのだが。

吉澤：計算して1メガベクレルのもので置き方を横にする。セシウム137である。

村上：やり方を身に付けさせることが重要。

武地：基準になる測定器との校正であること。食品放射能測定器の場合、校正には体積線源を使う。貸してくれないかという要望がたびたびある。

内田：セシウム134、137混合の土は数値がぶれるから使えない。

吉澤：体積線源は自己吸収があることに留意しなければならない。一定の線量だとわかるサンプルでも数値を直すことが必要。

議題 5：連絡事項・その他 意見交換

第4回推進協議会 12月11日（水）17:30～

次回分科会 1月15日（水）17:30～

平成 25 年 12 月 11 日

第 4 回推進協議会 議事録

日時：平成 25 年 12 月 11 日（水）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
- 株式会社 日本環境調査研究所 第一種放射線取扱主任者 茂木 道教
- 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
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- NPO法人移動保育プロジェクト 理事長 上國料 竜太
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 学校法人新潟総合学院 常務理事 双石 茂、
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章、小野 正
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 放射線測定技術者向け教育プログラムについて 和田・村山
2. 放射線教育支援プログラムについて 村山
3. アンケートについて 村山
4. 校正について 和田・内田
5. 連絡事項・その他意見交換 和田

以上

Ⅲ試行授業

議題 1 : 放射線測定技術者向け教育プログラムについて

■日程 : 11月20日(水)、26日(火)、12月2日(月)

■受講者 : 放射線工学科学生6名、農業センター1名 計7名

1 日目	11/20(水)	オリエンテーション 放射線の基礎知識 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 4. 放射線測定器の基礎知識 5. 放射線測定の基礎 6. 食品モニターの精度管理 7. ベクレルとシーベルトの関係	茂木
2 日目	11/26(火)	放射線測定の基礎知識(午前) 1. サーベイメータ 2. 食品中の放射性セシウム検査法 3. 食品の放射性物質に関する検査における試料洗浄 4. モニタリング調査の分析手順 食品放射能測定実習(午後) 1. Ge 半導体検出器 : 豚肉 2. NaI シンチレーション検出器 : ゆず、かき 3. 測定結果の評価	武地
3 日目	12/2(月)	8. 放射線被ばく・リスクコミュニケーション アンケート、修了式	茂木 吉澤

◆受講者感想

- ・データの読み方が役に立ちました。
- ・実践的な部分や分からなかった部分を分かりやすく教えていただいた

◆食品放射能測定の結果はすべて「ND」

Ⅲ 試行授業



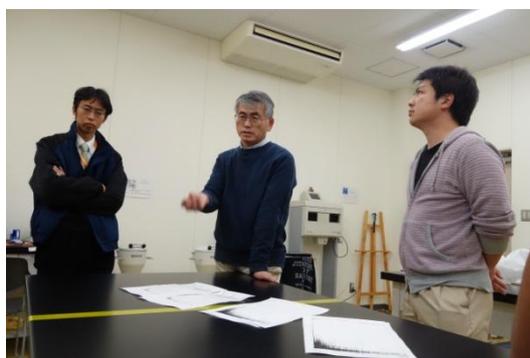
▲試料の下準備 ゆずを細かく切る



▲NaI シンチレーション検出器



▲ラベルに試料の情報を記入する



▲測定結果についての解説

和田：上記内容を説明。

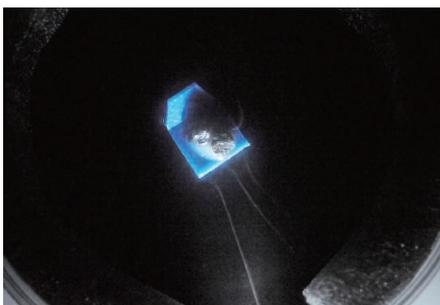
茂木：昨年は1日で詰め込んだ授業だったが、今回は2日にわたって双方向で確認しながら授業を行ったのでコミュニケーションが取れてよかった。

武地：昨年に比べて時間に余裕があった。郡山産ゆず、輸入豚肉、三春産かき、いずれも結果はNDだったのが残念だったが。

議題2：放射線教育支援プログラムについて

■以下の実験をメニューとして郡山市の放射線教育の情報をもとに、学校・学年等を考慮して選択してはどうか。

①霧箱実験---中学生以上に



Ⅲ 試行授業

②自然放射線の測定—簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。
花崗岩（御影石）、湯の花（ラドン温泉の素）、カリウムを含む肥料など。

イメージ	コメント	実験道具等
	<p><他の試料(カリ肥料、湯の花、塩)も測定></p> <p>「他にも、塩や肥料など色んなものから放射線が出ているのがわかるね。肥料の中からも放射線が出ているということは、その肥料を吸収した植物も放射線を出すということなんだ。」</p>	測定試料 ・カリ肥料 ・湯の花 ・塩

③水位計—水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる
放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

<p>3. 水位計の実験 ・目隠しされた容器の水位を計測</p> 	<p>「そこで、先ほどの実験を手がかりに、目隠しした容器の水がどの高さまで入っているのか？ 2チームに分かれて調べて下さい。それでは、実験スタート！」</p>	紙筒で目隠した容器
 	<p>「さあ、どっちが、より正確に、より早く測定できるかな」</p> <p><容器を遮るような位置にマントルとはかるくんⅡを持っていき、徐々に位置を下げてみると、ある位置からはかるくんⅡが反応しなくなる。その位置に付箋を印をつける></p> <p>「マントルの位置とはかるくんⅡの位置を、きちんと水平にしないとうまく測れないから注意しよう。」</p> <p><生徒達それぞれ工夫して、水位を測定し、付箋を貼る></p>	
 	<p>「2チームとも印を付け終わったようだね。 では、容器の目隠しを外してみよう。」</p> <p>「どっちもちょっとづつ、ずれてるけどほぼ正解だね。 あと、測定する係と付箋を貼る係、つまり役割分担をしっかりとすると、より速く測定することができるんだ。」</p>	

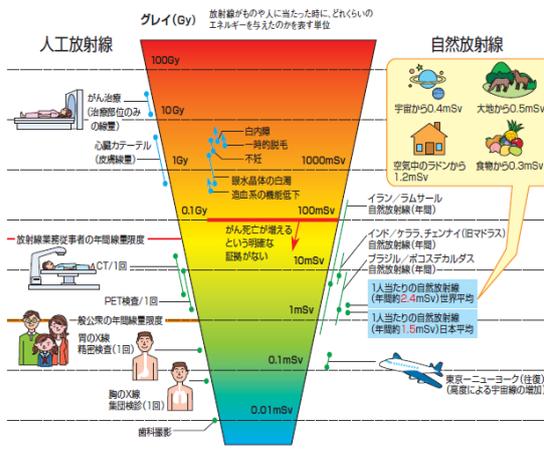
III 試行授業

④放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

<p>実験② 「材質の違いによる しゃへい効果」</p>  	<p>「次に、材質の違いで、どれだけ放射線を遮る効果が 変わるか調べてみよう。</p> <p>これは、しゃへいブロックといって、アクリル、アルミ、鉛、ステン レスと4種類の材質でできています。」</p> <p>「まず、しゃへいブロックの小さい方を、真ん中の試料に かぶせます。そして、「はかるくん」を、台紙の5cmの場所に それぞれ置きます。」</p> <p>「さっきと同じように1分間待つと・・・」</p>	<p>しゃへいブロック 小のみ</p>
<p>・各素材の数値</p> 	<p>「アクリルが、いちばん数値が高くて、鉛が一番低いという結果 になったね。</p> <p>これは、数値が低くなるほど、通り抜けた放射線の量が少ない ということ。つまりブロックの放射線を遮る力が大きいということ なんだね。</p> <p>アルミとステンレスのように、違いがわかりにくい場合には、 3回は記録をとって、その平均値を出してみよう。」</p>	

⑤線量と被ばくの関係（線量率と時間など）



⑥汚染とは何か（食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか）

⇒ 最も身近な「土」を使って実験する

<p>2. 実験 自然放射線の測定 ・花壇</p> 	<p>○花壇 ＜花壇の土を測定＞</p>	<p>はかるくん 測定表</p>
---	--------------------------	----------------------

⇒ 学生が討議し、考えさせてもいいだろう ⇒ 試行授業の実施

Ⅲ 試行授業

村山：上記内容を説明。

武地：②の自然放射線実験について。カリウムの肥料とあるが、できれば塩化カリウムを使うといい。これは含有量が高い。

菊地：昆布、バナナチップ、コンクリートも出る。花崗岩と一緒に。

武地：昔の夜光塗料も出た。

内田：掃除機のゴミパック、吸い取った後もある。

茂木：土を持ちこんでいる？ あとは、健康グッズは高く出る 10μ 。

和田：資材はいろいろ選定していく。

双石：学生に考えさせることもぜひやってほしい。

茂木：⑤について。実際にどれくらいの線量になるのだろうかというケーススタディ。一番長い時間を過ごすのはベッドの上なのでそこに何時間いて、教室では何時間いてとかを書いてそれに線量率をかけて足して 365 日かけて…というのが実際の年間線量であることをやってみて感覚を持ってもらうことをやるといい。いくら高いところがあっても一瞬通過するだけなら被ばくしていないということ。

村山：年間積算値の出し方ははっきりした定義がない。室内室外を半分半分で計算したり、東京都では 0.4 をかけたり。

茂木：規制値は外の線量で 8 時間、家の中で 16 時間だが外の線量の 40% というもの。それで 0.23 という数字が計算された。本当にそうなのかというのは問題になってきていて、実際に被ばく線量を測りましょうということで個人に線量計を渡している。被ばくの実態を調べるのは結果でしかないので、我々はどこに何時間いるということは人によって全く違うのでそれを計算して対策を立てるほうが現実的だろう。個人個人で年間の被ばく量の結果をもらっても何のことかはわからない。郡山で 2~3mSV くらい被ばくしている。

武地：内部被ばくについては、一般に食品の規制値が 100Bq とされているが、お米が 10Bq、魚が 30Bq それを 1 日あたり何 Bq と年間でいくつになるかと計算する。

茂木：内部被ばくは 13~18 歳の男の子の食べる量で決まってくる。何グラム食べて何 Bq かと比率で考える。

内田：コープ福島での陰善方式の一番高い数値を 3×365 として線量に落とすとか。年間にしても $1\mu\text{SV}$ とかにしかならない。

Ⅲ 試行授業

茂木：内部被ばくは殆ど考える必要はない。先程の掃除機のゴミパックについての話をフォローすると、今、帰還する住民に向けて教育をしているが、汚染という感覚を身に付けて欲しいと思っている。家の中が汚れているということはどういうことか、線量ではなく、家の中が汚れていること。家の中を雑巾がけしたり、掃除機をかけたり、エアコンのフィルタを掃除したり、そこに汚染があるかどうかを調べましょう。これは、外部被ばく、内部被ばく、汚染管理と3つのファクターになる。掃除機はすごく重要で、家の中に汚染を持ちこんでいることになる。避難区域では家の中はすごく汚れている。大変な位汚れている。除染が終わったから帰るといっても家の中を触れない位だ。実際に調査をしているが表に出てこないということは…。この3つのファクターは生活していく上で知っていなくては行けない。

内田：GM管では数値は出るが、はかるくんではわからない。

議題3：アンケートについて

テーマ：「放射線測定技術者に必要とされるスキルとは」

Q1 放射線測定技術者において必要とされる知識の重要度についてお答えください。

	重要である	どちらかという と重要である	どちらかという と重要でない	重要でない
【放射線・放射能の基礎知識】半減期、壊変、透過性能、相互作用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【放射線・放射能の専門知識】放射線生物、放射線化学、放射線物理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【環境中の放射性物質の特性】放射性ヨウ素、放射性元素の特性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【放射線測定器の基礎知識】種類と原理、バックグラウンド、統計変動、検出限界、計数効率	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【放射線測定】 γ 線スペクトル測定、空間線量率測定、 β 線測定、個人線量計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【食品モニターの精度管理】基準値、スクリーニング、検出下限値、精度管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【ベクレルとシーベルトの関係】外部被ばく、等価線量、実効線量、内部被ばく、換算係数	<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】人体影響、発がんリスク、甲状腺、リスクの考え方	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【原発事故による環境放射能汚染】汚染の状況と特徴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【放射線に関する法令】放射線障害防止法、原子炉等規制法、医療法、薬事法	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
【放射線安全管理】放射線防護、異常時の措置と対策、汚染の除去と廃棄物の処理、校正、遮蔽計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ⅲ 試行授業

算と線源強度、手順と申請書				
【除染の対応】 除染の方法と手順、汚染レベルの測定、除染効果の測定と評価、除染計画と自治体対応	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2 放射線測定技術者において必要とされる**技術**の重要度についてお答えください。

	重要である	どちらかという と重要である	どちらかという と重要でない	重要でない
シンチレーションサーバイメータを用いた空間放射線量の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GM サーバイメータを用いた表面汚染の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nal シンチレーション検出器を用いた食品放射線の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ge 半導体検出器を用いた食品放射線の測定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定結果の分析と評価	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
施設・装備機器・発生装置の安全管理技術	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定機器の校正と保守管理、精度管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
測定値の不確かさ、誤差の評価	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線防護の技術、放射線防護具の選定と着用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
除染の技術、測定、評価、計画	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3 放射線測定技術者において必要とされる**能力**の重要度についてお答えください。

	重要である	どちらかという と重要である	どちらかという と重要でない	重要でない
報告書等の文章作成能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
コミュニケーション能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
プレゼンテーション能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
パソコン能力（MS Office 系）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
パソコン能力（その他 CAD）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
電気工事、電気電子	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
リスクコミュニケーション	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ニュース・時事問題研究、福島県の状況把握	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ⅲ 試行授業

Q4 放射線測定技術者において必要とされる資格・検定試験についてお答えください。

	重要である	どちらかという と重要である	どちらかという と重要でない	重要でない
放射線取扱主任者第1種	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線取扱主任者第2種	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線取扱主任者第3種	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
第1種作業環境測定士	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
作業計量士（濃度関係）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
エックス線作業主任者	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
原子炉主任技術者	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
核燃料取扱主任者	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

■ アンケート配布先

① 企業 16 件

株式会社 島津理化、ベルトールドジャパン株式会社、安西メディカル、株式会社 サードウェーブ、
株式会社ラド・ソリューションズ、山北調査設計株式会社、恵和興業株式会社、
株式会社千代田テクノル、日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、
株式会社日本環境調査研究所、株式会社同位体研究所、株式会社アトックス、
日本放射線エンジニアリング株式会社、庄建技術株式会社、キャンベラジャパン株式会社

② 自治体等 6 件

郡山市 原子力災害対策直轄室、郡山市 ふれあい科学館、那須塩原市 教育委員会事務局、
福島県ハイテクプラザ、伊達市放射能対策課、福島県農業総合センター、

③ 法人 5 件

放射線衛生学研究所、市民放射能測定所、放射線計測器協会、放射線医学総合研究所、
自然環境復元協会、

- ・ 回答率を上げるために電話やメールで回答のフォローをする。
- ・ 1 月中の集計を目指す。
- ・ Web サイトにて回答する。

村山：上記内容を説明。

武地：Q2 の中に検出下限値、ND を入れて欲しい。

Ⅲ 試行授業

茂木：書く人はイメージで答えていいのか？専門会社か大学などは内容が理解できるが今回の原発事故を機会にはじめたような企業はちんぷんかんぷんだらう。

村山：いいでしょう。全ての用語に関して理解していることではないと思うので仕方がない。除染関係などは特にそうだ。

水野：配布先は回答できそうなのか。

茂木：自治体は難しいかもしれない。専門会社なら大丈夫だらう。

双石：部署とかは。

長井：こういうアンケートは総務に回ってくるので、「重要でない」とは書ききれない。

村山：吉澤先生の面識のある人も多いので個人宛に送るので大丈夫。

小野：「わからない」という欄をあったほうが理解度がわかる。

村山：上記以外の回答は自由記入欄でフォローする。

長井：前ふりの言葉、測定技術者についての説明を入れて欲しい。

和田：頂いた意見をもとに仕上げに入っていく。

議題 4：校正について

- ・ 機材購入を進めている。1月下旬～2月上旬。
- ・ 標準線源の期間内の入手が困難なため教材用の線源を使う。
- ・ 線量が高い標準線源を導入した場合学校が放射線管理区域になる。
- ・ 試行授業：
 - 校正とトレーサビリティ、校正の方法、測定値の評価、不確かさと誤差、検出限界、確認校正
- ・ 施設（校正台）の製作

和田：上記内容を説明。教育用の線源でも校正の手順の授業は可能であるとのこと。

茂木：線源の強度にもよるが、手順だけで精度は気にしないこととなれば、検出器の直径の 5 倍以上線源までの距離はとらなくてはいけないとか基本的なことがある。5 倍離して数値が出るか、たぶん十分な線量が出ないのではないかと。1メガだと少しは出るか。いろいろな校正に関する規格はあるので持ってきた資料を読んでほしい。点線源でも大丈夫だが、5 倍以上離すこと。

Ⅲ 試行授業

平行原理というのが基本的な考え方で、近づけると放射状になるので。

内田：台の大きさも決まっていない。

議題 5：連絡事項・その他 意見交換

第 6 回分科会 1 月 15 日（水） 17:30～

第 5 回推進協議会 1 月 22 日（水） 17:30～

・放医研（稲毛市）への視察（学生も同行）：1 月下旬から 2 月上旬で予定。

平成 26 年 1 月 15 日

第 6 回分科会 議事録

日時：平成 26 年 1 月 15 日（水）18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆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、
- ◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄
- ◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、小野
- ◆専門学校国際情報工科大学校 校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田部長、吉澤敏雄 近内広樹
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

1. 放射線教育支援プログラムについて 吉澤
2. アンケートについて 村山
3. 校正について 吉澤
4. 視察について 吉澤
5. 連絡事項・その他意見交換

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1：放射線教育支援プログラムについて

■ 実験メニュー案

①霧箱実験――中学生以上に

②自然放射線の測定――簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。
花崗岩（御影石）、湯の花（ラドン温泉の素）、カリウムを含む肥料など。

③水位計――水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる
放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

④放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

⑤線量と被ばくの関係（線量率と時間など）

⑥汚染とは何か（食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか）

⇒ 最も身近な「土」を使って実験する

⇒ 学生が討議し、考えさせてもいいだろう⇒ 試行授業の実施

吉澤：上記内容を説明。

村上：専各連の委員会の後に依頼の案内がある予定。中学校になるのでは。

議題 2：アンケートについて

■ アンケート調査票（別紙）

・ 推進協議会、茂木氏、武地氏の確認済み

・ 印刷、送付物準備⇒1/24 までに送付

・ 回答：Web サイト <https://jp.surveymonkey.com/s/HN7CRBG> および FAX にて回収

・ しめきり 2月14日（金）3週間

■ アンケート配布先

① 企業：31 社

株式会社 島津理化、ベルトールドジャパン株式会社、安西メディカル、株式会社 サードウェーブ

株式会社ラド・ソリューションズ、山北調査設計株式会社、恵和興業株式会社、株式会社千代田テクノ

日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、株式会社日本環境調査研究所、

株式会社同位体研究所、株式会社アトックス、日本放射線エンジニアリング株式会社、庄建技術株式会社

キャンベラジャパン株式会社、医建エンジニアリング株式会社、株式会社江東微生物研究所

株式会社日本化学環境分析センター、株式会社ジェイラップ（伊藤俊彦代表取締役）

株式会社いわき放射線エンジニア、株式会社シャイン、株式会社日本メディカルサービス

株式会社東海興産いわき事務所、サンエス株式会社、長瀬ランダウア株式会社

東京ニュークリア・サービス株式会社、ヤマトアトムックエンジニアリング株式会社、Techno AP

加速器エンジニアリング株式会社、岩崎電気株式会社

② 自治体・法人：37 件

郡山市 生活環境部、郡山市 ふれあい科学館、那須塩原市 教育委員会事務局、福島県ハイテクプラザ

Ⅲ 試行授業

伊達市放射能対策課、福島県農業総合センター、福島県農林水産部環境保全農業課
福島県農林水産部農業振興課（農林地再生対策室）、福島県生活環境部原子力安全対策課
福島県生活環境部原子力センター、放射線衛生学研究所、公益社団法人日本アイソトープ協会
市民放射能測定所、放射線計測器協会、放射線医学総合研究所、自然環境復元協会
県北農林事務所 農業振興普及部、県北農林事務所 伊達農業普及所、県北農林事務所 安達農業普及所
県中農林事務所 農業振興普及部、県中農林事務所 田村農業普及所、
県中農林事務所 須賀川農業普及所、県南農林事務所 農業振興普及部
会津農林事務所 喜多方農業普及所、会津農林事務所 会津板下農業普及所
南会津農林事務所 農業振興普及部、相双農林事務所 農業振興普及部
相双農林事務所 双葉農業普及所、いわき農林事務所 農業振興普及部
福島県庁 農林水産部水田畑作課、福島県森林組合連合会（國井常夫代表理事長）
西白河地方森林組合（國井常夫組合長）、一般社団法人福島県建設業協会（小野利廣会長）
JA 全農福島 農業技術センター、新ふくしま農業協同組合、JA 伊達みらい
三春町 三春の里ベクレルセンター

・回答率を上げるために電話やメールで回答のフォローをする。

村山：上記内容を説明。別紙アンケート調査票について説明。

吉澤：企業は電話がけをしたが自治体はしていない。

村山：担当者の個人名かメールアドレスが分かればフォローができるが。

内田：農林事務所は数珠つなぎになっているし担当者もいないと思う。

長井：電話までしなくても回答は任せればいい。

菊池：どの組織でも間違った情報は流せないのでマスコミ対応には慎重になっている。

和田：送付先からの連絡は時々あるが。

吉澤：連絡なしでも送ることもあるということで了解が得られればと思います。

水野：本社に送るのか県内の営業所に送るのか。

吉澤：企業は基本的には個人、担当者あてに送れる。

内田：営業所は営業マンしかいないこともある。

長井：開封しなくても内容が分かるように封筒にラベルを貼ると親切になる。

Ⅲ 試行授業

議題 3：校正について

・試行授業：

校正とトレーサビリティ、校正の方法、測定値の評価、不確かさと誤差、検出限界、
確認校正

・施設（校正台）の製作

吉澤：機材の納入がまもなくで授業は2月の1週目になる予定。

議題 4：視察について

●訪問先：放射線医学総合研究所（千葉市稲毛区）

●日程：1月30日（木）

●対象：放射線工学科学生10名、吉澤、村山

●集合出発 8:00 バスにて

◆緊急被ばく医療研究センターの見学

【緊急被ばく医療における放医研の役割】

放医研は、三次被ばく医療の中心的機関として、高度専門的な除染及び治療を実施するとともに、全国の地域被ばく医療機関群に対し必要な支援及び助言を行う役割を担っています。具体的には、

- 1) 緊急被ばく医療派遣チームを現地緊急時医療本部へ派遣する。
- 2) より専門的な診断・治療が必要とされる被ばく者を受け入れる。
- 3) 外部専門機関とネットワークを構築し、情報交換、研究協力、人的交流を行う。
- 4) 平常時から緊急被ばく医療体制の充実を図る。
- 5) 緊急被ばく医療に関する技術開発・研究を推進する。

吉澤：上記内容を説明。

阿部：三次被ばくとは？

長井：三次被ばく医療という医療用語。緊急被ばく医療では「三次」は重症の意味。

議題 5：連絡事項・その他 意見交換

【1月～2月の予定】

◆会議等

第5回推進協議会

1月22日（水）17:30～

Ⅲ 試行授業

第7回分科会	2月13日(木) 17:30～	
第6回推進協議会	2月19日(水) 17:30～	
第7回推進協議会・成果発表会	2月27日(木) 13:30～	郡山ビューホテルアネックス

- ◆アンケート しめきり：2月14日(金)

- ◆試行授業 教育支援・校正：2月中旬まで

- ◆教材開発 2月末に校正、3月中旬納品

- ◆事業総括 第6回推進協議会で委員の皆様から感想・評価等をお願いします。
第7回推進協議会・成果発表会

- ◆事業報告書 3月上旬校正、3月下旬納品

以上

平成 26 年 1 月 22 日

第 5 回推進協議会 議事録

日時：平成 26 年 1 月 22 日（水）17:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- 株式会社 日本環境調査研究所 第一種放射線取扱主任者 茂木 道教
- 福島県ハイテクプラザ技術開発部主任研究員 菊地 時雄
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- NPO法人移動保育プロジェクト 理事長 上國料 竜太
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝●工学学科長 近内 広樹
- 放射線工学科教員 吉澤敏雄
- イメージスタジオ 村山 隆

議題：

- | | |
|----------------------|-------|
| 1. 放射線工学科教育プログラムについて | 吉澤 |
| 2. 放射線教育支援プログラムについて | 吉澤 |
| 3. アンケートについて | 吉澤・村山 |
| 4. 校正について | 吉澤 |
| 5. 視察について | 吉澤 |
| 6. 連絡事項・その他意見交換 | 和田 |

