

令和元年度

原子力規制庁 放射線対策委託費  
(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)

健全な放射線防護実現のための  
アイソトープ総合センターをベースとした  
放射線教育と安全管理ネットワーク

成果報告書

令和2年3月

国立大学法人 大阪大学



## 目次

1. 目的、令和元年度の研究計画、及び特徴的な成果	1
1.1. 背景と目的	1
1.2. 令和元年度の事業	2
1.3. 令和元年度の事業メンバー	2
1.4. 令和元年度の特徴的な事業の成果の概要	3
2. 令和元年度の実施内容及び成果	6
2.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催	6
2.2. 大学等の放射線施設の連携・拠点化のためのワーキンググループの設置による 課題の検討と令和元年度安全規制研究重点テーマ案への協力	7
2.3. 放射線安全管理担当職員の安全技術向上および研究支援に資する高度な技術 習得に向けた大学間ネットワークによる実習プログラムの開発	9
2.4. 放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援	38
2.5. 放射線情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築	38
3. まとめ	42
3.1. ネットワーク幹事校会議、ワーキンググループ会議及び全体会議の開催	42
3.2. 令和元年度の安全研究重点テーマ案についての協力	43
3.3. 放射線安全管理担当教職員を対象にした高度な技術習得のための実習プログラムの 開発、放射線安全管理技術向上のための教育プログラムの開発等	43
3.4. 放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援	44
3.5. 大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理	44
3.6. 事業進捗の PDCA	45
3.7. 令和元年度の学会等での成果発表	45
4. 資料	47





## 1. 目的、本年度の研究計画、特徴的な成果等

### 1.1. 背景と目的

#### 1.1.1. 背景

放射線は、大学在学中に初めて扱う者が大多数である。従って、放射線防護に関する意識を植え付けるためには、一番初めに放射線を取り扱う「大学」における放射線教育の充実こそが最も有効な手段である。このためには、効果的な教育訓練を継続的に実施していくことが重要であり、そのために、教育担当者が様々な教育訓練コンテンツを利用可能な環境を作り、提供していくことが必要である。日本学術会議より「放射線作業員の被ばくの一元管理について」が提言されている。生涯被ばくは一元管理が必要であるが、日本はそのシステム構築が諸外国に比べ遅れていると報告されている。この状況を打開し整備を進めるためには、作業員が初めて放射線を扱う「大学」での従事者管理システムの連携整備が必要である。

#### 1.1.2. 目的

本事業では、国立大学アイソトープ総合センター会議（以下「センター会議」という。）を母体とするネットワークを中核として、安全管理担当者及び研究者に対する実習、大学間での従事者管理に関する連携などを含む以下の事業を実施することによって、放射線作業員の放射線防護に対する知識と意識の向上を図り、健全な放射線防護を実現することを目的とする。

1) センター会議が所有する実習資産の公開、実習等コンテンツの開発と実習を含む検討会議の実施

2) 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理

本事業は、参加の RI センターが中核となるが、参加校の大学および、他大学、機関の有識者、学協会（日本放射線安全管理学会、大学等放射線施設協議会等）との意見交換も積極的に進め、その普及を図る。

#### 1.1.3. 本事業の独創的な点

本ネットワークのメンバーは、放射線教育、管理の専門家集団である。RIセンターは、実習、教育訓練の実施、および放射線取扱主任者、若手管理者の育成の任務がある。過去 30 年程度にわたり、センター会議は、施設安全管理担当教職員を対象にした研修会を実施し、講義、取扱実習コンテンツの資産がある。この資産を公開し広く利用を図ること、新しく実習を開発することは、放射線教育の充実、放射線防護に大きな寄与となる。大学内の放射線従事者一元管理システムを導入した大学では、その開発と管理は RI センターが主に行っている。本事業への採択で、本ネットワークの取り組みを加速させることが可能になる。

#### 1.1.4. 期待される成果

本ネットワークでは、教育プログラム及び最新の放射線利用に関する安全利用方法開発に向けた検討会議の実施、実習ガイド等の公開により、放射線作業員の安全、防護に対する知識と意識

の向上を図る。

大学等の施設では、研究内容、放射線作業の経験年数等の異なる多種多様な放射線作業者が存在する。センター会議がもつ実習コンテンツの資産の有効活用と新しい実習コンテンツを提供することは、作業者のみならず安全管理担当者の資質向上にもつながり放射線防護への大きな貢献となる。本ネットワークが開催する検討会を通して様々な技術を習得し、多様な分野の利用実態を把握する者を輩出することは、放射線規制や防護のための人材育成に繋がる。このような研修を通して、法令改正等の政策形成への技術的な判断材料を得ることも可能となる。

大学間での作業情報一元化においては、被ばくデータ等の欠損を防ぐことができるようになる。また、管理業務の合理化と標準化が進み、管理者の負担軽減に寄与する。さらに、この一元化は放射線作業管理の基盤の構築にも繋がり、放射線行政への活用も期待される。

## 1.2. 令和元年度の事業

令和元年度の本事業は、以下の項目からなる。

- 1) ネットワーク幹事校会議及び全体会議の開催
- 2) 大学等の放射線施設の連携・拠点化のためのワーキンググループの設置による課題の検討と令和元年度安全規制研究重点テーマ案への協力
- 3) 放射線安全管理担当職員の安全技術向上および研究支援に資する高度な技術習得に向けた大学間ネットワークによる実習プログラムの開発
  - ① 大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議の開催
  - ② 実習内容の公開
  - ③ 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催
- 4) 放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援
- 5) 放射線情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築

事業の進捗については、PO 及び PO 補佐に定期的に報告を行い、助言及び確認を得た。また、幹事校会議、全体会議には、PO および PO 補佐に参加いただき、的確な助言をいただいた。

## 1.3. 本年度の事業メンバー

本年度の事業では、表 1.3-1 に示すメンバー構成で事業を実施した。

表 1.3-1. 参加研究機関 (○：ネットワーク代表機関)

組織名	代表者名	専門分野
○大阪大学放射線科学基盤機構	篠原 厚	核化学・放射化学
北海道大学アイソトープ総合センター	畠山鎮次	生化学
東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター	渡部浩司	医工放射線情報学
東京大学アイソトープ総合センター	秋光信佳	分子生物学・放射線生物学
名古屋大学アイソトープ総合センター	柴田理尋	応用核物理学
京都大学環境安全保健機構放射線管理部門・放射性同位元素総合センター	川本卓男	細胞生物学・生物工学・放射線安全管理学
九州大学アイソトープ統合安全管理センター	中島裕美子	応用昆虫科学、遺伝進化学
筑波大学アイソトープ環境動態研究センター放射線安全管理部	末木啓介	核・放射化学
千葉大学アイソトープ実験施設	上原知也	放射性薬品化学
東京医科歯科大学統合研究機構リサーチコアセンター	原 正幸	細胞生物学・放射線生物学
東京工業大学放射線総合センター	富田 悟	放射線安全管理学
新潟大学 研究推進機構共用設備基盤センター放射性同位元素部門	泉川卓司	素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理
金沢大学学際科学実験センター・トレーサー情報解析分野	柴 和弘	放射性医薬品学・放射線安全管理学
神戸大学基盤研究センター	宮本昌明	細胞生物学、放射線生物学
鳥取大学生命機能研究支援センター放射線応用科学部門	北 実	微生物学・放射線安全管理学
岡山大学自然生命科学研究支援センター	寺東宏明	放射線化学・放射線生物学
広島大学自然科学研究支援開発センターアイソトープ総合部門	中島 覚	放射化学
徳島大学放射線総合センター	三好弘一	放射線化学・放射線管理学
長崎大学先導生命科学研究支援センターアイソトープ実験施設	松田尚樹	放射線生物・防護学
熊本大学生命資源研究・支援センター	古嶋昭博	放射線医学物理学、核医学
鹿児島大学研究推進機構研究支援センターアイソトープ実験施設	仲谷英夫	地質学・地球環境変遷学・古生物学
慶応義塾大学医学部	井上浩義	放射化学、放射線安全管理学
横浜薬科大学薬学部	加藤真介	放射線生物学、放射線安全管理学
静岡大学理学部附属放射科学教育研究推進センター	矢永誠人	放射化学
近畿大学原子力研究所	山西弘城	環境放射線、放射線安全工学
大阪府立大学研究推進機構放射線研究センター	松浦寛人	原子力工学、放射線安全管理学
産業医科大学教育研究支援施設アイソトープ研究センター	馬田敏幸	細胞生物学

#### 1.4. 本年度の特徴的な事業の成果の概要

本年度の事業での具体的な成果は第2章で述べるが、本事業で得られた特徴的な事業成果について、以下に述べる。

##### 1.4.1. 本ネットワーク事業に参加した者の所属する大学等のリスト

平成29年度から実施している本事業で、「大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議」「現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会」を開催している。それらの会議では全国の大学から参加者を募っている。表1.4-1は、平成29-令和元年度に本ネットワークで実施した全体会議又は大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議若しくは現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会に参加した参加者が所属する大学・研究機関をまとめたものである。現在までに参加いただいた大学・研究機関は、85であり、今年度はこの内16大学・研究機関の者が新たに参加いただいた。このように順調に本ネットワークによる放射線安全管理者同士の横の繋がりが拡大かつ密接になっている。

表 1.4-1. 平成 29-令和元年度に本ネットワークで実施した全体会議又は大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議又は現代の研究・教育・社会に相應しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会に参加した参加者が所属する大学・研究機関

大学・機関名					
北海道・東北	関東	中部	近畿	中四国	九州
北海道大学	自治医科大学	新潟大学	三重大学	鳥取大学	産業医科大学
北海道薬科大学	獨協医科大学	長岡科学技術大学	滋賀医科大学	島根大学	九州大学
弘前大学	群馬大学	信州大学	京都大学	岡山大学	福岡大学
岩手医科大学	筑波大学	金沢大学	京都工芸繊維大学	広島大学	佐賀大学
東北大学	茨城大学	北陸大学	明治国際医療大学	広島国際大学	長崎大学
東北医科薬科大学	茨城県立医療大学	福井大学	大阪大学	香川大学	熊本大学
福島大学	埼玉医科大学	静岡大学	大阪府立大学	徳島大学	宮崎大学
	千葉大学	浜松医科大学	近畿大学	愛媛大学	鹿児島大学
	東京大学	名古屋大学	摂南大学	山口大学	琉球大学
	東京医科歯科大学	基礎生物学研究所	神戸大学		九州シンクロトロン光センター
	東京工業大学	核融合科学研究所	兵庫医科大学		久留米大学
	東京学芸大学	遺伝学研究所	神戸薬科大学		
	慶応義塾大学	岐阜大学	京都府立医科大学		
	北里大学	富山大学	関西医科大学		
	東邦大学	金沢医科大学	和歌山県立医科大学		
	昭和大学	福井工業大学			
	日本大学				
	東海大学				
	神奈川大学				
	横浜薬科大学				
	高エネルギー加速器研究機構				
	放射線医学総合研究所				
	星薬科大学				
	J-PARC センター				
	杏林大学				
	聖マリアンナ医科大学				
	東京女子医科大学				

#### 1.4.2. 本年度より実施した新たな取組

- 1) 今年度より新たに慶応義塾大学、横浜薬科大学、静岡大学、近畿大学、大阪府立大学、産業医科大学にネットワークに参画いただき、放射線利用及び安全管理等に係る課題解決のためのワーキンググループにて課題を議論した。
- 2) 平成 29-30 年度に開催した分子イメージング技術利用推進検討会の位置づけを変更し、将来的に増々利用拡大が期待されている放射線利用技術を使用しようとする研究者、技術者又は放射線安全管理担当者に対して、利用者目線にたった実践的な安全利用方法を開発することを目的とした、講演と実習を組み合わせた検討会「現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会」を新たに立ち上げた。
- 3) 国内大学等の放射線施設の若手安全管理担当者の安全管理に関する意識と資質向上を目的として、大学等放射線施設協議会（以下、協議会という。）と連携し、協議会に所属する大学施設等の39才以下又は博士取得後8年未満の若手教職員若干名に対して、協議会が実施する令和元年度大学等における放射線安全管理研修会への参加旅費、宿泊費を支援した。

#### 1.4.3. 本年度の学会等での発表

本年度も様々な学会等で本ネットワークの取り組みを紹介、広報した。学会発表は以下の通りである。

学会発表（口頭発表）

渡部浩司 「大学間ネットワークによる従事者管理の統一化」

第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、仙台、令和元年12月

渡部浩司 「大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理」

先端ネットワーク利用研究に関するワークショップ「ADVNET2019」、東京、令和元年10月

吉村 崇 「女性の線量限度に関するアンケート調査結果」

大学等における放射線安全管理研修会、東京、令和元年9月

吉村 崇 「阪大における放射線安全管理と規制に関する研究」

東北大学金属材料研究所教育訓練、仙台、令和元年4月

## 2. 令和元年度の実施内容及び成果

### 2.1. ネットワーク幹事校会議および全体会議の開催

代表校である大阪大学放射線科学基盤機構附属ラジオアイソトープ総合センターと、北海道大学アイソトープ総合センター、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、東京大学アイソトープ総合センター、名古屋大学アイソトープ総合センター、京都大学放射性同位元素総合センター、九州大学アイソトープ統合安全管理センターの7大学が幹事校となり、計27の国公立私立大学で構成されたネットワークを中核として進めた。本年度は4回の幹事校会議を開催した。

27大学は以下からなる。

北海道大学、東北大学、筑波大学、千葉大学、東京大学、東京医科歯科大学、東京工業大学、新潟大学、金沢大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、神戸大学、岡山大学、鳥取大学、広島大学、徳島大学、九州大学、熊本大学、長崎大学、鹿児島大学、慶応義塾大学、横浜薬科大学、静岡大学、近畿大学、大阪府立大学、産業医科大学

27大学の教職員によるネットワーク全体会議を開催し、本ネットワークが行った事業の報告と今後の方針を議論した。

#### 2.1.1. 第1回幹事校会議

第1回幹事校会議の議事要旨を資料1に記す。本年度の事業進捗状況報告と本年度のスケジュールについて確認された。また、各ワーキンググループの進捗状況と各ワーキンググループの今後の進め方について議論した。

#### 2.1.2. 第2回幹事校会議

第2回幹事校会議の議事要旨を資料2に記す。今年度の事業進捗状況が報告された。大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議又は現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催に参加した参加者が所属する大学・研究機関が今年度16大学増加したことで、平成29-令和元年度に本ネットワークで実施した事業に参加した大学・研究機関が85まで増加したことが報告された。大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理について、パイロット版がオープンされることが報告された。実習プログラムの公開方法について議論した。

#### 2.1.3. 第3回幹事校会議

第3回幹事校会議の議事要旨を資料3に記す。今年度の事業進捗状況が報告された。特にワーキンググループの進捗状況に基づいた今後の方向性が確認された。また、全体会議の内容の確認を行った。

#### 2.1.4. 第4回幹事校会議

第4回幹事校会議の議事要旨を資料4に記す。研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示に従い、次年度以降の事業を放射線業務従事者の一元管理に向けた取り

組みに絞ること、そのため本事業の代表を篠原(阪大)から渡部(東北大)に交代することが確認された。次年度の計画について検討した。

### 2.1.5. ネットワーク全体会議

ネットワーク全体会議は、令和2年1月に開催された。その議事要旨について、資料5に示す。本年度の事業についての進捗が報告された。従事者管理ネットワークについて、従事者証明書の共通フォーマットの書式を提案し、従事者証明書発行のためのアプリの操作方法について説明があった。この全体会議では、今後の方向性および次年度計画についても検討されたが、研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示に従い、次年度以降の事業を放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みに絞ることとされたため、資料5に記された放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組み以外の事業は、次年度以降はこの事業としては、実施しない。

### 2.1.6. 成果

今年度の幹事校会議及び全体会議により、得られた成果を以下に示す。

- (1) 幹事校会議及び全体会議は、計画通り実施した。幹事校会議にて本事業全体の進捗管理を行うことで、事業を円滑に進めることができた。
- (2) 放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みについては、2018年度に検討した各大学の管理項目が他大学のアイソトープ総合センター(以下、RIセンターという。)と共通項目となるか確認し、一元管理のための共通管理項目として提案した。
- (3) 2つの教育に係る事業を実施して、放射線安全取扱に関して最も重要なものの一つである安全教育に関する教育資料を作成出来た。また、この教育に関する事業に各大学・研究機関の安全管理担当者が参加し、参加者のメーリングリストを作成して情報交換を可能にしたことなどにより、本ネットワークが85大学・研究機関にまで拡大できた。この教育に関する事業(会議)においては、多数の放射線安全管理担当者が参加し互いに交流できるため、結果的に放射線安全管理者同士の横の繋がりを生んでいる。こういった繋がりこそがネットワークの基盤であり、ネットワークを有効に働かせるためには重要と思われる。
- (4) 今年度作成したワーキンググループでは、放射線安全管理を行う上で直面している様々な具体的課題を特定し、その解決に向けた方向性を提示することが出来た。ただし、研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示から、次年度以降は放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みに絞るとのことになったため、放射線業務従事者の一元管理に係るワーキンググループのみ継続する。
- (5) 実習プログラム7件を今年度ホームページにて公開した。

## 2.2 大学等の放射線施設の連携・拠点化のためのワーキンググループの設置による課題の検討と令和2年度安全規制研究重点テーマ案への協力

### 2.2.1. ワーキンググループの設置

日本学術会議提言「大学等における非密封放射性同位元素使用施設の拠点化について」将来的

に非密封 RI 施設の拠点化、集約が必須との意見に呼応して、将来的に大学等の非密封放射線施設の連携、拠点化のために課題となる事項を取り上げ、4 つの課題を設定した。それぞれの課題について 27 大学の中から担当校を割り当て、ワーキンググループを設置した。各ワーキンググループにおいて、会合を開催し、その課題について議論した。以下に本年度設定した 4 つのワーキング・グループを示す。

- (1) 長期的視点にたった施設運営（施設維持方針）のアンケート調査研究
- (2) 管理区域の柔軟な運用のための調査研究
- (3) 放射線業務従事者管理方法に関するルール作成のための調査研究
- (4) 放射線教育

それぞれのワーキンググループで検討された内容を資料 6～9 に示す。ただし、次年度以降は放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みに絞るとのことになったため、テーマ 3 以外については、次年度以降は本事業では実施しない。

### 2.2.2. 令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業における重点テーマ提案

前項のワーキンググループでの意見をまとめ、2 つの課題を提案した。

- (1) 管理区域の柔軟な運用のための調査研究
- (2) 新しい形態の放射線業務従事者に対する従事者管理方法、教育方法のあり方に関する研究

これらの課題の内容については、原子力規制庁放射線安全規制研究推進事業の研究推進委員会にて発表した。それを資料 10 に示す。

### 2.2.3. 成果

本年度 4 つのワーキンググループを設置し、大学等の放射線施設の安全管理に関する課題や、将来の非密封放射線施設の連携・拠点化に向けた課題に対して問題点を洗い出し、課題をまとめることができた。「放射線業務従事者管理方法に関するルール作成のための調査研究」以外は、今後、本事業では扱わないが、いずれの課題も非常に重要なものであるため、課題の解決を粛々と進めることとする。



## 2.3. 放射線安全管理担当職員の安全技術向上および研究支援に資する高度な技術習得に向けた大学間ネットワークによる実習プログラムの開発

放射線安全管理担当職員の安全技術向上および研究支援に資する高度な技術習得に向けた大学間ネットワークによる実習プログラムの開発に向けて以下の事業を行った。

### 2.3.1. 大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議

#### 2.3.1.1. 大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議の開催

令和元年 11 月 28、29 日の 2 日間、京都大学環境安全保健機構附属放射性同位元素総合センター（本館）において、「大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議」を開催した。参加者は全国国公立大学および研究所から 35 名と本ネットワーク事業幹事校（北大、東北大、東大、名大、京大、阪大、九大）教職員である。会議は、京都大学が開催校となり、幹事校 7 大学のセンター教員と協力して開催した。2 日間の日程及び講師・スタッフは、表 2.3.1-1（検討会議日程）及び表 2.3.1-2 の通りである。本教育プログラム検討会議では、大学等に求められる放射線安全管理技術向上のために、講義と実習をそれぞれ 3 つ実施し、その検討を行った。

本教育プログラム検討会議の初日午前中は、はじめに本事業の趣旨説明を、大阪大学放射線科学基盤機構の篠原厚機構長にいただいた。次に特別講演として、原子力規制庁放射線規制部門の谷本昌純氏に放射性同位元素等の規制に関する最近の動向のうち、特に立入検査の実施状況および法令報告事項の一部改正についての講演をしていただいた。講義 I として、神戸大学理事・副学長の小田啓二教授に「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」のタイトルで実用量の歴史的背景からはじまり現在の議論・課題および今後の対応に至る講義をしていただいた。その後、講義 II として、京都大学放射性同位元素総合センターの戸崎充男准教授が「放射線測定の基礎」として、次の実習プログラムにつながる測定器サーベイメータの実務に必要な基礎の講義をおこなった。

午後の実習の前に、京都大学放射性同位元素総合センターの放射線障害予防規程についての管理区域立入前教育があった。今回は 3 つの実習プログラム（実習 I、II、II）を準備し、初日の午後は 2 つの実習を行った。実習 I「放射線測定器の校正について」では、京都大学で行っている確認校正を体験し、さらにその後の実習プログラムで使用する GM サーベイメータの変換係数（ $\beta$ 線による計数率から放射能への変換）を決める測定実習をした。実習 II では、京都大学の放射線取扱の実習（新規教育訓練）「非密封 RI の取扱に関する実習」で使用している教材をもとに、実際管理者がこの教材を実際に実施（体験）しながら検証し、教育プログラムとしてより充実した内容にするための検討を行った。この検討は翌日にグループごとに発表し全体で討論をした。翌日の実習 III では、「非密封 RI による汚染発生時の対応技術研修及び検討」のタイトルで、実習 II の終わりに、模擬的に 3 種類の素材の汚染物を作成し、これらの汚染サンプルをグループ間でシャッフルして、より現実的な汚染検査及び措置を経験するとともに、対処技術の向上プログラムとなるべく研修討論を行った。また、2 日目の午後の講義 III において、「事故事例 RI 施設の火災について」と題して、京都大学環境安全保健機構放射線部門長の高木郁二

教授に講義（演習）をしていただいた。この講義では、京都大学で一昨年発生した RI 施設での火災を題材にして、発生から鎮火、広報にいたる一連の時系列に沿って仮想的に RI 施設の火災を追体験してもらい、各自でその都度何が重要で、どのように判断行動しなければならいかを演習してもらった。最後に、実施した実習と講義をもとに、グループで発表して今後の教育及び訓練実習への妥当性、適用性の検討を行った。

本教育プログラム検討会議でおこなった実習資料を資料 11～13 に示す。本会議に先立ち、参加者の所属機関における実習の実習テキスト等を収集した。

また実習後には参加者にアンケート調査を行った。その結果を、資料 2.3.1 に示した。

表 2.3.1-1. 検討会議の日程

2019年11月28日(木)