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1：放射線工学科教育プログラムについて

■放射線工学科教育プログラム（別紙：シラバス）

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		1年生			
講座期間	週30時間×34週 計1020時間		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	現在の福島状況、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		2年生			
講座期間	週30時間×34週 計1020時間		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	現在の福島状況、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
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

吉澤：上記内容を説明。

議題 2 : 放射線教育支援プログラムについて

■ 実験メニュー案 <写真・図版は省略 第4回推進協議会 議事録を参照>

① 霧箱実験――中学生以上に

② 自然放射線の測定――簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。

花崗岩（御影石）、湯の花（ラドン温泉の素）、カリウムを含む肥料など。

③ 水位計――水を入れた 1.5L のペットボトルを目隠しして水位を当てる

放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。

④ 放射線特性実験

1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果

⑤ 線量と被ばくの関係（線量率と時間など）

⑥ 汚染とは何か（食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか）

⇒ 最も身近な「土」を使って実験する

⇒ 学生が討議し、考えさせてもいいだろう ⇒ 試行授業の実施

吉澤：上記内容を説明。準備を進めていて本日は③水位計の実験をした。

和田：県専修学校各種学校連合会の依頼で小学生向けの講座を行う予定である。2月中旬以降になる。

内田：注意しなければならないのは、コミュニケーション。刺激的な内容にならないように。勢いで「放射線は怖くないよ」とか軽く言わないこと。学生の人選にも気を使いたい。小学生だと予備知識もないので。学生は児童側につかせた方がいい。

水野：グループ分けして学生が担当した。

和田：臨機応変な対応も必要。

内田：グループリーダーのリーダーシップも。

上國料：子どもはデリケートなので教える立場ではなく一緒にやる姿勢の方がいい。

吉澤：どの実験をやるかはこれから考える。去年は霧箱をやったが。

内田：霧箱実験は蛍光灯下では見えない。

和田：希望人数は多いかもしれないが上限を設けて募集をする。

吉澤：引き続き準備をしていきます。

議題 3 : アンケートについて

■ アンケート調査票

Ⅲ試行授業

- ・第4回推進協議会で確認済み
- ・印刷、送付物準備⇒1/24までに送付
- ・回答：Webサイト <https://jp.surveymonkey.com/s/HN7CRBG> およびFAXにて回収

●しめきり 2月14日（金）3週間

■アンケート配布先

①企業：31社

株式会社 島津理化、ベルトールドジャパン株式会社、安西メディカル、株式会社 サードウェーブ
株式会社ラド・ソリューションズ、山北調査設計株式会社、恵和興業株式会社、株式会社千代田テクノル
日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、株式会社日本環境調査研究所、
株式会社同位体研究所、株式会社アトックス、日本放射線エンジニアリング株式会社、庄建技術株式会社
キャンベラジャパン株式会社、医建エンジニアリング株式会社、株式会社江東微生物研究所
株式会社日本化学環境分析センター、株式会社ジェイラップ（伊藤俊彦代表取締役）
株式会社いわき放射線エンジニア、株式会社シャイン、株式会社日本メディカルサービス
株式会社東海興産いわき事務所、サンエス株式会社、長瀬ランダウア株式会社
東京ニュークリア・サービス株式会社、ヤマトアトムックエンジニアリング株式会社、Techno AP
加速器エンジニアリング株式会社、岩崎電気株式会社

②自治体・法人：37件

郡山市 生活環境部、郡山市 ふれあい科学館、那須塩原市 教育委員会事務局、福島県ハイテクプラザ
伊達市放射能対策課、福島県農業総合センター、福島県農林水産部環境保全農業課
福島県農林水産部農業振興課（農林地再生対策室）、福島県生活環境部原子力安全対策課
福島県生活環境部原子力センター、放射線衛生学研究所、公益社団法人日本アイソトープ協会
市民放射能測定所、放射線計測器協会、放射線医学総合研究所、自然環境復元協会
県北農林事務所 農業振興普及部、県北農林事務所 伊達農業普及所、県北農林事務所 安達農業普及所
県中農林事務所 農業振興普及部、県中農林事務所 田村農業普及所、
県中農林事務所 須賀川農業普及所、県南農林事務所 農業振興普及部
会津農林事務所 喜多方農業普及所、会津農林事務所 会津板下農業普及所
南会津農林事務所 農業振興普及部、相双農林事務所 農業振興普及部
相双農林事務所 双葉農業普及所、いわき農林事務所 農業振興普及部
福島県庁 農林水産部水田畑作課、福島県森林組合連合会（國井常夫代表理事長）
西白河地方森林組合（國井常夫組合長）、一般社団法人福島県建設業協会（小野利廣会長）
JA 全農福島 農業技術センター、新ふくしま農業協同組合、JA 伊達みらい
三春町 三春の里ベクレルセンター

村山：上記内容を説明。学科説明の印刷物を追加して調査票を発送する。

Ⅲ 試行授業

議題 4 : 校正について

- ・ 電離箱は納品 1/24
- ・ 試行授業 : 2 月上旬
校正とトレーサビリティ、校正の方法、測定値の評価、不確かさと誤差、検出限界、
確認校正
- ・ 施設 (校正台) の製作

吉澤 : 上記内容を説明。茂木先生、注意点アドバイスをいただければ。

茂木 : 体系的な線源、標準線量計、トレーサビリティについては説明をしたうえで、測定値の統計誤差がカギになる。何回読んで平均にするのかとか、標準偏差、精度、時定数がある物は時定数による違いであるとか。線源が弱いということだが測定できないこともあるかもしれない。計測時間が結構かかるかもしれない。10 分とか。一回やってみないとわからない。校正度数を小数点 1 桁なのか 2 桁なのか。計測協会は 1 桁でアイソトープ協会は 2 桁だとか。やり方は同じなのだが精度を管理すること。

吉澤 : 3 コマの授業では足りないようだ。授業以外の時間でデータをとってみる。

茂木 : 温度による変化もある。厳密には ± 2 度内で管理。まあ、条件だけ書いておけばいい。

議題 5 : 視察について

- 訪問先 : 放射線医学総合研究所 (千葉市稲毛区)
- 日 程 : 1 月 30 日 (木)
- 対 象 : 放射線工学科学生 10 名、吉澤、村山
- 集合出発 8:00 バスにて
- ◆ 緊急被ばく医療研究センターの見学

【概要】

名称 : 独立行政法人 放射線医学総合研究所

目的 :

放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、放射線医学に関する科学技術の水準の向上を図る。

設立 :

1957 年 (昭和 32 年) 7 月 : 国立研究所として設立

Ⅲ 試行授業

2001年（平成13年）4月：独立行政法人 放射線医学総合研究所 発足

所在地：〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4丁目9番1号

主要事業

- ・放射線の人体への影響に関する研究開発
- ・放射線による人体への障害の予防、診断および治療に関する研究開発
- ・放射線の医学的利用に関する研究開発
- ・成果の普及および活用促進
- ・施設・設備の共用
- ・研究者・技術者の養成および資質の向上

年間予算額：約129億円（平成25年度予算）

職員数：約800名（2013年4月現在。常勤および非常勤職員の合計）

【緊急被ばく医療における放医研の役割】

放医研は、三次被ばく医療の中心的機関として、高度専門的な除染及び治療を実施するとともに、全国の地域被ばく医療機関群に対し必要な支援及び助言を行う役割を担っています。具体的には、

- 1) 緊急被ばく医療派遣チームを現地緊急時医療本部へ派遣する。
- 2) より専門的な診断・治療が必要とされる被ばく者を受け入れる。
- 3) 外部専門機関とネットワークを構築し、情報交換、研究協力、人的交流を行う。
- 4) 平常時から緊急被ばく医療体制の充実を図る。
- 5) 緊急被ばく医療に関する技術開発・研究を推進する。

【研究組織】

放医研は、重粒子線を用いたがん治療研究や、生体における分子レベルの異常を画像化する分子イメージング研究を中心とした「放射線の医学的利用のための研究」と、万が一に備える「放射線安全・緊急被ばく医療研究」を2つの柱として様々な研究を遂行しています。

また研究開発を推進するために、以下5つのセンターを組織しています。

1. 重粒子医科学センター 人に優しいがん治療の期待を担って
2. 分子イメージング研究センター 分子で読み解く生命の姿
3. 放射線防護研究センター 放射線の人と環境への影響
4. 緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療の中核として
5. 研究基盤センター 放医研の幅広い研究を支える

吉澤：上記内容を説明。校正施設は当日見られないので残念。

議題6：連絡事項・その他 意見交換

Ⅲ 試行授業

【2月の予定】

◆ 会議等

第7回分科会	2月13日（木）17:30～	
第6回推進協議会	2月19日（水）17:30～	
第7回推進協議会・成果発表会	2月27日（木）13:30～	郡山ビューホテルアネックス

◆ アンケート

しめきり：2月14日（金）

◆ 試行授業

校正：2月上旬、教育支援：2月中旬まで

◆ 教材開発

2月末に校正、3月中旬納品

◆ 事業総括

第6回推進協議会で委員の皆様から感想・評価等をお願いします。

第7回推進協議会・成果発表会

◆ 事業報告書

3月上旬校正、3月下旬納品

以上

平成 26 年 2 月 13 日

第 7 回分科会 議事録

日時：平成 26 年 2 月 13 日（木）18:30～

場所：WiZ 204 教室

出席者（敬称略）：

- ◆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、
- ◆ストロベリーフィールド 長井 延裕、◆情報ネットワーク・リベラ 阿部恒雄
- ◆一般社団法人福島新環境総合研究所 内田章、小野
- ◆専門学校国際情報工科大学校 校長 水野和哉、副校長 村上史成、和田部長、吉澤敏雄 近内広樹
- ◆イメージスタジオ村山 隆

議題：

- | | |
|---------------------|----|
| 1. 放射線教育支援プログラムについて | 吉澤 |
| 2. アンケートについて | 村山 |
| 3. 校正について | 吉澤 |
| 4. 視察について | 吉澤 |
| 5. 連絡事項・その他意見交換 | |

以上

議題 1：放射線教育支援プログラムについて

■ 支援授業

二本松市 原瀬小学校 4年生 2コマ 2月25日（火）

■ 実験メニュー案

- ①霧箱実験---中学生以上に
- ②自然放射線の測定---簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。
花崗岩（御影石）、湯の花（ラドン温泉の素）、カリウムを含む肥料など。
- ③水位計---水を入れた1.5Lのペットボトルを目隠しして水位を当てる
放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。
- ④放射線特性実験
1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果
- ⑤線量と被ばくの関係（線量率と時間など）
- ⑥汚染とは何か（食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか）

吉澤：上記内容を説明。学生とを実験した。今回は③水位計で実施する。

議題 2：アンケートについて

■ 回収状況

- ・ 回答 22 件/送付 68 件 （回答率 32%）
- ・ 今週催促メールを送付
- ・ 回答：Web サイト <https://jp.surveymonkey.com/s/HN7CRBG> および FAX にて回収
- ・ しめきり 2月14日（金）3週間⇒18日（火）までに延期

■ 回答済

株式会社サードウェーブ	会津坂下農業普及所
恵和興業株式会社	会津農林事務所
郡山市ふれあい科学館	日立アロカメディカル株式会社
公益社団法人日本アイソトープ協会	伊達みらい農業協同組合
一般社団法人福島県建設業協会	福島県いわき農林事務所
福島県	福島県
福島県県南農林事務所	株式会社テクノエーピー
株式会社同位体研究所	福島県農林水産部
株式会社いわき放射線エンジニア	株式会社 島津理化
伊達市役所	株式会社アトックス
福島県	公益財団法人 放射線計測協会

Ⅲ 試行授業

村山：上記内容を説明。次回推進協議会で詳細を説明する。

吉澤：あるところから海側の町村の紹介をしてもらった。

村上：同封した求人のはりはあったか？

吉澤：今のところない。

議題 3：校正について

■ 試行授業：

(1) 実施日 2014/2/5(水)

(2) 学科内容

- ・放射線測定機器の校正数の現状
公益財団法人放射線計測協会から報告されている資料にて説明
- ・日本における校正の体系について
独立行政法人産業技術総合研究所から報告されている資料にて説明
- ・その他の規格について JIS 規格について説明 (76 放射線計測)

(3) 実習

- ・校正用の標準線量計と電離箱の使い方と注意点の説明
- ・計測の流れの説明
教育用に購入した線源だと弱すぎる事が判明した。
当初は検査室を管理区域申請して、強い線源を購入する予定であったが
時間的に間に合わないことから申請を行わなかった。

(4) 結果

- ・校正の流れは理解できた。
- ・実際の作業についてもイメージはできた。
- ・標準線量計の使い方を習得した。

(5) 反省点

- ・強い校正線源にて、校正作業ができるようにする。
- ・施設（校正台）の製作

<図・写真は省略>

Ⅲ 試行授業

吉澤：上記内容を説明。線源が弱くてうまくいかなかった。本来の校正は距離を変えて測定するが、遠ざけると値が出なかった。管理区域化には時間がかかるので断念した。日本アイソトープ協会に相談をしたところ、管理区域化しないのでできるぎりぎりのところでの校正をすることは可能ということだった。今あるものは1Mで3.7M（メガ）が基準なので3.5Mとか。点線源のもので15万円くらい。今回は校正の体系とやり方は教えられたが、実際の校正ができなかった。電離箱は温度と湿度に左右されるので1週間暖房をかけて置きっぱなしにした。学生は「校正は独特ですね」と感想を言っていたが。

議題4：視察について

<詳細は視察の項を参照>

- 訪問先：放射線医学総合研究所（千葉市稲毛区）
- 日程：1月30日（木）
- 対象：放射線工学科学生10名
- 集合出発 8:00 バスにて
 - ・分子イメージング研究センター
 - ・重粒子医科学センター

吉澤：上記内容を説明。

（PET に関する質疑）

吉澤：「放射線取扱業務士」を創設する法案の原案を自民党がまとめたという新聞記事があった。資源・エネルギー戦略調査会が策定を進めている。

吉澤：先日、郡山市生活環境部を訪問し、放射線に関する活動について聞いてきた。除染についての従事者は足りているが、除染の前後での線量の測定が義務づけられているが、測定技術者は不足しているとの情報を得た。学生の進路として考えられたらいい。会社名を教えてもらったが今回のアンケートの送付先には含まれていなかった。

内田：山北は入っていない？アジア航測と国際航業でしょう。

小野：除染の委託先は一般入札。2, 3か月に1度1級土木施工技師の資格を持った企業に向けて公募している。県内外問わず、福島県建築士会とか他に（えもうじ）コンサルタント、三菱マテリアル、アーバン設計とか。単にモニタリング管理業務の人が足りない。市が育成の講座を催して50人くらい集まるらしいが。

Ⅲ 試行授業

内田：除染業務は2年間3年間は続くが将来はどの程度仕事があるかは不透明だ。建設業は派遣が禁止だが、正社員でモニタリングの知識を持つ人材を容易に確保できるとは思えない。今まで現場監督をしていたような人に器用な土木関係者が測定のス��を教えてやっているのが現実では。

小野：郡山市10万7千世帯のうち除染が終わったのは3万5千世帯。まだ7万世帯残っている。あと7年で終わるかも不透明。

吉澤：今後も学生が活躍できる場を確保していきたい。

議題5：連絡事項・その他 意見交換

【2月の予定】

◆会議等

第6回推進協議会 2月19日（水）17:30～

第7回推進協議会・成果発表会 2月27日（木）13:30～ 郡山ビューホテルアネックス

◆アンケート しめきり：2月18日（火）

◆試行授業 教育支援（原瀬小学校）：2月25日（火）

◆教材開発 2月末に校正、3月中旬納品

◆事業総括 第6回推進協議会で委員の皆様から感想・評価等をお願いします。

第7回推進協議会・成果発表会

◆事業報告書 3月上旬校正、4月中旬納品

以上

平成 26 年 2 月 19 日

第 6 回推進協議会 議事録

日時：平成 26 年 2 月 19 日（水）17:30～

場所：WiZ 204 教室

- 福島大学 特任研究員 開沼 博
- NPO法人移動保育プロジェクト 理事長 上國料 竜太
- 情報ネットワーク・リベラ エディター 阿部 恒雄
- 株式会社ストロベリーフィールド 代表取締役 長井 延裕
- 一般社団法人福島新環境総合研究所 理事長 内田 章 小野 正
- 学校法人新潟総合学院 常務理事 双石 茂
- 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
- 副校長 村上 史成●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●放射線工学科教員 吉澤敏雄●イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 放射線工学科教育プログラムについて 吉澤
2. 放射線教育支援プログラムについて 吉澤
3. アンケートについて 吉澤・村山
4. 校正について 吉澤
5. 視察について 吉澤
6. 事業の評価と次年度の事業計画について 和田
7. 連絡事項・その他意見交換 和田

以上

Ⅲ 試行授業

議題 1：放射線工学科教育プログラムについて

(別紙参照) 各科目のシラバスを作成しました

吉澤：上記内容を説明。校正、報告や発表の授業も取り入れている。

村上：昨年度との違いは他にあるか。

村山：昨年は科目のみだったが今年度はシラバスまで作成した。

吉澤：リスクコミュニケーション、時事問題研究等講師陣の充実をさせていきたい。

双石：講師については要望をあげてください。

水野：リスクコミュニケーションの授業はどうだったか。

吉澤：原発事故直後の政府の対応についてロールプレイングをした。

水野：外部の講師に依頼することも考えていい。

議題 2：放射線教育支援プログラムについて

■ 支援授業

二本松市 原瀬小学校 4年生 2コマ

2月25日(火)

■ 実験メニュー案

- ①霧箱実験---中学生以上に
- ②自然放射線の測定---簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。
花崗岩(御影石)、湯の花(ラドン温泉の素)、カリウムを含む肥料など。
- ③水位計---水を入れた1.5Lのペットボトルを目隠しして水位を当てる
放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。
- ④放射線特性実験
1. 距離による減衰 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果
- ⑤線量と被ばくの関係(線量率と時間など)
- ⑥汚染とは何か(食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか)

→今回は③水位計で実施

吉澤：上記内容を説明。はじめに放射線の基礎知識について簡単な講義をして今回は学生と話し合った結果③水位計で実験を行う。水と氷を使って違いを検証する。

和田：県専各連からの依頼。

双石：授業の様子を記録してきて欲しい。

吉澤：3月7日は伊達東小学校でやることが決まった。

議題 3 : アンケートについて

■ 回収状況

- ・ 回答 34 件/送付 68 件 (回答率 50%) 目標値達成
- ・ 吉澤先生の名刺からは全員回答を得ました

■ 集計が終了しグラフが完成 (別紙)

- ・ 教育内容のどの項目も「重要である」との回答が多い
- ・ 除染関連の重要度は他の項目に比べて 1 段階低い
- ・ 電気工事士に関しては重要度が低い

■ 意見・感想・質問をいただきたい

村山：上記内容を説明。

Q1：放射線測定に関連する企業団体からデータを集めた。

Q2：「知識の重要度」いずれの項目も重要であるとの意見が多かった。

Q3：「技術の重要度」どの項目もあまり差がなく重要であるという意見が多かった。

Q4：「能力の重要度」一般的なスキルについて。PC 操作の次にリスクコミュニケーションも重要。

Q5：「資格の重要度」企業によって 1 種か 2 種かの差があった。

双石：第 1 種が必要と回答している企業はどのようなところか。

村山：比較的大手のメーカーが多いようだ。あと、高度な専門研究機関。

吉澤：病院のレントゲン室の設計監理、特殊な放射性物質を使う製造業、医療関係。

水野：電気工事士が必要かは見直した方がいい。1 年生で 2 種、2 年生で 1 種を取得するようにする方がいい。

吉澤：今年 1 種をとった学生は大卒で 26 歳だった。就職は大学生との戦いになるので、資格で勝負していかないと、専門学生は厳しい。

村上：電気工事士は就職の保険でやっている側面もある。

吉澤：他に環境計量士、分析の仕事で必要とされる資格を勉強させている。

双石：大学との競合もあるがどの職種を目指すかで違ってくるのでレベル目標を明確にすること。

村山：種別で詳細に分析して見る。

長井：社内での研修・サポートして資格を取得するケースもある。

双石：人事も大卒前提で採用しているなら、専門学校ならどう切り込んでいくか。情報系もやっとなら専門学校が認知されて今まで大卒しか行けなかった企業に就職できるようになった。

水野：「第 2 種の資格を持った専門学校生を受け入れますか」という設問があってもよかった。

Ⅲ 試行授業

村上：専門学校でここまでの内容とレベルで学んでいることを企業がまだ知らない。

長井：大学生がセカンドスクールで資格を取得する例もある。

水野：この教育プログラムを企業に知ってもらうことが重要。

長井：いい感じでプログラムは収斂されているはずだ。

小野：食品衛生管理などは必要か？

吉澤：それに対するカリキュラムの中に内容が入っている。

小野：リスクコミュニケーションについてはきちんとやったほうがいい。

吉澤：重要なのは認識しているが、担当してもらえる講師を確保していきたい。これらのアンケートの分析結果を基にいろいろと検討していきたい。

議題 4：校正について

■ 試行授業：

(1) 実施日 2014/2/5(水)

(2) 学科内容

- ・放射線測定機器の校正数の現状
- ・日本における校正の体系について
- ・JIS 規格について説明 (76 放射線計測)

(3) 実習

- ・校正用の標準線量計と電離箱の使い方と注意点の説明
- ・計測の流れの説明
教育用に購入した線源だと弱すぎる事が判明した。
当初は検査室を管理区域申請して、強い線源を購入する予定であったが
時間的に間に合わないことから申請を行わなかった。

(4) 結果

- ・校正の流れは理解できた。
- ・実際の作業についてもイメージはできた。
- ・標準線量計の使い方を習得した。

(5) 反省点

- ・強い校正線源にて、校正作業ができるようにする。
- ・施設（校正台）の製作

Ⅲ 試行授業

議題 5：視察について

- 訪問先：放射線医学総合研究所（千葉市稲毛区）
- 日程：1月30日（木）
- 対象：放射線工学科学生 10名
- 集合出発 8:00 バスにて



(1) 分子イメージング研究センター

分子イメージングとは、生体内で起こる様々な生命現象を外部から分子レベルで捉えて画像化することであり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野です。

放医研では長年にわたり PET や MRI などの画像診断機器を用いた画像医学研究に取り組んできましたが、世界的な分子イメージング研究の勃興を踏まえ、分子イメージング研究センターを創設しました。

当センターでは、腫瘍や精神疾患に関する基礎研究や臨床研究のほか、分子プローブの開発や放射薬剤製造技術開発、PET 開発や MRI の計測技術開発など、分子イメージングの基礎研究から疾患診断の臨床研究まで幅広い研究を行っています。



(2) 重粒子医科学センター

がんは単に治りさえすれば良いというものではなく、患者さんの社会復帰を十分に考えた、臓器や体の形を可能な限り損ねない治療が望まれています。重粒子線による最先端の放射線治療は、患者さんの身体的負担の少ない、人に優しい治療法として大きな期待を担っています。特に難治性のがんに対して高い治療効果が認められ、厚生労働省によって先進医療に承認されました。この分野を主導する研究機関として重粒子医科学センターでは、治療法のさらなる高度化と全国的な普及を目指した研究開発に取り組んでいます。

Ⅲ 試行授業



吉澤：上記内容を説明。学生たちにとっては現場の技術者の方の生の話を聞いたことがとてもよかった。

(事業を総括して)

校正の知識は授業ができたが、コミュニケーションスキルがまだ学生に力が足りないようだ。先日、南相馬に行って機器の使い方について学生に講習をさせた時にそう感じた。

議題 6：事業の評価と次年度の事業計画について

1. 協議会委員のみなさまへ

(2/28 までに和田部長あてにメールでお送りいただければ幸いです)

- ①実施報告においてのご意見ご感想をお願いします
- ②次年度の事業継続において、取り入れる内容等のご提案やアドバイスがありましたらお願いいたします。
- ③放射線工学科の学生に対してメッセージや励ましの言葉等をお願いします。
- ④その他ご意見ご要望がありましたらお願いします。
- ⑤【授業を担当された委員の方のみ】学生のような授業をしての感想などをお願いします。

2. この場でご意見やご提案がありましたらお願いいたします。

議題 7：連絡事項・その他意見交換

第 8 回推進協議会	2 月 27 日 (木)	11:00～WiZ にて	次年度に向けての課題
↓ (移動)			
成果発表会	2 月 27 日 (木)	13:30～	郡山ビューホテルアネックス
教材・事業成果報告書	3 月上旬校正、3 月印刷製本、3 月末発送の予定		