時間	内容	
8:30-9:00	受付	
9:00-9:05	開会の挨拶	高木 郁二 (京都大学 放射性同位元素総合センター長)
9:05-9:15	本事業の主旨説明	篠原 厚 (大阪大学 放射線科学基盤機構長)
9:15-9:25	スケジュール説明	
9:25-10:25	特別講演	「放射線安全規制の最新動向について」 谷本 昌純 (原子力規制委員会原子力規制庁) 座長：吉村 崇 (大阪大学)
10:25-10:35	休憩	
10:35-11:35	講義 I	「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」 小田 啓二 (神戸大学 理事・副学長) 座長：柴田 理尋 (名古屋大学)
11:35-11:40	休憩	
11:40-12:30	講義 II	「放射線測定の基本」 戸崎 充男 (京都大学 放射性同位元素総合センター) 座長：渡部 浩司 (東北大学)
12:30-13:30	昼食	
13:30-14:00	管理区域立入前教育	放射線障害予防規程
14:00-14:20	ガイダンス (実習 I)	実習 I の概要説明 戸崎 充男 (京都大学 放射性同位元素総合センター)
14:20-15:20	実習 I	「放射線測定器の校正について」 京大 RI センター・幹事校教職員
15:20-15:30	休憩	
15:30-15:50	ガイダンス (実習 II)	実習 II の概要説明 石塚 史彦 (京都大学 放射性同位元素総合センター)
15:50-17:30	実習 II	「非密封 RI の取扱に関する実習」 京大 RI センター・幹事校教職員
18:00-20:00	情報交換会 会場：楽友会館	

2019年11月29日(金)

時間	内容	
8:30-9:00	受付	
9:00-9:10	ガイダンス (実習Ⅲ)	実習Ⅲの概要説明 角山 雄一 (京都大学 放射性同位元素総合センター)
9:10-10:40	実習Ⅲ	「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修及び討論」 京大 RI センター・幹事校教職員
10:40-10:50	休憩	
10:50-12:30	実習のまとめ と講評	グループ発表と講評 座長：中島裕美子 (九州大学)
12:30-13:30	昼食	
13:30-15:30	講義Ⅲ	「事故事例 RI 施設の火災について」 高木 郁二 (京都大学 放射性同位元素総合センター長) 座長：久下 裕司 (北海道大学)
15:40-15:50	休憩	
15:50-17:00	総合討論	実習、講義内容に関するディベート 座長：秋光信佳 (東京大学)
17:00-17:15	修了証授与・ 閉会の挨拶	高木 郁二 (京都大学 放射性同位元素総合センター長)

表 2.3.1-2. 会議講師・スタッフ一覧

講師・スタッフ

講師

谷本 昌純	原子力規制庁放射線防護グループ放射線規制部門
篠原 厚	大阪大学放射線科学基盤機構
小田 啓二	神戸大学

幹事校講師

久下 裕司	北海道大学アイソトープ総合センター
平田 雄一	北海道大学アイソトープ総合センター
吉井 勇治	北海道大学アイソトープ総合センター
渡部 浩司	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
秋光 信佳	東京大学アイソトープ総合センター
柴田 理尋	名古屋大学アイソトープ総合センター
吉村 崇	大阪大学ラジオアイソトープ総合センター
中島 裕美子	九州大学アイソトープ統合安全管理センター

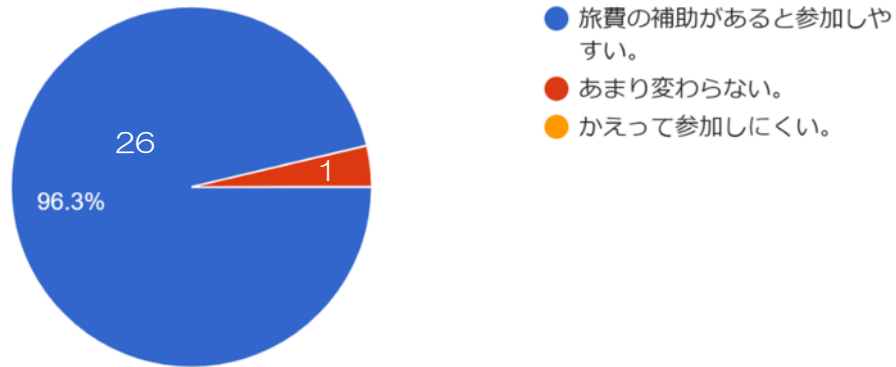
スタッフ（開催校：京都大学環境安全保健機構附属放射性同位元素総合センター）

高木 郁二	センター長
川本 卓男	
戸崎 充男	
角山 雄一	
堀江 正信	
藤本 裕之	
石塚 史彦	
垣下 典永	
西本 敬史	
渡部 正美	
小林 正子	

資料 2.3.1 アンケート結果  
今後の全国研修の在り方に関するアンケート（修了後）

1. 旅費補助について伺います。

27 件の回答



1-2. 1で「かえって参加しにくい。」と回答された方に伺います。理由をお聞かせください。 回答なし

1-3. 旅費補助について、ご意見がありましたら自由にお書きください。8 件の回答

紅葉などの繁忙期を少しずらしての開催が良いかと思えます。

片道 2 時間以上もかかるのに大阪というだけで宿泊を認めないのは改善して欲しい。

今の内容で十分です。

補助が無いと研究費からの捻出となり、負担が大きいです。補助があって本当に助かりました。

補助いただけることで上司から出張の許可を得やすくなりましたので、非常に助かりました。

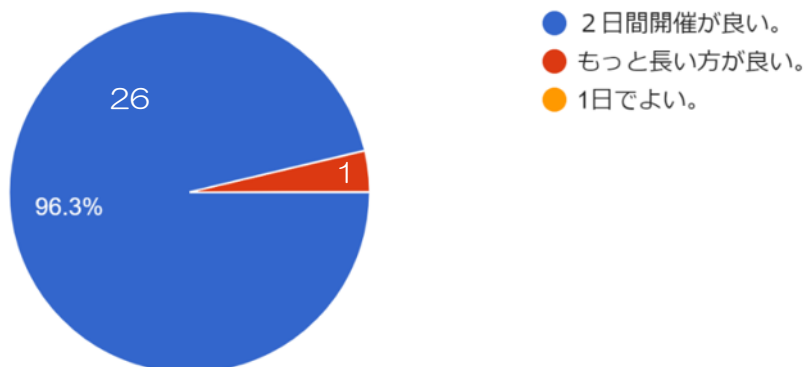
各当番大学内の詳細な補助の内規がわかるとありがたいです。

旅費補助があると、参加が非常にしやすく助かります。

補助があったからこそ参加できた面があります。

## 2. 開催日数について伺います。

27 件の回答

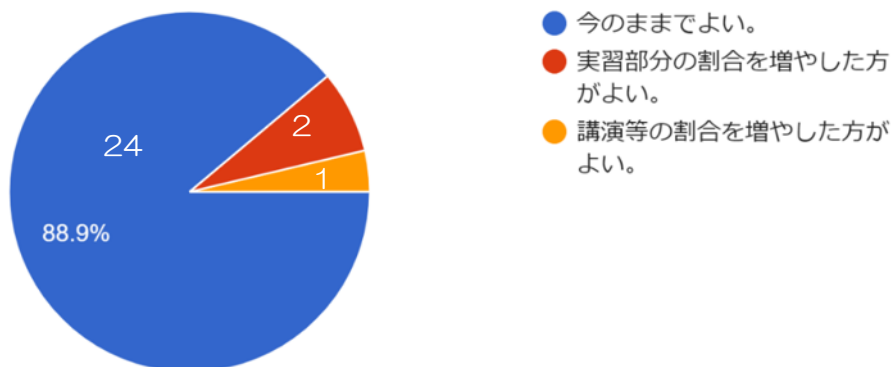


2-2. 2で「もっと長い方が良い。」と回答された方に伺います。適切と思われる日数とその理由をお書きください。1 件の回答

放射線管理業務に直接役立つ内容について、より多くのことを学びたいから。

## 3. 実習と講演等との割合について伺います。

27 件の回答



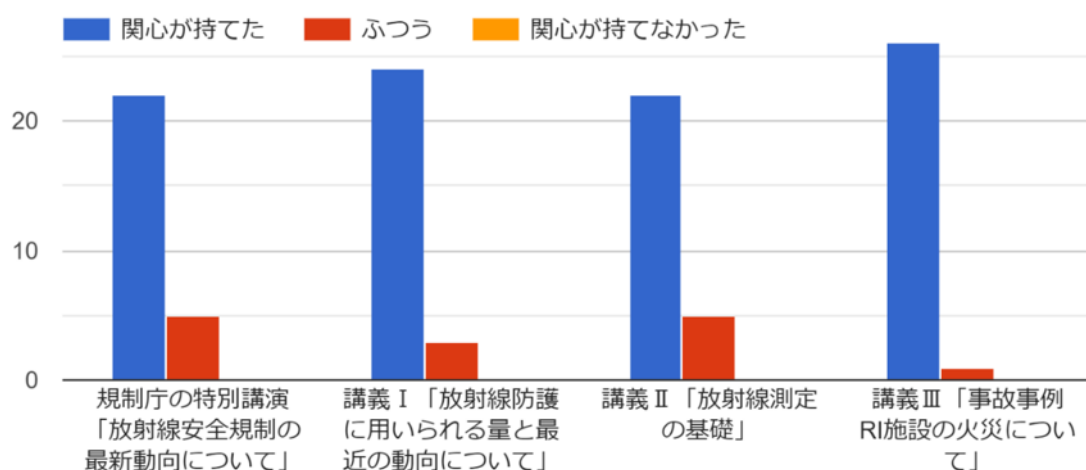
3-2. 「実習部分の割合を増やした方がよい。」または「講演等の割合を増やした方がよい。」と回答された方に伺います。適切な割合をお書きください。3 件の回答

座学は事前に WEB などでの受講を進め、実技などを中心とした実習が良いかと考えます。

2日間開催で各午前午後で1 題ずつの実習。あとは講義とディスカッションで良いと思います。

実習：講演 2：1

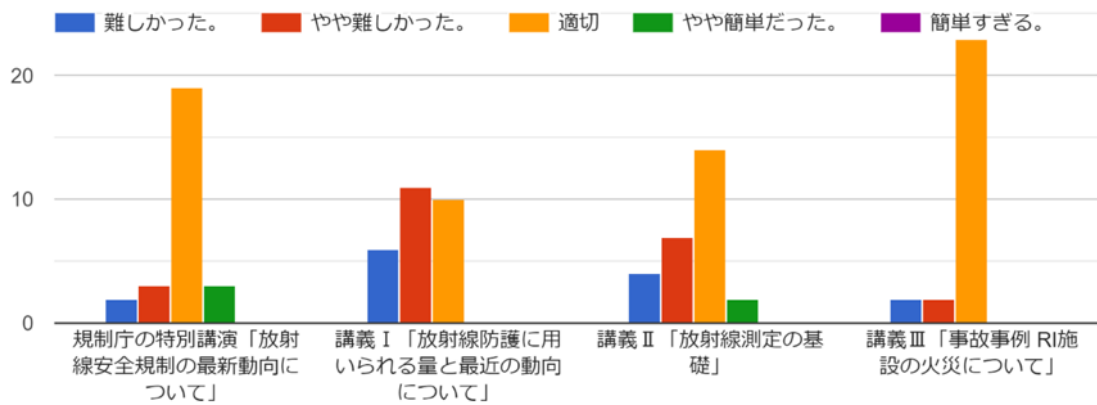
#### 4. 講演や講義について伺います。



	関心が持てた	ふつう	関心が持てなかった
規制庁の特別講演「放射線安全規制の最新動向について」	22	5	0
講義Ⅰ「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」	24	3	0
講義Ⅱ「放射線測定の基礎」	22	5	0
講義Ⅲ「事件事例 RI施設の火災について」	26	1	0

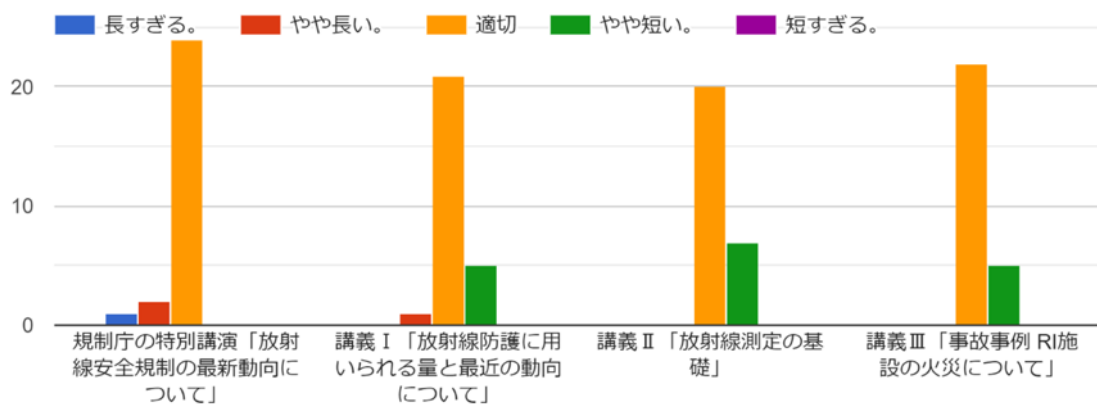


#### 4-2. 講演や講義の内容の難易度について伺います。



	難しかった。	やや難しかった。	適切	やや簡単だった。	簡単すぎる。
規制庁の特別講演「放射線安全規制の最新動向について」	2	3	19	3	0
講義Ⅰ「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」	6	11	10	0	0
講義Ⅱ「放射線測定的基础」	4	7	14	2	0
講義Ⅲ「事故事例 RI施設の火災について」	2	2	23	0	0

#### 4-3. 講演や講義の時間について伺います。



	長すぎる	やや長い	適切	やや短い	短すぎる
規制庁の特別講演「放射線安全規制の最新動向について」	1	2	24	0	0
講義Ⅰ「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」	0	1	21	5	0

講義Ⅱ「放射線測定の基礎」	0	0	20	7	0
講義Ⅲ「事故事例 RI 施設の火災について」	0	0	22	5	0

#### 4-4. 今後希望する講演や講義のテーマがあれば、自由にお書きください。8 件の回答

病院での事故事例

内用療法などの核種および薬剤、あらゆる線源（ $\alpha$ 線、 $\beta$ 線なども含む）に係る実習

防護量を詳しく知りたい。予防規定の施設点検、自主点検など実習を交えて知りたい。

RI 施設における緊急時を想定した訓練

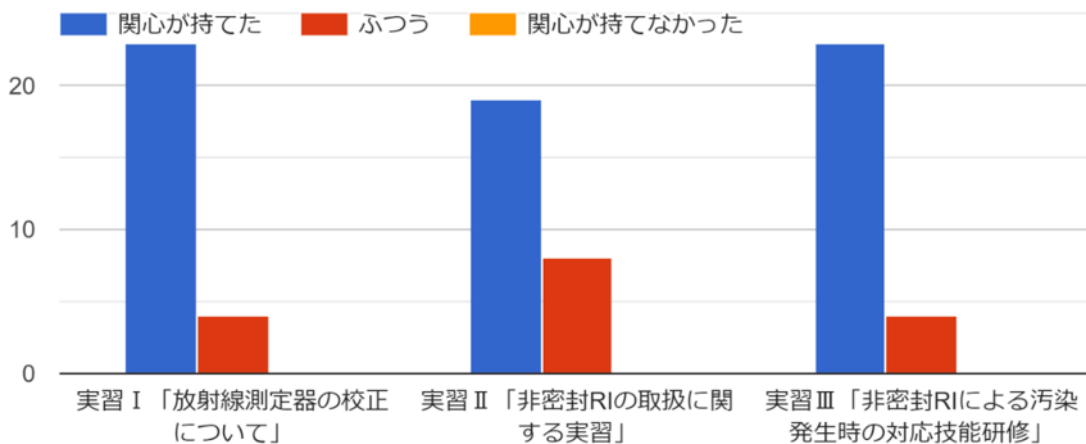
$\alpha$ 核種取り扱い者・またその管理者に求められる特別なスキル等があれば教えていただきたいです。

RI 等を使った実際の研究についての講演や情報

火災事例以外の事例に関する対応方法。主任者・放射線管理担当者・事務職員のそれぞれに求められる役割・責務について。

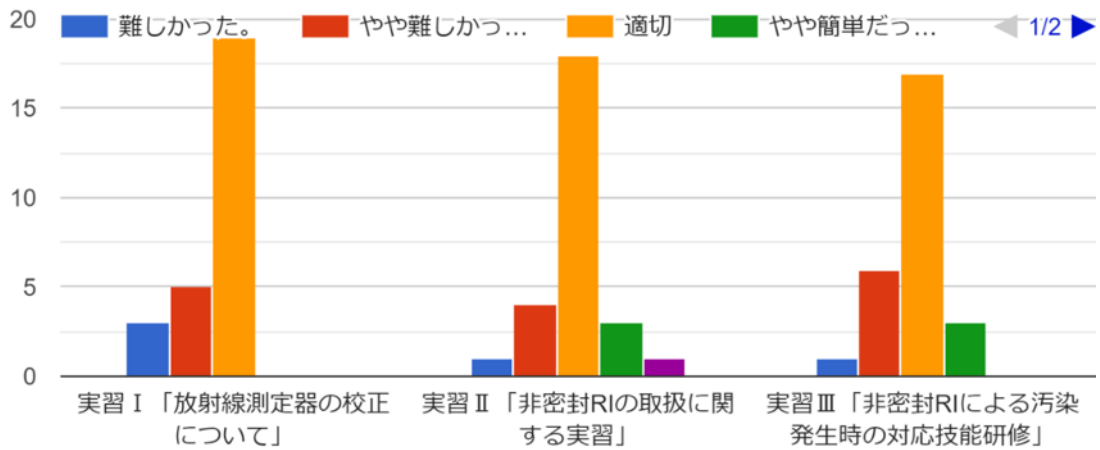
福島の現状と、風評被害対策。RI 実験の現状（実験件数、頻度、実験施設等）。

#### 5. 実習について伺います。



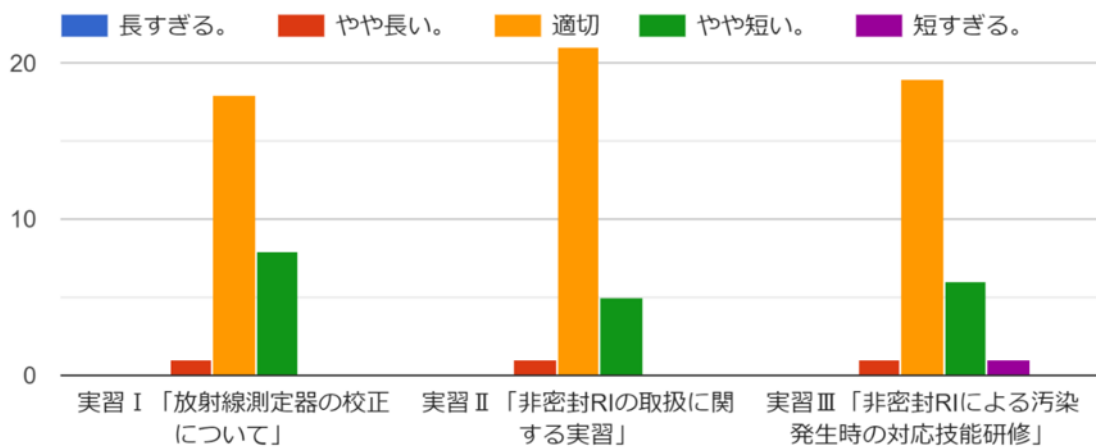
	関心が持てた	ふつう	関心が持てなかった
実習Ⅰ「放射線測定器の校正について」	23	4	0
実習Ⅱ「非密封 RI の取扱に関する実習」	19	8	0
実習Ⅲ「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」	23	4	0

5-2. 実習内容の難易度について伺います。



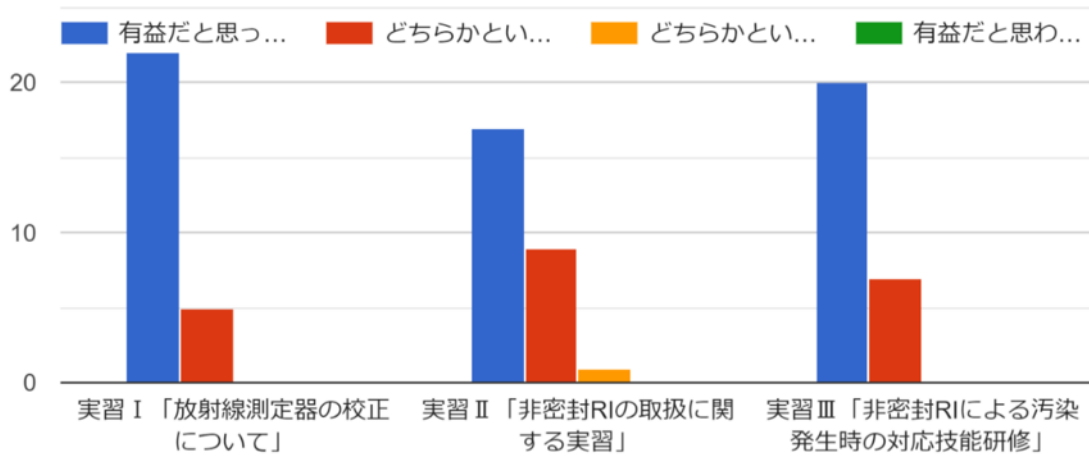
	難しかった。	やや難しかった。	適切	やや簡単だった。	簡単すぎる。
実習 I 「放射線測定器の校正について」	3	5	19	0	0
実習 II 「非密封 RI の取扱に関する実習」	1	4	18	3	1
実習 III 「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」	1	6	17	3	0

5-3. 実習時間について伺います。



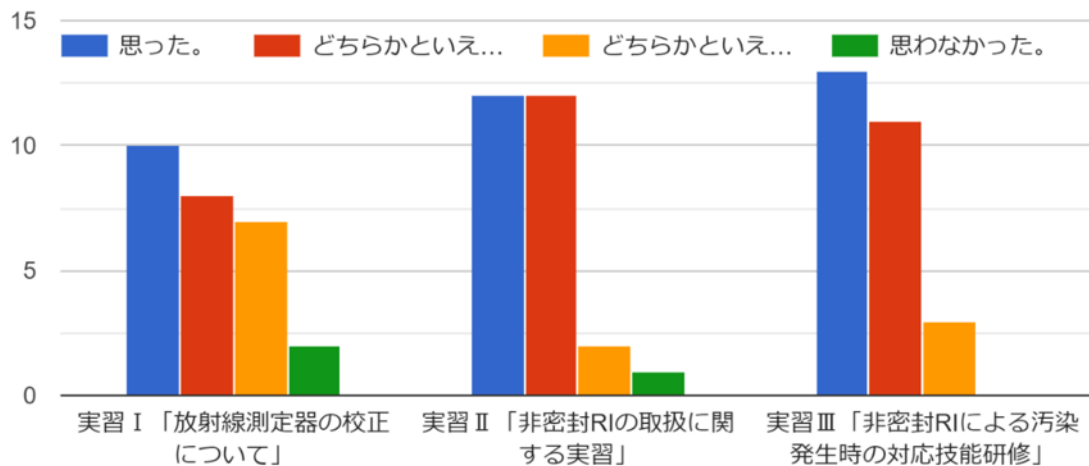
	長すぎる。	やや長い。	適切	やや短い。	短すぎる。
実習 I 「放射線測定器の校正について」	0	1	18	8	0
実習 II 「非密封 RI の取扱に関する実習」	0	1	21	5	0
実習 III 「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」	0	1	19	6	1

5-4. 実習で学んだ内容は今後の安全管理に有益だと思われましたか？



	有益だと思っ た。	どちらかとい えば有益だと思 った。	どちらかといえ ば有益だと思わ なかった。	有益だと思わな かった。
実習 I 「放射線測定器の校正について」	22	5	0	0
実習 II 「非密封 RI の取扱に関する実習」	17	9	1	0
実習 III 「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」	20	7	0	0

5-5. 類似した内容の実習をご自身の事業所で行ってみたいと思われましたか？



	思った。	どちらかといえ ば思った。	どちらかといえ ば思わなかつ た。	思わなかった。

実習Ⅰ「放射線測定器の校正について」	10	8	7	2
実習Ⅱ「非密封 RI の取扱に関する実習」	12	12	2	1
実習Ⅲ「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」	13	11	3	0