以上

平成 26 年 2 月 27 日

第 7 回推進協議会 議事録

日時：平成 26 年 2 月 27 日（木）11:00～

場所：WiZ 201 教室

出席者（敬称略）：

- 株式会社 日本環境調査研究所 茂木 道教 ●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 ●株式会社ストロベリーフィールド 長井 延裕
- 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
- 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 ●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●電気分野教員 佐藤 慶多
- 一般社団法人 福島新環境総合研究所 理事長 内田 章 小野 正
- イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 学校長あいさつ 水野校長
2. 運営責任者あいさつ 村上副校長
3. 運営担当者あいさつ 和田部長

- (1) 事業終了の報告
- (2) 次年度の課題等
- (3) 事業成果発表会のご案内
- (4) 連絡事項

- ・ご意見ご提案のメール返信のお願い
- ・報告書等成果物の発送について

Ⅲ 試行授業

議題 1：学校長あいさつ

水野： 3年目ということで充実した内容になり、推進協議会の委員の皆様には感謝いたします。今後、この事業の成果を広く普及させていくことが重要です。人材育成としての内容を社会に還元ししっかり社会貢献をしていきたい。平成26年度に向けて準備をしていき、より発展させていきたい。

議題 2：事業責任者あいさつ

村上： 今年度も数多くの実証授業ができ、推進協議会の委員の皆様のご協力とご尽力に感謝いたします。いかに成果を広げていくかという次年度の課題も明確になり、採択に向けて準備をしていきたい。

議題 2：事業担当者あいさつ

和田：

(1) 成果発表会で今年度の取り組みを紹介します。推進協議会の委員の皆様のご協力に感謝いたします。成果物を含め教育プログラム等の成果の普及に向けてということが次年度の課題です。今後も委員の皆様にご相談やお願いもあるかと思しますのでご協力の程よろしく願いいたします。

(2) 次年度の課題に関しては、委員会で教育プログラムの普及に向けた具体的な方法・手法について審議検討していきます。

以上

平成 26 年 2 月 27 日

合同事業成果発表会

日時：平成 26 年 2 月 27 日（木）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）：

- 福島大学 特任研究員 開沼 博
- 株式会社 日本環境調査研究所 茂木 道教 ●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 ●株式会社ストロベリーフィールド 長井 延裕
- 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
- 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 ●教務部長 和田 秀勝
- 工学学科長 近内 広樹●電気分野教員 佐藤 慶多
- 一般社団法人 福島新環境総合研究所 理事長 内田 章 小野 正
- イメージスタジオ 村山 隆

内容：

- 13:40 開場
- 14:00 開会挨拶・趣旨説明
学校法人 新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 常務理事
国際ビューティ・ファッション専門学校 学校長 双石 茂
- 14:10 来賓代表挨拶
- 14:20～15:55 「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業・成果報告」

発表① 福島の子ども達を健康に導く運動プログラム開発と指導者育成事業(14:20～14:40)
学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 郡山情報ビジネス専門学校

発表② 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(14:45～15:05)
学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 専門学校国際情報工科大学校

発表③ 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(15:10～15:30)
学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 専門学校国際情報工科大学校

Ⅲ 試行授業

発表④ 県産食材を活用したスイーツ開発にかかわる人材育成支援事業 (15:35～15:55)

学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 国際ビューティ・ファッション専門学校

■16:00～16:20 「成長分野等における中核的専門人材養成の戦略的人材育成事業・成果報告」

発表⑤ インバウンド観光客の受け入れを支えるニューツーリズムの中核的専門人材育成事業

学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 郡山情報ビジネス専門学校

■16:25～16:30 閉会挨拶

学校法人新潟総合学院 FSG カレッジリーグ 郡山情報ビジネス専門学校 学校長 小林 一雄

■16:30 閉会

《会場》

■日 時：平成 26 年 2 月 27 日（木） 14:00～16:30（開場：13:40）

■会 場：郡山ビューホテルアネックス 4階 花勝見

福島県郡山市中町 10-10（郡山駅西口から徒歩 5 分）

◆本事業の発表内容：次項

平成25年度 文部科学省
東日本大震災からの復興を担う
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
成果報告**

学校法人新潟総合学院
wiz 国際情報工科大学校

背景と目的

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。

【背景---被災地の現状】

- ▶ 県外避難者約15万人
- ▶ 食品の汚染や除染等の問題を長期にわたって抱える
- ▶ 県内で放射線測定従事者は専門的な教育を受けていない

【目的---期待される効果】

- ▶ 放射線技術者の輩出
- ▶ 測定従事者の知識と技術の向上
- ▶ 同分野での人材開発に貢献する

推進協議会・分科会

組織名	氏名	組織名	氏名
早稲田大学	名誉教授 大槻 義彦	一般社団法人 福島新環境総合研究所	理事長 内田 章
福島大学 (東京大学博士課程研究員)	特任研究員 開沼 博	学校法人新潟総合学院	常務理事 双石 茂
	武地 誠一	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 和敬
福島県ハイテクプラザ	菊地 時雄	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 村上 史成
株式会社 日本環境調査研究所	茂木 道敬	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 和田 秀勝
NPO法人 移動保育プロジェクト	理事長 上原 竜太	学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校	工学科長 近内 広樹
情報ネットワーク リベラ	阿部 恒雄	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
株式会社 ストロベリーフィールド	長井 延裕	イメージスタジオ	代表 村山 隆
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	学校法人新潟総合学院	小野 正

事業の内容①

【1】本校放射線工学科(2年課程)の
教育プログラムの開発<継続>

【2】放射線測定技術者向け
教育プログラムの開発⇒実証講座の実施<継続>

【3】放射線教育支援(指導者の育成)
プログラムの開発⇒試行講座の実施<新規>

事業の内容②

【4】放射線測定技術者に関する人材アンケート
<新規>知識、技術、能力、資格について

【5】放射線測定技術者向け教育用教材の開発
<継続>テキスト「放射線測定の実際」

【実施場所・対象】
本校 放射線工学科学生
県内の放射線測定技術者

平成23年度・24年度の成果の活用

《平成23年度の成果》

- 調査: 原発事故後の県民の生活実態のヒアリング。放射線ばくちんについて放射線測定の基礎知識の研究調査
- 講演: 「福島の食の安全を考える」農林水産物の放射性物質モニタリング結果報告
- 課題: 県民をはじめとして国民全体に正しい放射能・放射線の知識の普及が必要なこと。インターネット、SNSも含めたマスメディアとどう向き合っていくかなどの情報リテラシーやリスクコミュニケーションが重要であることが確認された。

《平成24年度の成果》

- 試行授業: 放射線測定講習会の実施 (測定技術者向け食品放射能測定)
- 教育プログラム
- 20時間の放射線測定従事者向け教育プログラム
- 本校放射線工学科(2年課程)教育プログラムの策定
- 教材: ①テキストとDVD「放射線測定の実際」②リーフレット「放射線測定のしくみ」

「技術者の育成」から「指導者の育成」へ発展進化

実証講座

<目的>

福島県における原発事故に起因する核種を中心に、食品放射能の測定の実務、環境の放射能汚染状況の調査・検証の技術を習得する。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の実証を本校放射線工学科学生及び県内の放射線測定従事者等を対象に実施する。実施内容を教育プログラムとして活用し普及を図る。

(1)放射線測定

対象: 本校 放射線工学科 1年生 6名
時間: 計20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(10時間)

- 放射線・放射能の基礎知識: 放射能と放射線 量と単位
- 放射線測定の基礎知識: 装置の種類と原理 注意点 精度管理
- 放射線測定演習: 測定値から線量の算出 Bq-Sv換算
- リスクコミュニケーション: 放射線リスクの考え方 ロールプレイング

◆実習(8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。
- 食品放射能測定: 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 1時間

(2) 放射線測定機器の校正

対象: 本校 放射線工学科 1年生 6名、
 時間: 計5時間(50分授業)
 習得: 放射線測定機器の管理と精度

- ◆ 学科(2時間)
- 校正とトレーサビリティ
- 測定値の不確かさ 評価方法 誤差伝播
- ◆ 実習(3時間)
- 校正の方法 ①空間線量測定器②表面汚染測定器③放射能濃度測定器④個人被ばく量測定器
- 検出限界

Q2.放射線測定技術者において必要な知識の重要度についてお答えください。

重要である ■ どちらかというとき重要である □ どちらともいえない □ どちらかというとき重要でない ■ 重要でない

▶ 人材アンケート

Q5.放射線測定技術者において必要とされる資格・検定試験についてお答えください。

重要である ■ どちらかというとき重要である □ どちらともいえない □ どちらかというとき重要でない ■ 重要でない

▶ 人材アンケート

視察 放射線医学総合研究所

(1) 分子イメージング研究センター
 分子イメージングとは、生体内で起る様々な生命現象を外部分から分子レベルで捉えて画像化することであり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野です。
 当センターでは、腫瘍や精神疾患に関する基礎研究や臨床研究のほか、分子プローブの開発や放射線治療技術開発、PET開発やMRIの計測技術開発など、分子イメージングの基礎研究から疾患診断の臨床研究まで幅広い研究を行っています。

(2) 重粒子医科学センター
 重粒子線による最先端の放射線治療は、患者さんの身体的負担の少ない、人に優しい治療法として大きな期待を寄せています。特に難治性のがんに対し高い治療効果が認められ、厚生労働省によって先進医療に承認されました。この分野を主導する研究機関として重粒子医科学センターでは、治療法のさらなる高度化と全国的な普及を目指した研究開発に取り組んでいます。

教材・テキスト

放射線測定の実際

▲図41 放射線測定での放射線源(Cs-137)

Cs-137を測定したときのベクトル計をGe半導体検出器とNaIシンチレーション検出器とを比べて図41に示す。この図から、NaIシンチレーション検出器に比べてGe半導体検出器を用いるとCs-137が放出するγ光子(662keV)が鋭くピークとして現れていることが分かる。図41にGe半導体検出器とNaIシンチレーション検出器にガンマ線が入射したときの様子を示す。Ge半導体検出器では電子中の電子を捕獲することで、増幅するため、鋭いピークを持つスペクトルが得られる。一方、NaIシンチレーション検出器では光子を電気信号に変換して増幅するための増幅器(電子増倍管など)での増幅により、幅広いスペクトルとなる。Ge半導体検出器ではピークの幅が狭いことから、ガンマ線のエネルギーを正確に検出することができるため、放射線物質の種類を分類して濃度を求めることが可能になる。しかし、NaIシンチレーション検出器であっても、図41のように、Cs-137のガンマ線の形は保持できているため、高い放射線物質濃度測定であれば十分に利用できる。

カリキュラム・シラバスの成果

- ① 本校放射線工学科(2年課程)教育プログラムの策定
- ② 放射線測定技術者向け教育プログラムの開発
- ③ 放射線教育支援プログラムの開発
 - ・目的:放射線・放射線検出器・生体と関する指導者の育成を支援する
 - ・対象:本校放射線工学科学生
 - ・内容:放射線・放射線検出器の基礎知識を分かりやすく解説する
 - ・特徴:福島の状況を十分に考慮し、測定器を使用した実習をする
- ④ 放射線測定機器の校正に関する調査研究と支援

【校正の必要性】

 - ・放射線測定器は正しく使えば、性能の確認やメンテナンスが必要である
 - ・放射線測定器の校正の必要性が一般的に知られていない実態がある
 - <H24年度アンケートによると教育機関では毎年使用している機器の校正やメンテナンスを適切に行っていないとの回答があった>

【内容】

 - ・校正の仕組みや簡易校正の知識等を普及させるために、校正に関する教育のノウハウの研究
 - ・標準線量・線量率計、電離箱、標準線源を配備し、校正施設を整備し、校正支援を行う
 - ・教育機関を対象に公開講座や講習会を開催し「校正」についての知識と必要性の浸透と普及を目指す
 - ・校正に関する教材資料の作成

放射線教育支援プログラム

■ 実験メニュー

- ① 霧箱実験 --- 中学生以上に
- ② 自然放射線の測定 --- 簡易放射線測定器「はかるくん」で自然放射線を測定する。花崗岩(御影石)、湯の花(ラドン温泉の素)、カリウムを含む肥料など。
- ③ 水位計 --- 水を入れた1.5Lのペットボトルを目隠して水位を当てる放射線が遮蔽できることを水位計で確認できる。
- ④ 放射線特性実験
 1. 距離による減衰
 2. 材質と厚さの違いによる遮蔽効果
- ⑤ 線量と被ばくの関係(線量率と時間など)
- ⑥ 汚染とは何か
 (食品や物が放射性物質で汚れているということはどういうことか)

成果の普及と活用

- 成果報告書の送付、Webサイトでの公開
- 公開講座、講演依頼対応、教材等の配布
- 放射線教育支援講習会の実施
- 教育プログラムを実際の学科運営に反映
- 社会人、放射線測定従事者への講習会等の実施

次年度の課題

- 放射線測定器の校正に関する研究
- 標準放射線源を使った校正の実証授業と教育プログラムの開発
- 正しい放射線測定をするには測定器の性能の確認やメンテナンスが必要である
- 簡易的な校正のやり方を普及させるためにリーフレット等印刷物の作成
- 放射線教育支援
- 本校学生と指導者の育成と育成プログラムの開発
- 教育コンテンツの充実
- Webサイト、e-Learning教材、iPadコンテンツなど

Ⅲ 試行授業

放射線測定

授 業 日 誌

平成 25年 11月 20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	放射線・放射能の 基礎知識	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	4. 放射線・放射能の基礎知識
4	放射線・放射能の 基礎知識	5. 放射線測定器の基礎知識
5	放射線・放射能の 基礎知識	6. 食品モニターの精度管理
6	放射線・放射能の 基礎知識	7. ベクレルとシーベルトの関係

(2)受講者参加状況(人数) 放射線工学科学学生 6名、農業センター1名 計 7名

(3)担当講師

日本環境研究所 茂木氏 1日目・3日目 学科

県農業センター 武地氏 2日目 実習

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

1. 原発事故による環境汚染

1

燃料プールは解放された使用済み燃料の貯蔵場所

2

原子力発電所からの放出

3

説明されている事故の状況

4

3月12日の1号機大気ベントと爆発

5

3月14日の3号機大気ベントと爆発

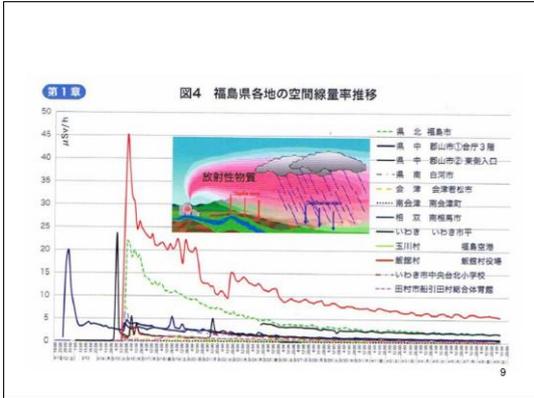
6

3月15日の2号機からの環境への拡散

7

川俣町、飯館村等の汚染経緯の解析結果

8



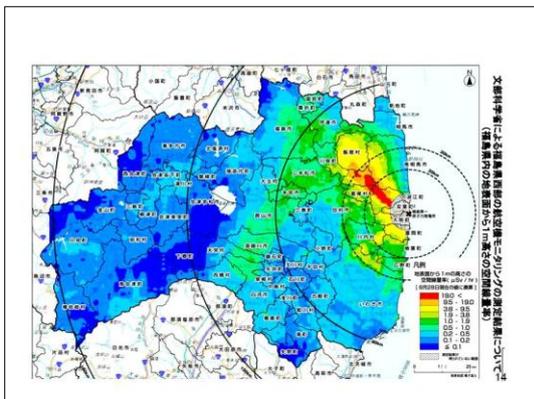
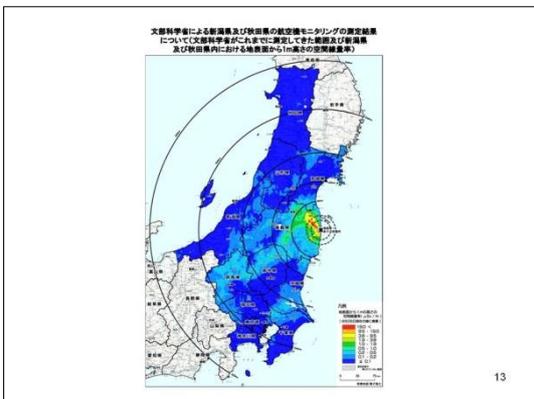
3月15日 福島県いわき市、茨城県、千葉県、東京都、埼玉県、栃木県は主に、キセノン、ヨウ素ガス等が通過し汚染しました。

ガスが通過したため、瞬間から家の中まで入りやすい

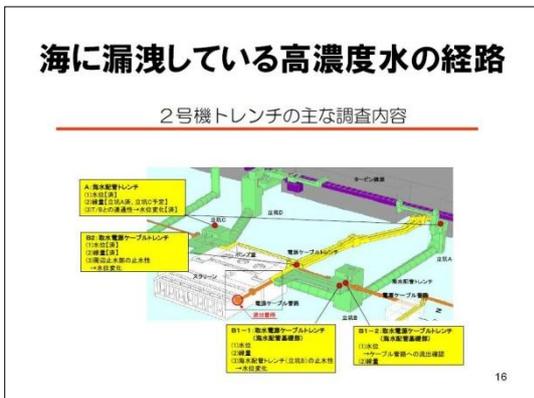
福島県中通りは、3月15日の夕方の雨により主に地表面が汚染しました。3月20日から24日にかけては、東北、関東平野で降った雨により放射性物質が降下し地表面が汚染しました。

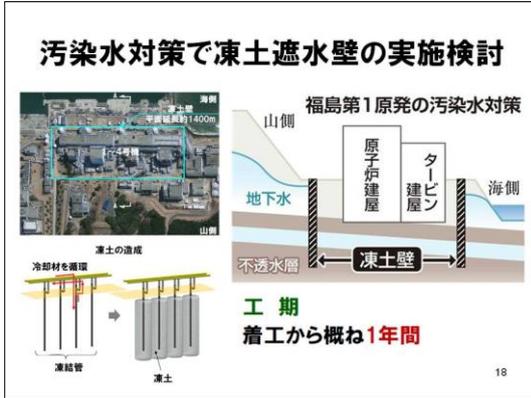
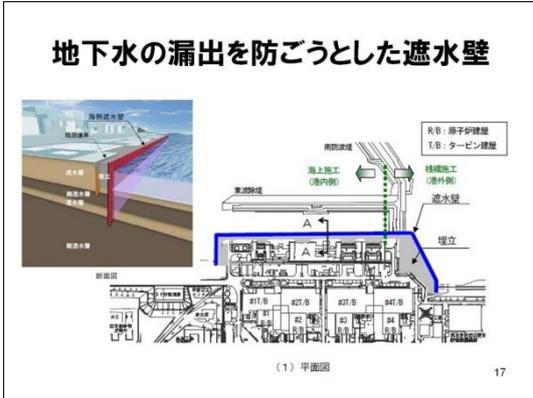
第一原発北西方面は3月15日の朝から夕方にかけて放射性ガス粉塵により汚染が流れ込んだものと考えられます。この時の、降雪、霧が汚染状況に大きく影響を及ぼしています。

雪・木々に多く付着したため、汚染物質が移動しにくい



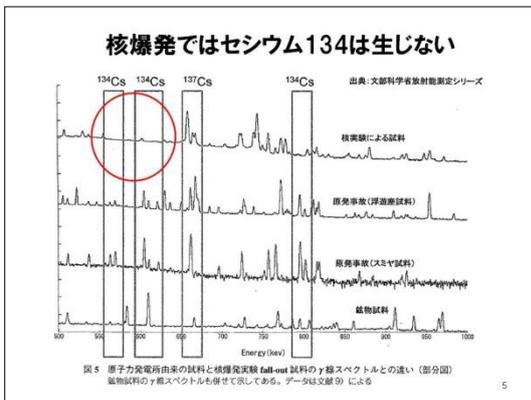
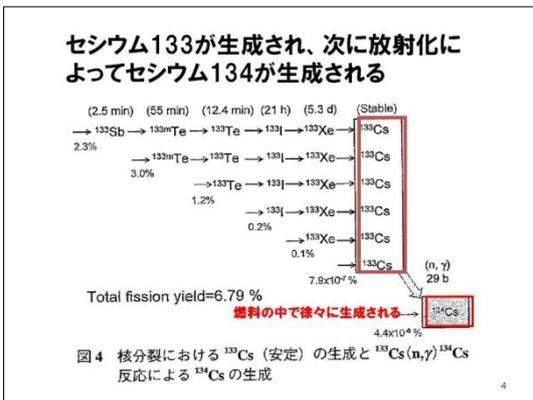
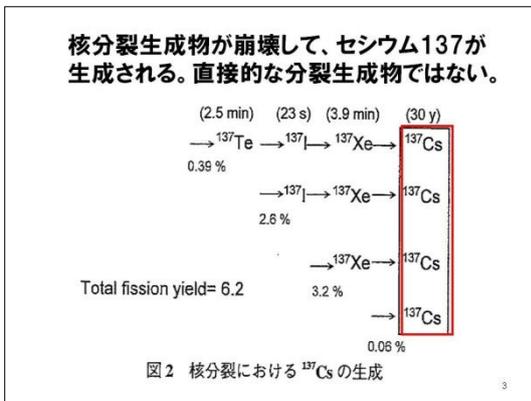
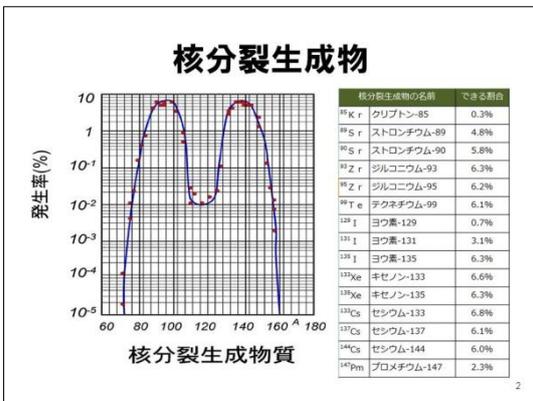
今も続く汚染水問題





2. 環境中の放射性物質の特性

1



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。

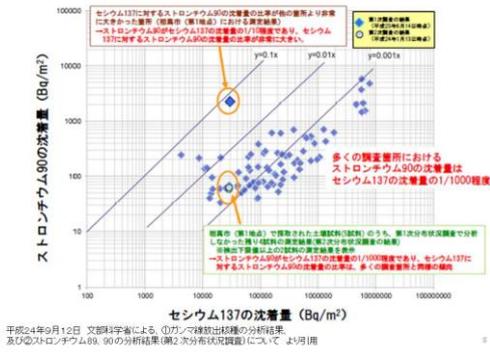
一部、「黒い雨」となって、広島市北西部に降り注いだが、放射性物質(セシウム)の量は少なかった。



6

核種	主な放射線	半減期	特徴
U234, 235, 238 (ウラン)	α	U234 2.45 × 10 ⁵ 年 U235 7.04 × 10 ⁸ 年 U238 2.34 × 10 ⁹ 年	重金属毒。劣化ウラン弾により白血球の罹患率や奇形児の出生が増加と報告
Pu238, 239, 240, 241 (プルトニウム)	α	Pu238 87.7年 Pu240 6537年 Pu239 24065年 Pu241 14.4年	放射性毒性が極めて強い。吸入摂取により肺がん、骨がん、白血病の原因
Am241	α, γ	432年	プルトニウム-241がベータ崩壊して生じる。チェルノブイリでの経路増加の原因。
I131 (ヨウ素)	β, γ	8日	甲状腺に集積し、甲状腺がん、甲状腺結節の原因となる。
Sr90-Y90 (ストロンチウム)	β	29.1年	骨に沈着し骨がんや白血病の原因となる。
Cs134, 137 (セシウム)		Cs134 2.1年 Cs137 30年	揮発性が高く拡散しやすく、体内では筋肉や生体組織に沈着、がんや遺伝子の突然変異を惹起す原因
H3 (トリチウム)	β	12.3年	血中のトリチウムは細胞に移行し、24時間以内に体液中にほぼ均等に分布する。また、トリチウムは皮膚からも吸収される。

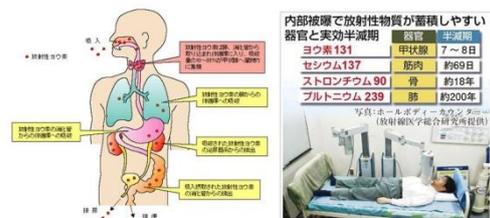
第1次分布状況調査におけるセシウム137に対するストロンチウム90の沈着量の比率



元素の周期律表と体内動態



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



10

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	結節性甲状腺腫
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。	甲状腺のホルモン分泌量が不足し、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いる状態。しこりがあっても痛みの感じは少ない。
代表的な疾患	バセドウ病	橋本病	

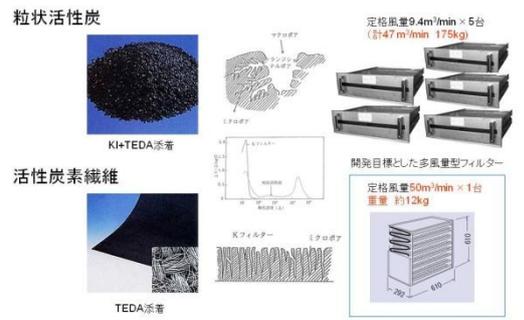
500メガベクレル以内であれば外来で、それを超えたら入院です。ものすごい量を飲みますが、甲状腺癌になる率は0です。また、ヨウ素131は、甲状腺がんが、肺や骨に多発転移した状態が主な適応です。甲状腺がんが多発転移した場合、あまり有効な抗がん剤はありません

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 × 10⁻⁴ Bq/cm³、有機ヨウ素: 2.6 × 10⁻⁴ Bq/cm³ 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気中に拡散した。
- 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。

12

活性炭繊維と粒状活性炭フィルター



主な放射性元素の物性

セシウム(元素記号 Cs)の特性、物性

分類	金属元素
電子配置	6s1
英語	Cesium
原子量	132.9
同位体	133Cs、134Cs、135Cs、137Cs
融点	28.44℃
沸点	671℃
密度	1.88~1.93g/cm3

ヨウ素(元素記号 I)の特性、物性

分類	非金属元素
電子配置	4d105s25p5
英語	Iodine
原子量	126.9
同位体	127I、129I、131I
融点	113.7℃
沸点	184.3℃
密度	4.93g/cm3

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

JAEA-Research 2011-026

土壌の原位置加熱による放射性セシウムの除去可能

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。

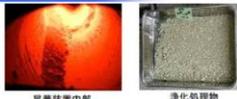
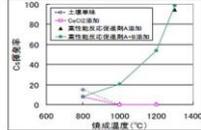
加熱温度を600、800、1000、1300℃の4条件、それぞれの温度における加熱時間を5、10、30、60分としたるつば規模の加熱試験の結果、Cs-134及びCs-137の加熱前後の放射能変化率は-9.8%~+14.0%の範囲でばらついている程度であり、顕著な揮発挙動は見られなかった。

放射性Csの化学形態と揮発挙動を検討するため、Cs2CO3試薬を土壌または模擬土壌のモルデナイト型ゼオライトと混合させたものについて、示差熱/熱量分析(TG/DTA)等を実施した。

結論として、放射性CsがCs2CO3単体で存在した場合、加熱によって揮発除去できるが、SiO2とAl2O3が共存した場合、加熱によってCsAISiO4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。

回転加熱によるセシウム昇華技術

●添加物のセシウム昇華率寄与



昇華装置内部
 高性能反応促進剤添加でCs揮発率大幅向上
 急激な温度上昇は、キヤセが溶出しガラス固化するため、均一に熱を加えることが重要

●回転式昇華装置による結果

バウフィルタ→出口の排ガス中Cs濃度は検出限界(0.1Bq/m³)以下であった。
 昇華したCsは、塩化物として濃縮、バウフィルタにて捕集できた。

汚染土壌 (Bq/kg)		浄化処理物 (Bq/kg)	
Cs134	Cs137	Cs134	Cs137
実汚染土壌①	27,100	28,900	56,000
実汚染土壌②	33,000	34,300	67,300
合計	<26	19	<68

●試験結果

No.	実施者	特徴	除染前 Ba/kg	除染後 Ba/kg	除染率 %	減量率 %	実証試験速度
1	太平洋セメント	反応促進剤	56,000	46	99.8	98~99	1kg/hr
			67,300	147	~99.5		

高性能反応促進剤の添加により、1300℃以上で土壌内のセシウム昇華浄化処理物は極めて低いレベル(100Bq/kg以下)であった。

木材除染によるセシウム除去技術の比較

No.	実施者および除去技術	除染前Ba/kg	除染後Ba/kg	除染率%
21	大成建設(株):木質がれき等へのセメント塗布	8,320	1,373	84%
22	郡山チップ工業(株):樹皮(バーク)の攪拌洗浄	703	432	39%
23	(株)ネオナイト:木質がれき等の高圧水洗浄	28Bq/cm ²	1.6Bq/cm ²	94%

●木質がれきへのセメント塗布		●木質がれき(丸太)の高圧水洗浄		
洗浄条件	表面汚染濃度 (Bq/cm ²)	洗浄条件	洗浄率 (%)	
ナラ	80℃	28	1.6	94
スズキ	80℃	27	1	96
大平	80℃	4.3	0.8	81
クワ	80℃	0.5	0.09	82

●樹皮(バーク)洗浄(攪拌洗浄等)					
処理時間	45分	1時間	1時間		
その他の条件	室温	40~100℃	攪拌時間 15~60分	周波数 26~1000Hz	
除去率	常緑樹 約700Bq/kg	38%	—	39%	17~33%
落葉樹 約2,000Bq/kg	20%	5~32%	45%	13~21%	

高圧洗浄水廃液の凝集沈殿処理



表1 処理前後の除染水に対する放射性物質濃度測定結果(当社調べ)

試験No.	核種	放射性物質濃度 (Bq/kg)		除去率 (%)
		処理前除染水	処理後除染水	
No.1	セシウム137	420	10	97.6
	セシウム134	280	9.6	96.5
No.2	セシウム137	15,000	5.5	99.9
	セシウム134	11,000	6.9	99.9
No.3	セシウム137	56,000	26	99.9
	セシウム134	39,000	18	99.9

※ 当社所有のゲルマニウム半導体検出器による測定(500~1,000秒測定)

3.放射線・放射能の基礎知識

(1)分子・原子・原子核とは

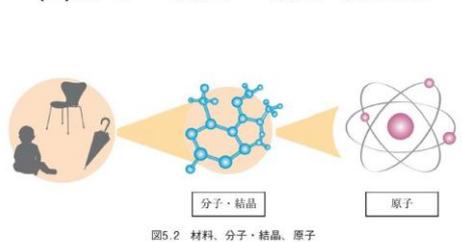


図5.2 材料、分子・結晶、原子

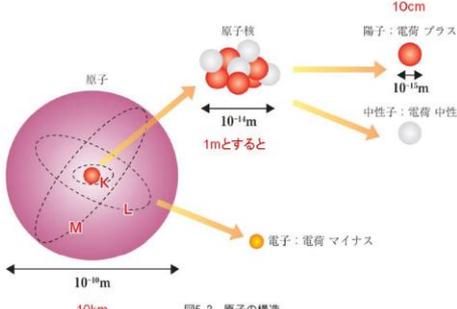


図5.3 原子の構造

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

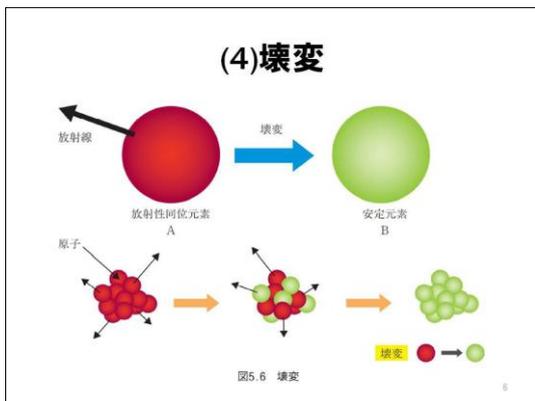
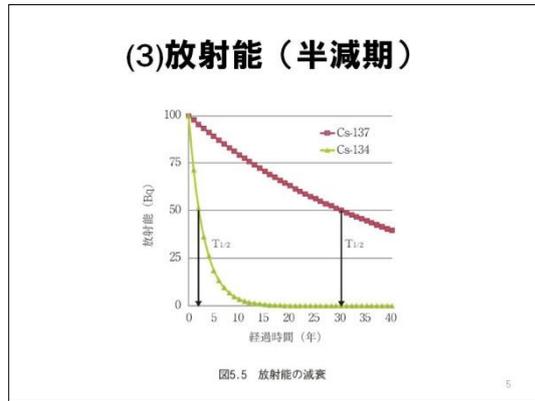
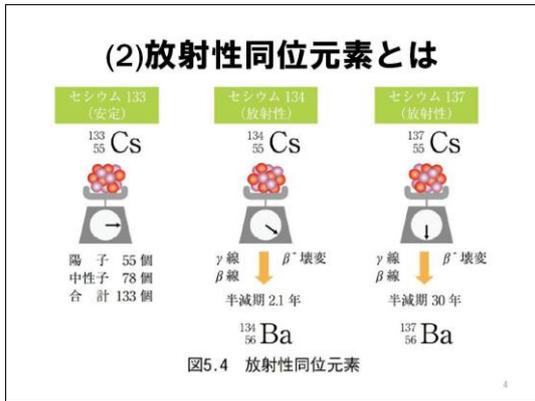
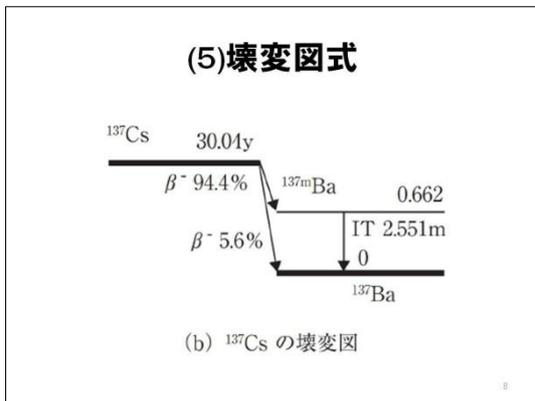


表5.2 壊変方式と原子番号・質量数の変化

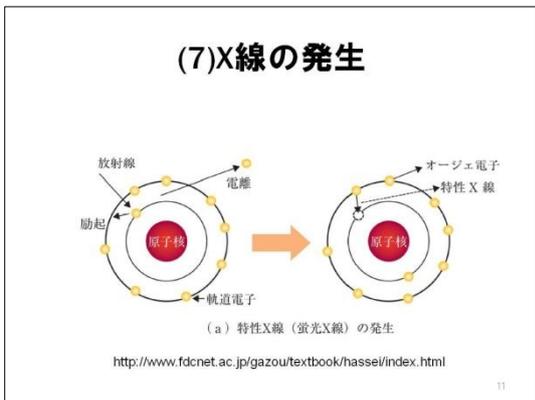
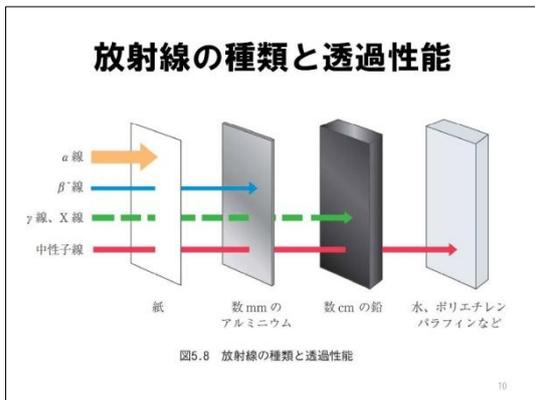
壊変	放出	原子番号	質量数
α 壊変	α 線 (He核)	-2	-4
β^- 壊変	陽電子	-1	変化なし
β^+ 壊変	電子	+1	変化なし
軌道電子捕獲	特性X線	-1	変化なし
γ 線放射	γ 線	変化なし	変化なし

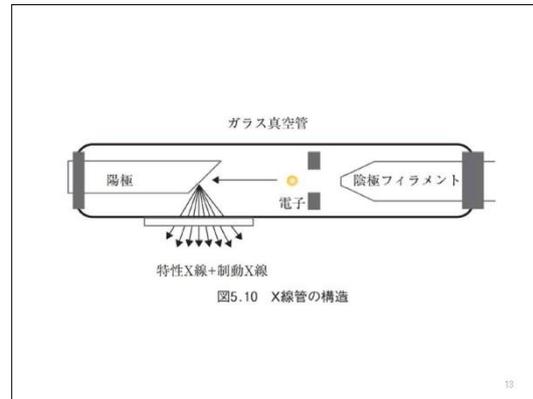
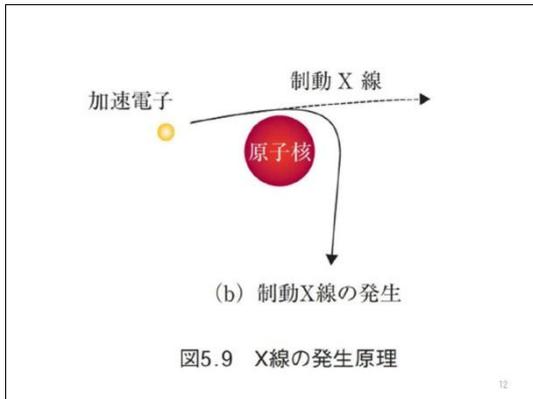


(6)放射線

表5.3 主な放射線とその実体

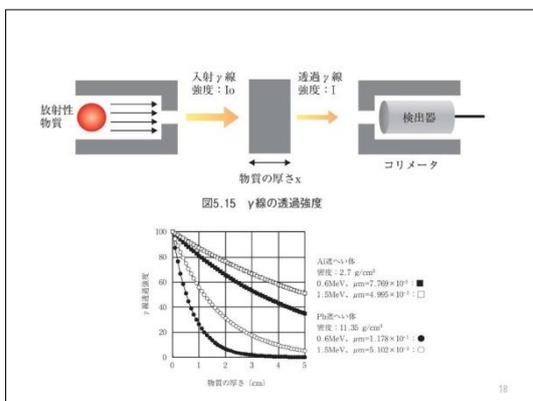
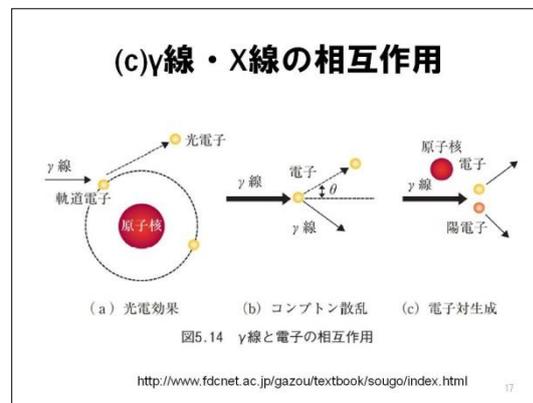
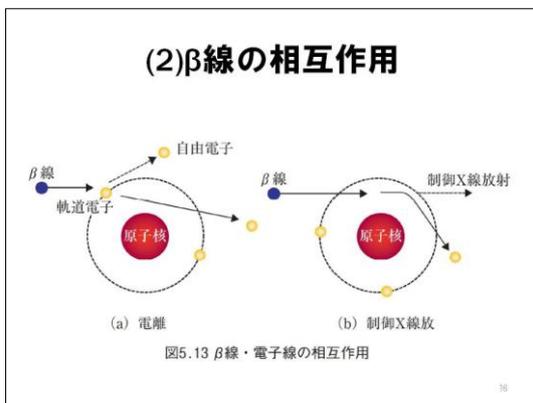
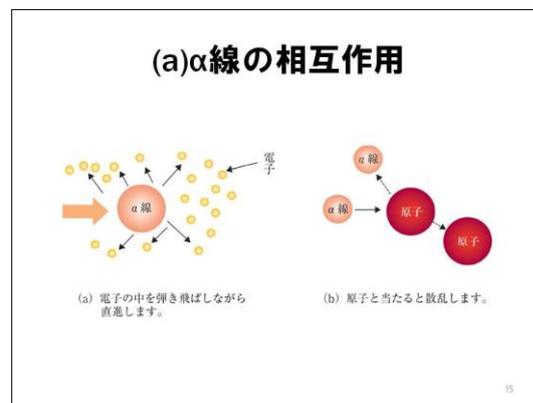
種類	発生機構	発生源	実体	透過力
α 線	α 壊変	放射性物質	He原子核	小
β^- 線	β^- 壊変	放射性物質	電子	中
β^+ 線	β^+ 壊変	放射性物質	陽電子	小
γ 線	γ 放射	放射性物質	電磁波	大
中性子線	核反応	放射性物質、加速器、原子炉	中性子	大
電子線	電場・磁場によるエネルギー付与	加速器	電子	中
X線	軌道電子の遷移、加速電子の減速	加速器、X線管、放射性物質	電磁波	中～大
イオンビーム	加速器	加速器	イオン	小





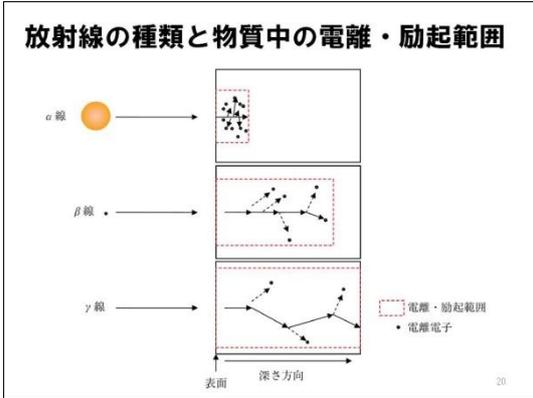
(8)物質との相互作用

- *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。電気的に中性の原子が、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できます。
- *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。



(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γ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、γ線が放出されます。
- ④核分裂：中性子が²³⁵Uや²³⁹Pu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γ線が放出されます。



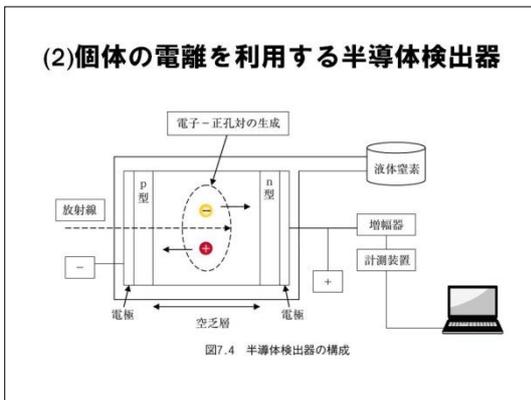
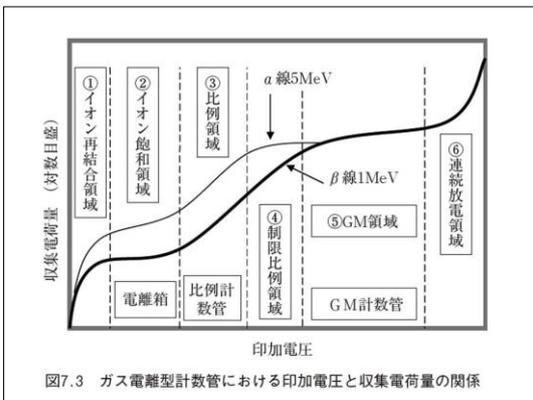
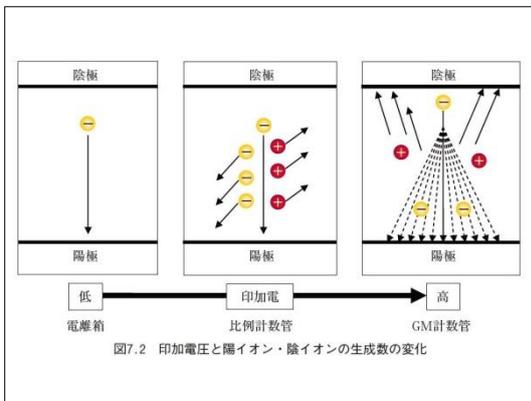
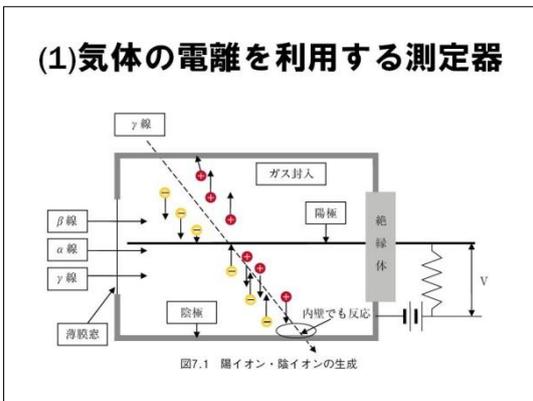
- ### 放射線の量と単位
- (1) 放射線のエネルギー (eV)
 - (2) 放射能 (Bq)
 - (3) フルエンス (個/m², J/m²)
 - (4) 吸収線量 (Gy)
 - (5) 照射線量 (C/kg)
 - (6) 空気カーマ (Gy)
 - (7) 等価線量・実効線量・1cm線量当量 (Sv)

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 ₃ カウンタ、 ³ Heカウンタ、箔検出器



(3)発光を利用するシンチレーション型検出器

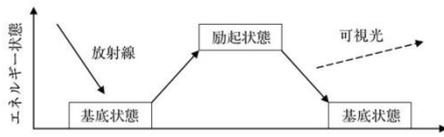


図7.5 無機シンチレータの発光

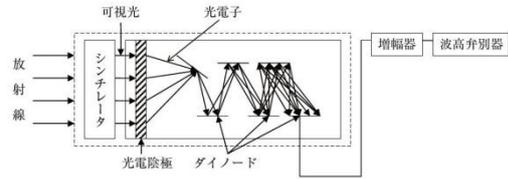


図7.6 光電子増倍管の原理

無機シンチレータの発光

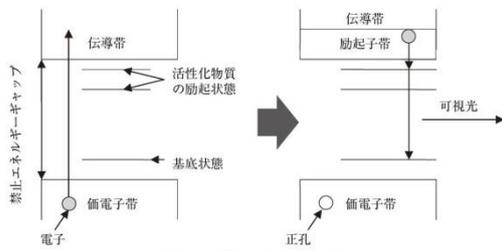


図7.7 無機シンチレータの発光

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 ₄ Ge ₃ O ₁₂)
実効原子番号*	53	54	30	83
密度 (g/cm ³)	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）】

有機シンチレータの発光

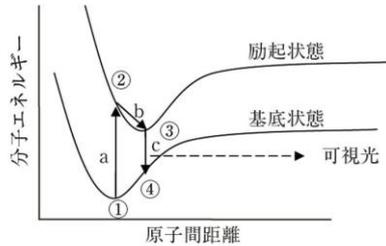


図7.8 有機シンチレータの発光

(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： μ Sv、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： μ Sv
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 ₃ , ³ He	中性子	線量測定	中性子のみ測定、 単位：cpm、 μ Sv

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



中性子用 電離箱型 GM計数管型 α 線用 I-125用 GM計数管型
線量測定用

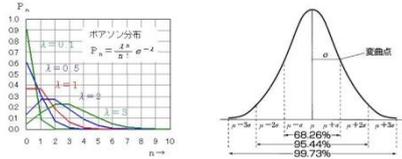


GM計数管型 シンチレーション型
図7.9 代表的なサーベイメータ

(2) 統計変動

1 回の測定値 N を得たときは、 $N \pm \sqrt{N}$ と記し、これは、 $N - \sqrt{N}$ と $N + \sqrt{N}$ の間に真の平均値が含まれる確率が 68.3% であることを意味します。BG を考慮した計数率は、NBG を含む計数値、 N_b : BG の計数値、 t : 計測時間、 t_b : BG の計測時間とすると次式で表することができます。

$$\text{計数率} = \frac{N}{t} - \frac{N_b}{t_b} \pm \sqrt{\frac{N}{t^2} + \frac{N_b}{t_b^2}}$$



誤差の伝播式

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

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

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

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

正味計数と正味計数率の統計不確かさを求めるに次のようになります。

$$\text{(総計数)} = N \pm \sqrt{N} \quad (7-9)$$

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

$$\text{(BG 計数)} = N_b \pm \sqrt{N_b} \quad (7-11)$$

$$\text{(BG 計数率)} = \frac{N_b \pm \sqrt{N_b}}{t_b} = \frac{N_b}{t_b} \pm \sqrt{\frac{N_b}{t_b^2}} \quad (7-12)$$

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

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

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

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

n_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 τ 、バックグラウンド測定の際の測定数を τ_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、 $n_B = 50$ 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。

$$\begin{aligned} n_N &= \frac{k}{2} \left(\frac{k}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{k}{2\tau}\right)^2 + 4n_B \left(\frac{1}{2\tau} + \frac{1}{2\tau_B}\right)} \right) \\ &= \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2 \times 30} + \sqrt{\left(\frac{3}{2 \times 30}\right)^2 + 4 \times 0.83 \times \left(\frac{1}{2 \times 30} + \frac{1}{2 \times 30}\right)} \right) \\ &= 0.58 \text{ (s}^{-1}\text{)} \\ &= 35 \text{ (cpm)} \end{aligned} \quad (7-20)$$



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

τ (s)	τ_B (s)	3	10	30
n_B [cpm]		50	50	50
σ_{BG} [cpm]		23	12	7
n_N [cpm]		150	67	35
$n_B + n_N$ [cpm]		200	117	85