5-6. 5-5で「思った。」「どちらかといえば思った。」と回答された方に伺います。実際に実施することを想定した場合に、実施の際に問題になりそうだと感じるころがあれば教えてください。

24 件の回答

実習費用の確保、実習を担当できる教職員の育成、など

教育できる人間があまりいない

スタッフ、機材・器具、費用面で実施するには難しい

管理区域に入る実習者の線量管理等を今後ポケット線量計など 1 次立ち入りでは難しいと学び、今後の対応にも慎重になると考える。

実際の汚染を作成するあたって、汚染の程度を事前に把握すること

大学、院内に興味のある人が少ない可能性がある。対象を絞る必要がある。

必要な器材を用意するのは予算的に難しいと考える。

事前準備、教員確保

普段 RI を使用しない人が多い（学外施設の利用者が大半）なので、RI や機器等が揃っていない

実習対象者によっては、非密封線源の取扱いや管理方法が難しいかと感じた。

実施側のスタッフ不足と費用の捻出。

手順書の作成と指導者の数が必要だと感じた。

環境を見守るスタッフ（人数、技能の理解度が高い人）の確保。時間配分の調整。

本事業所の実情に合わせた、効果的な研修のシステムの検討が難しそう。特に、実験室が広くないので。一度に大人数の対応が難しそう。

実習のための準備にかかる時間、人的、物的コストがかなりかかってしまう

実習を行う環境整備が大変だと思った。

受講希望者に対する教員側の人数不足

実習Ⅰはちょっと難しく自分ではできないと感じました。実習Ⅱは自身で行っていますが、メスフラスコは今どき使わないので遠沈管を使用しています。

実習時間と指導スタッフの確保。受講生数に対応する器材の確保。

実習Ⅲで使用されている核種を複数にした方がよいと感じました。

放射線業務従事者登録の新規教育訓練として、問題なく実施できると思う。

実習スペースの確保、指導者の養成

指導者の不足 32P や実験器具の準備が難儀

現状のユーザー層を考えると、今回感じ取れた意義を同じようにユーザーに実感してもらえるかに疑問が残り、補足のような形で「関心を持ってもらう」プロセスが必要になると思われる。

5-7. 5-5で「思わなかった。」「どちらかといえば思わなかった。」と回答された方に伺います。どのような点でそう思われましたか？改善したら良いと思う点などがありましたらご提案ください。8件の回答

非密封を扱う対象者が少ない

簡易校正ではなく、実校正が必要な事業所であるため

小職の放射線施設にはチェックソースがないため、サーベイメーターの校正は不可能です。もし、大きい事業所に応援して頂けるなら是非やりたいと思います。

校正用の核種や道具の準備が必要なため。

測定器の校正を自前で行うメリットがない。非密封 RI で 32P を用いる利用者がいないため、実際の取り扱いの場面と乖離したことを実習でさせることになる。

放射線管理業務に添った内容だと思うため。

実習 1 は R I 管理者向けの実用的な内容と思うが、場所と線源が必要なため所属機関での実施は難しいと感じた。

実習担当者ではないのもありますが、校正に関しては、そこまでの台数がないこと。またすべての測定器に校正が必要ではなさそうなこと。他すべてに言えますが、教員の数足りないこと。

5-8. 実習 I 「放射線測定器の校正について」に関しまして、気付いた点やご意見などございましたら、自由にお書きください。15件の回答

普段使用している機器の知らない所を知れて勉強になった。

線量計の使用手法も、もう少し深く学びたい。

多くの団体や研究会レベルで測定器の校正が行われているが、この方法に良い点と悪い点があれば知りたい。

全国に何力所か、放射線測定器を校正できる「放射線場」が提供されると有り難いです。

この実習で求めた値を別の実習に使用するのは、実習がうまく行かない場合共倒れになる。

校正について、場合によっては線源に近づくことに抵抗がある人もいると思う。線源ではなくサーベイ側を動かす方が、操作者の被ばくが低減すると思う。

精度の担保方法と今後の規制庁の対応がどうなるか興味がある。

実務においても非常に参考になった。もう少し時間をとり、細かく教えていただければより勉強になったように思う。

実習の感想でも述べていましたが、放射線場を作るのに壁や床の距離が近すぎるなどの改善点をどのように工夫するかをもう少し具体的に聞ければと思いました。

実演していただいて直接目で見ることができたので、直感的に理解することができました。

大規模な事業所では一つの方法としてありだと思った。

現在放射線管理室で保有している放射線測定器の数はそこまで多くないが、校正に際してその費用の面も含めて考えなければならぬと感じた。

やはり規制庁からお墨付きをもらわないと安心できません。

実習Ⅰ-2 換算係数を算出する部分がうまくいかず、理解が進まなかった。模範的な測定値や算出した値、解釈なども資料配布して頂けると嬉しかったです。

今後、放射線測定器の自主校正を行う場合に備えて、大変参考になった。

**5-9. 実習Ⅱ「非密封 RI の取扱に関する実習」** につきまして、**気付いた点やご意見などございましたら、自由にお書きください。** 11 件の回答

非密封を取り扱う際にはテキストなどを持ち歩くのは煩わしく、先頭などまえにモニタなどで進行のレクチャーする画面を掲示しても良いかと考える。

テキストを事前にしっかり読み、手順を頭に入れておくべきだったと反省しています。

基本的な部分にはなるが、色々な立場の人と班を組んでやることで、注意点や確認がよりしっかりと行え、とてもよかった。

記録などをするスペースが狭かった。

3 人で行うときに何もしない方が出来てしまうのはもったいなかったと思いました。また、役割を交換したりして行えばさらに学べたのではないかと思います。

少々時間が足りなかったと思います。

実際同様の実習をかなり前に行ったことがあったが、希釈するだけで何の意味があるのかと感じていた。しかし、今回改めて行って見て、監督の先生方がいる中で作業をしていると汚染防止の観点から注意点をいくつか指摘していただけた。教員側の数をきちんと確保した上で行うような実習であったことに改めて気付かされた。

他の施設での、廃棄の記録方法などを知ることができ、勉強になりました。

放射線業務従事者登録の新規教育訓練において、参考にしたい。

ピペット操作に不慣れな場合、教える必要がある

テキストを読んで想定した実習工程と比べると、グループ内で各々の「具体的な操作に対して何と表現することを選ぶか」が所属施設に依存しがちで一致せず、「指示を出す」と「実際に操作を行う」が噛み合わなかった。特に操作する側にテキストで発生が想定されていない細かい疑問が浮かんでしまい、指示側でそれを解消しきることができなかった。やむを得ないことだとは思うが、実際に行われる実習よりは簡略化された面が自分のグループには良い効果にはならなかった。

**5-10. 実習Ⅲ「非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修」** につきまして、**気付いた点やご意見などございましたら、自由にお書きください。** 12 件の回答

今後あらゆる災害も考えられるために、様々な対応をシミュレーションする実習講義が望まれる。

実際に汚染が発生した際に、材質の違いが検出にも除染にも大きく影響することを再認識しました。

実習Ⅱで汚染した RI が薄すぎて、探すのに苦労した。

スミア法を用いた汚染対応実習について、以前に自分のところでもやったことがあり、いろいろな除染方法によってどう違うかをみた。しかし、初学者では再現性をとるのが困難であり（おそらくふきとり圧の問題）、最後にまとめた時にすっきりする結果が出たことはない。そのため、現在はその実習をしていない。

責任者や事務系の人も交えて、行いたい内容だと感じた。

洗剤を使った除染までできたらさらに良かった。



最後の実習であったため、データの数値をまとめきることが出来ませんでした。傾向だけ把握するならば実習Ⅱと合わせて長い時間を取れたらより理解度を深められたと思います。

汚染が微量で中々検出ができなかったため、汚染をもう少しした方がよろしいかと思えます。

実際には起こさないようにするべき事柄が起こってしまった場合の対処法を体験するのに良いと思った。

汚染の程度がかなり弱いものもあつたりしてなかなか汚染箇所を見出すのが難しかった。実際の場面で汚染検査をする際にもある程度時間をかけて行う必要があるように感じた。

汚染発見時の処理において、参考にしたい。

<sup>32</sup>Pの量が少ないため、汚染が起こりにくいと誤認する可能性がある

### 5-11. 今後希望する実習テーマがあれば、自由にお書きください。6件の回答

病院での事故事例に関する実習

災害等に係るテーマとして、未知の線源を特定するなどの実習講義も良いかと思えます。

規制庁、主任者、工事担当者などを演じ、変更承認申請書の模擬的な作成の流れを行うなど、より実務に近い実習があるといいなと感じた。

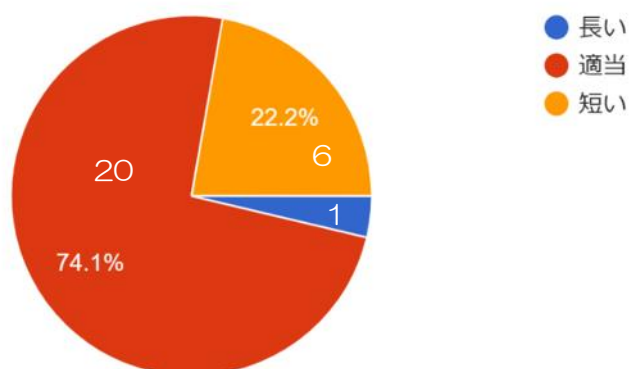
事業所の教育訓練の方法の実演や討論があると嬉しいです。

汚染への対処に関して、粉体や様々な粘度の液体をこぼしたときの対処について、知識としては一応は分かっているものの、一度模範的な正しい動きを、演習やコールド実験でも良いので、体験しておきたいです。

複数の核種を使用した比較など

## 6. 「実習のまとめと講評（グループ発表と講評）」について伺います。時間はいかがでしたでしょうか？

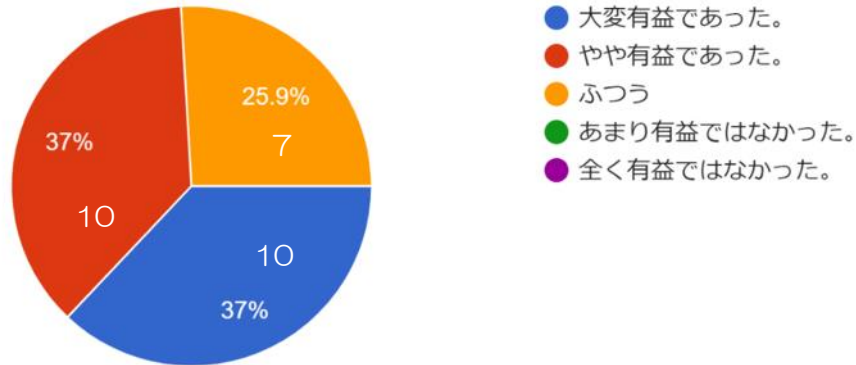
27件の回答





6-2. 「実習のまとめと講評（グループ発表と講評）」について伺います。内容はいかがでしたでしょうか？

27件の回答



6-3. 「実習のまとめと講評（グループ発表と講評）」について、ご意見や気付いた点等あれば自由にお書きください。8件の回答

スライドを作って発表する形式は良かったと思います。

可能であれば1グループの人数を減らしたほうが良い。一部の人だけにスライドづくりや発表が偏りやすいため

発表までの準備が少し足りなかったので、1日目の終了時や2日目の最初の段階などで、自分の役割を教えてもらっているとよりしっかりと話し合いができたかなと思う。

短い時間で資料を作るのは困難であると思います。また、隣の方とは実習で話を少し打ち解けられるとは思いますが、他の席の遠い方々とは会話できていないので、時間をもう少しとっていただいで会話する時間が増えればもっといい講評が出たのではないかと思います。また、持ち物に資料を作成するかもしれないからパソコンを持ってきて一言書いていただいてもいいのかなと思いました。

他の事業所の方の意見を伺うことができ、大変有意義でした。

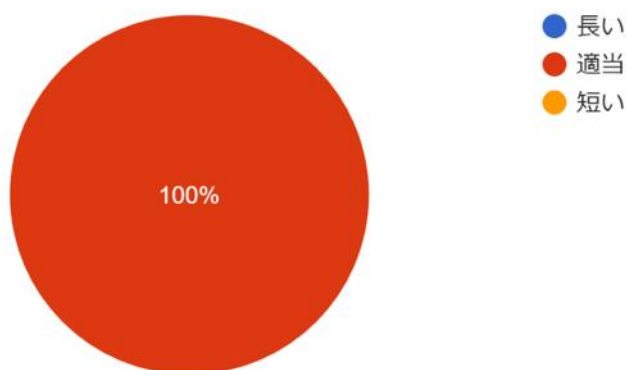
データをとりまとめる時間も、もう少し確保できていると良かった

実習の結果に対する考察に時間をかけてほしかった。実習内容について発表するのか、実際自分の組織で実習する利点や問題点を発表するのか、統一してあるほうが良いと思った。

グループ発表を想定する研修としては所要時間が短く、あの時間内だと必然的に似たり寄ったりのまとめをせざるを得ない面があり、新しい視点の発見の機会等にはつながらないのではと思いました。あの程度の発表でよいという想定であれば構わないのですが、グループ発表形式にする意義を深めるという意味では日程を1日増やしてでも時間を確保してもいいのかもしれないと感じます。

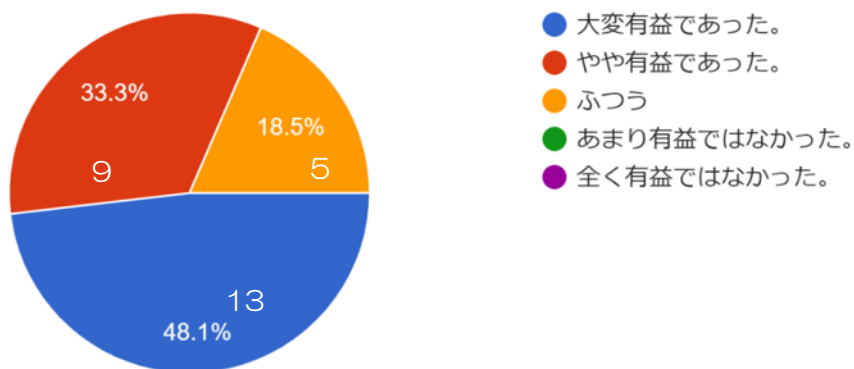
7. 「総合討論（実習、講義内容に関するディベート）」について伺います。時間はいかがでしたでしょうか？

27件の回答



7-2. 「総合討論（実習、講義内容に関するディベート）」について伺います。内容はいかがでしたでしょうか？

27件の回答



7-3. 「総合討論（実習、講義内容に関するディベート）」について、ご意見や気付いた点等あれば自由にお書きください。6件の回答

加速器等を扱う施設では、別で教育訓練を行っていると同えた。当方で網羅できない内容のため、大変安心した。

ディベートとあったのでもっと参加者間で意見を出し合う感じかと思ったが、挙手して発現してまとめてという感じだったので、思った感じとは違った。しかし、内容としては興味深いことも多かったため、それは良かったです。

内容的に議長の方と一問一答形式になっていたので、近くの方々と話をする時間を少しいただいでからまとまった内容を討論するとよりよい時間になったのではないかと思います。

他の会議室で少人数でディベートできるとより活発に意見交換ができると思いました。

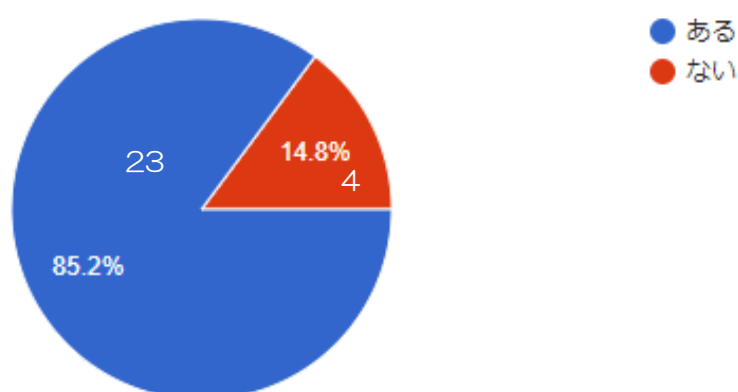
個別の事情に応じた対応を迫られることが多いことが分かった。

他大学での施設や教職員の状況を知ることができ、有意義でした。

## 全体を通して

1. 放射線安全管理担当者としてご自身の事業所の管理をする上で、ご自身（あるいは同僚の管理者）に不足している（あるいは不十分）と感じている技術はありますか？

27 件の回答



1-2. 1で「ある」と答え方に伺います。どのような技術ですか？また、不足技術を向上させるためにどのような実習があればよいと思いますか？ 22 件の回答

安全管理全般。勉強不足だと感じる事が実習の意義だと思いました。

ガンマカウンター、ゲルマニウム半導体検出器の測定・管理

排気、排水に関する評価

放射線管理に関する多くの関係法令があり、内容が多く、全ては理解しきれていないので、関係する法令の通知等に対するの対応について講義があればよいと思いました。

RIで汚染された機器（HPLC等）の除染について力不足を感じています。実習については思いつきませんが、他の事業所での例があれば教えて頂きたいと思います。

緊急時対応 緊急時に備えるための訓練方法や施設の準備および準備状況の点検

計測や除染

教育訓練の質（本プログラムでコンテンツなどを作成・提供していただくと助かります）

事故・災害時の対応に関しては全く経験がないので、短時間に的確な対応ができるような実習があれば助かります。

基本的に一人で管理しているので、自分のやっていることが正しいかどうかをいつも考えながら行動している。なので班になって、何か作業したり事務的な手続きをデモとして行うような実習をして、それを班内で考えたり、助言いただけるといい。

管理に費やす時間が短いため、多施設共通で使用できる管理チェック表などが作成されると良い。

経験が浅い人のために理解を深めてもらう技術。簡単な内容からの資料やわかりやすい実習があればと思います。

私は第1種放射線取扱主任者を持っており、今後は主任者代理の役割を担うこととなります。その中で問われている危険時における対応や法律的な知識・技術が不足しています。また最新の知見等を知りたいとも考えています。そのようなことを学べるような実習(例えば緊急時の対応を避難訓練のように実際に体を動かして行ってみるなど)があると、良いかと思います。

非密封 RI を使用した研究を普段行わないので、特に、事故等の想定が自分では難しい。事象事例をベースとした実習があるとありがたい。

使用核種や発生装置に応じた、放射線を測る最適な方法。

本格的に管理を始めてまだあまり経っていないのもあるが、実際に汚染が起きた時にどのように対処すればいいのか、ノウハウを教えていただけるとありがたい。

簡単には思い浮かびません。

知識としては分かってはいるつもりでも、実務としてはなかなか使う機会のない技術に関して、いざという時に問題なく対応できるか不安です。人体への汚染や大規模汚染など。実習や訓練としてもなかなかできない点だとは思っています。

放射線安全管理業務の初心者が、一通りの業務を学べる実習。

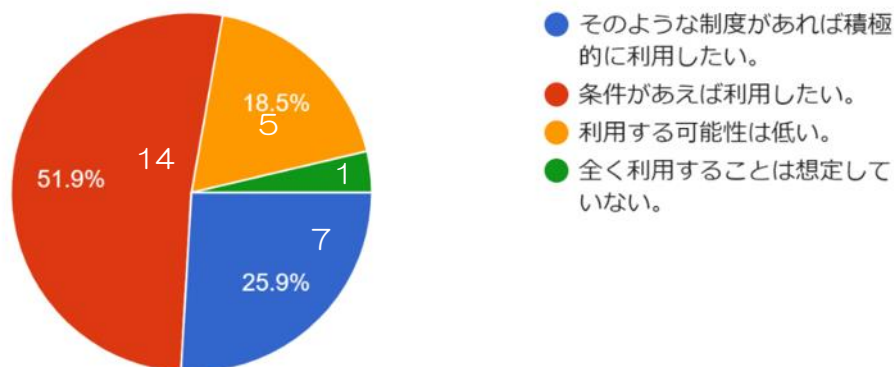
そもそもの知識、及び法規制に関する知識。及び技術。

管理測定技術 汚染除去 今回の実習は大変勉強になりました。汚染除去についての実習を受けてみたいです。

自分の施設のユーザーの規模が小さくなっており、人を集めて実習を行う意義が薄い(個別にユーザー専用の実習相当をセッティング、管理側が一定期間同伴する方が合理的)ため実験や実習の操作に対する経験が自分には不足しており、補うための機会にも乏しいです。過去に行っていた実習は「頻出の研究手法に合わせた実習」であったことを確認していますが、ユーザー層に合わせた専門性を重視する実習よりも汎用性を重視する(研究を考慮しない液体シンチレーションの測定の過程を体験する等)実習があればと感じます。ただ、現状のユーザーの規模ではその実習を用意するコストが到底見合わないため実習以外の手段で補うことが先に起こりそうです。

2. 今後のこととして、近隣の大学で教育訓練を受講できるようにするなど、地域の拠点となるような体制を整備することなどが現在検討されております。このような拠点が整備された場合、現在所属されている機関において、拠点を利用する可能性はございますか？

27 件の回答



3. 各機関において今後取り入れると良い。あるいは、取り入れて欲しい。と思う講義や実習などがあれば、具体的にその内容をお書き下さい。7 件の回答

今回の線源だけでなく、他の核種を使用した実習。各施設ではどの核種が使用されているかなど、また汚染時でのノウハウなども施設ごとに行われていることなど多く知りたい。

新規の教育訓練が法改正で事業所に任される部分が大きくなったが、単に時間が短縮されただけの感もある。事業所の規模や取り扱っている核種や機器等に応じた「モデル」があれば、参考になると思うので、その辺を勉強したいと思います。

防災訓練

取り扱い者で、RI に関する基礎的な知識が不足(例えば放射線の種類など)している人が多いので、何かしらの方法で教育を強化する方法の検討があっても良いと思います。

放射光のみ利用する人のための講義など

あまり放射線について、知識が少ない人向けの講演会などを別で開催してみてもどうでしょうか。

また、火災事故だけでなく、自然災害、放射能漏れ等の事故・事件が発生した際の対応方法の検討会があってもいいかと思います。

放射線の減衰や遮蔽について

4. その他、全体を通じてお気付きの点などございましたら、ご自由にお書きください。6 件の回答

もっと国公立や私立関係なく、このような交流が深まる場を提供して頂けると幸いです。

勉強不足な面が多くありましたが、非常に有益な講義で勉強になりました。ありがとうございました。

今回は色々とお世話になりました。とても勉強になりました。自己研鑽としてチャンスがあれば、また参加できればと思います。当番校の先生方に於かれましては、大変なご負担であったかと存じます。本当に有難うございました。

とても勉強になりました。大変お世話になりました。様々な分野の方が参加していたので、その中で交流ができたのは非常に良かったです。今回学んだことを自分の中でとどめておくのではなく、様々な場で還元できれば良いと思います。ありがとうございました。

有意義な内容の実習と講義を拝聴させていただき大変貴重なお時間をいただきありがとうございました。またよろしく願いいたします。

大変有意義な研修に参加させて頂きありがとうございました。ぜひともまた参加させて頂きたいと思っております。今後とも宜しく願いいたします。

### 2.3.2 実習内容の公開

平成 29 年度-今年度までの大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議を開催した 3 つの大学が実習内容をまとめたファイルを作成した。この資料には、教育を実施する者が参考になるように、実習準備マニュアルも作成している。これらを資料 14～18 に示す。これらの資料については、本事業のホームページ ([http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI\\_network/index.html](http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI_network/index.html)) にて公開している。また、今後、国立大学アイソトープ総合センター会議のホームページ (<http://ricenters.umin.jp>) から閲覧できるようにする予定である。

### 2.3.3. 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催

金沢大学において、教育・実習に関する検討会を開催した。以下にまとめを記す。

#### 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会まとめ

本検討会（教育プログラム）は令和元年 9 月 19 日（木）、20 日（金）の 2 日間に渡り、金沢大学 学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設で実施された。参加者は 11 名（内 1 名は自費参加）であった（参加者名簿参照）。実施内容については、日程表どおりに実施した。

第 1 日目の午前中は学外者が金沢大学で動物実験及び RI 実験が行えるために実験動物研究施設長の犬黒多希子教授により動物実験基礎講習およびアイソトープ総合研究施設長の柴 和弘教授により教育訓練（放射線障害予防規程等）を実施した。また、アイソトープ総合研究施設のスタッフによる実習「マウスを用いた脳内ドパミントランスポーター(DAT)の SPECT/CT 撮像」の説明と施設見学を行った。午後からは、管理区域内の動物実験室で、生理食塩水を使ってマウス尾静脈投の練習を全員が行い、動物実験で汚染頻度の高い動物への RI 投与時の汚染防止及び被ばくを軽減するための注意点を学んだ。その後、2 班に分かれて、第 1 班の代表者が<sup>123</sup>Iイオフルパン（ドパミントランスポーター(DAT)イメージング剤）注射液を調製し、それをマウス尾静脈に投与した。マウスをイソフルランで麻酔し、SPECT/CT 装置のベッドの固定し、投与後 30 分から撮像を開始し、15 分間×2 回のマウス脳の撮像を行った（コントロールマウス）。次に、第 2 班の代表者が DAT 阻害剤を加えた<sup>123</sup>Iイオフルパン注射液を調製後、上記と同様に撮像を行った（阻害マウス）。それぞれの撮像収集データは再構成するための条件を設定し、再構成を実施した。ここでは、RI を投与したマウスの取り扱い方法、マウスの SPECT/CT 装置への装着方法、SPECT/CT 装置の操作方法と再構成方法及び、撮像後のマウス処理、RI 廃棄物処理等について実習を行い、SPECT/CT 実験の撮像方法を学ぶとともに、本実験での汚染及び被ばくを防ぐ方法について学んだ。

第 2 日目は SPECT/CT 撮像データの再構成画像をフリーの画像解析ソフト(AMIDE)を用いて、マウス脳の X 線 CT と SPECT の重ね合わせ画像を作成し（図 2.3.3-1）、脳の線条体と小脳の RI 集積を比較することにより、線条体のドパミン神経系の状態を調べることが出来ることを学んだ（表 2.3.3-1）。



次に、「短寿命  $\alpha$  核種によるがん治療」という演題で金沢大学医薬保健研究域医学系の絹谷清剛教授の特別講演が行われた。絹谷教授は金沢大学の核医学診療科の教授で、日本の放射性核種による核医学治療の中心的存在であり、最近話題の短寿命  $\alpha$  核種を含むがん治療を中心に最新の核医学治療について講演していただいた。

最後に、本検討会（教育プログラム）のまとめとして総合討論を行い、RI を用いた分子イメージングの実験方法及び実験中の汚染防止方法や被ばくを抑える方法について、意見交換を行った。また、参加者には4つのテーマに関する報告書（①参加を申請した理由、学内の事情、②学内の所属責任者に報告する本検討会の説明内容等、③検討会に参加したことによる効果、④本検討会に対する意見及び開催してほしいテーマ）を提出してもらった。その結果のまとめを表 2.3.3-2 に示す。

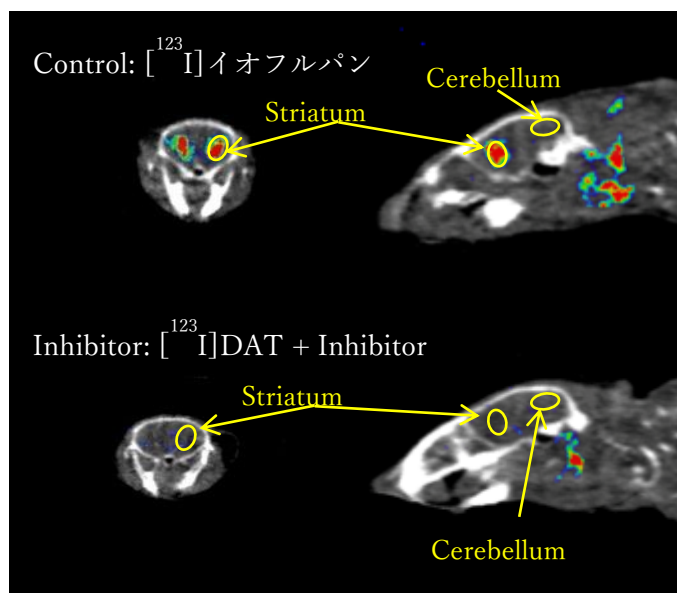


図 2.3.3-1.  $[^{123}\text{I}]$ イオフルパン（DAT イメージング剤）の脳内画像



表 2.3.3-1. DAT 阻害剤による  $[^{123}\text{I}]$ イオフルパンの脳内 DAT 集積の阻害効果

	ROI	Mean	Striatum/Cerebellum
Control	Striatum	18.3	6.98
	Cerebellum	2.6	
Inhibitor	Striatum	5.2	1.22
	Cerebellum	4.3	

表 2.3.3-2. 参加者の報告書まとめ

<p>1) 参加を申請した理由、学内の事情（今回の安全利用検討会のテーマについての学内での状況等）について記載して下さい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 動物用 PET 装置が今年度内にオープン化されており、アイソトープ総合センターに関連する教職員以外の新規利用者に対する教育や安全管理について学ぶため。</li> <li>● In vivo 動物実験の利用の要望があるが、知識や経験が無い。そこで、本検討会を知り、動物を扱った RI 実験を行うための管理や留意点など、様々な観点から「現場で必要な情報」を得るために参加した。</li> <li>● 放射線医薬品を用いた実験に関わる安全利用検討に興味があったため。</li> <li>● 学内の教育研究及び教育研究における安全管理の向上に直接役立つ目的で参加した。</li> <li>● 新しい RI 施設では短寿命核種を使用した動物実験も行われているため、現場での実験手順等を実習し、その経験を放射線管理に生かすことを目的として、本検討会に参加した。</li> <li>● RI を用いたイメージング技術は生体材料の今後の発展に必要な不可欠な技術であり、基礎から実習まで体系的に技術を習得したいため。</li> <li>● 主任者として、実験技術や安全管理技術の維持・継承の面で普段からやや不安を解消するため参加した。</li> <li>● 他部署や企業からの共同研究の申し込みが増加しており、安全で効果的なイメージング方法について学ぶために参加した。</li> <li>● 使用人数が激減した RI 施設を如何に活用すべきかを探すヒントが得られるのではないかと考えて今回参加した。</li> <li>● 放射線を利用した最新の技術などを実習形式で学びたいと考え参加した。</li> </ul>
<p>2) 学内の所属責任者に報告する本検討会の説明内容等について記載して下さい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 実践的なイメージング技術のみならず、近年、そしてこれからの放射線利用のトピックに係る講義も拝聴することができた、情報収集の多い研修会となった。</li> <li>● 実習内容は検討会テキストに非常にわかりやすくまとめられており、今後の当施設の動物用 PET 装置のマニュアル作成の参考にしたい。</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国立大学での動物実験への取り組みや有する設備の情報。また大学教員などの人材（＝人財）による叡智において実施される既存の研究および今後の可能性についても報告致しました。</li> <li>● 金沢大学学祭科学実験センターアイソトープ総合研究施設の設備見学して管理区域の厳しいセキュリティ、入退出記録管理、充実した廃棄設備について見学したこと。</li> <li>● 動物実験の倫理や動物実験をとりまく法律や指針について学んだこと。</li> <li>● 動物実験及び RI の安全規定については、各大学で共通する内容が多く、これらの内容については報告した。特に、教育プログラムの資料は、後で見ただけでも再現できるように内容が洗練されており、非常に参考になった。</li> </ul>
<p><b>3) 効果(今回の検討会において、放射線利用に関する安全利用技術について、利用者及び安全管理担当者の資質の向上に繋がった点を記載してください)</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 動物用 PET/SPECT 装置を持つ施設と意見交換をすることができ、今後安全管理や装置の運用方法などで、困ったときに相談できる人が増えたことが大きな収穫の一つである。（マニュアル作成や、新規利用者向けの講習など）</li> <li>● 放射線従事者ならびに管理区域の管理体制が合理的であり、今後の管理体制の改善のための参考になった。また、安全管理担当者と情報を共有できた。</li> <li>● 放射線医薬品を用いた実験の際に配慮すべき、適切な被曝防護対策や取り扱いについて再確認することができた。当院には全身用半導体 SPECT/CT 装置があるため、将来的な Theranostics へ貢献するため、自施設の装置検証を続けていきたいと感じた。</li> <li>● 教わる立場で SPECT 撮像実験を一通り体験できたことで、RI 投与、RI 動物撮像における被ばく防護、安全利用上の注意事項を参考にでき、今後の指導や学生実習時、より適切な安全管理指導のために活用できる。</li> <li>● 動物実験の特殊性については、「生き物」であることから投与(静注)の失敗や排尿による汚染への配慮や、脱走への配慮等が重要であることがわかった。こういった知識は初心者への教育訓練においても役立つものとする。</li> <li>● RI 動物実験を行ったことにより、短半減期 RI を使用することによる時間的制約の中での被ばく防護、安全管理、安全利用技術が向上した。</li> <li>● RI 動物実験の流れや被ばく低減化のための実験方法や安全管理方法について学んだ。異なる専門領域の多くの方々と知り合い意見交換を行えたことは貴重な経験でした。</li> <li>● 尾静脈からの RI 投与および SPECT/CT の撮像について、本学施設との違いを見ることで双方のメリット・デメリットを検討することができた。</li> <li>● RI 施設利用活性化のためにどのような方策をとって行くべきか考える上で、参考にしていきたい。</li> <li>● 短半減期 RI を使用する上での効率的な作業手順や安全取扱など、管理担当者としても利用者としても資質の向上に繋がるような知識や技術を得ることができた。</li> </ul>
<p><b>4) 本検討会に対する意見及び新しい放射線利用に関する安全利用技術の利用及び安全管理技術について、本検討会で開催してほしいテーマについて、記載して下さい</b></p>

- 短寿命α核種によるイメージングの実習について
- (特に安全管理、安全取扱法についての講演を聞いてみたいです。)
- RIの新しい利用法を学び、新しいRI利用技術を提供することよりのRI施設の発展に繋がりたい。
- 放射線に薬品の薬学的な視点からの体内での挙動についても興味がある。
- 短寿命α核種の利用に関する防護の考え方について
- 加速器の放射線管理。また、これはRI規制法からは外れるかもしれないが、エックス線装置、放射光、核燃料物質・国際規制物資等の管理技術について
- 治療や診断目的に使用される標識化合物の標識方法について
- 放射線を利用した他の測定技術(例えばガンマカウンターやオートラジオグラフィーでの測定)についても、安全かつ効果的な実施方法について学びたい。
- 炭素 14 を用いた年代測定などを行ってみたい。また、細胞に様々な強度の放射線をあてて、染色体の変化を観るような実験なども興味深いところである。

#### 検討会のまとめと今後について

- ・実際にいろいろなRI実験の作業手順を体験することは、管理者側にとっても、被ばく防護法や安全取扱の工夫や安全管理方法の向上に役立つとともに、今後の改善点のヒントになると考えられる。
- ・今後、RI実験技術の伝承が途切れた多くの研究分野の研究室の研究者に既存のRI実験法及び新規RI実験法をRI施設が研究者に技術提供していくことは、RI施設の充実及び施設安全管理の向上に重要である。
- ・RI施設の充実を図るため、RI施設は安全管理技術とともに利用者のニーズに応えるいろいろなRI実験技術を習得することが、今後重要となると考えられる。また、参加者のネットワークを通じ、いろいろなRI実験技術が共有できる可能性がある。
- ・RI利用が減少する中、本検討会は新しいRI実験技術の体験を通してRI利用の拡大に繋げRI施設の充実に貢献出来る。RI施設の充実が予算獲得に繋がり、施設安全管理の向上に繋がる。
- ・今後、必要な既存及び新規RI実験法を調べ、その実験法をテーマにした検討会を開催し、RI施設の活性化並びにRI安全管理に貢献する。

表 2.3.3-3 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会  
講師・スタッフ一覧

講師・スタッフ

講師

絹谷 清剛	金沢大学医薬保健研究域医学系
大黒多希子	金沢大学学際科学実験センター・実験動物研究施設

実習講師

久下 裕司	北海道大学アイソトープ総合センター
渡部 浩司	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
上原 知也	千葉大学大学院薬学研究院
西 弘大	長崎大学原爆後障害医療研究所
澁谷 孝行	金沢大学医薬保健研究域保健学系

スタッフ

柴 和弘	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設
北村 陽二	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設
小阪 孝史	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設
三崎 勝夫	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設
松永 恵子	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設
中島美由紀	金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設

表 2.3.3-4 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会

プログラム

期間：令和元年 9 月 19（木）, 20 日（金） 2 日間

場所：金沢大学 学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設

9 月 19 日（木）

時間	形式	内容	担当者	場所
9:00-9:25	受付			
9:25-9:30	挨拶		学際科学実験センター長 大黒 多希子	会議室 (1 階)
9:30-10:00	講義	動物実験教育訓練	実験動物研究施設長 大黒 多希子	会議室 (1 階)
10:00-10:30	講義	放射線障害予防規程	RI 総合研究施設長 柴 和弘	会議室 (1 階)
10:30-10:40	休憩			
10:40-12:00	講義	実習説明と施設見学	RI 総合研究施設 北村陽二 小阪孝史	会議室 (1 階)
12:00-13:00	休憩			
13:00-14:00	実習 1	動物実験練習 (投与法)	RI 総合研究施設 北村陽二 小阪孝史	小動物実験室 (516)
14:00-18:00	実習 2	RI 投与、麻酔、SPECT 撮 像・再構成	RI 総合研究施設 小阪孝史 北村陽二	動物イメージング 室(512)
18:30-20:00		情報交換会		ジョーハウス

9 月 20 日（金）

9:00-10:45	実習 3	SPECT 画像解析実習	RI 総合研究施設 小阪孝史 北村陽二	会議室 (1 階)
10:45-11:00	休憩			
11:00-12:00	講義	特別講演 「短寿命 $\alpha$ 核種によるがん治療」	医薬保健研究域医学系教授 絹谷清剛	会議室 (1 階)
12:00-12:30		総合討論・検討会	柴 和弘、全講師	会議室 (1 階)

実習書、特別講演資料、動物実験講習資料、教育訓練（放射線障害予防規程）資料は省略する。

## 2.4. 放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援

国内大学等の放射線施設の若手（39歳以下または博士取得後8年未満）の安全管理担当者の安全管理に関する意識と資質向上を目的として、大学等放射線施設協議会と連携して、研修等への参加に関する学内措置が限られている、予算措置が必ずしも十分ではないという者に対して、大学等放射線施設協議会が開催する放射線安全管理研修会（全国研修）の参加について、旅費および宿泊費の支援を行った。

この研修会では、原子力規制庁による放射線管理に係る最近の動向に関する講演、筑波大学における環境放射能研究の講演、及び眼の水晶体の線量限度引き下げに関する検討内容の講演があった。また、協議会の企画として、予防規程改定に関する情報及び意見交換、少量核燃料物質の合理的な安全管理に関する話題、原子力安全研究協会による特殊健康診断に関するアンケート調査の結果報告、女性の線量限度に関するアンケート調査の結果報告があり、放射線安全管理に携わる者にとって有益な情報が得られるものであった。

旅費及び宿泊費の支援を受けた者は4名であった。この者には、当研修に参加した結果が自施設あるいは学内においてどのように機能したか（申請書に書かれた内容。自施設及び自機関における展開等）についての報告書（A4、2ページ程度）を提出して頂いた。そのまとめを資料19に示す。

## 2.5. 放射線情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築

### 2.5.1. ソフトウェアの開発

2017-2018年度に構築した国立大学アイソトープ総合センター会議参加校である21大学を結ぶ仮想イントラネット（以下、UMRIC-L2という。）上で、2018年度に検討した連携ネットワークの仕様策定を参考に、放射線情報の一元管理を行うシステムの開発を行った。

本システムはUMRIC-L2上に立てた従事者情報管理サーバ（次項目の「2.5.2 ホストPCの設置と接続連携」を参照）で動作し、各大学からセキュアにアクセス可能である。動作の流れとしては、(1)派遣元の大学が、派遣される者の個人情報をシステムにアップロードし、派遣先の大学を指定する。(2)派遣先の大学はその情報を確認し、派遣（受け入れ）を承認する。(3)承認の情報は本サーバ上で派遣元と派遣先の大学で共有され、派遣先大学では、必要に応じて、派遣される者の「放射線業務従事証明書」をPDFで得ることが可能となっている。本年度は、システムの開発を行い、動作を確認した。開発したシステムの詳細については資料20を参照。

### 2.5.2. ホストPCの設置と接続連携

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの放射線管理室にホストPCを設置し、このホストPCを通して各大学アイソトープ総合センターとSINET5で接続して連携を行った。本ホストPC上に複数のVM(Virtual Machine)を立て、「2.5.1 ソフトウェアの開発」で述べた個人情報管理サーバ、ネットワーク管理サーバの運用を開始した。

### 2.5.3. 共通管理項目の決定

2018年度に検討した各大学の管理項目が他大学のアイソトープ総合センター（以下、RIセンタ

一という。)と共通項目となるか確認し、一元管理のための共通管理項目として提案を行った。

21 大学の RI センターの様式を収集し解析を行い、これに基づき共通管理項目の提案を行った。詳細は資料 21 を参照。

#### 2.5.4 関連情報の共有

各大学の放射線管理業務に関わる情報(予防規程, 放射線教育用マテリアル, 各種申請書, 放射線管理帳簿など)を UMRIC-L2 上で共有し, 相互運用を図る仕組みを構築した。

UMRIC-L2 上にネットワークストレージを接続し, 各大学の端末からアクセスできるようにした。このストレージに大学ごとのフォルダを作成し(図 2.5-1), ファイルのアップロード/ダウンロードができるようにした。共有されている関連情報の例は, 図 2.5-2 に示すとおりであり, 教育訓練のビデオ教材が格納されており, 各大学の端末から利用できるようになっている。

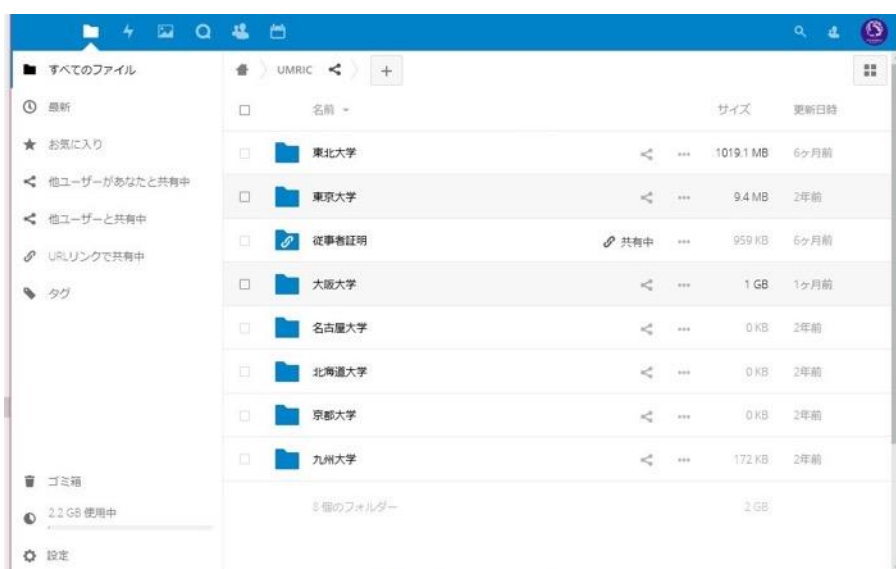


図 2.5-1. 関連情報共有のためのネットワークストレージのフォルダ構造

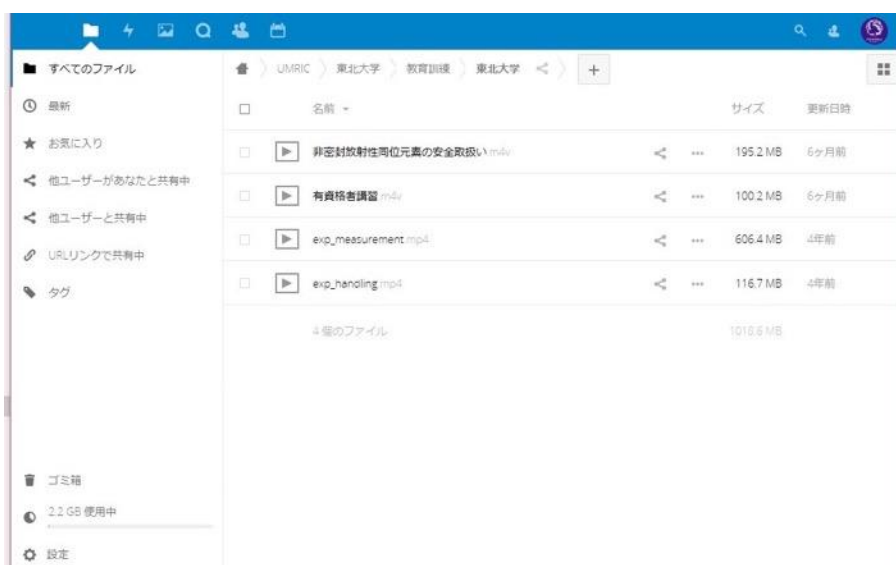


図 2.5-2. 共有されている関連情報の例

## 2.5.5 利用事業所の拡大

本ネットワークの利用拡大を進めるため、UMRIC-L2に新たに接続する事業所について検討を行った。利用者の多い大型加速器施設(SPring-8, KEK 等)を中心に、現在調整中である。また国内のネットワーク管理者によるワークショップ「先端ネットワーク利用に関するワークショップ(ADVNET)」で本事業の紹介を行い[1]、ワークショップ参加者からネットワークを拡大するための技術的なアドバイスを得た。

## 2.5.6 成果

本事業の取り組みについて、学会において発表を行った[2]。寄せられたコメントには次のものがあつた；

「共同利用施設に従事者を派遣する場合、RI法の責任は共同利用施設側、電離則の責任は所属機関となる。従事者が他機関へ異動する場合は、両方の法律の責任が旧所属機関から新所属機関に移ることになる。2つの場合は似ているが証明書に記載すべき最低限の情報は若干異なるので、それぞれについて項目を検討する必要がある」

「今回提案された共通項目は各機関の現状を踏まえた最大公約数的なものとしているが、国際的な取り組みとの整合性を確保し、本来あるべきものとすべきである。IAEAは、雇用者と、施設管理者との間で密接な連携を取ることを要求している[3]」

この2つのコメントは、本プロジェクトの目的である「従事者証明書の統一化」のためには施設(派遣先)の責任と派遣される者の所属元の責任をRI規制法のみならず電離則の視点も含めて見直すこと、また派遣先と所属元の連携を確立することが重要であることを示唆しており、これらについて、次年度以降、議論を深めてゆく予定である。

## 2.5.7 今後の予定

### (1) 大学以外の機関との連携

大学からの利用者が多い放射光施設・大型加速器施設のような共同利用機関(例：SPring-8, KEK等)との連携を推進する。共同利用機関2施設について専用ネットワークUMRIC-L2への接続、システムの利用実験を行う。

### (2) シンポジウムの開催

これまでWGを中心に行なってきた、運用状況調査及び共通管理項目(様式)の検討を、全国の大学及び共同利用機関に広げる。WGでの議論をふまえ、関連学協会におけるシンポジウムを開催し、広く意見を集めるとともに、大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理について共通理解の形成を目指す。

主な検討項目(予定)

- ・放射線業務従事者証明の共通項目(様式)について
- ・業務従事者情報共有化のためのシステムについて
- ・個人情報の扱いについて
- ・施設と派遣元の責任分担について(RI規制法と電離則)

### (3) システム開発



2019年度に開発した業務従事者情報共有システム(以下、本システムという)の利用促進を図るため、追加機能の開発を行い、利便性の向上を図る。特に、これまで各大学で独自に構築していた個人管理システム(以下、学内システムという)と本システムとの連携方法を確立する。

開発項目：

- ・学内システムから本システムのデータ形式への変換プログラム
- ・学内システムから共通フォーマット(CSV)への変換プログラム
- ・本システムを個人管理に利用するための機能(追加)

[1] 渡部浩司 「SINET5 を用いた放射線情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築」 ADVNET2019, 2019/10/4, 東京大学.