(3) 計数の数え落とし

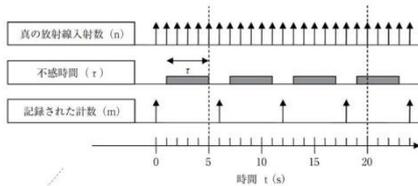


図 7.12 不感時間と数え落とし

(4) 計数効率

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

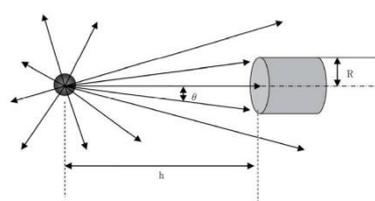
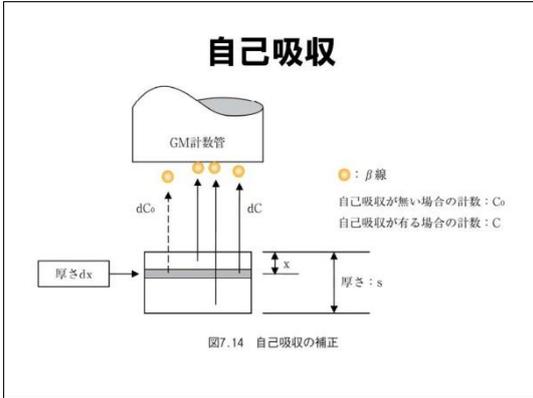


図 7.13 幾何学的効率 f_g



(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

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、センサーの経年変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

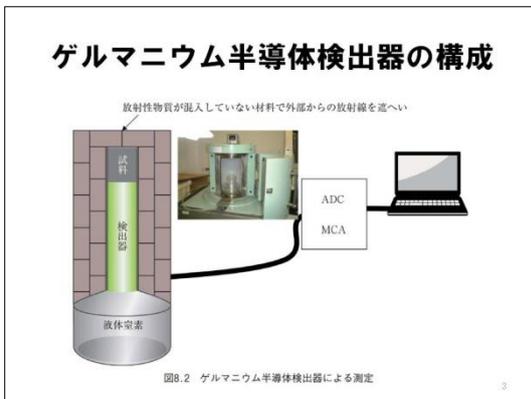
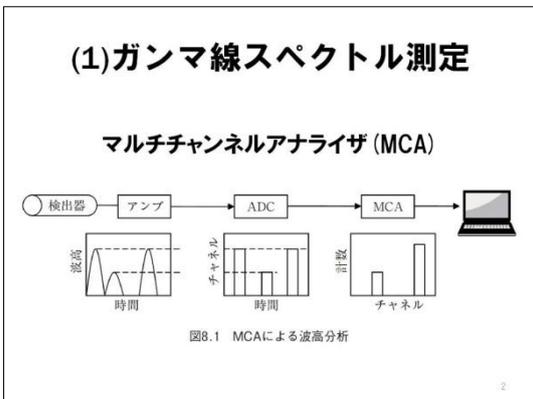
- β 線：主にGM計数管が用いられる。エネルギーが低い場合は、液体シンチレーション型やガスフロー型検出器が用いられる。
- γ 線：電離箱型、GM計数管型、シンチレーション型、半導体型が用いられる。

(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、 4π 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
- γ 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.放射線測定の基本

1



ゲルマニウム半導体検出器に用いる容器

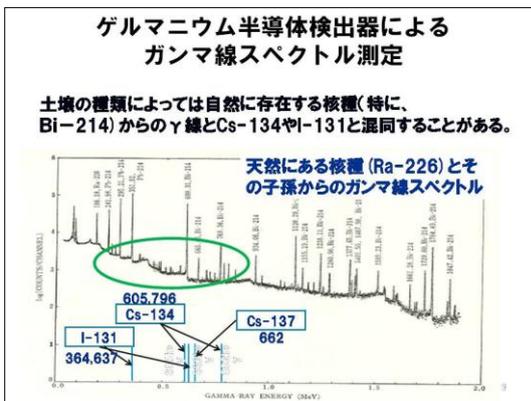
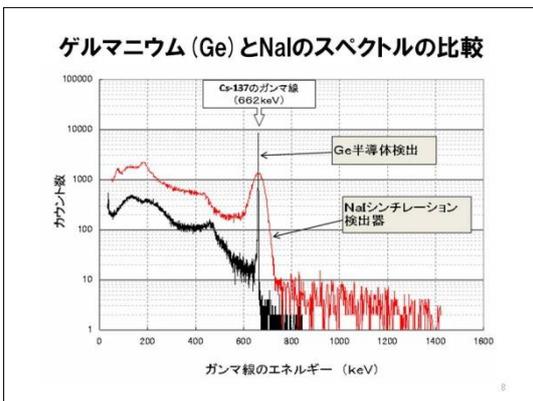
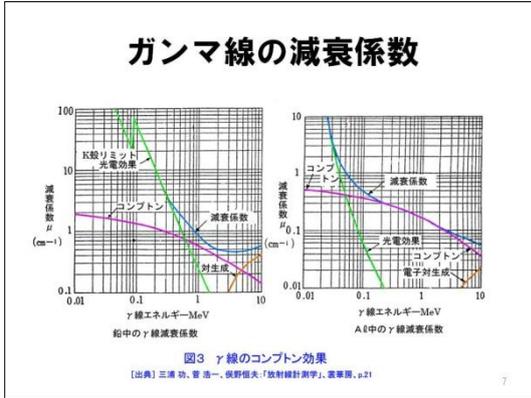
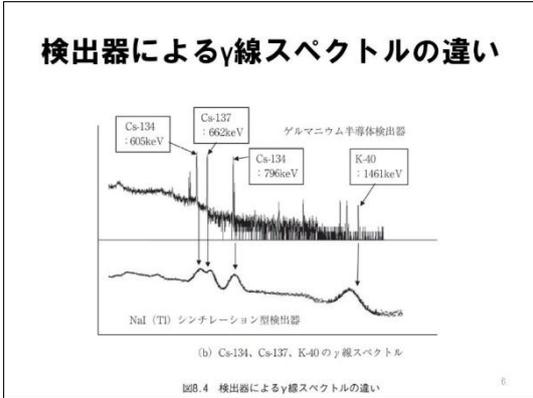
U-8 容器

マリネリ容器

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 : ≈ 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

5

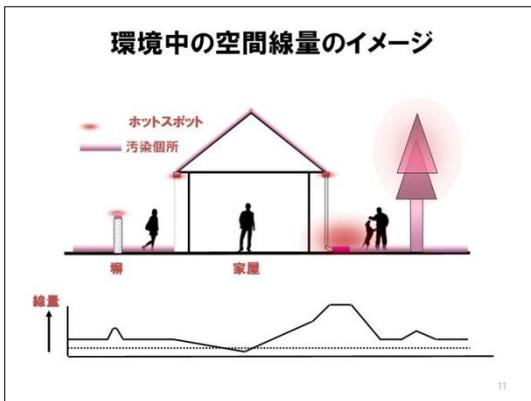


(2) 空間線量率等の測定器

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

図6 (2) 空間線量率等の測定器



GM管式サーベイメータ (線量率)

500 [V]

放射線

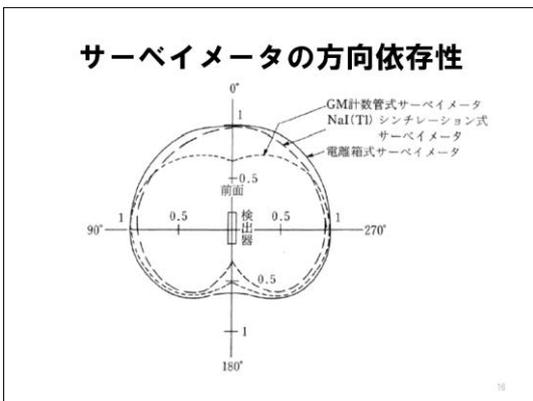
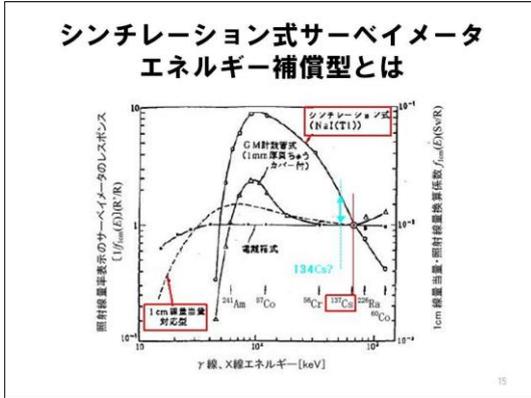
電子

陽極

陰極

GM管での電子の発生

14



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

17

空間線量率の測定方法

1m

検出器は水平に

汚染土壌の入った容器

18

サーベイメータの時定数と誤差

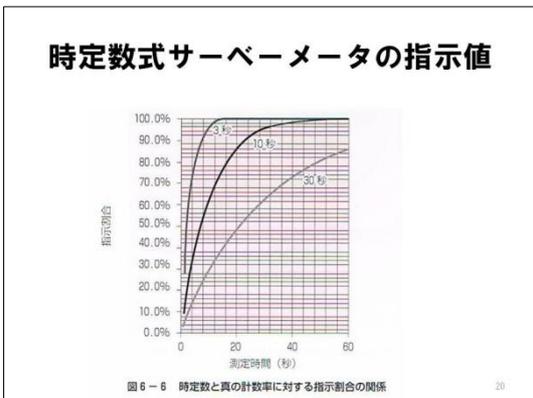
サーベイメータの時定数は短い方が測定時間が短くなるので便利であるが、指示計の針のふらつきが大きく、読みとりが難しくなる。

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)

19



(3)β線測定 GM管式サーベイメータの取扱方法

①検出器 (GM管)

②検出器の向き

③GMプローブ

④β線源

⑤β線源の向き

⑥検出器の向き

⑦検出器の向き

⑧検出器の向き

⑨検出器の向き

⑩検出器の向き

⑪検出器の向き

⑫検出器の向き

⑬検出器の向き

⑭検出器の向き

⑮検出器の向き

⑯検出器の向き

⑰検出器の向き

⑱検出器の向き

⑲検出器の向き

⑳検出器の向き

㉑検出器の向き

㉒検出器の向き

㉓検出器の向き

㉔検出器の向き

㉕検出器の向き

㉖検出器の向き

㉗検出器の向き

㉘検出器の向き

㉙検出器の向き

㉚検出器の向き

㉛検出器の向き

㉜検出器の向き

㉝検出器の向き

㉞検出器の向き

㉟検出器の向き

㊱検出器の向き

㊲検出器の向き

㊳検出器の向き

㊴検出器の向き

㊵検出器の向き

㊶検出器の向き

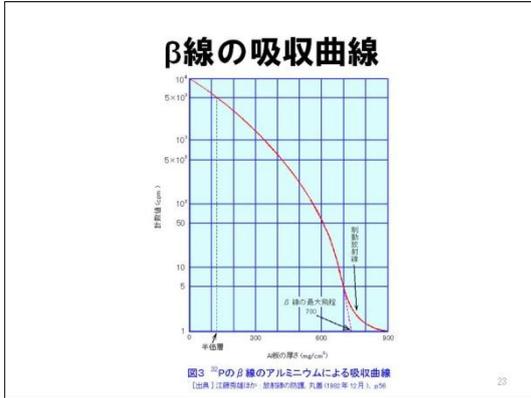
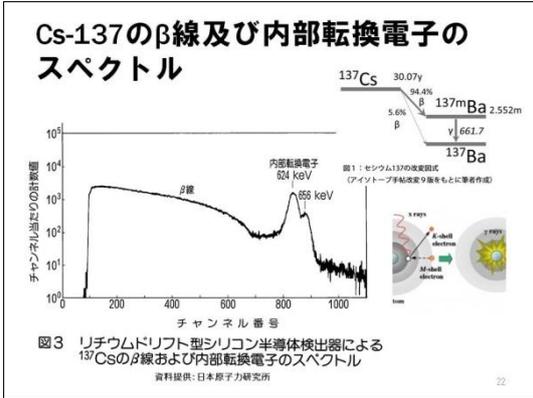
㊷検出器の向き

㊸検出器の向き

㊹検出器の向き

㊺検出器の向き

21



表面汚染の測定方法

1cm程度離す
1~6cm/sec
上から下に向かって
計数数3秒でスキャン
10秒で読み取り(30秒後)

(4)個人被ばく線量計

蛍光ガラス線量計 (FGD)

蛍光ガラス線量計の原理等

紫外線を照射
放射線
RPL: Radio Photo Luminescence
ガラス線量計の測定原理
ガラス素子の蛍光中心
ガラス線量計の測定原理

特徴 検出感度が高い
測定まで時間が経っても結果が保たれる
取り扱い 落下しても破損しないが丁寧に扱う

光刺激ルミネセンス線量計(OSL)

放射線、紫外線の照射により蛍光を発するがそれが減衰後、蛍光よりも長い波長の光を当てると、再び蛍光を発する現象を輝光発光OSL (Optically Stimulated Luminescence) と呼ぶ

1. 2. 3. 種類あがる
4. 5. 種類あがる

光刺激ルミネセンス線量計 (OSL) の原理等

炭素添加α酸化アルミニウム(α-Al₂O₃:C)

特徴 検出感度が高い 繰り返し測定が可能
測定まで時間が経っても結果が保たれる
取り扱い 落下しても破損しないが丁寧に扱う

電子線量計 (EPD)

仕様	PDM-122
測定線種	γ(X)線 40keV~
検出器	シリコン半導体検出器
測定範囲	1 μSv~10Sv 1 μSv/h~1Sv/h
誤差	±10%以内 (10 μSv~10Sv)
電源	コイン形リチウム電池(CR245)
電池寿命	連続で約700時間

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



- ### 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？

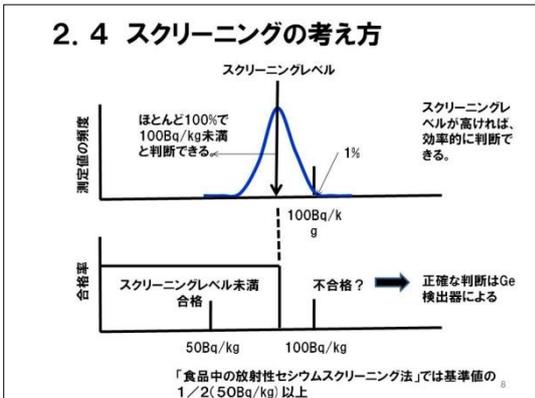
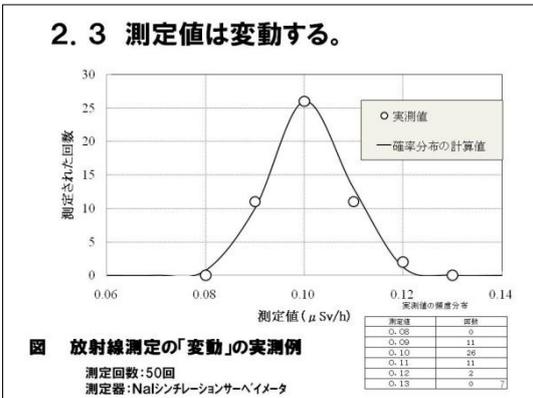
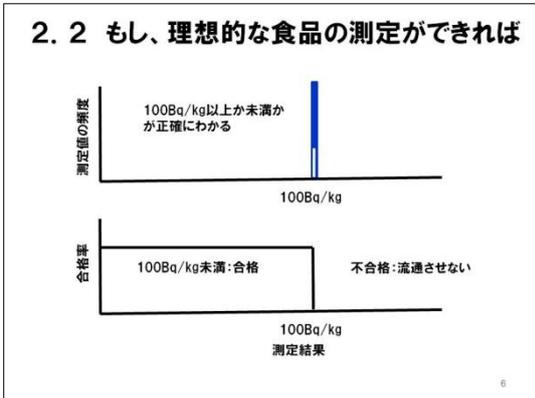
緊急時における食品の放射能測定マニュアル (厚労省 平成14年3月)

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



2.5 スクリーニング対応機器(RI協会)

国産食品放射性セシウムスクリーニング対応機器登録簿

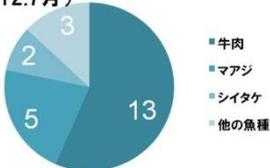
登録番号	登録名称	登録事業者	登録品目	登録内容	登録有効期限
0001	放射性セシウム測定装置	RI協会	食品
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013
0014
0015
0016
0017
0018
0019
0020

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)



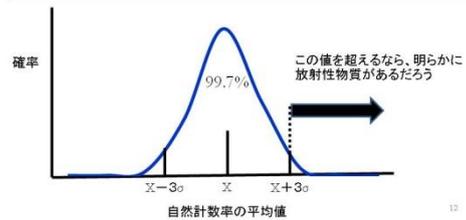
- このうち流通品は椎茸の2件、他は非流通品(試験的測定)
 - 最大でも48Bq/kg
- スクリーニングより、検出されないことの確認。

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	アイントープ協会	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	アイントープ協会	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	≒0	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		
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 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	国内、国外で差がある。

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(1.6×10^{17} Bq)*

500日経過すると 1.5×10^{-19} に減衰する。

半減期: 8.04日

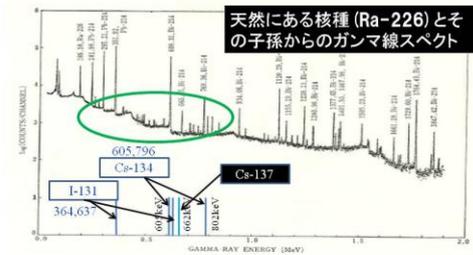
現時点で、I-131が検出されることはない。
(新しく放出されることはほとんど無い。)

* 原子力保安院発表 H23.6.6

21

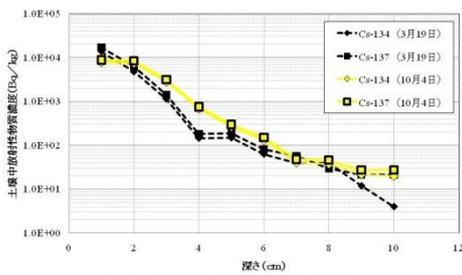
3.2 紛らわしいガンマ線がある

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。



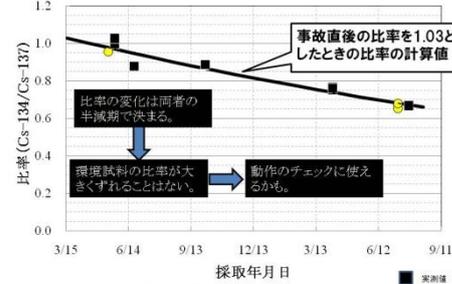
22

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

参考資料

1. 基準値について
【厚生労働省】食品中の放射性物質の新たな基準値について
2. 食品モニターの性能と点検
【厚生労働省】食品中の放射性セシウムスクリーニング法
3. Cs-134とCs-137の生成について
【日本アイソトープ協会】アイソトープニュース5月号 No.697
4. 食品モニターについて
【日本アイソトープ協会】食品中の放射性セシウムスクリーニング法に対応可能な機器
5. その他
【各社】食品中の放射性物質濃度測定機器に関する資料

25

7. ベクレルとシーベルトの関係

1

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

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

Γ : 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)

2

点線源の距離と線量率の関係

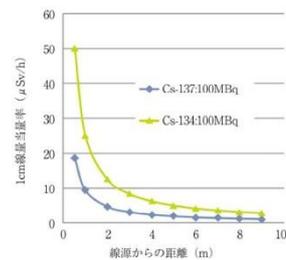
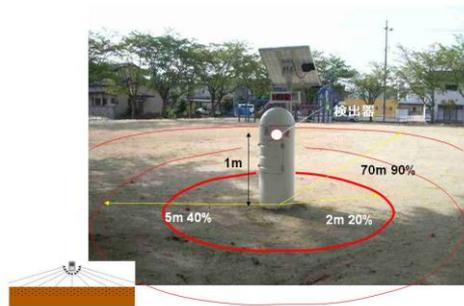


図5.18 距離と線量率の関係

3

公園に設置されたモニタリング装置の測定範囲



4

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/m²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/m² → 5.4 × 10⁻⁶ μSv/h

137Cs: 1 Bq/m² → 2.1 × 10⁻⁶ 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 × 10⁴) Bq/m² とすると (5.4 × 10⁻⁶) × (5 × 10⁴) μSv/h = 0.27 μSv/h

137Cs: 10万 (10⁵) Bq/m² とすると (2.1 × 10⁻⁶) × 10⁵ μSv/h = 0.21 μSv/h

よって合計値0.48 μSv/hが得られる。

5

空間線量率の経時変化

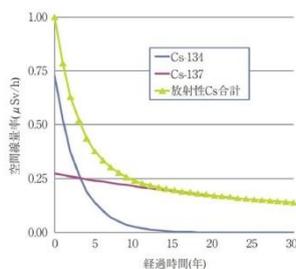


図5.19 放射性Cs由来の空間線量率の経時変化

6

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)

$$= \text{放射線荷重係数} \times \text{ある組織・臓器の吸収線量 (Gy)}$$

• 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

$$\text{実効線量 (Sv)} = (\text{各組織の等価線量} \times \text{組織荷重係数}) \text{の総和}$$

7

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:「胸部及び心臓部」、「胸部及び上腕部」、「腰部及び大腿部」の部分
下記の出自をもとに作成した
【出典】アイソープ協会(編)、「アイソープ法令集」国際放射線防護委員会勧告(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/cm³、直径30cmの人体軟組織等価球体モデル

図1 ICRU球モデル
ICRU球を、半径14cmの中心核球とその外側1cm厚の殻に分けて考え、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「表面線量指標」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 ⁻⁷	3.6 × 10 ⁻⁸
I-131	8.04日	2.2 × 10 ⁻⁸	7.4 × 10 ⁻⁸
I-133	20.8時間	4.3 × 10 ⁻⁸	1.5 × 10 ⁻⁸
Cs-134	2.06年	1.9 × 10 ⁻⁸	2.0 × 10 ⁻⁸
Cs-136	13.1日	3.0 × 10 ⁻⁸	2.8 × 10 ⁻⁸
Cs-137	30.0年	1.3 × 10 ⁻⁸	3.9 × 10 ⁻⁸
Sr-89	50.5日	2.6 × 10 ⁻⁸	7.9 × 10 ⁻⁸
Sr-90	29.1年	2.8 × 10 ⁻⁸	1.6 × 10 ⁻⁷

*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が、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係数の例

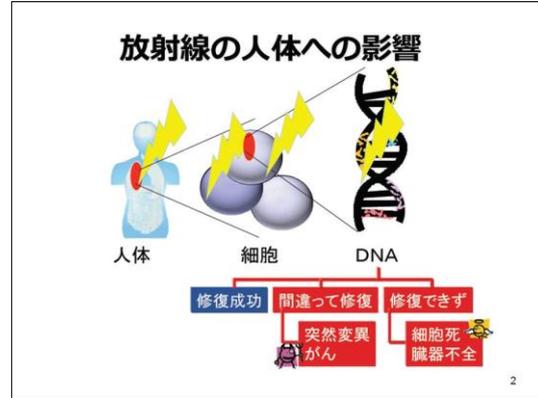
表6.6 年齢の違いによる線量換算係数の例

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 ⁻⁸	2.6 × 10 ⁻⁸	2.1 × 10 ⁻⁸
1年	18 × 10 ⁻⁸	1.6 × 10 ⁻⁸	1.2 × 10 ⁻⁸
5年	10 × 10 ⁻⁸	1.3 × 10 ⁻⁸	0.96 × 10 ⁻⁸
10年	5.2 × 10 ⁻⁸	1.4 × 10 ⁻⁸	1.0 × 10 ⁻⁸
15年	3.4 × 10 ⁻⁸	1.9 × 10 ⁻⁸	1.3 × 10 ⁻⁸
成人	2.2 × 10 ⁻⁸	1.9 × 10 ⁻⁸	1.3 × 10 ⁻⁸

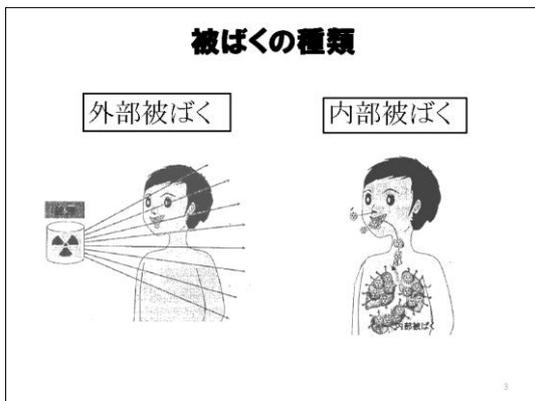
ICRP Pub.72(1996)
(http://www.remnet.jp/lecture/605_01/4_1.html)