[2] 「規制研究セッション 大学間ネットワークに従事者管理の統一化」, 第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会, 2019年12月4日～7日, 仙台

[3] IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3

Requirement 21: Responsibilities of employers, registrants and licensees for the protection of workers (3.74-3.82) (p.51)

Requirement 23: Cooperation between employers and registrants and licensees (3.85-3.87) (p.54)

### 3. まとめ

研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示に従い、次年度以降の事業を放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みに絞ることとされたため、本事業で実施していた放射線教育と非密封放射線施設の連携・拠点化に向けた課題の検討と解決は、今後、本事業では実施しない。

放射線の利用と安全管理は車のアクセルとブレーキのようなものであり、放射線安全管理は放射線利用があってこそ成立するものである。大学では非密封 RI を使用できる人材の漸減が著しい。一方で、数十年後の福島第一原発からの燃料取り出し及び廃炉のために、非密封 RI を取り扱える人材の確保が必須であり、非密封 RI 取扱技術を有する人材の育成と非密封 RI 取扱技術の継承は我が国の大きな課題である。今後、非密封 RI を取り扱える施設を残し、その教育・研究機能の維持・向上及び放射線安全技術を向上させることは、我が国が廃炉を実現するための重要な基盤であり、健全な原子力社会のために世界に果たすべき責任でもある。平成 29 年に日本学術会議提言「大学等における非密封放射性同位元素使用施設の拠点化について」で提言されたとおり、放射線施設の連携・拠点化は、課題解決策の一つである。したがって、次年度以降は本事業からは離れることになるが、放射線教育及び放射線施設の連携・拠点化に向け、課題の解決を粛々と進めることとする。

本事業の本年度のまとめを以下に記す。資料 22 に本年度の成果報告会での発表資料を載せた。

#### 3.1. ネットワーク幹事校会議、ワーキンググループ会議及び全体会議の開催

幹事校による幹事校会議を 4 回開催し、本事業全体の進捗状況を幹事校間で共有した。ネットワーク全体会議に諮る今後の方針案を討議した。幹事校会議にて進捗管理を行うことで、事業を円滑に進めることができた。

日本学術会議提言「大学等における非密封放射性同位元素使用施設の拠点化について」将来的に非密封 RI 施設の拠点化、集約が必須との意見に呼応して、将来的に大学等の非密封放射線施設の連携、拠点化のために課題となる事項を取り上げ、4 つの課題を設定した。それぞれの課題について 27 大学の中から担当校を割り当て、ワーキンググループを設置し、各ワーキンググループにおいて、その課題について議論した。以下に本年度設定した 4 つのワーキング・グループを示す。

- (1) 長期的視点にたった施設運営（施設維持方針）のアンケート調査研究
- (2) 管理区域の柔軟な運用のための調査研究
- (3) 放射線業務従事者管理方法に関するルール作成のための調査研究
- (4) 放射線教育

それぞれの課題について問題点を抽出し、解決のための方向性を提示することができた。

ネットワーク全体会議は、令和 2 年 1 月に開催され、本年度の事業についての進捗が報告された。この全体会議では、研究評価委員会の評価前に開催されたため、全ての事業が継続されるものとして、今後の方向性および次年度計画についても検討された。しかしながら、その後、研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示に従い、次年度以降の事業を

放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組みに絞ることとされたため、放射線業務従事者の一元管理に向けた取り組み以外の事業は、今後、本事業では実施しない。

### 3.2. 令和元年度の安全研究重点テーマ案についての協力

原子力規制庁における令和元年度安全研究の重点テーマ設定の検討について、必要な協力を行った。

### 3.3. 放射線安全管理担当教職員を対象にした高度な技術習得のための実習プログラムの開発、放射線安全管理技術向上のための教育プログラムの開発等

#### 3.3.1. 放射線安全管理担当教職員の安全技術向上及び研究支援に資する高度な技術習得に向けた実習プログラムの開発

放射線安全管理担当教職員の安全技術向上及び当該職員による研究支援の高度化に向け、京都大学環境安全保健機構附属放射性同位元素総合センター（本館）において、「大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議」を開催した。本会議では、二日間をかけて以下の内容で実施された。

初日には、特別講演として、原子力規制庁放射線規制部門の谷本昌純氏に、特に立入検査の実施状況および法令報告事項の一部改正についての講演をしていただいた。神戸大学理事・副学長の小田啓二教授に「放射線防護に用いられる量と最近の動向について」のタイトルで実用量の歴史的背景からはじまり現在の議論・課題および今後の対応に至る講義をしていただいた。続いて、京都大学放射性同位元素総合センターの戸崎充男准教授が「放射線測定的基础」として、次の実習プログラムにつながる測定器サーベイメータの実務に必要な基礎の講義をおこなった。

今回は3つの実習プログラム（実習 I、II、II）を行った。実習 I「放射線測定器の校正について」では、京都大学で行っている確認校正を体験し、さらにその後の実習プログラムで使用する GM サーベイメータの変換係数（ $\beta$ 線による計数率から放射能への変換）を決める測定実習をした。実習 II では、京都大学の放射線取扱の実習（新規教育訓練）「非密封 RI の取扱に関する実習」で使用している教材をもとに、実際管理者がこの教材を実際（体験）しながら検証し、教育プログラムとしてより充実した内容にするための検討を行った。この検討は翌日にグループごとに発表し全体で討論をした。実習 III では、「非密封 RI による汚染発生時の対応技術研修及び検討」のタイトルで、実習 II の終わりに、模擬的に3種類の素材の汚染物を作成し、これらの汚染サンプルをグループ間でシャッフルして、より現実的な汚染検査及び措置を経験するとともに、対処技術の向上プログラムとなるべく研修討論を行った。

2日目には、「事故事例 RI 施設の火災について」と題して、京都大学環境安全保健機構放射線部門長の高木郁二教授に講義（演習）をしていただいた。この講義では、京都大学で一昨年発生した RI 施設での火災を題材にして、発生から鎮火、広報にいたる一連の時系列に沿って仮想的に RI 施設の火災を追体験してもらい、各自でその都度何が重要で、どのように判断行動しなければならいかを演習してもらった。最後に、実施した実習と講義をもとに、グループで発表して今後の教育及び訓練実習への妥当性、適用性の検討を行った。

過去3年間の教育プログラム検討会議で実施した実習について、教育のための資料を作成し、

検討会議の参加者の意見を取り入れて改善した。この資料は、本事業のホームページ上で公開された。

### 3.3.2. 現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会

本検討会は金沢大学学際科学実験センター・アイソトープ総合研究施設において、二日間かけて以下の内容で実施された。

初日には、午前中に、教育訓練の後、実習の説明と施設見学を行った。午後からは、管理区域内の動物実験室で、生理食塩水を使ってマウス尾静脈投の練習を全員が行い、動物実験で汚染頻度の高い動物への RI 投与時の汚染防止及び被ばくを軽減するための注意点を学んだ。その後、<sup>[123I]</sup>イオフルパン（ドパミントランスポーター(DAT)イメージング剤）注射液を調製し、それをマウス尾静脈に投与した。マウスを麻酔し、SPECT/CT 装置のベッドの固定し、マウス脳の撮像を行った。次に、DAT 阻害剤を加えた<sup>[123I]</sup>イオフルパン注射液を調製後、上記と同様に撮像を行った。それぞれの撮像収集データは再構成するための条件を設定し、再構成を実施した。ここでは、RI を投与したマウスの取り扱い方法、マウスの SPECT/CT 装置への装着方法、SPECT/CT 装置の操作方法と再構成方法及び、撮像後のマウス処理、RI 廃棄物処理等について実習を行い、SPECT/CT 実験の撮像方法を学ぶとともに、本実験での汚染及び被ばくを防ぐ方法について学んだ。

第 2 日目には、SPECT/CT 撮像データの再構成画像をフリーの画像解析ソフト(AMIDE)を用いて、マウス脳の X 線 CT と SPECT の重ね合わせ画像を作成し、脳の線条体と小脳の RI 集積を比較することにより、線条体のドパミン神経系の状態を調べることが出来ることを学んだ。

「短寿命 α 核種によるがん治療」という演題で金沢大学医薬保健研究域医学系の絹谷清剛教授の特別講演が行われた。最後に、本検討会（教育プログラム）のまとめとして総合討論を行い、RI を用いた分子イメージングの実験方法及び実験中の汚染防止方法や被ばくを抑える方法について、意見交換を行った。

### 3.4. 放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援

国内大学等の放射線施設の若手（39 歳以下または博士取得後 8 年未満）の安全管理担当者の安全管理に関する意識と資質向上を目的として、大学等放射線施設協議会と連携して、研修等への参加に関する学内措置が限られている、予算措置が必ずしも十分ではないという者に対して、大学等放射線施設協議会が開催する放射線安全管理研修会（全国研修）の参加について、旅費および宿泊費の支援を行った。旅費及び宿泊費の支援を受けた者は 4 名であった。この者には、当研修に参加した結果が自施設あるいは学内においてどのように機能したか（申請書に書かれた内容。自施設及び自機関における展開等）についての報告書（A4、2 頁程度）を提出していただき、この支援が若手育成に貢献していることを確認した。

### 3.5. 大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理

#### 3.5.1. 放射線業務従事者情報一元管理に関する課題整理

本ネットワークの利用拡大を進めるため、UMRIC-L2 に新たに接続する事業所について検討を行

った。利用者の多い大型加速器施設 (SPring-8, KEK 等) を中心に、現在調整中である。また国内のネットワーク管理者によるワークショップで本事業の紹介を行い、ワークショップ参加者からネットワークを拡大するための技術的なアドバイスを得た。2018 年度に検討した各大学の管理項目が他大学の RI センターと共通項目となるか確認し、一元管理のための共通管理項目として提案を行った。

### 3.5.2. 放射線業務従事者情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築等

放射線情報の一元管理を行うシステムの開発を行った。本システムは UMRIC-L2 上に立てた従事者情報管理サーバで動作し、各大学からセキュアにアクセス可能である。動作の流れとしては、(1)派遣元の大学が、派遣される者の個人情報をシステムにアップロードし、派遣先の大学を指定する。(2)派遣先の大学はその情報を確認し、派遣(受け入れ)を承認する。(3)承認の情報は本サーバ上で派遣元と派遣先の大学で共有され、派遣先大学では、必要に応じて、派遣される者の「放射線業務従事証明書」を PDF で得ることが可能となっている。続いて、本ホスト PC 上に複数の VM(Virtual Machine)を立て、「個人情報管理サーバ、ネットワーク管理サーバの運用を開始した。

### 3.6. 事業進捗の PDCA

原子力規制庁及び同庁が任命するプログラムオフィサーに対し、進捗報告を行った。本事業におけるワーキンググループ設置については、P0 および P0 補佐の助言、確認を得た。また、幹事校会議及び全体会議には P0 及び P0 補佐に参加いただき、的確な助言をいただいた。

### 3.7. 本年度の成果発表

本事業については、ホームページ ([http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI\\_network/index.html](http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI_network/index.html)) で公開している。学会等の発表は以下の通りである。

学会発表 (口頭発表)

渡部浩司 「大学間ネットワークによる従事者管理の統一化」

第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、仙台、令和元年12月

渡部浩司 「大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理」

先端ネットワーク利用研究に関するワークショップ「ADVNET2019」、東京、令和元年10月

吉村 崇 「女性の線量限度に関するアンケート調査結果」

大学等における放射線安全管理研修会、東京、令和元年9月

吉村 崇 「阪大における放射線安全管理と規制に関する研究」

東北大学金属材料研究所教育訓練、仙台、令和元年4月

上記のまとめに示すように、本年度の事業は全て計画どおり実施された。今年度中に本事業の検討会等に参加した16大学・研究機関を含めて、3年間の事業で国公立私立大学、研究機関を含む85大学・研究機関までネットワークを広げることに成功し、さらなる発展が期待される。

## 4. 資料

### 資料1. 第1回幹事校会議議事要旨

日時：令和元年5月11日（土）14:00～15:50

場所：大阪大学大学院理学研究科J棟センター長室

出席者：久下（北大）、渡部（東北大）、柴田（名大）、中島（九大）、篠原（阪大）、吉村（阪大）、高橋（PO、京大）、佐藤（PO補佐、規制庁）

議題：

- 1) 昨年度までの成果と課題、今年度の計画
- 2) 中間評価に向けた課題について
- 3) 各WGの進捗状況と今後の進め方

#### 1) 昨年度までの成果と課題、今年度の計画

1-1) 昨年度までの成果についての報告があった。昨年度までの2年間の教育プログラム開発会議の参加者のアンケートから、各大学で安全管理を担当している者は、学会等に所属していない又は所属していると意識していない（大学等放射線施設協議会団体会員）者がほぼ2/3であることが分かった。そのため、本ネットワーク事業は、このような者との安全管理に関するネットワークを作る上で極めて有効であることが、報告された。

#### 1-2) 今年度の計画

今年度の計画は以下のとおりであることが確認された。

- ① 4つのワーキンググループを作って、放射線教育と安全管理に関する課題について議論する。
- ② ネットワーク参加校を拡大する。慶応大学、横浜薬科大学、静岡大学、大阪府立大学、近畿大学、産業医科大学に参加いただく。
- ③ 大学等放射線施設協議会と連携した新たな若手支援策を実施する。大学等放射線施設協議会が実施する研修会への参加旅費の支給を公募により決定し、支給を受けた者は、研修会へ参加した成果を学内でどのように活用したかをレポートにまとめて、施設協議会へ報告する。
- ④ 大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議を開催する。今年度は京都大学を会場として実施する。
- ⑤ 放射線に関する実習プログラムを3つ程度公開する。実施者の参考になるように、内容としては、実験準備の段階から記載する。今年度は、名古屋大学、京都大学、大阪大学が公表する。
- ⑥ 分子イメージング技術利用推進検討会は、将来的に増々利用拡大が期待されている放射線利用技術を使用しようとする研究者、技術者又は放射線安全管理担当者に対して、利用者目線にたった実践的な安全利用方法を開発することを目的として、「現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会」として、開催する。また、この検討会の内容を整理した後、公開することによって、放射線を使用した最新技術の安全取扱の方法の普及を図るものとする。

⑦ 新しく参加する国公立私立大学と、国立21大学のアイソトープ総合センターを国立情報学研究所(NII)が提供するネットワークインフラSINET5上の仮想ネットワーク(VPN:UMRIC-L2)上で接続し、大学間の放射線管理に関する情報共有を進める。各大学で放射線管理のみならず、ネットワーク管理の考え方の違いがあり、大学間の共通点・不一致点を整理する。そして、各大学の放射線取扱従事者の証明書を共通のフォーマットに変換するソフトウェアの実証テストを行い、問題点を精査する。

⑧ 原子力規制庁及び同庁が任命するプログラムオフィサーに対し、進捗報告を月に1回程度行うほか、事業実施内容について疑問が生じた場合、その都度助言を仰ぐ。

本事業における検討会その他の会合の委員を選定するときは、あらかじめ原子力規制庁担当官の確認を受けるほか、会合を開催する際には原子力規制庁に通知し、その職員の出席を認めることとする。

## 2) 中間評価に向けた課題について

今年度末の時点の成果を合わせて事業の中間評価をされる。ネットワーク事業が、残りの年でも継続できるように、ぜひ目に見える成果を挙げて欲しいとの要望があった。規制庁より昨年度までとは異なり、重点研究テーマを意識する必要はない旨、連絡があった。

そこで議論の結果、特にワーキンググループを有効活用し、放射線教育、放射線安全管理等、法令や行政運用、その他に関して、どんなに些細な内容でもいいので、課題を出していくことになった。また、出された課題については、ステージ1～3のステップを踏んで課題ごとに議論していくこととなった。

ステージ1：法令、行政運用、その他に関する疑問点や課題点の洗いだし。

ステージ2：課題解決のための内容検討。

ステージ3：課題解決のための本ネットワークからの提言。

## 3) 各WGの進捗状況と今後の進め方

各WGについての進捗について、昨年度のWGのうち、「非密封施設廃止の簡便安価なモデルケース実施とガイドラインの作成」と「他大学、他機関しか利用しない従事者の放射線管理に関するルール作成の調査研究」については、昨年度の重点研究テーマ案として規制庁に提出したため、今年度は、「非密封施設廃止の簡便安価なモデルケース実施とガイドラインの作成」と「施設休止のためのルール作成のための調査研究」を統合し、「管理区域の柔軟な運用のための調査研究」のワーキング(座長：久下)を立ち上げることが確認された。また、「他大学、他機関しか利用しない従事者の放射線管理に関するルール作成の調査研究」と「被ばく情報一言管理のための調査研究」を統合し、「放射線業務従事者管理方法に関するルール作成のための調査研究」のワーキング(座長：渡部)を立ち上げることが確認された。また、「長期的視点にたった施設運営(施設維持方針)のアンケート調査研究」(座長：中島)は存続し、新たに「放射線教育」(座長：秋光)のワーキングを立ち上げることが確認された。なお、参加校にどのワーキングに参加希望があるか調査することとした。



## 資料 2. 第 2 回幹事校会議議事要旨

日時：11 月 29 日(金) 17:15～18:40

場所：京都大学環境安全保健機構放射性同位元素総合センター 教育訓練棟 1F セミナー室

参加者：久下(北大)、渡部(東北大)、秋光(東大)、柴田(名大)、高木(京大)、川本(京大)、篠原(阪大)、吉村(阪大)、中島(九大)

議題：

### 1) 前回の議事要旨

資料 1 に基づいて、前回の幹事校会議の議事要旨を確認した。

### 2) 事業の進捗について

- ・大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議  
11 月 28-29 日に開催した会議について報告あった。申し込み 62 名、採択者は 36 名
- ・現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会議  
9 月 19 日-20 日に開催した会議について報告があった。

今年度、上記会議に新しく参加した参加校 16 校を含めると、本事業を開始してから 3 年弱で 85 大学・研究機関にまでネットワークが広がっていることが報告された。

#### ・実習内容公開

実習の公開資料案について説明された。今後、会議参加者に、資料の内容を確認いただいた後、全体会議でオーサライズしてもらった上で、公開することとした。

#### ・放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援

4 名に支援したことが報告された。次回の幹事校会議で、この事業についてまとめるとともに、次年度以降の取り組み方法について検討することとした。

#### ・大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理

年内にパイロット版をオープンする予定であることが説明された。

### 3) WG の進捗状況

各 WG 長より WG の進捗状況が説明された。

### 4) 研究推進委員会資料について

12 月 12 日開催の研究推進委員会の発表資料について説明があった。

### 5) 次回の幹事校会議及び全体会議の日程調整

幹事校会議 1 月 8 日 13:30-の予定

全体会議 1月25日 13:30-の予定

6) その他

特になし

**資料3. 第3回幹事校会議議事要旨**

日時：1月8日(金) 13:30～16:00

場所：大阪大学大学院理学研究科J棟セミナー室

参加者：久下(北大)、柴田(名大)、角山(京大)、篠原(阪大)、中島(九大)、吉村(阪大)、高橋(P0、京大)、野島(規制庁)

議題：

(1) 前回の議事要旨

資料2に基づいて、前回の幹事校会議の議事要旨を確認した。

(2) WGの進捗状況に基づいた今後の方向性

進捗状況の説明があり、議論の結果、各テーマについて今後の方向性について下記のように決定した。

テーマ1については、検討の結果抽出された課題のうち、「測定機器やその部品についての相互把握、受益者負担金規程調査、教育の統一化のうちX線教育」に関してはローカルネットワークによる詳細な解析を実施し、各地域（特に最初に九州を）の実情を把握することを実施すべきである、との認識で一致した。また、テーマ1で出た「教育の統一化」についての課題は、テーマ4と統合させて議論していくこととなった。

テーマ2については、次年度内容を精査し、各課題について具体的なアプローチとして、法令改正が必要か、ガイドラインが必要か、研究（何らかのデータ取得）が必要か等で仕分け、議論していくこととなった。

テーマ3については、来年度以降、パイロット版を試用し、ブラッシュアップしていくことになった。その際に、技術職員等、実際に従事者管理の実務を行っている者（特に若手）にWGに参画してもらって意見をもらうことが良いとの意見があった。また、来年度から全国共同利用施設に参画してもらう予定との旨、報告があった。

テーマ4については、今年度は問題点の洗い出しが出来たため、次年度以降は解決策を考える計画で進むこととなった。また、テーマ1の議論で出てきた教育の課題をテーマ4に統合させることになった。

また、報告の際は、テーマ2の資料のように表の形で問題点、解決策等を整理して欲しいとの強い要望があった。

(3) 実習プログラム公開について

実習の公開資料案について、名大分と阪大分について検討会議の参加者からアンケートをとった結果が報告された。今後、全体会議までにアンケートに基づいて改定を行い、全体会議でオーサライズしてもらった上で、公開する予定である。

#### (4) 教育プログラム検討会議

会議参加者へのアンケート結果のまとめが報告された。教育プログラム検討会議、RI 安全利用検討会は、本事業の妥当性について、中間報告にて強調すべきであるとの意見があった。

#### (5) 中間評価について

フリーディスカッションし、事業に十分に妥当性があり、計画が順調に進展していることを分かりやすく説明することが重要との認識で一致した。全体会議は、中間評価の資料提出日（1月22日）よりも後なので、資料は幹事校でまとめ、全体会議で内容を報告することにした。

#### (6) 来年度事業について

WGについては、4つを維持し、テーマ1については、ローカルネットワークでの課題に特化した形にすることとなった。次年度以降は、従事者管理に関する事業が本格化することが確認された。また全てのテーマに関して、学協会などとの積極的な連携に取り組むことによってネットワークを拡大する方向を目指すこととなった。

#### (7) 全体会議について

- 1) WG の報告・次年度の WG についての議論
- 2) 若手支援（施設協議会研修会への旅費支援）の報告
- 3) 教育プログラム検討会議の報告・次年度の予定
- 4) 実習公開資料案と次年度についての議論
- 5) RI 安全利用検討会の報告・次年度の予定、実習資料公開についての議論
- 6) 幹事校会議報告・中間評価資料についての報告
- 7) 従事者管理に関する事業の報告と次年度計画

#### 全体会議の日程

全体会議 1月25日 13:30- 大阪大学放射線科学基盤機構附属 RI センターにて開催

#### (8) その他

特に無し

#### 資料4. 第4回幹事校会議議事要旨

日時：令和2年2月25日(火) 17:00～18:00

場所：大阪大学大学院理学研究科J棟3階センター長室

出席者：久下（北大）、渡部（東北大）、中島（九大）、高橋（P0、京大）、  
篠原（阪大）、吉村（阪大）

#### 議題

##### 1) 研究評価委員会による評価

篠原より評価結果について報告があり、高橋 P0 から追加のコメントがあった。

##### 2) 次年度以降の研究計画

研究評価委員会の評価結果及びコメントを受けた研究推進委員会の指示に従い、次年度以降の事業内容を業務従事者の一元管理の取り組みに絞ること、研究代表者を篠原から渡部に交代することが確認された。また、その計画について担当の渡部より説明があり、内容について検討した。とくに、最終的に本格運用する部分について意見交換がなされ、本格運用に必要な条件と予算等についての提案を次年度末に行い、最終年度はその予算措置（獲得）の活動を並行して行い、シームレスに運用できることを目指すこととした。

##### 3) 今年度の報告書作成スケジュール

報告書をまとめるにあたり、個々の担当部分についての報告案を、3月10日ぐらいまでに吉村まで送ることとした。

##### 4) その他

関連シンポジウムについて、事業の内容変更に伴い調整することとした。

## 資料 5. 全体会議議事要旨

日時：令和2年1月25日（土） 13:30-16:20

場所：大阪大学放射線科学基盤機構附属ラジオアイソトープ総合センター大講義室

出席者：久下（北大）、渡部（東北大）、佐藤（東北大）、末木（筑波大）、上原（千葉大）、秋光（東大）、加藤（横浜薬科大）、泉川（新潟大）、柴（金沢大）、矢永（静岡大）、柴田（名大）、戸崎（京大）、松浦（大阪府大）、篠原（大阪大）、吉村（大阪大）、宮本（神戸大）、寺東（岡山大）、稲田（広島大）、北（鳥取大）、三好（徳島大）、馬田（産業医大）、中島（九大）、松田（長崎大）、古嶋（熊本大）、尾上（鹿児島大）、高橋（PO京大）、小林（規制庁）

欠席者：原（東京医歯大）、富田（東工大）、井上（慶應大）、山西（近大）

### 議題

#### 1) 事業の概要と計画

今年度の計画について説明があった。

#### 2) 進捗状況の報告

##### ○各テーマのワーキンググループ進捗状況

各テーマについて資料に基づいて報告があった。次年度以降の計画としては、以下の通り。次年度以降、若手（特に若手しかいない施設の者）をWGに参加してもらうこととなった。特にテーマ3には従事者管理の実務をしている技術職員等にWGに参加してもらうこととなった。また、各WGの検討について、関係学会のシンポジウムで取り上げてもらうよう働きかけることとなった。

テーマ1（座長：九大）：ローカルネットワークを作って詳細な解析を行う。他のワーキングとも連携しながら進める。

テーマ2（座長：北大）：次年度以降は解決に向けては、ガイドライン等の運用面で解決できそうなもの、研究が必要なもの、法律の改正が必要なものに仕分けをする。ガイドライン等作成する場合は、学協会を巻き込んだ活動を進める。研究が必要な場合は、予算を取りに行くこと、法令改正が必要な場合は、規制庁との協議は必要である。

テーマ3（座長：東北大）：従事者を送り出す方と受け入れる方での共通認識を得るべく、あるべき姿を提案する。次年度以降に加速器施設との連携について、協議し、提案していきたい。

テーマ4（座長：東大）：関係者らとの情報共有、学外の方々と協議をして、解決していきたい。

##### ○従事者管理ネットワーク

従事者証明書の共通フォーマットの書式を提案した。また、従事者証明書発行アプリの操作方法について説明があった。

##### ○教育プログラム検討会議の報告

検討会議について報告があった。今回の検討会の実習について、施設でもやってみたいとの意見が多数を占めたことが報告された。

○現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会

検討会議の報告があった。過去3年間で実施された検討会の内容等をまとめて次年度に実習プログラムのような形で公開する方針となった。

○実習プログラム資料公開について

実習プログラムの資料（実習ガイド）について、各検討会に参加された者からいただいた意見を踏まえて修正した資料をまとめた旨、報告があり、内容及び3月に公開されることが承認された。また、次年度は、1）北大の教育プログラム検討会議の内容、2）過去3年で実施された安全利用検討会の内容、3）東大を中心として主にWG4に属する大学を中心に内容検討、4）東北大を中心とした加速器の利用に関する内容、について資料公開を行うことになった。

○若手支援について

4名の応募があり、大学等放射線施設協議会理事会で応募者の採択について検討いただき、4名全員に支援することになった旨、報告があった。また、支援者からの報告書から、本事業が若手の育成に有効であることが報告され、次年度も継続して続けることが承認された。

○幹事校会議

3回の幹事校会議について報告があり、幹事校会議での議論の結果も加味して今年度の事業が進められた旨、報告があった。

○成果報告会資料について

本年度の事業報告のまとめについて報告された。

○次年度事業について

次年度事業の計画が説明され、その内容が承認された。

3) その他

この事業が継続できるかどうかは、次年度までに得られた成果が重要になる。ネットワークの拡大と課題解決の具体化を進めていくために、次年度は特に活発に活動してほしい。

## 資料 6. テーマ 1 「長期的視点にたった施設運営（施設維持方針）のアンケート調査研究

### 1) WG のチーム編成

WG のチーム編成を完了した。メンバーは以下の通りである。

座長 九州大学（中島）  
 参加校 名古屋大学（柴田）、大阪府立大学（松浦）、徳島大学（三好）、  
 長崎大学（松田）、熊本大学（古嶋）、鹿児島大学（尾上）

### 2) 課題の抽出方法、その結果抽出された課題、課題解決の方向性

WG メンバーが収集した「各大学放射線施設で現在抱えている問題点」に対する記述データを用いて Use Local AI テキストマイニングツールで解析した結果、主に施設、機器のメンテナンス（老朽化対応も含み）費用不足、利用者の減少、人材（管理の主任者）不足等の問題が可視的に明らかになった。その結果に基づき、下記 3 点の課題に絞られた。3 点の課題とその解決の方向性は以下のとおりである。

	課題	解決策・解決の方向性
1.	測定機器の修理費用を抑える必要がある。	ネットワークを通じて、各施設で使用しなくなった機器の部品等を有効利用できるような、測定機器およびその部品の（購入年月日、型式など）登録システムを構築すべきである。
2.	利用者の減少を抑える必要がある。	施設利用者の利便性を図るために、地理的に比較的近い事業所間での相互利用システム（ネットワーク）を構築する必要がある。この目標を達成するためには、従事者管理システム（教育訓練、被ばく管理などについて）の相互構築など共有できる部分と、地方によって設定が異なる可能性のある利用料金など、新たな課題の切り分けをする必要がある。
3.	少ない人数で施設を管理している事業所の主任者の負担軽減をすべきである。	課題 2 の解決策にも関連し、地域連携によって、最低でも教育訓練については共通コンテンツ作成に取り組むべきである。

### 3) 今後の取り組み

1. 測定機器やその部品についての相互把握をするために、ローカルネットワークによる詳細な解析を実施することを目標とする。特に WG メンバーが多い九州地区を主とし（可能な限り WG メンバーの所属するその他の地域でも）、実情を把握するため調査を行う（アンケートの形式を如何に設定するか検討の上）。その際、大学等放射線施設協議会との連携を図りながら実施する。

2. については、教育訓練の統一化という課題のうちの「X線教育」と、「受益者負担金（利用料金）」に関しては、上記の1.に従いローカルネットワークによる詳細な解析を実施し、「RI教育、被ばく管理」に関してはテーマ3,4の傘下に入って連携しながら進める。
3. については上記2.の中の「RI教育」同様、テーマ3,4の傘下に入って連携しながら進める。

## 資料7. テーマ2 「管理区域の柔軟な運用のための調査研究」

### 1) WGのチーム編成

以下のメンバーにより、「テーマ2 管理区域の柔軟な運用のための調査研究」を実施した。

座長 北海道大学（久下）

参加校 金沢大学（柴）、静岡大学（矢永）、名古屋大学（柴田）、  
大阪大学（吉村）、神戸大学（宮本）、広島大学（中島）

### 2) 課題と解決の方向性

WG会合等を通して、本WGテーマに関する「法令、行政運用、その他に関する疑問点や課題点」の洗い出しを進めるとともに、解決策・解決の方向性等について検討した。主な課題と解決の方向性は以下のとおりである。

	課題	解決策・解決の方向性
1	施設廃止の際の問題点・費用	<p>① 汚染検査等に係る費用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 左記費用の問題で、施設廃止が進められないという問題が少なからず存在する。現在行われている汚染検査の現状調査と、その妥当性、合理的・安価な検査法の構築に関する調査研究が必要である。特に小規模施設の場合に合理的な簡略化が望まれる。</li> <li>・ 例えば、管理区域の廃止費用の中で多くの費用を要する部分は、管理区域内の物品の個々の汚染検査である。つまり、管理区域内の検査対象となる物品を減らすことで費用を削減できる可能性がある。本ネットワーク事業等を活用し、使用可能な機器・備品を譲受・譲渡することで、費用の低減ができるかもしれない。</li> </ul> <p>② RI廃棄物に関する費用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数のRI施設をもつ法人であれば、法人内でのRI廃棄物の譲渡譲受が可能になるだけで、施設の集約（統廃合）がやりやすくなる。検討に値するものと思われる。</li> <li>・ RI協会での引き取りが困難なウランに吸着したトリ</li> </ul>



		<p>チウムターゲットのような R I があるために廃止できない施設で、貯蔵施設のみを残して廃止することはできないか。維持費用も低減され、使用施設を有効に活用できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非密封 R I 施設でのクリアランスについては、施設の規模に応じて、事業者自身が廃棄物に含まれる R I 量を確認して産廃業者に引き渡すセルフクリアランスを認めるようにすべきである。</li> </ul>
2	<p>利用者のいない R I 施設 (停止施設) の管理方法</p>	<p>① 実験者等が立ち入らない場合：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 稼働している施設と同等の法的義務・維持管理を要求されるのは不合理である。管理の簡素化を行うことの可能性と問題点等に関する調査研究が必要である。またガイドライン等の提案・整備が望まれる。</li> <li>・ 状況 (R I 保管のみしている・していない、R I 廃棄物がある・ない、R I 施設として復活する可能性がある・ない等) に応じた対応の場合分けをしたガイドライン等の提案・整備が有効である。</li> <li>・ 廃止が計画されている場合には、施設の廃止措置計画の柔軟・有効な運用方法に関する調査研究が必要である。例えば、廃止措置計画は年限が決められていないので資金計画 (国立施設の場合は中期計画など) にあわせた比較的長期の廃止措置計画の妥当性と問題点等に関する研究等が考えられる。</li> <li>・ 例えば、廃止をしたいが予算措置の目途が立たない施設に対して、施設の使用停止を認め、以下の条件を満たせば、施設の使用停止後の法的義務・維持管理が免除する案などが考えられる： <ul style="list-style-type: none"> <li>1) R I 及び R I 廃棄物を施設から無くす。2) その後、一回のみ、通常汚染検査 (1 回/月) で検出限界以下、また、空間線量率も異常が無いことを確認する。</li> <li>3) 人については、他事業所を使用する人に対してのみ管理業務を行う。</li> </ul> </li> </ul> <p>② 非 R I 実験室として有効活用する場合：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ R I 管理区域内に非 R I 区域を設定することの妥当性・問題点、合理的な管理運営方法 (特に立入者の管理) 等に関する調査研究が望まれる。</li> <li>・ 具体的には、R I 施設内の使用していない部屋・領域 (下限数量以下しか使わない場所、密封小線源しか使</li> </ul>

		<p>わなない場所、X線装置を設置し共同利用に供する場所など)に、何らかの制限を付けて、法的義務の一部を合理的に簡略化すること(例えば、立ち入り者に対して一時立入という解釈で、運用できないか)等について検討する。また、洗浄設備として、手洗いのみを認めれば、管理区域の縮小が容易になる。</p>
3	RI施設の統合等の場合の不合理な手続き	<ul style="list-style-type: none"> <li>元々は独立して運営していたRI施設を管理上統合した場合に施設検査を受ける必要がある。非合理的な運用であり、改善が強く望まれる。元々は独立して運営していたRI施設を管理上統合した場合に施設検査を受ける必要がある。非合理的な運用であり、改善が強く望まれる。</li> <li>国立大学法人の統合の際の取扱・手続き等について、明確にする必要がある。すなわち、民間会社の合併等では、法第26条の2「合併等」の規定が適用され、許可使用者の合併の場合には、規制委員会の認可を受ければ合併号の法人が許可使用者の地位を継承できるが、国立大学法人の統合の場合にはこの点が不明確であり、明確にする必要がある。</li> </ul>
4	新規立入者の健康診断の皮膚の検査の省略	<p>現在、新規立入者の立入前の健康診断では、目は省略可能であるが、皮膚検査は省略できない。現実的な運用を考えると皮膚の検査も省略可能としても良いのではないか。この点について、議論が必要である。</p>
5	有機廃液燃焼処理の核種限定の見直し	<p>有機廃液燃焼装置による燃焼焼却できるRI有機廃液が<math>^3\text{H}</math>,<math>^{14}\text{C}</math>,<math>^{32}\text{P}</math>,<math>^{33}\text{P}</math>,<math>^{35}\text{S}</math>,<math>^{45}\text{Ca}</math>の6核種を含む液体シンチレータ廃液のみであるが、HPLC廃液を含むその他の有機廃液で6核種以外の核種の燃焼焼却も可能にするようなガイドラインの作成が必要である。それにより、RI協会も液体シンチレータ以外の有機廃液の集荷も可能になると思われる。</p>
6	短半減期核種の取扱等に関する科学的に非合理的な規制	<p>減衰を考慮しないRI管理は非合理的である。長半減期核種の混入を防ぐ、合理的な放射線管理法・ガイドライン等の提案。整備が必要である。</p>
7	RIの譲渡譲受	<p>① 下限数量以下のRIの譲渡譲受：          下限数量以下のRIについては、「放射線施設ではない一般施設への譲渡」を認めるようにすることによって、RIの利用が広がると思われる。その際の管理技術の</p>

		<p>課題（RI 廃棄物の問題、誰が下限数量を超えていないことを確認するかなど）は検討が必要である。</p> <p>② 病院等（非密封 RI 施設）からの臨床核種の譲渡： 病院からの放射性医薬品の譲渡が合理的に出来るような法的措置または運用が望まれる。</p>
8	RI と国規物	<p>RI 施設内で国規物を使用・保管する際の管理や廃棄物の処理方法について、不明確な点が存在する。</p> <p>特に廃棄物が問題となるので、アイソトープ協会との相談が必須である。今回の法改正に伴い、廃棄物の問題がどのように解決されるかもポイントである。</p>

### 3) 今後の取り組み

これまでに挙げられた「本 WG テーマに関する法令、行政運用、その他に関する疑問点や課題点」について、それらの解決に向けての具体的な議論・精査を進める必要がある。すなわち、挙げられた課題等を、1) ガイドライン等を作成する等、運用面で解決できるもの、2) データ収集のための実験的研究等が必要なもの、及び3) 法令の改正が必要と考えられるもの等に仕分けし、各々について以下の検討・アプローチを行うことが求められる。

- 1) については、規制庁関係者等との意見交換を行うとともに、関連学協会と連携して、ガイドラインの作成に向けた活動を進める。
- 2) については、規制研究テーマとしての提案を行うとともに、既存の公的資金獲得に向けた活動を進める。
- 3) については、法令の改正の要否や対応方法について、規制庁関係者等との意見交換を行うとともに、関連学協会と連携して議論を進める。

## 資料 8. テーマ 3 「放射線業務従事者管理方法に関するルール作成のための調査研究」

### 1) WG のチーム編成

座長 東北大学（渡部）

参加校新潟大学（泉川）、静岡大学（矢永）、近畿大学（山西）、神戸大学（宮本）、岡山大学（寺東）、鳥取大学（北）

### 2) WG の背景と目的

近年、以下のような理由で大学内の RI 事業所の放射線業務従事者管理が複雑化している。

- 学内の RI 施設の統廃合が進められており、部局を横断する従事者管理が求められる
- 放射線の利用法が変化しており、自施設は使わず、学外施設を利用する従事者が増えている

- ダブルアポイントメント制度の導入など雇用形態が多様化している

その一方で、学内の RI 施設は予算や放射線管理者の人材が不足しており、以上の理由で複雑化した従事者管理業務に対して以下のような多数の問題を抱えている。

- 学外・自部局外からの従事者の受け入れ業務が頻発している
- 学外施設への利用希望者に対して従事者証明発行業務の頻発している
- それぞれの事業所で個人管理データが異なるため、それに対応した従事者証明書を作成する必要がある
- 従事者管理システムが高額なため導入ができず、すべて人力で行う必要がある
- 若手人材が不足しており、また新規に管理者を雇用する予算がなく、管理業務の技術継承ができない

本 WG では、各大学の放射線業務従事者の管理方法を調査し、上にあげた問題を解決すべく、従事者管理のルールを提案することを目的とする。これにより、放射線管理の省力化・効率化を図る。

### 3) 課題と解決策・解決の方向性

2 1 RI 国立大学 RI 総合センター群のデータ収集および 2 回の WG を開催し、以下の課題およびそれに対する解決策・解決の方向性等について検討した。

	課題	解決策・解決の方向性
1	各事業所において個々の従事者管理のための保持データが異なる	各事業所では法定項目である「教育訓練」、「健康診断」、「被ばく記録」のデータを各従事者個人に対して保持しているが、その内容や期間が、各施設で異なる。また各施設のデータ管理方法も異なっている（紙による管理、独自データベースソフトウェア、市販放射線管理システムなど）。そのため、必須事項を網羅した共通フォーマットを提案し、これらの必須事項を入力した CSV ファイルを用意することにより、大学間の従事者情報のやりとりが行えるようにする。
2	電子的な従事者証明書が認められず、紙媒体が求められる	SINET5 下の VPN を使うことにより、なりすまし、不正アクセス、改ざんなどのセキュリティ的な脅威を最小限に抑える。紙媒体よりもむしろ安全であることを周知する。印鑑を求める施設に対しては電子署名などの代替案を提案する。
3	個人管理の責任の所在があいまい	大学の場合、職員だけではなく、学生も多数在籍しており、個人の管理方法は大学や学内の部

		<p>局間でも異なる。各大学の個人管理の対応の違いを考慮した管理方法が必要となる。ただし、個人管理の責任に関して自由度をもたせすぎると、あいまいな状況が継続することとなる。従事者を送り出し側および受け入れ側双方が個人管理に関して責任を有すべきであり、SINET5上のシステムにより、従事者情報のやり取りが明確になることは重要である。</p>
4	個人情報の取扱	<p>昨今、個人情報保護の強化が叫ばれており、業務従事者の個人情報に関してもどのように保護するかが重要である。これは基本的に紙ベースであっても、電子的な情報のやり取りであっても変わらない。各個人の承諾を得た後に外部にデータを送るようにする（オプトイン）。不要なデータは送らない工夫も必要であろう。SINET5上のVPNは堅牢なセキュリティを持つため、紙媒体でのやり取りやメール配信よりも安全ではあるが、事業所間の個人データのやり取り終了後、即座に個人データを消去する運営方法をすることにより、個人情報の保護が図れる。</p>
5	事業所毎の運営体制や方針が異なることに起因した従事者管理法の差違の存在	<p>個人管理情報のルールを共通化することにより、管理業務の効率化や省力化が図れることが期待されるが、事業所毎に、歴史的な背景や学内での組織の位置関係などで、共通ルールでは対応できない状況が想定される。そのため、従事者管理法にある程度の自由度や独自性をもたせなければならない可能性がある。このために医療情報交換のための標準フォーマットであるDICOM規格に類似した規格を提案する。DICOMの場合、どの施設でも共通している情報は標準タグに紐付いて格納しているが、プライベートタグと呼ばれる独自タグを自由に設定できる。各施設の独自の管理情報はこのプライベートタグに紐付けて格納できる。</p>
6	学外従事者の管理は現在のRI規制法では想定されておらず、新たな法整備が必要	<p>現行のRI規制法では、現状のように、流動的に学外（海外も含む）から従事者が放射線作業を行うことを想定しておらず、無理に当てはめているのが実状である。そのため、法解釈に幅があり、事業所毎の対応の違いを生じさせている。従事者管理のルールを提案し、合意形成を行うことにより、新たな法体系の整備につなげる。</p>

#### 4) 次年度以降の計画

さまざまな運用形態を考慮して、複数の施設で、提案した従事者証明書に関する共通フォーマットを用いた従事者管理法の運用テストを行い、問題点を洗い出す。そして、もっとも受け入れる従事者が多い大型加速器施設への導入を目指す。

将来的には、大学・研究機関だけではなく、さまざまな業種（例えば、原子力関係者、医療関係者）にも対応した大規模なシステムが望ましい。そのために必要な基盤整備や問題点の洗い出しを行う。

### 資料 9. テーマ 4 「放射線教育」

#### 1) WG のチーム編成

WG のチーム編成を完了した。メンバーは以下の通りである。

東京大学 秋光（座長）  
筑波大学 末木先生  
千葉大学 上原先生  
東京医科歯科大学 原先生  
慶応大学 井上先生  
東京工業大学 富田先生  
横浜薬科大学 加藤先生  
京都大学 川本先生  
産業医科大学 馬田先生

#### 2) 課題と解決の方向性

WG 会合等を通して、本 WG テーマに関する疑問点や課題点の洗い出しを進めるとともに、解決策・解決の方向性等について検討した。主な課題と解決の方向性は以下のとおりである。

	課題	解決策・解決の方向性等
1	受講者の登録先機関が外部の機関である場合、受け入れ先を見据えた教育訓練実施内容の決定方法を考える必要性がある。	解決に向けて、引き続き、関係者との情報共有が必要になる。
2	教育訓練における訓練（実習）の重要性が高いにも拘わらず、実施	個々の施設では対応することが難しい課題であるため、今後も情報共有と協力をしつつ、関係する機関と交渉をすすめる。

	するための職員が不足している	
3	経験者の省略決定方法を予防規程細則などに簡潔に明示した場合、様々なケースに対応して臨機に省略できなくなる可能性がある（または、人により様々なケースの経験を考慮した教育訓練の省略が困難である）。	センター長会議などでグッドプラクティスを共有する仕組みを構築することが一案である。関係者との情報共有が重要である。
4	共同利用施設は、外部の人のために、法に定められた教育訓練の項目とその時間数だけではなく修得しておいてほしい知識・技能を詳しく示すことが重要である。	個々の施設では対応することが難しい課題であるため、今後もセンター長会議等で情報共有し、議論を深め、必要に応じて関係する機関と交渉をすすめる。

### 3) 今後の取り組み

これまでに挙げられた疑問点や課題点について、それらの解決に向けての具体的な議論・精査を進める。

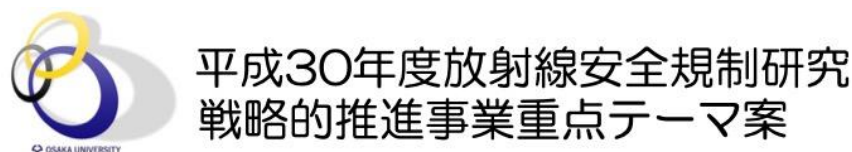
大学等で放射線管理を担当する関係者等との意見交換を行う。

放射線に関する教育訓練は、放射線規制の重要な部分を担うことを繰り返し丁寧にかつ根気よく規制庁の関係者に説明する。



健全な放射線防護実現のための  
アイソトープ総合センターをベースとした  
放射線教育と安全管理ネットワーク

代表 大阪大学 篠原 厚



A. 廃棄物管理に関する研究

- 1) 医療機関等における放射性廃棄物の適正管理のあり方と廃棄物低減に関する研究
- 2) RI施設の空気中RI濃度、排気、排水の合理的管理に関する研究

B. 安全作業に関する研究

- 1) 大型放射線発生装置施設における危険性の定量的評価研究
- 2) ジェネレータ生産短寿命金属核種の利用における合理的な放射線安全管理のあり方に関する研究
- 3) 放射線施設におけるヒヤリ・ハット事象の収集とデータベース構築