8. 放射線被ばくとリスクコミュニケーション

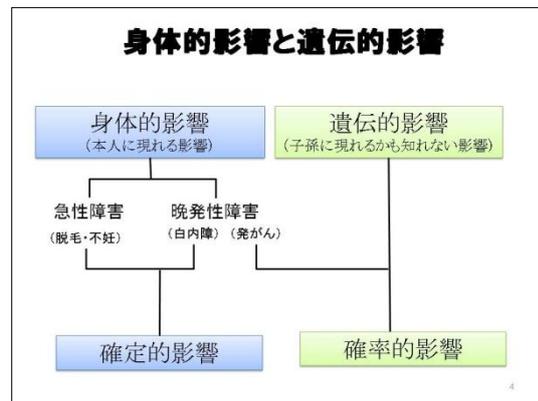
1



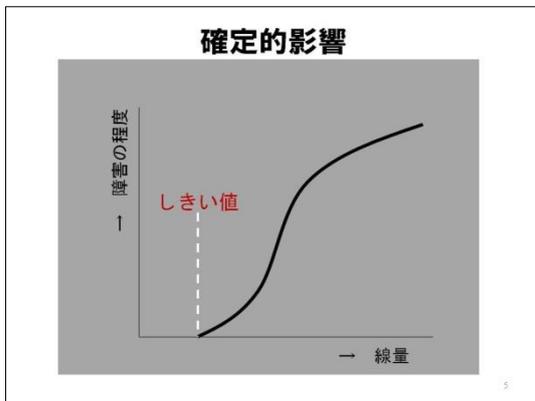
2



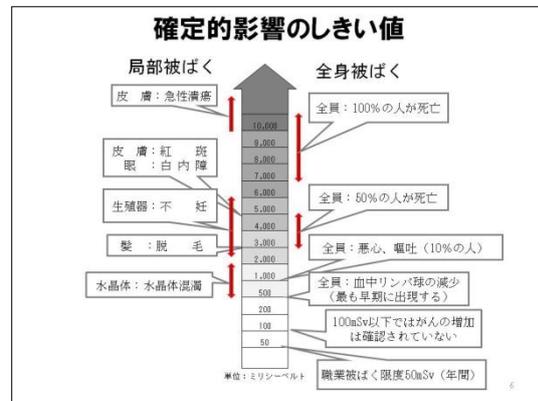
3



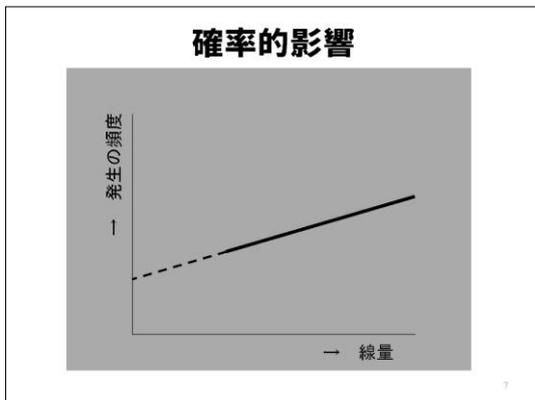
4



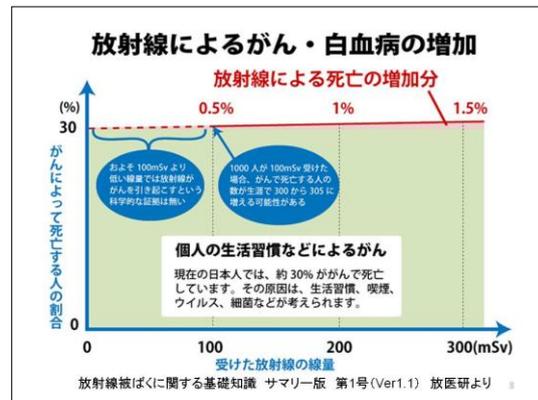
5



6



7



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。**

9

がんはさまざまな原因によって発生します。
 放射線による影響と確認されているのは100ミリシーベルト以上です

いろいろな発がんの原因

10

【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。

11

ヒトのがんによる死亡割合と原因

100mSv(0.5%)

塩分、添加物
 医薬品
 放射線・紫外線
 環境汚染
 社会・経済状況
 飲酒
 周産期・生殖要因
 ウィルス
 家族歴
 職業
 食事と肥満
 喫煙

心疾患
 脳疾患
 感染症
 など

がん

12

ヒトの発がん要因

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

13

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(1.11~1.13 倍)
200~500 ミリシーベルト	1.16 倍	酒毎日 2 合以上(1.4 倍)
1000~2000 ミリシーベルト	1.4 倍	喫煙者(1.6 倍)
2000 ミリシーベルト以上	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

14

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

15

**原発事故による被ばくと影響
 チェルノブイリと福島の違い**

16

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

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

写真: モーリス・ゴディーニの「放射線」(放射線医学総合研究所提供)

チェルノブイリ事故直後の住民の被ばく線量

避難の時期	避難対象の町村数	避難者数	ヨウ素131 甲状腺等価線量 (mGy)	Cs137 実効線量 (mSv) 内部被曝分	Cs137 実効線量 (mSv) 外部被曝分
5月2日-7日	50	11035	1,330	2.1	31.2
1986年6月	28	6017	1,040	1.6	15.9
8月-9月	29	7327	660	0.9	20.3

バス1200台と特別列車3台がキエフを始めた。他の都市からプリピャチに向かった。避難は4月27日の午後2時に開始され、約3時間で終了。この日だけで4万4千690人もの人々が街から移送された。翌日にはまた、発電所から半径10km以内に住民も避難したのだ。

1988年5月末には、最初のベラルーシでのCs137による土壌汚染地図が、原子力学会によって作成された。この結果、ベラルーシ南部の地方(原子力発電所から50-70kmの地域)の住民は同年6月5日-10日の間に移送された(目安となった被曝量の基準は、3-5mレントゲン/時350μSv/h)

こどもの被ばく

こどもでは、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。

- 肺がん
- 乳がん
- 胃がん
- 結腸がん
- 骨髄性白血病
- 甲状腺がん
- 乳がん(女子)
- 皮膚がん
- 白血病

年齢別発がん相対リスク

図5 原爆被曝者の年齢別発がん相対リスク

1000mSvを超えると若年層の増加が見られる

- 1,000~4,000mSv(女)
- 1,000~4,000mSv(男)
- 500~1,000mSv(女)
- 500~1,000mSv(男)
- 5~500mSv(女)
- 5~500mSv(男)

(Preston DL et al. Radiat Res. 2007; 168: 1-64より一部改変)
© 2007 Radiation Research Society

チェルノブイリと福島のこどもの甲状腺被ばく線量の比較

公衆の被ばく限度
甲状腺等価線量50mSv
20歳未満の最大被ばく線量23mSv

ベラルーシ国民の甲状腺がん罹患率の推移 (対人口10万人)

幼年期や未青年期に放射性ヨウ素で被ばくした人に甲状腺がんが過剰に発生した。

18才未満

子の甲状腺がん、疑い含め59人 福島県は被曝影響否定

2013年11月13日06時33分

東京電力福島第一原発事故の発生時に18歳以下だった子どもの甲状腺検査で、福島県は12日、検査を受けた約22・6万人のうち、計59人で甲状腺がんやその疑いありと診断されたと発表した。8月時点より、検査人数は約3・3万人、患者は疑いも含め15人増えた。これまでのがん統計より発生率は高いが、検査の性質が異なることから県は「被曝(ひばく)の影響とは考えられない」としている。

県は未春から、住民の不安にこたえるため、事故当時、胎児だった約2万5千人の甲状腺検査も始める。

甲状腺がんはこれまでで10万人あたり12人に見つかった計算になる。宮城県など4県のがん統計では2007年、15~19歳で甲状腺がんが見つかったのは10万人あたり1・7人で、それよりかなり多い。ただし、健康な子ども全員が対象の福島の検査の結果と、一般的に小児は自覚症状がないと診断されないがんの統計では単純比較できない。

ウライナ地区の内部被ばく量の推移

THIRDWAVE
キエフ地方ラギフカ・ボルスキー地区成人・非成人の内部被ばく量推移

1991.12.25 ソビエト連邦の崩壊

規制 沈静化

体内被曝量が増加

市場の規制緩和

As of 2011/12/02

福島県WBCによる内部被ばく量検査結果

表1 福島県HPに掲載されたホールボディカウンター検査結果 (2013年1月31日公表)

	全期間 (人数)	2012年1月31日以前 (急性吸入摂取を仮定)	2012年2月1日以降 (慢性経口摂取を仮定)
< 1 mSv	106,070	15,383	90,687
1 - 2 mSv	14	13	1
2 - 3 mSv	10	10	0
> 3 mSv	2	2	0
合計	106,096	15,408	90,688

1. 福島県の内部被ばくレベルは土壌汚染のレベルに比して非常に低い。
2. ことに小児においては、2012年5月以降に受診された10,237人で、検出限界 (300 Bq/全身) を超えた方がいない。³ **検出限界 300 Bq/全身**
3. こくわずかに、100Bq/kg (数千Bq/全身) を超える放射性セシウムを保有する方がおられ

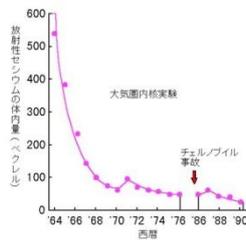
自然の状態の人体中の放射性核種

体重60kgの日本人の場合

アイソトープ	放射能
カリウム40	4,000ベクレル
炭素14	2,500ベクレル
ルビジウム87	500ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20ベクレル

[出典] 科学技術庁資料: 「生活環境放射線」、(財)原子力安全研究協会

本人成人男性の体内量の推移



[出所] 内山 正史: 放射線科学, (1991)

図2 ¹³⁷Csの体内の経年変化

[出典] 資料一 稲葉次郎(編): 放射線と人体, 朝倉社(1999年6月), p.61

【放射線リスクの考え方】

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
- こどもの健康の悩み (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 低線量被ばくの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
島田 義也 より転載

「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。これからは「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。

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

$$\text{専門家が考える客観的リスク} = \text{毒性の強さ} \times \text{体内摂取量(発生頻度)}$$

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

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で、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 32

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 33

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と関連
- ・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

34

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 水爆「第3福竜丸」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
- ・ 原子力規制、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「読の記者会見」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の地域の強い反発で11月1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内容の**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と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**長期間に渡る地道な努力**が必要。失うのは一瞬。

授 業 日 誌

平成 25年 11月 26日 (火)		担当者名
		武地 誠一
時 限	科目名	授業内容
1	放射線・放射能の測定の基本知識	サーベイメータの種類と特徴
2	放射線・放射能の測定の基本知識	食品中の放射性セシウム検査法
3	放射線・放射能の測定の基本知識	食品の放射性物質に関する検査における試料洗浄モニタリング調査の分析手順
4	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、かき Geゲルマニウム半導体検出器:豚肉
5	食品放射能の測定実習	下処理の続き 測定器の操作 測定
6	食品放射能の測定実習	測定結果の評価 まとめ
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)

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】 かき 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	Nal（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（ γ ）線	測定線種	ガンマ（ γ ）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

- ① サンプル容器の重さを測定する
- ② ゆずをまな板の上へのせ、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

※ 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

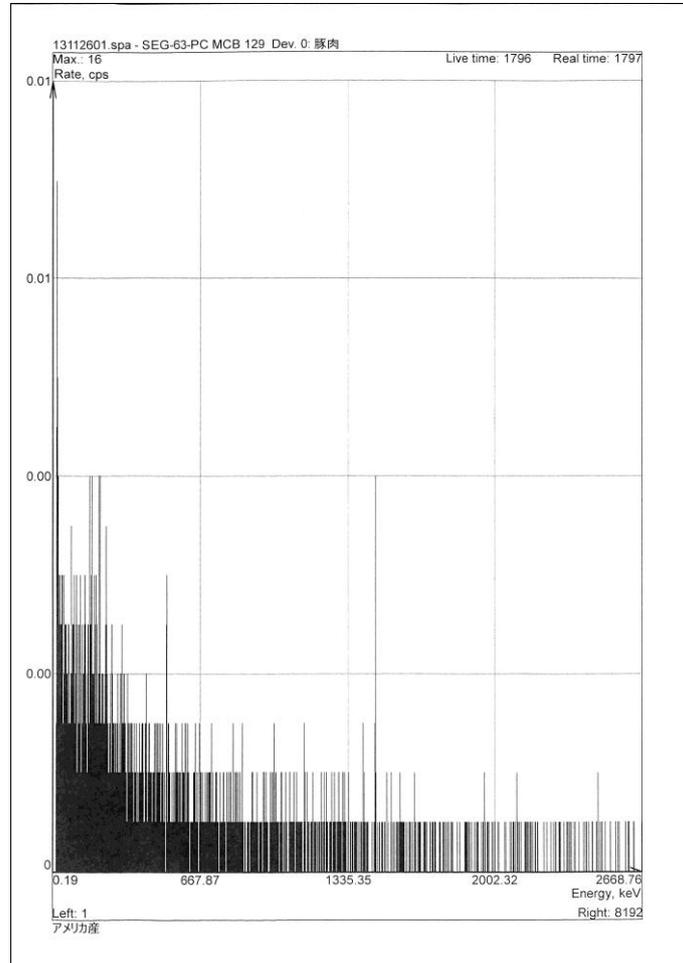
- イ 測定器のメインメニューから Measurement を押す。
- ロ パネルで表示されている核種が「Total」であることを確認する。
- ハ 測定時間を設定し、Start ボタンを選択し、開始する。
- ニ PC にて J-Gamma メニューの「LB2045 の単独測定」を選択する。
- ホ コメント、重量を入力し、セーブを押す。

(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 すべてND

① Ge (ゲルマニウム) 半導体検出器



豚肉
アメリカ産

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\13112601.SPA
 Date of measuring 2013 - 11 - 26 12:21 Keep back background of 2013 - 10 - 30
 Energy calibration from 2013 - 5 - 28

N	Locat. peak	Energy (keV)	Intens	Error (%)	Nuclide	Activity (Bq/kg)	Activity (Ci/kg)
1	0	125.82	40.92	1.06E-02		81.5	
2	0	632.88	206.35	7.61E-03		87.1	

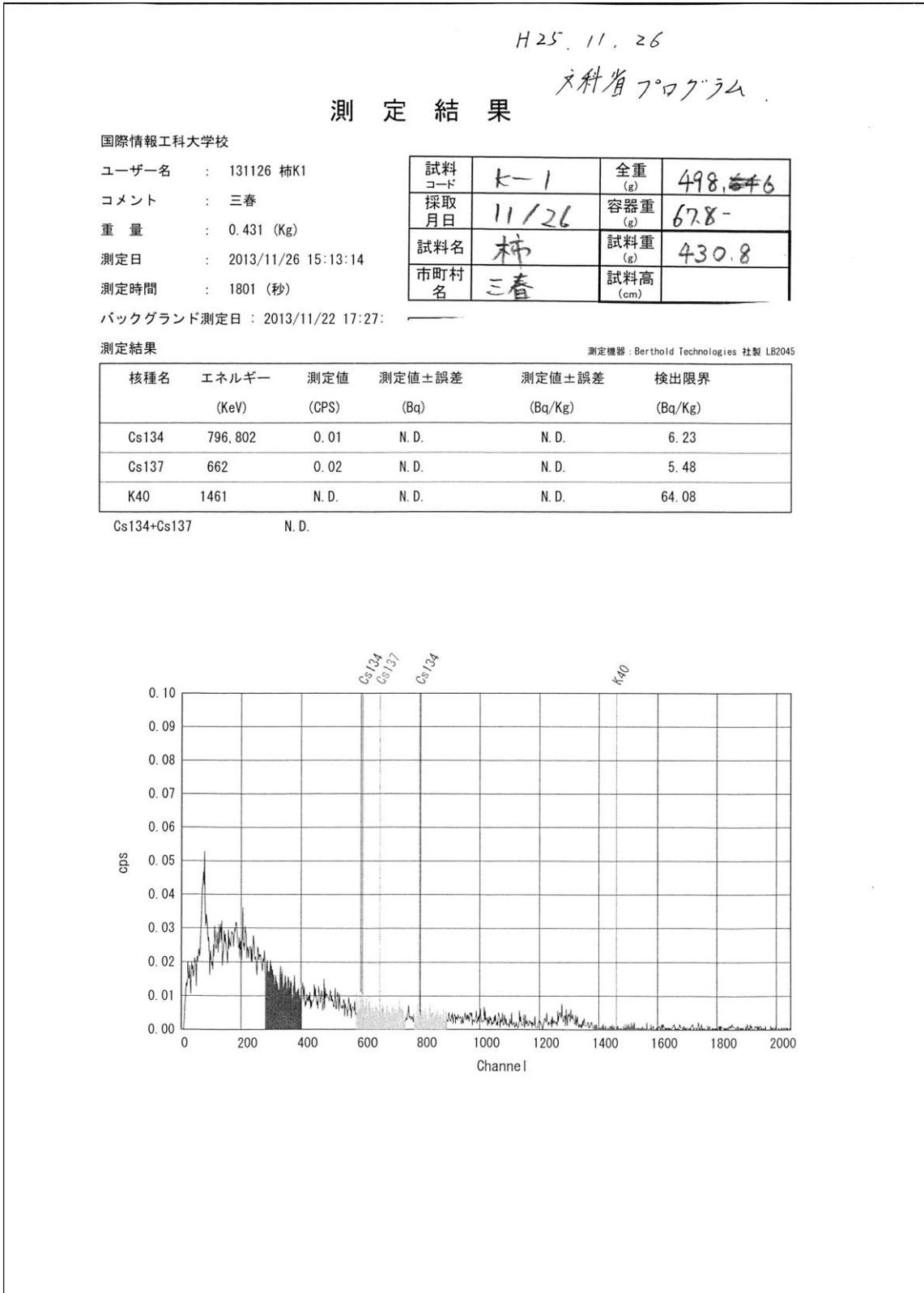
Measurement time : 1796.0 sec Volume(weight)= 0.116 kg Geometry 1 Denta 0.130
 Ashing coefficient/multiplier 1.00E+00 (Raw weight 1.00E+00 Cinder 1.00E+00)

Nuclide	T(1/2)	Act. Bq/kg	Ci/kg	Contr(%)	Rel.error(%,0.95)
					Intensity 2.0 imp/sec

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

Nuclide	Act. Bq/kg	Ci/kg
1 CS_134	2.13E+00	5.76E-11
2 CS_137	2.30E+00	6.21E-11
3 K_40	1.06E+02	2.86E-09

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 : 131126 ゆずY2
 コメント : 郡山市田村
 重量 : 0.440 (Kg)
 測定日 : 2013/11/26 14:25:33
 測定時間 : 1801 (秒)

試料コード	Y2.	全重 (g)	508.4
採取月日	11/26	容器重 (g)	68.0-
試料名	ゆず	試料重 (g)	440.4
市町村名	郡山市田村	試料高 (cm)	

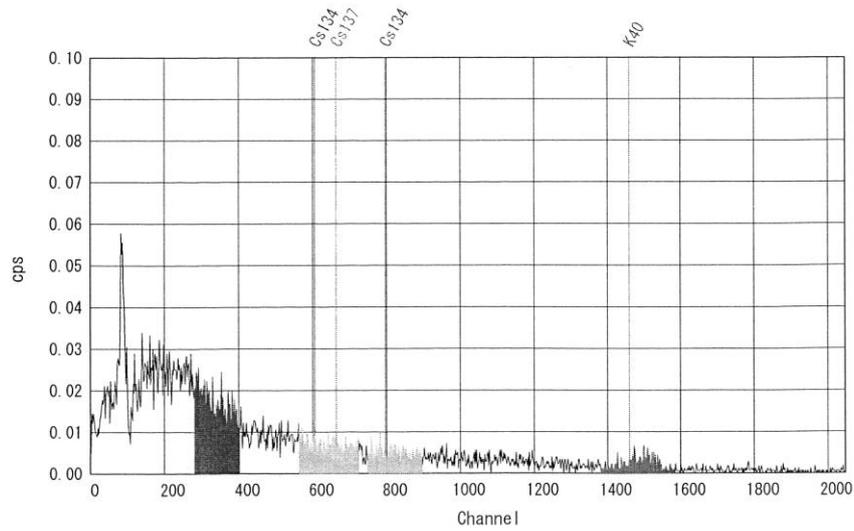
バックグラウンド測定日 : 2013/11/22 17:27:

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	0.01	N. D.	N. D.	7.07
Cs137	662	0.02	N. D.	N. D.	5.40
K40	1461	0.11	91.21±25.33	207.11±57.52	62.69

Cs134+Cs137 N. D.



測定結果

国際情報工科大学校

ユーザー名 : 131126 ゆずY1
 コメント : 郡山市田村
 重量 : 0.462 (Kg)
 測定日 : 2013/11/26 14:33:12
 測定時間 : 1800 (秒)

試料コード	Y1	全重 (g)	530
採取月日	11月26日	容器重 (g)	467.8
試料名	ゆず	試料重 (g)	462.2
市町村名	郡山市田村	試料高 (cm)	

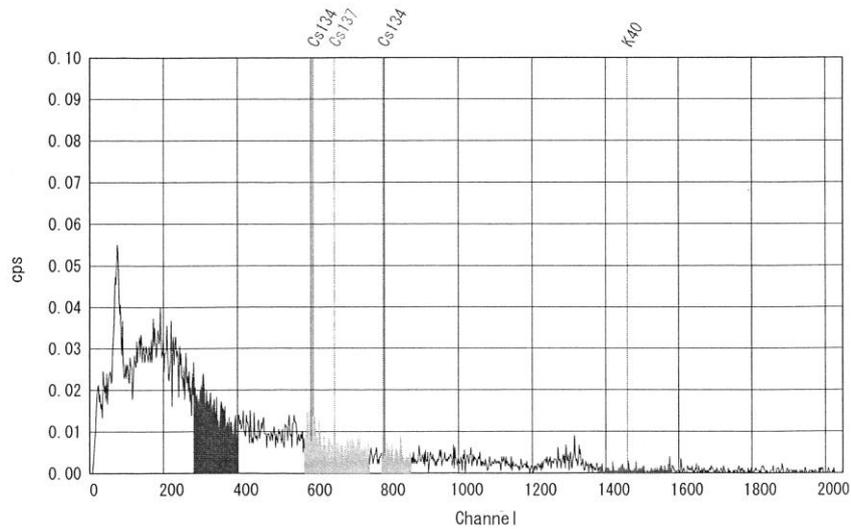
バックグラウンド測定日 : 2013/11/22 17:27:

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	0.01	N. D.	N. D.	4.98
Cs137	662	0.05	N. D.	N. D.	5.27
K40	1461	N. D.	N. D.	N. D.	59.75

Cs134+Cs137 N. D.



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。

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。

アンケート

・今回このような授業を受けられてとても役に立ったと思う。かなり難しく、理解には苦しんだが、とても重要だと思った。

・大変役に立つ内容であり、実践的な部分や、いつもわからなかった部分をわかりやすく教えていただきとても助かりました。

校正

授 業 日 誌

平成 25年 2月 5日 (水)		担当者名
		吉澤
時 限	科目名	授業内容
1	放射線測定機器の校正	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線測定機器の校正数の現状： 公益財団法人放射線計測協会から報告されている資料にて説明
2	放射線測定機器の校正	<ul style="list-style-type: none"> ・日本における校正の体系について： 独立行政法人産業技術総合研究所から報告されている資料にて説明 ・その他の規格について JIS規格について説明 (76 放射線計測)
3	放射線測定機器の校正	<ul style="list-style-type: none"> ・校正用の標準線量計と電離箱の使い方と注意点の説明
4	放射線測定機器の校正	<ul style="list-style-type: none"> ・計測の流れの説明し測定
5	-	<p>教育用に購入した線源だと弱すぎることが判明した。当初は検査室を管理区域申請して、強い線源を購入する予定であったが時間的に間に合わないことから申請を行わなかった。</p>
6		
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		<p>結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・校正の流れは理解できた。 ・実際の作業についてもイメージはできた。 ・標準線量計の使い方を習得した。 <p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強い校正線源にて、校正作業ができるようにする。

IV アンケート

放射線測定技術者に関する人材アンケート

■68社に郵送

しめきり 2月18日（火）回答 34件（回答率 50%）

■目的

放射線測定技術者に必要な知識・技術・能力・資格検定について、放射線測定業務に関連した法人等に問うことで、本校の放射線工学科の教育課程の検証ならびに必要な性を確認すること。

Q1. 連絡先情報

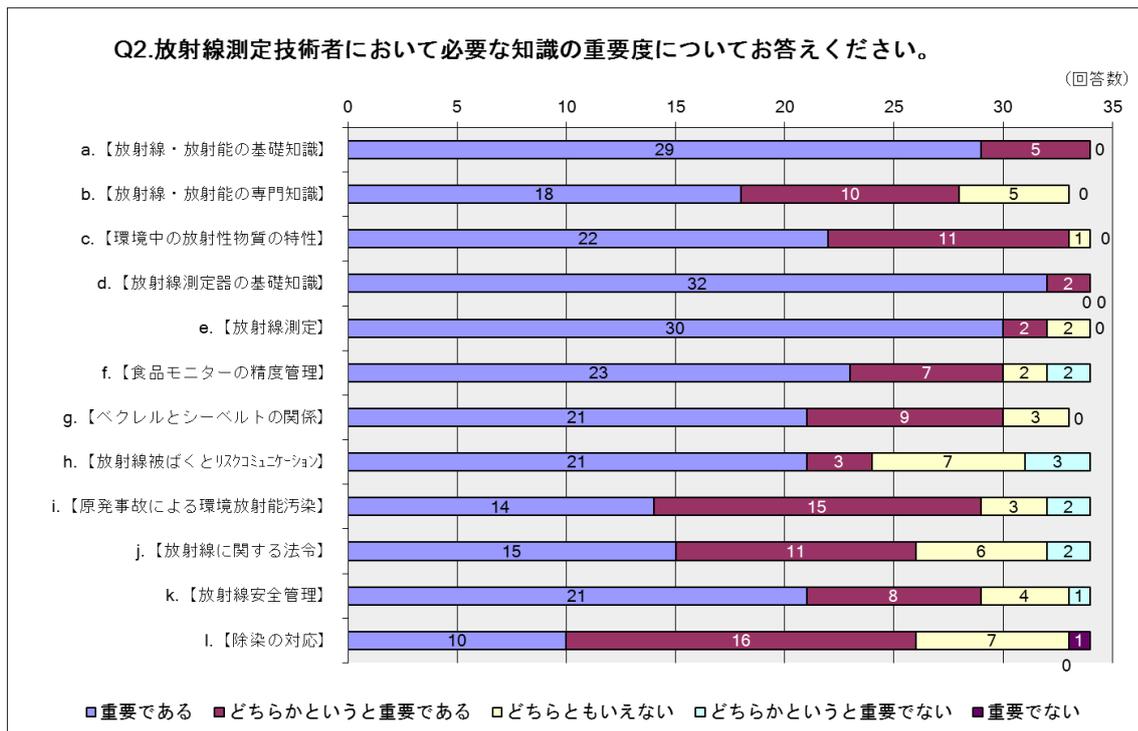
Q1.連絡先情報をご記入ください。		
回答選択肢	回答率	回答数
名前:	100.0%	34
会社名:	100.0%	34
部署名:	64.7%	22
役職名:	73.5%	25
市区町村名:	100.0%	34
都道府県:	100.0%	34
電子メールアドレス:	100.0%	34
電話番号:	97.1%	33
回答された質問		34
スキップされた質問		0

Q2. 放射線測定技術者において必要な知識の重要度

Q2.放射線測定技術者において必要な知識の重要度についてお答えください。						
回答選択肢	重要でない	どちらかという と重要でない	どちらとも いえない	どちらかという と重要である	重要である	回答数
a.【放射線・放射能の基礎知識】	0	0	0	5	29	34
b.【放射線・放射能の専門知識】	0	0	5	10	18	33
c.【環境中の放射性物質の特性】	0	0	1	11	22	34
d.【放射線測定器の基礎知識】	0	0	0	2	32	34
e.【放射線測定】	0	0	2	2	30	34
f.【食品モニターの精度管理】	0	2	2	7	23	34
g.【ベクレルとシーベルトの関係】	0	0	3	9	21	33
h.【放射線被ばくとリスクコミュニケーション】	0	3	7	3	21	34
i.【原発事故による環境放射能汚染】	0	2	3	15	14	34
j.【放射線に関する法令】	0	2	6	11	15	34
k.【放射線安全管理】	0	1	4	8	21	34
l.【除染の対応】	1	0	7	16	10	34
その他 上記以外にありましたらご記入ください						3
回答された質問					34	
スキップされた質問					0	

その他：企業コンプライアンス、安全衛生管理体制

IVアンケート



a. 【放射線・放射能の基礎知識】

b. 【放射線・放射能の専門知識】：放射線生物、放射線化学、放射線物理

c. 【環境中の放射性物質の特性】：放射性ヨウ素、放射性元素の特性

d. 【放射線測定器の基礎知識】：種類と原理、バックグラウンド、統計変動、検出限界、計数効率

e. 【放射線測定】： γ 線スペクトル測定、空間線量率測定、 β 線測定、個人線量計

f. 【食品モニターの精度管理】：基準値、スクリーニング、検出下限値、精度管理

g. 【ベクレルとシーベルトの関係】：外部被ばく、等価線量、実効線量、内部被ばく、換算係数

h. 【放射線被ばくとリスクコミュニケーション】：人体影響、発がんリスク、甲状腺、リスクの考え方

i. 【原発事故による環境放射能汚染】：汚染の状況と特徴

j. 【放射線に関する法令】：放射線障害防止法、原子炉等規制法、医療法、薬事法

k. 【放射線安全管理】：放射線防護、異常時の措置と対策、汚染の除去と廃棄物の処理、校正、遮蔽計算と線源強度、手続きと申請書

l. 【除染の対応】：除染の方法と手順、汚染レベルの測定、除染効果の測定と評価、除染計画と自治体対応

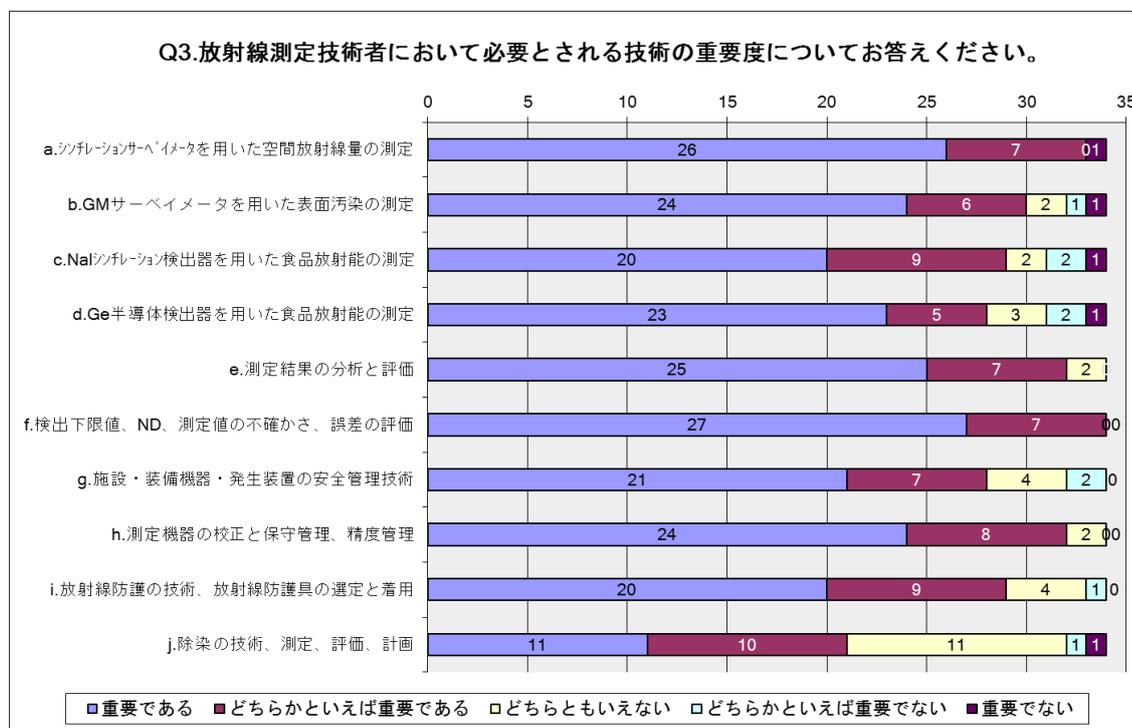
IVアンケート

Q3. 放射線測定技術者において必要とされる技術の重要度

Q3.放射線測定技術者において必要とされる技術の重要度についてお答えください。

回答選択肢	重要でない	どちらかという と重要でない	どちらとも いえない	どちらかという と重要である	重要である	回答数
a.シンチレーションサーベイメータを用いた空間放射線量の測定	1	0	0	7	26	34
b.GMサーベイメータを用いた表面汚染の測定	1	1	2	6	24	34
c.NaIシンチレーション検出器を用いた食品放射能の測定	1	2	2	9	20	34
d.Ge半導体検出器を用いた食品放射能の測定	1	2	3	5	23	34
e.測定結果の分析と評価	0	0	2	7	25	34
f.検出下限値、ND、測定値の不確かさ、誤差の評価	0	0	0	7	27	34
g.施設・装備機器・発生装置の安全管理技術	0	2	4	7	21	34
h.測定機器の校正と保守管理、精度管理	0	0	2	8	24	34
i.放射線防護の技術、放射線防護具の選定と着用	0	1	4	9	20	34
j.除染の技術、測定、評価、計画	1	1	11	10	11	34
その他 上記以外にありましたらご記入ください						1
回答された質問						34
スキップされた質問						0

その他：測定試料調製



IVアンケート

Q4. 放射線測定技術者において必要とされる能力の重要度

Q4.放射線測定技術者において必要とされる能力の重要度についてお答えください。

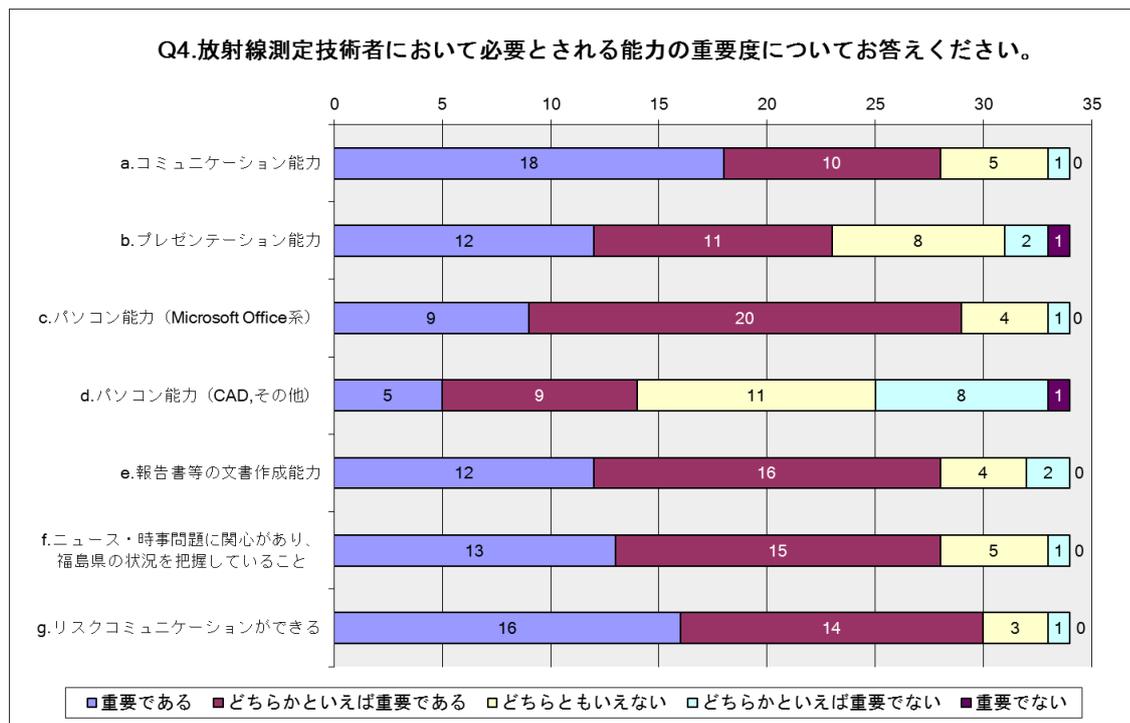
回答選択肢	重要でない	どちらかという と重要でない	どちらともい えない	どちらかという と重要である	重要である	回答数
a.コミュニケーション能力	0	1	5	10	18	34
b.プレゼンテーション能力	1	2	8	11	12	34
c.パソコン能力（Microsoft Office系）	0	1	4	20	9	34
d.パソコン能力（CAD,その他）	1	8	11	9	5	34
e.報告書等の文書作成能力	0	2	4	16	12	34
f.ニュース・時事問題に関心があり、 福島県の状況を把握していること	0	1	5	15	13	34
g.リスクコミュニケーションができる	0	1	3	14	16	34
その他 上記以外にありましたら記入ください						3
					回答された質問	34
					スキップされた質問	0

その他： 分析用ソフト等の知識

除染作業を行う事業者を除染後の線量の悪い場合に指摘する能力。

※測定器の数値を読むだけならだれでもできる。

放射線測定に関する論文、データ公開、データ探索等に興味を持つこと

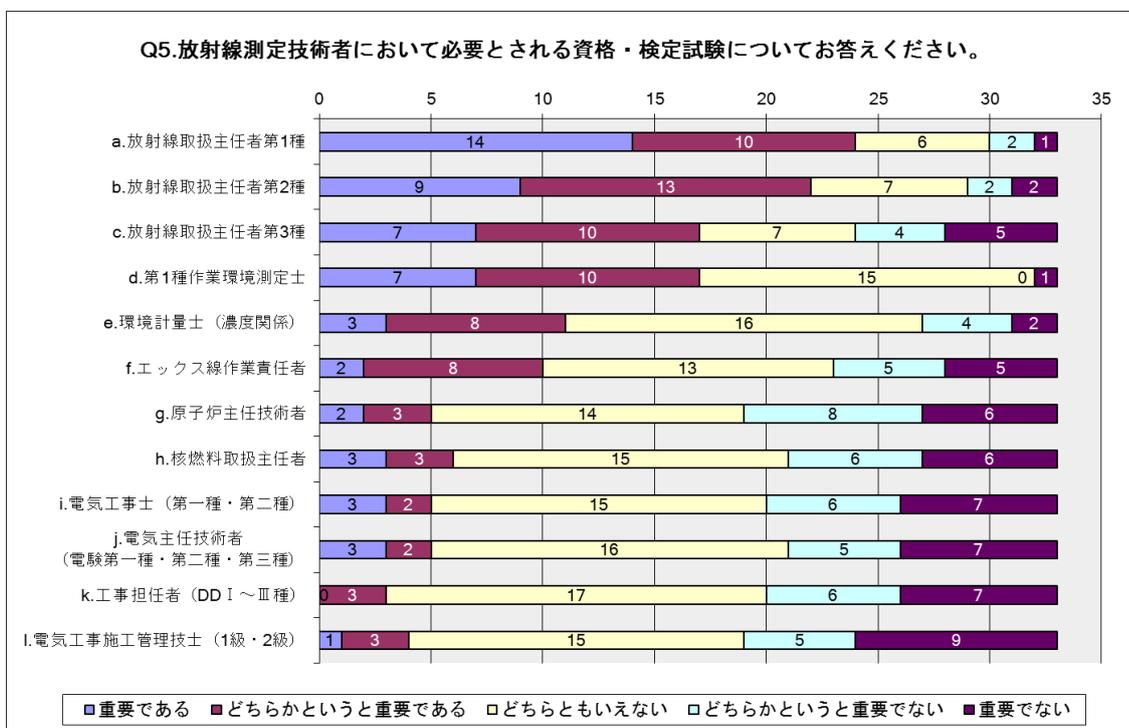


IVアンケート

Q5. 放射線測定技術者において必要とされる資格・検定試験について

Q5.放射線測定技術者において必要とされる資格・検定試験についてお答えください。

回答選択肢	重要でない	どちらかという と重要でない	どちらともい えない	どちらかという と重要である	重要である	回答数
a.放射線取扱主任者第1種	1	2	6	10	14	33
b.放射線取扱主任者第2種	2	2	7	13	9	33
c.放射線取扱主任者第3種	5	4	7	10	7	33
d.第1種作業環境測定士	1	0	15	10	7	33
e.環境計量士（濃度関係）	2	4	16	8	3	33
f.エックス線作業責任者	5	5	13	8	2	33
g.原子炉主任技術者	6	8	14	3	2	33
h.核燃料取扱主任者	6	6	15	3	3	33
i.電気工事士（第一種・第二種）	7	6	15	2	3	33
j.電気主任技術者 （電験第一種・第二種・第三種）	7	5	16	2	3	33
k.工事担任者（DDⅠ～Ⅲ種）	7	6	17	3	0	33
l.電気工事施工管理技士（1級・2級）	9	5	15	3	1	33
その他 上記以外にありましたらご記入ください						0
回答された質問						33
スキップされた質問						1



V 視 察

放射線医学総合研究所 視察報告書

1. 訪問先：放射線医学総合研究所（千葉市稲毛区）
2. 日 程：平成 26 年 1 月 30 日（木）
3. 参加者：放射線工学科学生 10 名、吉澤、村山
4. 概 要：

■名称：独立行政法人 放射線医学総合研究所

■目的：

放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、放射線医学に関する科学技術の水準の向上を図る。

■設立：

1957 年（昭和 32 年）7 月：国立研究所として設立

2001 年（平成 13 年）4 月：独立行政法人 放射線医学総合研究所 発足

所在地：〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4 丁目 9 番 1 号

■主要事業

- ・放射線の人体への影響に関する研究開発
- ・放射線による人体への障害の予防、診断および治療に関する研究開発
- ・放射線の医学的利用に関する研究開発
- ・成果の普及および活用促進
- ・施設・設備の共用
- ・研究者・技術者の養成および資質の向上

年間予算額：約 129 億円（平成 25 年度予算）

職員数：約 800 名（2013 年 4 月現在。常勤および非常勤職員の合計）

【緊急被ばく医療における放医研の役割】

放医研は、三次被ばく医療の中心的機関として、高度専門的な除染及び治療を実施するとともに、全国の地域被ばく医療機関群に対し必要な支援及び助言を行う役割を担っています。具体的には、

- 1) 緊急被ばく医療派遣チームを現地緊急時医療本部へ派遣する。
- 2) より専門的な診断・治療が必要とされる被ばく者を受け入れる。
- 3) 外部専門機関とネットワークを構築し、情報交換、研究協力、人的交流を行う。
- 4) 平常時から緊急被ばく医療体制の充実を図る。
- 5) 緊急被ばく医療に関する技術開発・研究を推進する。

【研究組織】

VI教育プログラム

放医研は、重粒子線を用いたがん治療研究や、生体における分子レベルの異常を画像化する分子イメージング研究を中心とした「放射線の医学的利用のための研究」と、万が一に備える「放射線安全・緊急被ばく医療研究」を2つの柱として様々な研究を遂行しています。

また研究開発を推進するために、以下5つのセンターを組織しています。

1. 重粒子医科学センター 人に優しいがん治療の期待を担って
2. 分子イメージング研究センター 分子で読み解く生命の姿
3. 放射線防護研究センター 放射線の人と環境への影響
4. 緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療の中核として
5. 研究基盤センター 放医研の幅広い研究を支える
- 6.

5. 視察詳細

(1)分子イメージング研究センター

分子イメージングとは、生体内で起こる様々な生命現象を外部から分子レベルで捉えて画像化することであり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野です。

放医研では長年にわたり PET や MRI などの画像診断機器を用いた画像医学研究に取り組んできましたが、世界的な分子イメージング研究の勃興を踏まえ、分子イメージング研究センターを創設しました。

当センターでは、腫瘍や精神疾患に関する基礎研究や臨床研究のほか、分子プローブの開発や放射薬剤製造技術開発、PET 開発や MRI の計測技術開発など、分子イメージングの基礎研究から疾患診断の臨床研究まで幅広い研究を行っています。

これらの研究を支える施設、設備、研究支援体制を強化し、世界屈指の分子イメージング研究拠点として、多様な研究を展開する体制を整えています。

【分子イメージングとは】

最近 PET(ポジトロン放出断層撮影法)を使ったガン検診が話題になっています。あるお薬を体に注射して、丸い大きな器械の中でじっとしているだけで、体のどこにガンがあるのかが写真のような画像として見る事ができます。では、なぜ体の中にあるガンが外から発見できるのでしょうか。この魔法のような技術を解くキーワードが『分子イメージング』です。

生き物のからだはタンパク質、脂質、DNA などのいろいろな「分子」からできあがっています。これらの分子は必要な場所に必要だけ存在し、お互いに関係あってハーモニーを保っています。この分子が増えすぎたり、無くなったり、あるいは形が変わる事が病気を引き起こし、ハーモニーが完全に崩れてしまえば生き物はその活動を停止します。つまり、分子のハーモニーそのものが「生きる」ことなのです。ガンは恐い病気ですが、それも生命現象のひとつで、分子ハーモニーのアンバランスが原因と言えるでしょう。

20世紀に台頭し発展したのが分子生物学という学問です。分子生物学では、生き物を分解し、試験管の中

VI教育プログラム

に取り出して、生き物を構成している分子を次々と見つけ出しました。言うなれば分子のカタログを作る研究で、大きな成果をあげましたが、その分子が生き物の中でどのように活動しているのかは、試験管の中ではよくわかりません。分子の本当の姿を知るには、生き物が生きている状態で直接観察するのが最も良い方法です。このように、生き物を構成している様々な分子の活動を生きたまま観察する、それが分子イメージングなのです。分子イメージング研究によって、生命現象を分子の動きからダイナミックに観察することができ、生命活動の解明が大きく進みます。また、分子イメージング研究は医学分野での応用が大きく期待されており、病気の原因解明、病気の早期診断、個別化医療や膨大な時間と費用のかかる薬の開発などにも貢献します。体の中にあるガンが発見できるのは、PET を使ってガンに特徴的な分子の動きを画像化しているからなのです。

研究をサポートする施設と設備

世界最高の PET 基盤技術
開かれた研究支援体制
研究の発展と国民医療の向上

- ・ RI 利用、安全管理体制の構築
- ・ 日本人データ解析
- ・ 人材育成
- ・ 臨床体制
- ・ 多様な分野の共同研究

臨床用 PET
臨床用 PET/CT

中型動物用 PET

小動物用 PET

臨床用 3T-MRI

放医研オリジナル
動物用 7T-MRI

放医研オリジナル
自動合成装置

実験動物施設

GMP 指向
ホットラボ

大型サイクロトロン

小型サイクロトロン

(2) 重粒子医科学センター

がんは単に治りさえすれば良いというものではなく、患者さんの社会復帰を十分に考えた、臓器や体の形を可能な限り損ねない治療が望まれています。重粒子線による最先端の放射線治療は、患者さんの身体的負担の少ない、人に優しい治療法として大きな期待を担っています。特に難治性のがんに対して高い治療効果が認められ、厚生労働省によって先進医療に承認されました。この分野を主導する研究機関として重粒子医科学センターでは、治療法のさらなる高度化と全国的な普及を目指した研究開発に取り組んでいます。

新しいがん治療時代の到来を告げる 重粒子加速器。HIMAC

(Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba)

■アルパライナック
アルパライナックは、直径2.2m、長さ約54mの筒型加速器です。6MeV/粒子(光速の約11%)まで加速します。

■RFQライナック
RFQライナックは、直径0.6m、長さ約7.3mの筒型加速器です。800keV/粒子(光速の約4%)まで加速します。

■PIG型イオン源
イオン源開発試験装置の成果を基に、治療に必要なビーム強度と安定した長寿命のイオン源を設計しました。このイオン源で、炭素、酸素、ネオン等は治療に必要な強度を確保できます。

■ECR型イオン源
PIG型に比べ、さらに長寿命で比較的安い元素の多量イオン生成に優れています。

■主加速器直向電磁石
重粒子をシンクロトロンへの射撃軌道に保つために励磁させるための電磁石で、加速エネルギーに応じて励磁電圧を変化させる交流電圧で動作します。

■高周波加速空洞
シンクロトロンでは、高周波電場の高周波電場で粒子を加速します。この高周波電場のエネルギーを伝達する装置は、この加速空洞で、少しずつ加速され数十万回転する間に最高エネルギーは200MeV/粒子(光速の約84%)になります。

■治療室
ビームを効率的に利用するために3つの治療室があり、垂直ビーム、水平ビーム射撃によって治療ができます。特に治療室では、水平、垂直両方のビームで同時に照射できるのが特徴です。

■フラー電磁石
垂直に交わる2つの交流電磁石と整流体を用いて加速器から取り出されたビームを広く、治療室へのビーム照射を可能にします。

■多葉コリメータ
ビームの照射野を、治療室の断面積に合わせて合わせることが出来ます。

HIMACで加速できる重粒子の種類
ヘリウム (He)
炭素 (C)
酸素 (O)
ネオン (Ne)
シリコン (Si)
アルゴン (Ar)
など

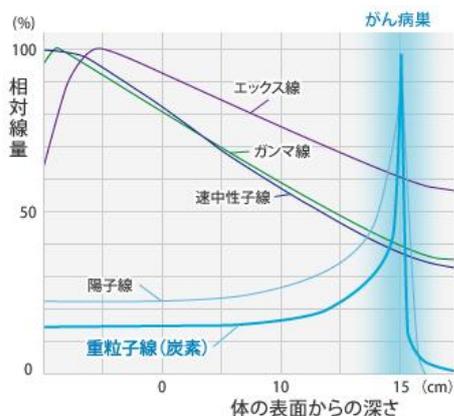
種	長さ	エネルギー
イオン源: PIG型、ECR型イオン源		MeV/粒子
RFQライナック	直径約 0.6m、長さ約 7.3m	800keV/粒子
アルパライナック	直径約 2.2m、長さ約 54m	60MeV/粒子
主加速器: シンクロトロン (2リング)	リング直径約42.0m、両向き 1.3km	800MeV/粒子