C. 放射線教育・人材育成

- 1) 放射線テロを想定した被ばく医療プロフェッショナルの育成
- 2) 教育標準化のための教育訓練教材開発

D. 緊急時対応

- 1) 緊急時における難測定核種の迅速な環境分析法開発

E. その他

- 1) 研究教育用RI投与動物の退出基準の検討
- 2) 放射線透視併用手術における術者および患者被ばくに関する研究
- 3) CTでの患者被ばく低減に関する研究
- 4) 大量核燃料保管管理法の研究
- 5) 大量トリチウムの保管管理法の研究
- 6) 大強度中性子線源保管管理法の研究





# 平成31年度放射線安全規制研究 戦略的推進事業重点テーマ案

- (1) 非密封放射線施設の合理的な廃止措置に関する研究
- (2) 新しい形態の放射線業務従事者に対する従事者管理方法、教育方法のあり方に関する研究
- (3) 短寿命RIの安全管理に関する研究
- (4) 放射線発生装置施設における安全基準の定量的評価のための研究



## 大学、研究機関のRI施設

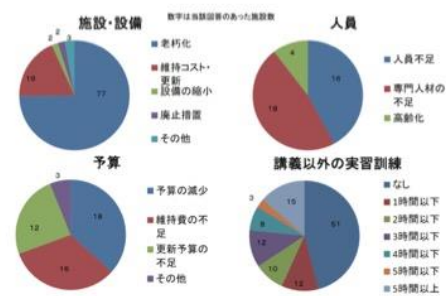
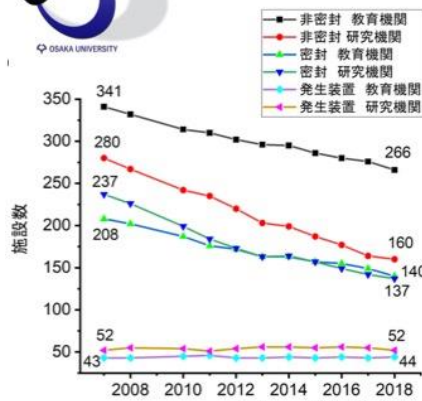


図 7-13 大学等における放射線管理の懸念事項  
[出典] 第18回原子力委員会資料第1号 原子力規制委員会「放射線利用の安全確保における課題について」(2016年)

H29 原子力白書

施設の老朽化、予算減少、人員不足

現状：全国のRI施設は増加している。  
5283施設 (2007) → 8096施設 (2018)  
一方、大学・研究機関の一部のRI施設は減少  
非密封施設 およそ30%減 (2007-2018)  
密封施設 およそ40%減 (2007-2018)

- ・実質、休止している施設も多数あると思われる
- ・施設の効率的な利用が、安全管理の観点からも重要



## 研究テーマ案1

### 管理区域の柔軟な運用のための調査研究

- ・廃止したくても、予算等の面で廃止出来ない場合もある
- ・実質、休止している施設も多数あると思われる  
使用していないにも関わらず、通常使用时と同じ管理を行う必要があるのか？

施設の休止、停止等、放射線管理区域をより柔軟な形で運用できるよう新しい施設の管理方法を検討し、法改正のため提言を行う

#### 研究課題

- ・国外での管理区域の運用方法等の事例の収集
- ・廃止済み施設への調査、良好事例の収集
- ・廃止の際の汚染検査等の基準の妥当性・問題点の洗い出しと解決策の提示
- ・新しいカテゴリーとなる施設休止に必要な要件の調査
- ・施設休止、停止の場合に現行の法令で問題となる点の解決策の検討
- ・提言



## 研究テーマ案2

### 新しい形態の放射線業務従事者に対する従事者管理方法、教育方法のあり方に関する研究

- ・自機関に放射線施設をもたない放射線業務従事者
  - ・クロスアポイントメントの放射線業務従事者
  - ・短期間滞在の外国人
- 等、

従来の枠組みにない新しい形態の放射線業務従事者が今後も大きく増える教育訓練、健康診断、被ばく線量の管理が必要

新しい形態の放射線業務従事者に対する管理方法の全国共通のルール作成、教育方法の整備に必要な事項を研究

#### 研究課題

- ・国内外での各施設における従事者管理方法及び記録保管方法の調査  
良好事例の抽出
- ・全国共同利用施設等、各施設間の意見調整
- ・国内放射線施設を利用する外国人の施設利用要件の統一に必要な事項の洗い出しとルール作成
- ・管理方法をまとめたマニュアルの作成
- ・教育訓練の水準均てん化のための資料の作成



## 実習I 概要説明

京都大学 戸崎充男

### 実習I

サーベイメータの校正 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) と GMサーベイメータ (TGS-133) の換算係数

#### 1. 目的

放射線管理でのサーベイメータの使用において、空間線量測定に着目してサーベイメータの校正の方法を学び、汚染検査に着目して広口GMサーベイメータの $\beta$ 線計数率のエネルギー特性を理解することを目的とする。

#### 2. 実施課題 (2つ)

実習課題1 : サーベイメータの校正の方法  
(京大の簡易校正の紹介とデモ測定)

実習課題2 : 標準 $\beta$ 線源使用し、広口GMサーベイメータの  
機  
器効率を求め計数率(cpm)から放射能(Bq)への換算係数 (Bq/cpm) を算出する。

### 3. 実施方法

#### 3.1 班分け：

受講生36人を、3人一組で班を作る。全部で12班となり、班名をA,B,C.....,Lとする。さらに、二つのグループ（6班づつ）に分けて実習課題ごとに別々の実験室で行い入れ替える。したがって、それぞれグループの班は、グループI：A, B, C, D, E, F、グループII：G, H, I, J, K, Lとする。

#### 3.2 並行し2つの実習を実施

2つの実習課題（校正と換算係数）を各25分（移動5分）で、グループIとIIを入れ替えて並行して別々の実習室（管理区域）で実施する。

### 4. 実施場所

実習課題1（校正）：教育訓練棟地下1階特殊実習室（管理区域）

実習課題2（換算係数）：教育訓練棟2階実習室（管理区域）

### 5. 実習内容

#### 実習I-1

サーベイメータの簡易校正の方法の紹介およびデモ測定

京大で実施している簡易校正（確認校正、比較校正）を紹介し、デモ測定する。

デモ測定（照射場の強さと線量測定値）の結果を記録・整理する。

測定（デモ）内容：

対象サーベイメータ

細口GM, NaIシンチ、電離箱式サーベイメータ

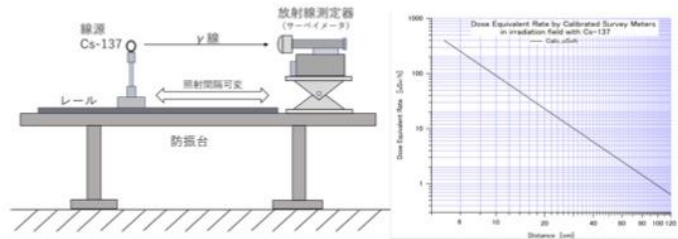
Cs-137(基準線量線源)を用いて照射場を作り、各サーベイメータで測定する。

下記の各サーベイメータの指示値（設定レンジ）について、その照射場（強度）の距離を決め、記録する。

1. 細口GM：1.5 (3), 15 (30), 150 (300) uSv/h
2. NaIシンチ：1.5 (3)、5 (10)、15 (30) uSv/h
3. 電離箱：15, 100 uSv/h

この実習では、京大で実施している校正を紹介し、受講生はデモ測定に参加する。各サーベイメータの測定結果(照射場の強度とその距離)を記録し、データ整理(照射場と距離の関係をプロット)をする。

実習I-1								
測定：照射場強度(uSv/h)と線源からの距離(cm)								
GM	照射場強度	線源からの	NaIシンチ	照射場強度	線源からの	電離箱	照射場強度	線源からの
TGS-121	線量当量率	距離	TCS-161	線量当量率	距離	ICS-311	線量当量率	距離
設定Range	uSv/h	cm	設定Range	uSv/h	cm	設定Range	uSv/h	cm
3	1.5		3	1.5				
			10	5		10	5	
30	15		30	15		30	15	
						100	50	
300	150					300	150	



## 実習I-2 広口GMサーベイメータ(TGS-133) 機器効率の測定し換算係数を算出する

表面汚染密度を求めるために、標準B線源を用いて、計数率(cpm)から放射能(Bq)への換算係数を求める。この結果を用いて、実習IIIの表面汚染密度を評価する。

標準β線源(最大エネルギーと電子線放出率)

- 1 Pm-147 (224keV) A:1.99k cpm/2π、B:2.05k cpm/2π 2個
- 2 Cl-36 (710keV) 123 cps/2π/100x100cm 1個
- 3 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (2.29MeV) 1020 cps/2π 1個

測定：

各班ごとに実習IIIで使用するために準備されているGMサーベイメータ(TGS-133)を用いて、バックグラウンドおよび各標準線源の計数率を測定する。標準線源(3核種4個)を順番に回して測定する。線源(試料皿)の上にGMプローブを乗せ、時定数10secで1回測定し記録する。

標準β線源(最大エネルギーと電子線放出率)

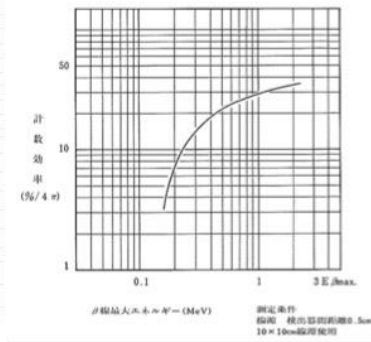
- 1 Pm-147 (224keV) A:1.99k cpm/2π、 B:2.05k cpm/2π 2個
- 2 Cl-36 (710keV) 123 cps/2π/100x100cm 1個
- 3 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (2.29MeV) 1020 cps/2π 1個



実習I-2 測定、データ整理：

測定した線源核種ごとの機器効率 (%/4π) および換算係数を求め記録する。TGS-133の機器効率対β線エネルギーの関係を見るために、使用書にある計数効率の図(引用)に機器効率の結果をプロットする。(機器効率を計数効率は同じ意味)

広口GMサーベイメータ (TGS-133)			
シリアルNo.	型番: 5 cm		
BG	面積: 20 cm <sup>2</sup>		
測定数	cpm	sec	
β線源	Pm-147	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Cl-36
電子放出率 (1/2π)	1.99k, 2.05kcpm	1020cps	123cps/(10x10cm)
最大エネルギー	224 keV	2.29 MeV	710 keV
	計数率(cpm)	計数率(cpm)	計数率(cpm)
測定 1			
測定 2			
測定 3			
平均			
正味			
計数効率 (%/4π)			
換算係数(Bq/cpm)			



## 資料 12. 実習資料(II)

### 実習 II 「非密封放射性同位元素の取扱実習プログラムの検討」

#### 〔目的〕

最近の法改正により、初めて管理区域に立ち入る前に行わなければならない教育及び訓練の時間数が大きく改正された。またこれに伴って行われた放射線規制庁の説明会でも、それぞれの放射線施設の実態に合う形で教育訓練を実施することが肝要である旨が説明され、各事業所においてもこれらへの対応で、教育訓練プログラムの見直しを図られていることであろうと思われる。

大学等の教育研究機関においては、ここで初めて放射線に携わる学生や研究者を対象に教育訓練を実施することが多い。また、特に密封されていない放射性物質を扱う施設においては、これらの取り扱い方法を効果的に学習させるため、実習を伴う形での教育訓練講習会を開催しているところまた、これから取り入れたいと計画しているところも多くあると思われる。

こうした背景を踏まえ、今回の研修会〔実習 2〕においては、新人教育における非密封 RI を使用した実習プログラムはどうあるべきかを、京都大学での例を題材に、実際に実習プログラムを実行した上で、必要な要素と実習の効果を検証し検討する。また、この検討結果をもとに全国に向けた実習ガイドの公開を目指して教材作成のワンステップとしていきたいと考えている。

#### 〔方法〕

実習プログラム『非密封放射性同位元素の取扱実習』(Ver.2.8)を検討対象教材として、実際に体験するとともに、その中での課題点を検討する。本講習は通常、京都大学における新規教育訓練プログラムの一部として行われている。受講生 2 人 1 組で実施される。今回の検討では実施者 2 名と観測者 1 名の 3 名を 1 班とし、プログラムの評価を行う。

#### 〔評価ポイント〕

- テキストの記述
  - ・受講者への指示内容は的確か
  - ・テキストのステップは適切か
  - ・内容の過不足はないか
- 安全上の観点
  - ・被ばくの恐れへの気づき
  - ・汚染の恐れへの気づき
  - ・その他の危険への気づき



- 内容量と所要時間
  - ・作業量に対し掛かる時間は適切か
  - ・無駄な空き時間ができていないか
  - ・事前・事後処理にかかる負担は
- 総合的な評価
  - ・実習の効果が認められるか
  - ・新人講習として習得すべき事項が体験できる構成となっているか
  - ・実習プログラム教材としての改良点は
- 教育プログラムの実習コンテンツとして提供することの評価
  - ・公開の可否（著作権等の確認）
  - ・公開の可否（閲覧利用権限の範囲）
  - ・公開の可否（公開後のフォローの可否）

[実習]

概要説明

- ・実習場所：京都大学放射性同位元素総合センター教育訓練棟 2 階実習室
- ・実習時間：60分

実習テキスト

- ・『非密封放射性同位元素の取扱実習』（Ver.2.8）
- ・講習を実施する側のガイド

<研修用変更点>

1. サーベイメータの取扱 -> 省略（実習 1 で実施済みとする）
2. 非密封 R I の希釈操作 -> 3 人 1 組、2 人はテキストの記載の通りに課題をこなす、1 名はその様子を観察し、気づいた点をメモする
3. 距離と遮蔽の効果 -> 課題 A に変更

課題 A：表面汚染試料の作成

床材シート、アクリル板のどこかに、実習 2 の中で使用した R I 液体を 2 箇所各 1 滴付着させ乾燥する

材料	床材シート（30 cm × 30 cm）	2 種類	グループ各 1
	アクリル板（30 cm × 30 cm）		グループ各 1

A-1-1 ステンレスパットに床材シートを置く

A-1-2 シートの左下隅に実習グループ記号をマジックで記載する



A-1-3	使用する R I 液体は、原液、サンプル A、サンプル B のいずれか
A-1-4	付着させる場所は、シートを 3 × 3 に区切ったマスのどこか
A-1-5	汚染源となる液体にガラス棒の先端を浸し、ガラス棒に付着した液体を床材シートに点付けする。
A-1-6	汚染したシートをステンレスパットごとフード内に互い違いに積み重ね、一晩乾燥させる
A-1-7	『汚染箇所メモ』用紙に使用した R I 液体、汚染箇所を記入し、担当講師に提出する

4. 放射性廃棄物の分類と後始末 -> テキスト通りに実施
5. 実験結果の評価 -> 省略（時間があれば触れる程度）
6. 実習プログラムの評価、検討 -> 実習 2 のまとめ

[考察]

教育訓練の受講者にとって、実習は知識・技能の習得・確認が目的であり、研究課題ではないので、実習課題の達成度を数的に評価することは二の次に置くべきである。実習の操作を通じて、一連の操作を思い返すことで、特に RI の操作でどこに危険があったか、その危険をいかにして回避すべきかといった体験を印象付けるような事後考察が重要であることを再認識されたい。

また、実習は教材があればできるというものではない。実習の開催を重ねていくほどに、実習の現場を指揮する講師の手腕によるところが非常に大きいことが実感できる。すなわち、実習を開催しようとする放射線管理担当者は実習の内容や教材に対して十分な理解と現場での対応力を鍛えておくこと、加えて実習の目的を見失わないで内容のブラッシュアップを継続していくマネジメント力が必要であると言えよう。

これらを踏まえて、各施設での新人講習として実習プログラムを行うことについて、テーマ、教材、実施要領などについて、全国に向けての実習ガイドとしての公開について、検討、議論してください。

## 講習を実施する側のためのガイド

新規R I講習会にて実習を行う際に習得してほしい件

過剰に恐れない／急がない／侮らない

身なりの整備

実験着（汚染防護；前のボタンを全てきちんと留める）

スリッパ（汚染拡大防止；履き替え時に要注意）

ポケット線量計（個人被ばくモニタリング；装着部位と線量計の向き／検出面が外向き）

実験開始前に器具・機の汚染検査

汚染発見時の発生責任の明確化

汚染の判断基準を示すこと（B Gの2倍超を汚染とする）

実験操作は座って行うこと

立って遮へい板の上から覗き込んだのでは意味が無い

R Iを持ち出す前に器具の準備を最大限に

スミア検査用の紙片を準備

メスフラスコをガラスビーカー内に立てる

フラスコの蓋の置き場所を確保（ポリろ紙片）

こまごめピペットを試験管内に立てる

測定用バイアルをシャーレ内に立てる

バイアルのキャップにラベル記入

すべての器具類に手が届くかどうかのチェック

リン酸と水をプラビーカーに取り分ける

あらかじめ蒸留水を入れておく器具には入れておく

ピペットの先端等汚染箇所をバット内でハンドリングすること

ピペットの先端が袖に付かないように

先端が自身の側に向かないように

置き方、置き場所にも注意

器具はできるだけ両手で扱う

「右手にピペットを持ち、原液バイアル容器を左手で持ち、左手の指でキャップを開ける操作」は、まず不安定であるし、左手は至近距離での被ばくをしていることを認識すべき

容器に液を入れる際には片方の手はピペット操作、もう片方の手で容器を支える

蓋をあける→蓋をおく→ピペットを持つ→液を操作する→チップを捨てる→ピペット

を置く→蓋をする

液は器壁に沿わせて（飛沫が散らないように）そっと注入する

メスフラスコの転倒混和も両手で支持して

- マイクロピペットは規定量を正確に分取するための器具である
- スポイト代わりではない
- 攪拌棒の代わりでもない
- チップの無駄遣いを防ぐ＝廃棄物の減量
  - R I が入る前は、液をビーカーからフラスコへ直接注いでよい
  - ピペットでちまちま入れる必要は無い
- 作業の合間に手指の汚染検査を励行
  - 液シンバイアルは表面の汚染を除去すること
- 距離と線量率の測定では、測定環境を正しく構築すること
  - バックグランド要因の除去 {メスフラスコ内の R I /隣接実験班の R I }
  - 特に B1F の実習は隣の班とのレイアウトによる干渉を充分考慮することが必要
- 廃棄物の処理手順
  - 無機廃液の処理が完了するまで手袋を外さない、バット内のポリろ紙も捨てない
  - 液体の廃棄物が完全に処理し終わったら、バット内のポリろ紙を除去してよい→可燃物
  - 手袋の汚染検査の有無の確認後、サーベイメータのラップも外してから難燃物の口を閉じる
- 実験終了後の器具・機の汚染検査／実験台の整理整頓
  - 実習開始前の状態へ完全に戻すこと
  - 実習開始前は器具の汚染も無かったはずなので、器具の汚染が無いことも復元作業の一環
- 退出時の汚染検査
  - まず洗面流しで手を洗う
  - ハンドフットクロスモニタはスリッパのまま乗る
  - 手を差し入れ、一番奥の壁がスイッチなので、押したまま5秒キープ→判定結果
  - 台から降りて、衣服の汚染検査（前身ごろ、袖の下側などをチェック）
  - 退出時の忘れ物チェック
  - 特にカードと線量計
- 汚染検査ができる人になること
  - 汚染を起こしそうな操作
  - 汚染しそうな箇所
  - 汚染の有無の確認
  - 汚染検査（サーベイによる測定）の技術
  - 既知の線源の除去（遮へい）
  - ヘッド走査
  - 汚染に対して配慮する心が育てば、自身が汚染を起こすことへの注意意識も向上する

## 資料 13. 実習資料(III)

### 実習 III

#### 非密封 RI による汚染発生時の対応技能研修及び討論

##### 1 放射性表面汚染

###### 1.1 放射性表面汚染に関する基礎事項

物品などの表面の放射性汚染のことを放射性表面汚染という。物品の材質や性状、汚染源となる RI の化学形や溶媒の特性などによって、固定性（固着性）の表面汚染（fixed surface contamination）と遊離性の表面汚染（removable surface contamination）がある。固定性の場合、除染が困難なことが多いが、その反面汚染が拡大するリスクは低い。一方、遊離性の場合、蒸発や揮発、または人為的な行為（接触、塗り広げ等）による汚染箇所の移動や拡散、高い湿度や薬品等による腐食を介した拡散なども念頭において、起点となる汚染箇所よりも広範囲の汚染をあらかじめ想定しておくなど、臨機応変な対処が求められる。

表面汚染箇所を発見したら、まずは汚染の程度と汚染の範囲を特定する必要がある。現場の状況によっては、汚染拡大（二次汚染）を防ぐためにも、迅速に汚染の程度と範囲の評価を行い、適切な除染を実施しなければならない。汚染の程度と汚染の範囲を特定する際の指標となるのが『表面汚染密度（activity per unit area）[Bq/cm<sup>2</sup>]』である。

本実習は、表面汚染密度の算出方法に慣れ、除染の際に留意すべき事項を体験的に整理することを主たる目的とする。

###### 1.2 表面汚染密度の測定

表面汚染密度は「直接測定法（direct measurement of surface contamination）」または「間接測定法（indirect measurement of surface contamination）」により測定する。後者はふき取り法またはスミア（smear）法とも呼ばれる。

直接測定法は、固定性および遊離性の汚染の和を測定することができるが、測定時に外部放射線の影響を受けやすい。一方、間接測定法は外部放射線の影響はないが、遊離性の汚染のみ測定可能であり、また「ふき取り効率」を考慮する必要がある。

なお、表面汚染密度を求める際に使用する測定器類は、放射能検出限界が表面汚染の密度限度の  $1/10^3$  以下であることが必須となる。

---

<sup>a</sup> 「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」（平成十二年十月二十三日号外 科学技術庁告示第五号、最終改正：令和元年六月一日 原子力規制委員会告示第一号）第十六条（管理区域から持ち出す物に係る表面の放射性同位元素の密度）

※ 以下の測定方法及び表面汚染密度の計算方法は、国際規格 ISO 7503-1 を基に作成された JIS 規格 4504「放射性表面汚染の測定方法 -  $\beta$ 線放出核種（最大エネルギー0.15MeV以上）及び $\alpha$ 線放出核種」（2008年発行）に準拠している。

#### 1.2.1 直接測定法の手順と表面汚染密度の計算方法

直接測定法では、測定器を汚染箇所に行きできるだけ近づけて計数率を測定する。

##### 1.2.1.1 直接測定法の手順と留意事項

- ① 測定対象物の表面上を、ゆっくりと一定の速度で検出器を移動させながら汚染箇所を探索する。
- ② 汚染を検出したら、測定器をできるだけ近づけて（測定点と測定器との幾何学的配置を実習1の標準線源と検出器との配置と同じにする）、その場所で十分な時間（測定器の時定数の3倍以上）静止し、計数率を読み取る。

##### 1.2.1.2 直接測定法の計算方法

表面汚染密度  $A_s$  (Bq/cm<sup>2</sup>) を求めるための計算式は以下のとおり<sup>a</sup>。

ただし、汚染面積は測定器の有効窓（入射窓）の面積と同等または広いものとし、有効窓面積における表面汚染密度は均一とみなす。

$$A_s = (N - N_b) / (\epsilon_i \times W \times \epsilon_s)$$

$N$	:	計数率 (cps)
$N_b$	:	バックグラウンド計数率 (cps)
$\epsilon_i$	:	機器効率 instrument efficiency <sup>c</sup>
$W$	:	測定器の有効窓面積 (cm <sup>2</sup> )
$\epsilon_s$	:	線源効率 efficiency of a source <sup>d</sup>