【放医研の実績をもとに開発された最先端の放射線がん治療装置】

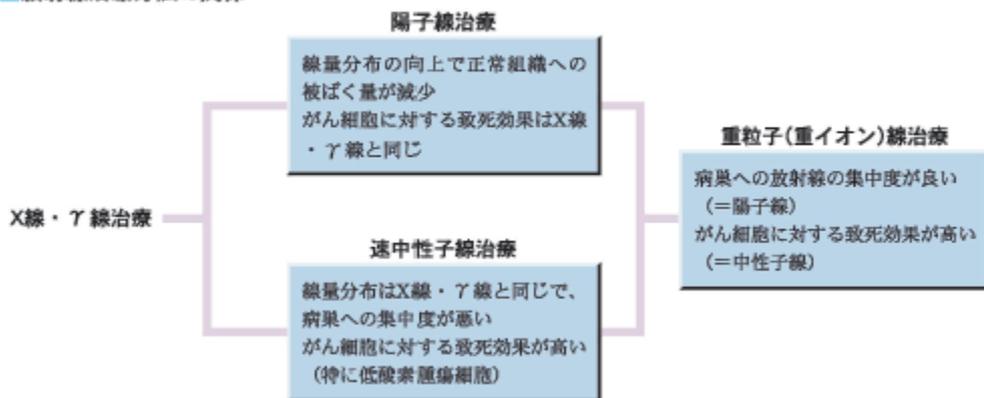
放射線医学総合研究所（放医研）がエックス線やガンマ線によるがん治療を始めたのは、1961（昭和36）年に遡ります。以降40数年、その実績は国内のみならず海外でも高く評価されています。特に、サイクロトロンを用いて1975（昭和50）年から開始した速中性子線治療や、1979（昭和54）年から開始した陽子線治療は、従来の放射線（エックス線、ガンマ線）治療ではなかなか効果のあがらなかった一部のがんに対して優れた治療効果を見ることができました。

しかし、速中性子線や陽子線を用いても治療の困難ながんについては、速中性子線の持つ高い生物効果と、陽子線と同様のシャープな患部集中特性を併せ持った、新たな粒子線による治療を開発することが重要な課題となっていました。

そこで放医研では、これまでの研究成果を生かして重粒子線の医学利用を推進することとし、そのために必要な世界初の医療用重粒子加速装置（HIMAC）を建設しました。重粒子線がん治療は、1994（平成6）年の治療開始以来優れた実績を重ね、2003（平成15）年10月には、厚生労働省によって高度先進医療（現在は先進医療）に承認されました。現在、治療法の国際的な普及とさらなる高度化を目指し、取り組んでいます。

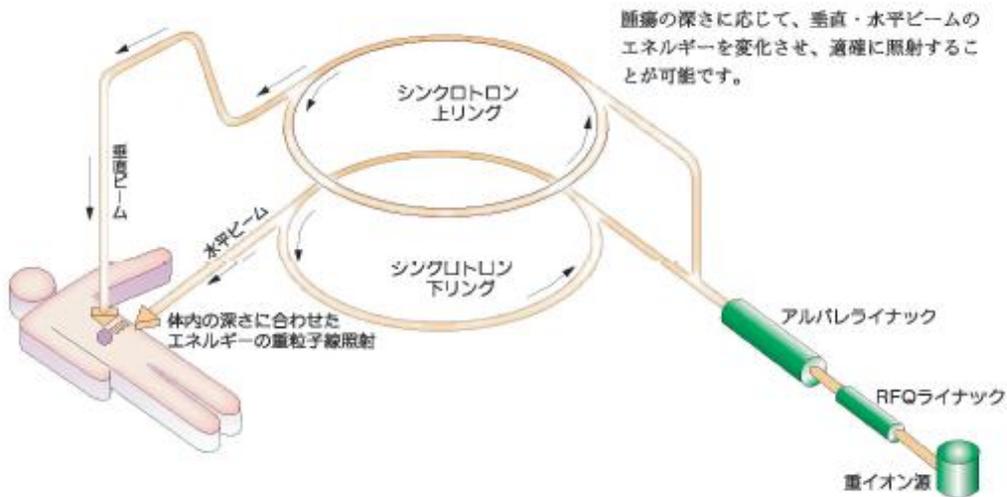


■放射線治療方法の関係



2重リング方式による水平・垂直照射が可能

—正常組織の損傷をより少なくしかも適確にがんをやっつける—



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	現在の福島状況、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	現在の福島状況、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
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

科目名	放射性生物 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる生物の基礎を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	放射線生物学-1	歴史	
	3	放射線生物学-2	細胞、分裂	
	4	放射線生物学-3	遺伝子とDNA	
	5	放射線生物学-4	がん	
	6	放射線作用の過程-1	放射線の種類と作用の違い	
	7	放射線作用の過程-2	相互作用(荷電粒子)	
	8	放射線作用の過程-3	相互作用(電磁波(光子))	
	9	放射線作用の過程-4	相互作用(中性子)	
	10	放射線作用の過程-5	水との作用、電離、励起、ラジカル	
	11	放射線作用の過程-6	水との作用、 α 値、フリッケ	
	12	直接間接作用-1	直接、間接作用	
	13	直接間接作用-2	修飾因子	
	14	防護剤と増感剤	防護効果、酸素効、増感剤	
	15	線量	フルエンス、照射線量と電離箱	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	線量-1	空気カーマ、吸収線量	
	19	線量-2	等価線量と実効線量	
	20	線量-3	ケース別計算	
	21	線量-4	発表	
	22	LET、RBE-1	概念	
	23	LET、RBE-2	高LET、低LET	
	24	LET、RBE-3	OER	
	25	LET、RBE-4	RBE	
	26	放射線による細胞への作用-1	標的理論	
	27	放射線による細胞への作用-2	ヒット理論	
	28	放射線による細胞への作用-3	生存率曲線	
	29	放射線による細胞への作用-4	演習、話し合い	
	30	放射線による細胞への作用-5	SLD回復、PLD回復	
	31	放射線による細胞への作用-6	修飾因子、物理的因子	
	32	放射線による細胞への作用-7	修飾因子、科学的、生物学的因子	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	放射線化学 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる化学の基礎と応用を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	原子-1	原子と元素	
	3	原子-2	同位体	
	4	原子-3	原子数、物質量	
	5	原子-4	ケース別計算	
	6	原子-5	発表	
	7	放射性壊変-1	アルファ壊変	
	8	放射性壊変-2	ベータ壊変	
	9	放射性壊変-3	ガンマ線放出、核異性体転移	
	10	放射性壊変-4	自発核分裂	
	11	放射性壊変-5	壊変図	
	12	放射性壊変-6	半減期	
	13	放射性壊変-7	ケース別計算	
	14	放射性壊変-8	放射能と質量	
	15	放射性壊変-9	ケース別計算	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	天然・人工放射性核種-1	天然放射性核種、人工放射性核種	
	19	天然・人工放射性核種-2	核分裂、核破砕反応	
	20	天然・人工放射性核種-3	生成放射能	
	21	天然・人工放射性核種-4	ケース別計算	
	22	放射性核種の化学特性-1	ホットアトム	
	23	放射性核種の化学特性-2	同位体交換反応	
	24	放射性核種の化学特性-3	同位体効果	
	25	放射性核種の化学特性-4	ラジオクロイド	
	26	放射性核種の化学特性-5	オートラジオグラフィ	
	27	放射性核種の分離法-1	収量、担体	
	28	放射性核種の分離法-2	共沈法	
	29	放射性核種の分離法-3	溶媒抽出法	
	30	放射性核種の分離法-4	イオン交換法	
	31	放射性核種の分離法-5	クロマトグラフィ	
	32	放射性核種の分離法-6	電気泳動法、蒸留法	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	放射線物理 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる物理の基礎と応用を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	放射線の歴史と種類-1	歴史	
	3	放射線の歴史と種類-2	放射線の種類とイメージ	
	4	放射線の基本的性質-1	電磁波の性質	
	5	放射線の基本的性質-2	荷電粒子、電子線、中性子線	
	6	放射線の質量とエネルギー-1	原子質量単位	
	7	放射線の質量とエネルギー-2	質量とエネルギー、アインシュタイン	
	8	放射線の質量とエネルギー-3	質量とエネルギー、ケース別計算	
	9	放射線の質量とエネルギー-4	報告	
	10	放射線の質量とエネルギー-5	波動性とエネルギー、ド・ブローイ	
	11	放射線の質量とエネルギー-6	ケース別計算	
	12	放射線の質量とエネルギー-7	報告	
	13	原子の構造-1	原子模型、構造	
	14	原子の構造-2	エネルギー準位、パウリの原理	
	15	原子の構造-3	元素の周期律、電離と励起	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	原子核の構造-4	歴史	
	19	原子核の構造-5	構成と同位体	
	20	原子核の構造-6	原子質量単位	
	21	原子核の構造-7	質量欠損とエネルギー	
	22	原子核の構造-8	素粒子	
	23	原子核の壊変-1	壊変の法則、系列核種	
	24	原子核の壊変-2	放射能、比放射能	
	25	原子核の壊変-3	放射平衡	
	26	原子核の壊変-4	アルファ壊変、Q値	
	27	原子核の壊変-5	ベータ壊変、Q値	
	28	原子核の壊変-6	ガンマ放射、内部転換	
	29	原子核の壊変-7	壊変図	
	30	原子核の壊変-8	自発核分裂	
	31	核反応と核分裂、核融合-1	核反応表記法、断面積、種類	
	32	核反応と核分裂、核融合-2	核分裂の歴史、生成物、核融合	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	測定技術 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	測定機器を使いながら、学科で学んだ内容を実践し、使用方法や特徴、注意点などの技術を身に付ける。			
評価方法	報告、試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション-1	利用の実際、目的の徹底	
	2	オリエンテーション-2	測定の範囲、問題点、注意事項	
	3	検出器の原理と種類	検出器の特徴(主要なもの)	
	4	電離箱-1	学科 原理と利用例	
	5	電離箱-2	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	6	電離箱-3	実習 測定、データまとめ	
	7	電離箱-4	実習 報告と検証	
	8	比例係数管-1	学科 原理と利用例	
	9	比例係数管-2	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	10	比例係数管-3	実習 測定、データまとめ	
	11	比例係数管-4	実習 報告と検証	
	12	GM計数管-1	学科 原理と利用例	
	13	GM計数管-2	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	14	GM計数管-3	実習 測定、データまとめ	
	15	GM計数管-4	実習 報告と検証	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	シンチレーション検出器-1	学科 NaIシンチレーション 原理と利用例	
	19	シンチレーション検出器-2	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	20	シンチレーション検出器-3	実習 測定、データまとめ	
	21	シンチレーション検出器-4	実習 報告と検証	
	22	シンチレーション検出器-5	学科 固体、液体シンチレーション	
	23	半導体検出器-1	学科 原理と利用例	
	24	半導体検出器-2	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	25	半導体検出器-3	実習 測定、データまとめ	
	26	半導体検出器-4	実習 報告と検証	
	27	半導体検出器-5	学科 Ge半導体検出器の原理と利用例	
	28	半導体検出器-6	実習 測定器の説明、使用方法、注意点	
	29	半導体検出器-7	実習 測定、データまとめ	
	30	半導体検出器-8	実習 報告と検証	
	31	中性子の検出器	中性子の検出器 概論	
	32	その他の検出器	その他の検出器 概論	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験酷評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	測定実習 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	6単位		週時間数	6時間
使用教材				
学習目標	測定サンプルの処理の方法と注意点を学び、報告までの技術を身に付ける。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	現場調査	測定手順、現場の状況	
	2	測定手順	防護のための準備と必要性(空間線量測定)(表面汚染測定)	
	3	測定器の使い方-1	GM計数管、レポート	
	4	測定器の使い方-2	報告、検証	
	5	測定器の使い方-3	NaIシンチレーション検出器、空間線量計、レポート	
	6	測定器の使い方-4	報告、検証	
	7	測定器の使い方-5	個人線量計、レポート	
	8	測定器の使い方-6	報告、検証	
	9	測定-1	報告書の確認、準備	
	10	測定-2	施設の測定	
	11	測定-3	報告書のまとめ	
	12	測定-4	報告書の説明、検証	
	13	測定-5	施設の測定	
	14	測定-6	報告書のまとめ	
	15	測定-7	報告書の説明、検証	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	現場調査	測定手順、現場の状況	
	19	測定手順	防護のための準備と必要性(食品測定)	
	20	測定器の使い方-1	シンチレーションスペクトロメータ、レポート	
	21	測定器の使い方-2	報告、検証	
	22	測定器の使い方-3	Ge半導体検出器、レポート	
	23	測定器の使い方-4	報告、検証	
	24	測定-1	報告書の確認、準備	
	25	測定-2	食品の測定	
	26	測定-3	報告書のまとめ	
	27	測定-4	報告書の説明、検証	
	28	測定-5	土壌の測定	
	29	測定-6	報告書まとめ	
	30	測定-7	報告書の説明、検証	
	31	サンプリング実習-1	注意点と検証	
	32	サンプリング実習-2	注意点と検証	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	放射線生物Ⅱ		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる生物の基礎を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	突然変異と染色体異常-1	DNA損傷	
	3	突然変異と染色体異常-2	DNA修復	
	4	突然変異と染色体異常-3	突然変異	
	5	突然変異と染色体異常-4	染色体異常	
	6	突然変異と染色体異常-5	アポトーシス、適応応答	
	7	放射線による組織影響-1	放射線感受性(ベルゴニー・トリボンデー)	
	8	放射線による組織影響-2	放射線感受性(皮膚、小腸、大腸)	
	9	放射線による組織影響-3	放射線感受性(骨髄、リンパ球)	
	10	放射線による組織影響-4	放射線感受性(影響因子)	
	11	放射線による組織影響-5	組織の放射線障害(眼、精巣、卵巣)	
	12	放射線による組織影響-6	組織の放射線障害(唾液腺、心臓)	
	13	放射線による個体影響-1	生存率曲線	
	14	放射線による個体影響-2	中枢神経死、消化管死、骨髄死	
	15	放射線による個体影響-3	修飾因子と事故例	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
	18	放射線による個体影響-4	身体的影響、急性障害	
	19	放射線による個体影響-5	急性障害	
	20	放射線による個体影響-6	胎児への影響	
	21	放射線による個体影響-7	晩発性障害	
	22	放射線による個体影響-8	発がん	
	23	放射線による個体影響-9	発がん	
	24	放射線による個体影響-10	内部被ばく	
	25	放射線治療-1	腫瘍	
	26	放射線治療-2	照射効果	
	27	放射線治療-3	治療における防護	
	28	放射線治療-4	修飾因子	
	29	放射線障害の防護-1	ICRP勧告	
	30	放射線障害の防護-2	障害防止法	
	31	放射線障害の防護-3	防護の基本原則	
	32	放射線障害の防護-4	防護に関する法令	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	放射線化学Ⅱ		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる化学の応用を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	標識化合物の合成法-1	標識化合物	
	3	標識化合物の合成法-2	純度	
	4	標識化合物の合成法-3	ケース別計算	
	5	標識化合物の合成法-4	発表	
	6	標識化合物の合成法-5	化学的合成法	
	7	標識化合物の合成法-6	生合成法	
	8	標識化合物の合成法-7	同位体変換法	
	9	標識化合物の合成法-8	反跳合成法	
	10	標識化合物の合成法-9	標識化合物の分解、保存法	
	11	放射性同位体の分析法-1	放射分析法の原理	
	12	放射性同位体の分析法-2	直接希釈分析法	
	13	放射性同位体の分析法-3	逆希釈法	
	14	放射性同位体の分析法-4	二重希釈分析法	
	15	放射性同位体の分析法-5	不足当量法	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	放射性同位体の分析法-6	放射化分析法	
	19	放射性同位体の分析法-7	ケース別計算	
	20	核医学への応用-1	アクチバブルトレーサー法、PIXE法	
	21	核医学への応用-2	インビボ、インビトロ検査	
	22	核医学への応用-3	内用療法	
	23	核医学への応用-4	放射性医薬品	
	24	核医学への応用-5	放射性医薬品	
	25	核医学への応用-6	放射性医薬品	
	26	核医学への応用-7	ジェネレータ	
	27	核医学への応用-8	実際の利用例	
	28	核医学への応用-9	PET	
	29	核医学への応用-10	PET	
	30	核医学への応用-11	分子イメージング	
	31	核医学への応用-12	分子イメージング	
	32	核医学への応用-13	分子イメージング	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	放射線物理Ⅱ		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射線に関わる物理の基礎と応用を習得する。			
評価方法	試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	電磁光子放射線と物質の相互作用-1	光子と物質の相互作用のイメージ減弱	
	2	電磁光子放射線と物質の相互作用-2	半価層、ビルドアップ	
	3	電磁光子放射線と物質の相互作用-3	光電効果	
	4	電磁光子放射線と物質の相互作用-4	コンプトン散乱	
	5	電磁光子放射線と物質の相互作用-5	電子対生成	
	6	電磁光子放射線と物質の相互作用-6	その他の弾性散乱	
	7	電磁光子放射線と物質の相互作用-7	物質のエネルギー付与	
	8	電磁光子放射線と物質の相互作用-8	ケース別計算	
	9	電磁光子放射線と物質の相互作用-9	報告	
	10	電磁線と物質の相互作用-1	電子線と物質の相互作用のイメージ	
	11	電磁線と物質の相互作用-2	弾性散乱、非弾性散乱	
	12	電磁線と物質の相互作用-3	制動放射、電子対消滅	
	13	電磁線と物質の相互作用-4	エネルギー損失と阻止能	
	14	電磁線と物質の相互作用-5	ケース別計算	
	15	電磁線と物質の相互作用-6	報告	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	電磁線と物質の相互作用-7	LET、W値	
	19	電磁線と物質の相互作用-8	飛程、後方散乱	
	20	電磁線と物質の相互作用-9	ケース別計算	
	21	電磁線と物質の相互作用-10	発表	
	22	重荷電粒子線と物質の相互作用-1	重荷電粒子と物質の相互作用のイメージ	
	23	重荷電粒子線と物質の相互作用-2	阻止能	
	24	重荷電粒子線と物質の相互作用-3	ケース別計算	
	25	重荷電粒子線と物質の相互作用-4	発表	
	26	重荷電粒子線と物質の相互作用-5	飛程、ブラッグ曲線	
	27	中性子線と物質の相互作用-1	中性子と物質の相互作用のイメージ	
	28	中性子線と物質の相互作用-2	中性子の分類	
	29	中性子線と物質の相互作用-3	弾性、非弾性吸収	
	30	中性子線と物質の相互作用-4	エネルギー損失	
	31	中性子線と物質の相互作用-5	中性子の減弱と二次的な放射線の放出	
	32	中性子線と物質の相互作用-6	中性子源	
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	安全管理 I		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	放射性物質の取扱いに関わる管理の方法を学ぶ。			
評価方法	報告			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	目的の徹底	
	2	防護の体系-1	ICRP	
	3	防護の体系-2	防護の目的、勧告	
	4	放射線源-1	密封放射線源	
	5	放射線源-2	非密封放射線源	
	6	放射線源-3	放射線発生装置	
	7	放射線の防護-1	基本概念	
	8	放射線の防護-2	生物学的影響、しきい値	
	9	放射線の防護-3	職業被ばくと公衆被ばく	
	10	放射線の防護-4	外部被ばくの防護	
	11	放射線の防護-5	内部被ばくの防護	
	12	放射線施設の管理-1	体系	
	13	放射線施設の管理-2	管理区域	
	14	放射線施設の管理-3	モニタリング	
	15	放射線施設の管理-4	空間放射線量の測定	
	16	放射線施設の管理-5	ケース別演習	
	17	放射線施設の管理-6	報告	
後期	18	オリエンテーション	目的の徹底	
	19	放射線施設の管理-7	表面汚染の測定	
	20	放射線施設の管理-8	ケース別演習	
	21	放射線施設の管理-9	報告と検証	
	22	放射線施設の管理-10	排水中の放射線量の測定	
	23	放射線施設の管理-11	ケース別演習	
	24	放射線施設の管理-12	報告と検証	
	25	個人の管理-1	外部被ばく線量の測定、評価	
	26	個人の管理-2	ケース別演習	
	27	個人の管理-3	報告と検証	
	28	個人の管理-4	内部被ばくの評価	
	29	個人の管理-5	ケース別演習	
	30	個人の管理-6	報告と検証	
	31	個人の管理-7	健康診断	
	32	放射性廃棄物-1	現状	
	33	放射性廃棄物-2	クリアランス	
	34	放射性廃棄物-3	処理技術、処分	

VI教育プログラム

科目名	測定技術Ⅱ		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	測定機器の原理を踏まえ、値の算出方法について学ぶ			
評価方法	報告、試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	オリエンテーション	測定器の復習、目的の徹底	
	2	個人被ばく線量計-1	個人線量計 概論	
	3	個人被ばく線量計-2	フィルムパッチ、熱ルミネセンス	
	4	個人被ばく線量計-3	蛍光ガラス、OSL	
	5	個人被ばく線量計-4	値の信頼性についてディスカッション	
	6	個人被ばく線量計-5	報告	
	7	線量の計測の基礎 照射線量-1	概念、電離箱	
	8	線量の計測の基礎 照射線量-2	電離箱、単位、計算	
	9	線量の計測の基礎 吸収線量-1	概念、空洞電離箱	
	10	線量の計測の基礎 吸収線量-2	空洞電離箱	
	11	線量の計測の基礎 吸収線量-3	空洞電離箱	
	12	線量の計測の基礎 吸収線量-4	ケース別計算、報告	
	13	線量の計測の基礎 吸収線量-5	熱量計	
	14	線量の計測の基礎 吸収線量-6	ケース別計算、報告	
	15	線量の計測の基礎 吸収線量-7	フリック線量計	
	16	線量の計測の基礎 吸収線量-8	ケース別計算、報告	
		17	講評	まとめ
後期	18	線量の計測の基礎 エネルギー-1	エネルギースペクトル、半値幅、MCA	
	19	線量の計測の基礎 エネルギー-2	半値幅、効率	
	20	線量の計測の基礎 エネルギー-3	ケース別計算、発表	
	21	線量の計測の基礎 エネルギー-4	ケース別計算、発表	
	22	線量の計測の基礎 数値の取扱い-1	統計処理	
	23	線量の計測の基礎 数値の取扱い-2	ケース別計算	
	24	線量の計測の基礎 数値の取扱い-3	発表	
	25	機器の校正 電離箱	校正法、トレーサビリティ	
	26	空間線量計-1	測定	
	27	空間線量計-2	数値の算出演習	
	28	空間線量計-3	報告と検証	
	29	GM計数管-1	測定	
	30	GM計数管-2	数値の算出演習	
	31	GM計数管-3	報告と検証	
	32	計測の応用		
	33	後期試験	テスト	
	34	試験講評	まとめ	

VI教育プログラム

科目名	測定実習Ⅱ		指導担当者名		
開講時期	通年		対象学科	放射線工学科	
単位数	6単位		週時間数	6時間	
使用教材					
学習目標	測定サンプルの処理の方法と注意点を学び、報告までの技術を身に付ける。				
評価方法	試験				
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等		
前期	1	測定-1	施設(学校)の放射線量測定		
	2	測定-2	測定結果まとめ、報告会		
	3	測定-3	外部施設の放射線量測定		
	4	測定-4	測定結果まとめ、報告、検証		
	5	測定-5	施設(学校)の放射線量測定		
	6	測定-6	測定結果まとめ、報告会		
	7	測定-7	食品の測定		
	8	測定-8	測定結果まとめ、報告、検証		
	9	測定-9	施設(学校)の放射線量測定		
	10	測定-10	測定結果まとめ、報告会		
	11	測定-11	食品の測定		
	12	測定-12	測定結果まとめ、報告、検証		
	13	測定-13	施設(学校)の放射線量測定		
	14	測定-14	測定結果まとめ、報告会		
	15	外部見学	実施例見学		
	16	前期試験	テスト		
		17	試験講評	まとめ	
後期	18	課題研究-1			
	19	課題研究-2			
	20	課題研究-3			
	21	課題研究-4			
	22	課題研究-5			
	23	課題研究-6			
	24	課題研究-7			
	25	課題研究-8			
	26	課題研究-9			
	27	課題研究-10			
	28	研究発表-1			
	29	研究発表-2			
	30	研究発表-3			
	31	研究発表-4			
	32	研究発表-5			
		33	後期試験	テスト	
		34	試験講評	まとめ	

(2) 放射線測定従事者向け教育プログラム

科目名	放射線測定	指導担当者名		別記	
開講時期	平成25年	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	20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	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	食品放射能測定実習 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			
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。					

平成 25 年度 文部科学省
東日本大震災からの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
事業成果報告書

発行 ■ 平成 26 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