なお、機器効率 $\epsilon_i$ は、表面放出率がわかっている標準線源を用いて、以下の式により求める。

$$\epsilon_i = A / N_s$$

$A$	:	計数率 (cps)
$N_s$	:	表面放出率

<sup>a</sup> 距離を一定に保つために、スペーサなどを用いる場合もある。

<sup>b</sup> 計算式右辺中の  $\epsilon_i \times W \times \epsilon_s$  が実習1の「表面汚染密度換算係数[Bq/cm<sup>2</sup>/cpm]」に相当する。ただし、この係数を用いる場合は  $N - N_b$  の単位を cpm にすること。

<sup>c</sup> 機器効率：線源の表面放出率（線源の表面から単位時間に放出される粒子数）に対する測定器の正味計数率の比。

<sup>d</sup> 線源効率：線源中の放射線放出率（線源から単位時間あたりに放出される粒子数）に対する表面放出率の比。

また、線源効率 $\epsilon_s$ は線源の性状によって変化するため、実験的に求めることが困難な場合がある。その場合は安全側の数値として次の値を用いて安全側に評価する。

$$\epsilon_s = 0.5 \quad [ \beta \text{線放出核種} ( E_{\beta\max} \geq 0.4 \text{ MeV} ) ]$$

$$\epsilon_s = 0.25 \quad [ \beta \text{線放出核種} ( 0.15 \text{ MeV} < E_{\beta\max} < 0.4 \text{ MeV} ) \\ \text{および} \quad \alpha \text{線放出核種} ]$$

### 1.2.2 間接測定法（ふき取り試験、ふき取り法、スミア法）の手順と表面汚染密度の測定方法

間接測定法では、測定対象となるものの表面をふき取りろ紙（スミアろ紙）などで擦り、ろ紙へ移行した放射能を測定器で測定することで遊離性表面汚染を評価する。測定器を測定箇所近づけることが物理的に困難な場合や、外部放射線量が高い場合などに有効な測定法である。

#### 1.2.2.1 間接測定法の手順と留意事項

- ① 乾式、または湿式（ふき取りろ紙を適切な液体で濡らせてふき取る）<sup>a</sup>でふき取りを行う。
- ② ふき取る対象物（試験対象物）が平滑な場合はふき取りろ紙を使用し、平滑でない場合はキムワイブや綿布などを用いるとよい。
- ③ ふき取り面積は『100 cm<sup>2</sup>』<sup>b</sup>とし、この範囲内を一樣にふき取る。
- ④ 測定面を適切な強さの力でふき取る。均一で一定の力となることが望ましい。このため、通常は指で押さえられる大きさの円形ろ紙が用いられる。
- ⑤ ふき取りの強さは、通常の作業等において接触する場合と同程度の強さが望ましい。1回のふき取りで遊離性表面汚染の全部をふき取ることはしない。
- ⑥ 対象物をふき取ったろ紙を測定器で計測する。

#### 1.2.2.2 間接測定法の計算方法

ふき取ったろ紙上の単位面積あたりの遊離性表面汚染の放射能  $A_{sr}$  (Bq/cm<sup>2</sup>) を求めるための計算式は以下のとおり。

$$A_{sr} = (N - N_b) / (\epsilon_1 \times F \times S \times \epsilon_s)$$

$N$  : 計数率 (cps)

<sup>a</sup> 湿式の場合は、ろ紙などから液体がにじみ出ないようにする。また、ふき取り後にろ紙が水分を含んでいる場合は、放射能の損失に注意しながら乾燥させてから計測する。とくに $\alpha$ 線放出核種の湿式ふき取り試験の場合は、汚染のろ紙内面への侵入やろ紙の残存水分により過小評価となりやすいことに注意する。

<sup>b</sup> ふき取る面積は検出器の有効面積と等しいか、または小さくなければならない。

- $N_b$  : バックグラウンド計数率 (cps)
- $\varepsilon_i$  : 機器効率 instrument efficiency
- $F$  : ふき取り効率 removal factor
- $S$  : ふき取り面積 (cm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon_s$  : 線源効率 efficiency of a source

機器効率 $\varepsilon_i$ および線源効率 $\varepsilon_s$ は、1.2.1.2 の値に同じ。

ふき取り効率  $F$ は、「ふき取り試験 (smear test)」を実施して実験的に求めることができる、(本実習ではふき取り効率を実験的に求める)。

$$F = A_p / A_r$$

- $A_p$  : 1回のふき取り試験でふき取った放射能
- $A_r$  : 試験を行う前の遊離性表面汚染の放射能

たとえば、ある床材のふき取り効率を求めようとする場合は以下のように求める。

$$F = \frac{(\text{床材上でのスミア前の計数率} - \text{床材上でのスミア後の計数率})}{(\text{床材上でのスミア前の計数率} - \text{バックグラウンド計数率})}$$

ふき取り効率の精度を高めたい場合は、ふき取り試験を何回もくりかえしてふき取り効率を算出する。

また、ふき取り効率を実験的に求めることが困難な場合は、安全を考慮して「0.1」を用いることが国際規格や JIS 規格で推奨されている。しかしこの値は過剰に安全側の値であり、一般的な放射線施設においては、ふき取り効率が汚染表面の材質や状態に依存することを考慮して、以下の数値が用いられる。

汚染表面の材質	ふき取り効率
非浸透性固体表面 (ポリ塩化ビニル製の板やシート、ガラス板など)	0.5
浸透性固体表面 (木製板、表面無処理のコンクリートなど)	0.05
非浸透性・浸透性の区分をしない場合	0.1

## 2 放射性表面汚染の除染方法

### 2.1 表面汚染の除染の基礎

- ① 汚染箇所が発見されたら、まずは汚染箇所に印をつけて（マジックなどで広めにマークする）、立入禁止等の措置をとる。次いで、汚染箇所の周辺を広範囲にサーベイし、周辺への汚染拡大がないかを追跡調査する。
- ② 汚染源となった RI の核種と放出線種、エネルギー、化学形などの情報を可能なかぎり集めておくと、安全かつ効率的な除染計画を立てることができる。
- ③ RI を含む溶液の場合、溶媒の性質（有機溶媒か無機溶媒か、揮発性の有無等）や、汚染されたものの材質との関係を考慮して、効果的かつ効率的な除染計画を立案する。
- ④ ③が不明で、非浸透性の固体表面の場合は、以下の順番で除染を試みる。
  - (1) 乾いた紙や布などでふき取る（乾式ふき取り）。
  - (2) 湿らせた紙や布などでふき取る（湿式ふき取り）。
  - (3) 薄めた中性洗剤を塗布した後に、乾いた紙や布などでふき取る。
  - (4) キレート形成剤（EDTA やシュウ酸など）を含む水溶液や市販の除染剤を塗布した後に、乾いた紙や布などでふき取る。
- ⑤ ワックスが十分に塗布された床面の場合、アルコールなどでワックスごとふき取るだけで除染できることがある。
- ⑥ 浸透性固体表面の汚染の場合は、汚染部分を削り取って表材を張り替える等の措置をとる。
- ⑦ 床面の除染は、履物等により除染者が汚染を拡大してしまうことがある。除染する部屋の出入り口で履物の履き替えを徹底すると二次的な汚染拡大範囲を限定することができる。
- ⑧ 広範囲の除染の場合は、複数名（除染を行う者、除染により発生する廃棄物等を回収する者、測定者の三人体制など）で除染作業を実施すると安全である。
- ⑨ 短半減期核種による汚染で除染が容易ではない場合は、十分な時間をおいて減衰を待つのも有効である。

### 2.2 除染係数・除染率

以下の手順で除染係数または除染率を求め、除染の効果を評価する（本実習では省略）。

除染係数 = 除染前の表面放射能 (Bq) / 除染後の表面放射能 (Bq)

除染率 = (除染前 (Bq) - 除染後 (Bq)) / 除染前 (Bq) × 100 (%)



### 3 実習Ⅲ 「表面汚染箇所の特特定とスミア法によるふき取り効率の算定」

#### 3.1 本実習で用いる物品等（準備するもの）

- ・実習Ⅰで表面汚染密度換算係数（Bq/cm<sup>2</sup>/cpm）を求めた広口GMサーベイメータ
- ・実習Ⅱで他の班が汚染をさせた床材（c, g）とアクリル板（a）
- ・ふき取りろ紙（スミアろ紙/スプーン型）10枚
- ・紙製ウェス（キムワイブ等）
- ・スプレーボトル
- ・廃棄物用ポリ容器とビニル袋（可燃物用・難燃物用）
- ・油性マジック
- ・ラップ
- ・手袋

#### 3.2 実習の手順

##### 3.2.1 準備

- ① GMサーベイメータのプロープ前面をラップで覆う。
- ② スプレーボトルに水道水を入れる。
- ③ 廃棄物用ポリ容器にビニル袋をかぶせ、放射性廃棄物の一時的な置き場を準備する。
- ④ 手袋を装着する。

##### 3.2.2 汚染箇所の特特定、直接測定法および間接測定法による表面汚染密度の測定

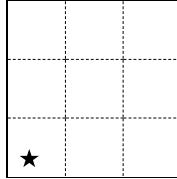
- ① アクリル板（a）を実験台の上に置く。
- ② GMサーベイメータで汚染箇所を特定し、油性マジックで印をつける（係数値が高い部分を中心に広めに囲む）。
- ③ 油性マジックで囲んだ部分でGMサーベイメータを静止させ、直接測定法（1.2.1.1 参照）により汚染箇所の計数率を測定する。  
\* 時定数の三倍以上の時間をかけて測定すること。
- ④ 間接測定法によるふき取り（1.2.2.1 参照）を行う（乾式ふき取り）。  
\* 汚染箇所を中心とする10cm 四方（100cm<sup>2</sup>）を、スミアろ紙をアクリル板に一定の強さで押しつけながらふき取る（力を無理に加えないこと）。
- ⑤ ふき取り後の汚染箇所の計数率を、③と同様の方法で測定する。
- ⑥ スミアろ紙を、アクリル板を擦った面を上にして机上に置き、③と同様の方法でスミアろ紙へ移行したR Iの計数率を測定する<sup>a</sup>。
- ⑦ 床材（クリーム色の床材（c）と灰色の床材（g））についても①～⑥の操作を行う。  
\* ふき取りの際には、アクリル板のときと同じくらいの強さでふき取ること。

<sup>a</sup> 本実習ではGMサーベイメータを用いた簡易測定だけに留めるが、正確に測定する場合は2π ガスフローカウンターや液体シンチレーションカウンターが適している。

記録（直接計測法と間接計測法）

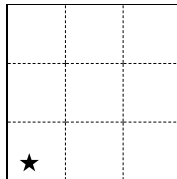
GMサーベイメータのバックグラウンド計数率  $N_b$  : \_\_\_\_\_cpm  
 : \_\_\_\_\_cps

アクリル板 (a)



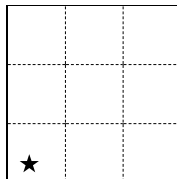
汚染箇所	ふき取り前 (ア)	ふき取り後 (イ)	スミアろ紙 (ウ)
A - 1	cpm	cpm	cpm
A - 2	cpm	cpm	cpm

床材 (クリーム色、c)



汚染箇所	ふき取り前 (ア)	ふき取り後 (イ)	スミアろ紙 (ウ)
B - 1	cpm	cpm	cpm
B - 2	cpm	cpm	cpm

床材 (灰色、g)



汚染箇所	ふき取り前 (ア)	ふき取り後 (イ)	スミアろ紙 (ウ)
C - 1	cpm	cpm	cpm
C - 2	cpm	cpm	cpm

### 3.2.3 水を用いたふき取り

- ① スプレーボトルの水を汚染箇所付近に噴霧し、キムワイプでふき取る(湿式ふき取り)。
- ② ふき取ったキムワイプに付着したR Iを GM サーベイメータで測定し、汚染がふき取られていた場合は可燃性放射線廃棄物の袋に入れる。バックグラウンドレベルの場合は、非R I用のゴミ箱(各実験台の足元付近に置いてある)に廃棄する。
- ③ 湿式ふき取り後の汚染箇所付近の計数率を直接測定法で測定する。

記録(湿式ふき取りの効果)
---------------

アクリル板 (a)		床材1 (c)		床材2 (g)	
汚染箇所	ふき取り後 (工)	汚染箇所	ふき取り後 (工)	汚染箇所	ふき取り後 (工)
A - 1	cpm	B - 1	cpm	C - 1	cpm
A - 2	cpm	B - 2	cpm	C - 2	cpm

### 3.2.4 かたづけ

- ① 測定に用いたアクリル板 (a) や床材 (c, g) はそのまま置いておく。
- ② ふき取りに使用したスマアろ紙やキムワイプ等をGMサーベイメータで測定し、汚染がある場合は可燃物放射性廃棄物の袋へ入れる。ない場合は非R I用のゴミ箱へ。
- ③ 手袋に汚染がないかGMサーベイメータで確認する。汚染がある場合は難燃物放射性廃棄物の袋へ入れる。ない場合は非R I用のゴミ箱へ。
- ④ 放射性廃棄物の袋の中の空気をなるべく抜いて、口をしぼる。
- ⑤ 実験台周辺(アクリル板や床材、廃棄物の袋の近辺は除く)に汚染がないかGMサーベイメータで確認する。
- ⑥ GMサーベイメータのプロープを覆っていたラップを外してゴミ箱に捨てる。

※ 以上で管理区域内での実習は終了です。

講義室に戻り、次ページ以降の計算を実施してください。

## 名古屋大学 実習 1

### 非密封放射性同位元素安全取り扱い実習 ～名古屋大学RI安全取り扱い実習の紹介～

#### 線源 (RI溶液・試料) の準備

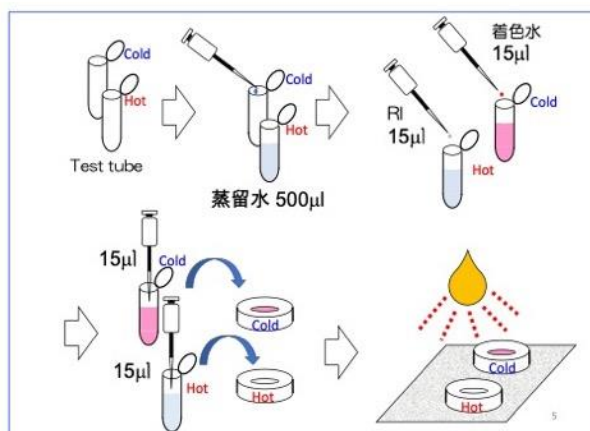
##### 実習における線源作成手順

1. テストチューブに蒸留水を500 $\mu$ l入れ、着色水 (Cold)またはRI溶液(Hot)15 $\mu$ lを加えて希釈する。

2. 希釈溶液からそれぞれ15 $\mu$ l取り、ガラスろ紙に染み込ませて乾燥させ、線源とする。

\*P-32とC-14 は受講生がこの作業をするので、容器にRI溶液を用意する。

\*H-3とI-125の線源は予め作製しておく。



## 線源の作製 1.購入

JRAMで購入する

<b>P-32</b>	P-32 (NEG-502A) Adenosine 5'-triphosphate, [ $\gamma$ - <sup>32</sup> P]-	パーキンエルマー	9.25MBq/25 $\mu$ l	¥33,000	半減期 14.3日
<b>C-14</b>	C-14 (NEC042V) Glucose, D- [ <sup>14</sup> C(U)] -	パーキンエルマー	9.25MBq/1.25ml	¥101,000	半減期 5730年
<b>H-3</b>	H-3 (ART0169) L-[methyl- <sup>3</sup> H]Methionine	室町機械	9.25MBq/250 $\mu$ l	¥43,000	半減期 12.4年
<b>I-125</b>	I-125 (NEZ033)	パーキンエルマー	74MBq/100 $\mu$ l	¥72,000	半減期 59.4日

・ **P-32** と **C-14** は受講者に作業してもらうため、実習日に目標の濃度になるようにRI溶液を作成し、容器に入れておく。

・ **H-3** と **I-125** は目標の溶液の濃度の溶液を作成後、実習日に1k Bqになるようにガラス濾紙に染み込ませ、乾燥させた線源を作製しておく。

各班1枚、予備に1-2枚となるように用意しておく。

H-3については1班だけ測定し、全員が同じデータで処理を行う。

## 線源の作製 2.RI溶液の準備

**P-32** 目標濃度 実習当日において **2.5 kBq/ $\mu$ l** (=2.5 MBq/ml)

実習ではRI溶液15 $\mu$ lをピペットで取って、500 $\mu$ lの水で希釈する。

その希釈液を15 $\mu$ l取って、ガラス濾紙に染み込ませたときに1000Bq程度になるようにする。

- ・ 購入した原液25 $\mu$ l (9.25MBq) の容器に275 $\mu$ l の蒸留水を加え、「**希釈原液**」とする。  
(カタログ通りであれば、30kBq/ $\mu$ lであるが、実際は1.2から1.5倍であることが多い。)
- ・ 「**希釈原液**」からテストチューブに50  $\mu$ l、水450  $\mu$ lで薄める。→「**溶液1**」  
(カタログ通りであれば、3kBq/ $\mu$ l)
- ・ 「**溶液1**」を10  $\mu$ l取ってガラスろ紙に滴下乾燥させ、液シンで測定し、「**溶液1**」の濃度を計算して確定する。 希釈原液の濃度も求めておく。
- ・ 濃度が決まったら、半減期から計算し、実習当日に 2.5 kBq/ $\mu$ l になるように、「**溶液1**」に水を加える。(目標濃度より薄い場合は希釈原液を加える)
- ・ 実習用のRI容器に250-500 $\mu$ l 入れて冷蔵保存しておく。(Hot溶液)
- ・ 同じ形の容器に水を入れ、赤インクを垂らして、Cold溶液とする。

## 線源の作製 2.RI溶液の準備

### C-14 目標濃度 2.5 kBq/ $\mu$ l (=2.5 MBq/ml)

#### ・希釈液の準備

グルコース 27mg (15mmol/l) ← グルコースの<sup>14</sup>C溶液を購入した場合

エタノール 0.2ml (2%)

NaN<sub>3</sub> 1.5ml of 0.2%水溶液 (0.03%)

DW final 10ml になるように加える

(キャリアのグルコースはあまり濃くしない方がよい。

濃いと、保存した際にグルコースの塊ができやすくなる。10~20mmol/lでよい。

エタノールはラジカルスカベンジャー (2~5%程度)、アジ化ナトリウムNaN<sub>3</sub>は防腐剤)

- ・購入した原液 (カタログでは9.25MBq/1.25ml(7.4MBq/ml)) の濃度を、測定して確定する。

(原液から10  $\mu$ l 取り、ガラスろ紙に滴下乾燥させ、液シンで測定する。)

- ・原液の濃度を確定したら、必要量を計算し、2.5 MBq/mlになるようにテストチューブに希釈液と原液を入れる。(よくかき混ぜながら行うと良い。液シンで濃度を再び確認。)
- ・実習用のRI容器に250-500  $\mu$ l入れて保存しておく。(Hot溶液)
- ・同じ形の容器に水を入れ、赤インクを垂らして、Cold溶液とする。

## 線源の作製 3.試料の準備

### H-3 溶液目標濃度 約100-200Bq/ $\mu$ l

ガラス濾紙に1kBqを滴下乾燥させた試料を準備する。

#### ・希釈液の準備

メチオニン 22mg (15m mol/l)

ethanol 0.2ml (2%) (ラジカルスカベンジャー)

DW final 10ml になるように加える

- ・購入した原液(カタログでは9.25MBq/250  $\mu$ l =37 k Bq/  $\mu$ l) から5  $\mu$ l 取って、希釈液495  $\mu$ lに  
加えてよく混ぜる。「溶液1」
- ・「溶液1」から数 $\mu$ lをろ紙に染み込ませて乾燥させ、液シンで測定し、濃度を確定する。  
(カタログ通りならば370Bq/  $\mu$ l)
- ・濃度から計算して、ガラスろ紙に1 k Bqになる量を滴下乾燥させて試料を作製し、実習日まで  
保存しておく。



## 線源の作製 3.試料の準備

### H-3 溶液目標濃度 約100-200Bq/ $\mu$ l

ガラス濾紙に1kBqを滴下乾燥させた試料を準備する。

#### ・希釈液の準備

メチオニン 22mg (15m mol/l)

ethanol 0.2ml (2%) (ラジカルスカベンジャー)

DW final 10ml になるように加える

- ・購入した原液(カタログでは9.25MBq/250  $\mu$ l =37 k Bq/  $\mu$ l) から5  $\mu$ l 取って、希釈液495  $\mu$ lに  
加えてよく混ぜる。「溶液1」
- ・「溶液1」から数 $\mu$ lをろ紙に染み込ませて乾燥させ、液シンで測定し、濃度を確定する。  
(カタログ通りならば370Bq/  $\mu$ l)
- ・濃度から計算して、ガラスろ紙に1 k Bqになる量を滴下乾燥させて試料を作製し、実習日まで  
保存しておく。



### I-125 試料作製用の実験器具



活性炭入マスク



三方活栓



ロック付き注射筒と針(38mm)



25mmの針(上) 19mmの針(下)



チャコール入注射筒

鉛入アクリル遮蔽板  
手袋 (2重)  
保護メガネ  
ポリろ紙



## I-125

**希釈液の準備**  $(2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI})$   
アルカリ性で、 $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- \rightarrow 5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$

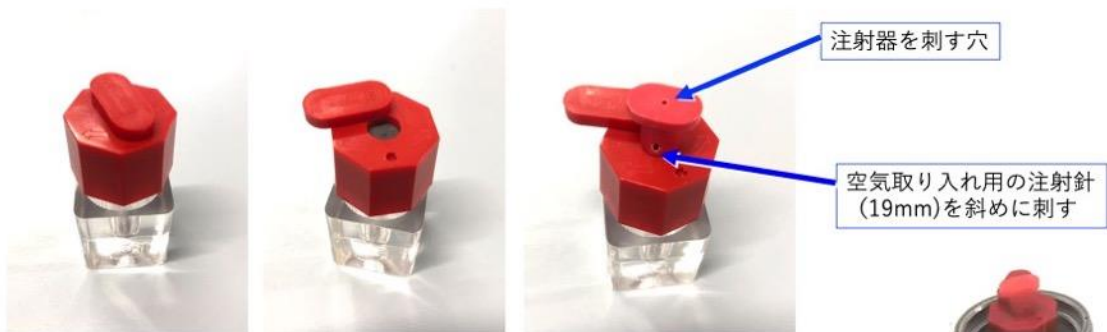
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  2.5g チオ硫酸ナトリウム  
NaI 0.2g  
10N NaOH 10ml  
DW final 100ml

### 購入原液ボトルの開封手順

- (1) チャコール入りの注射筒と三方活栓を使って3回程度ガス交換を行う。
- (2) 上記希釈液400 $\mu\text{l}$ をテストチューブに取り分け、注射器で吸い上げておく。  
注射針を使ってボトルに注入し、よく混ぜる。(蓋はまだ開けない)  
購入原液が74MBq/100 $\mu\text{l}$ の場合、この時点で74MBq/500 $\mu\text{l}$ 。  
  
以下、これを「希釈原液」と呼ぶ。
- (3) 念のために、再度、ガス交換を行う。
- (4) 蓋を開けて、必要な作業を行う。

### I-125 容器の蓋にシリンジガイドを取り付ける (ドラフト内で手袋を2重に着用して行う)

シリンジガイドは購入時に同梱されている



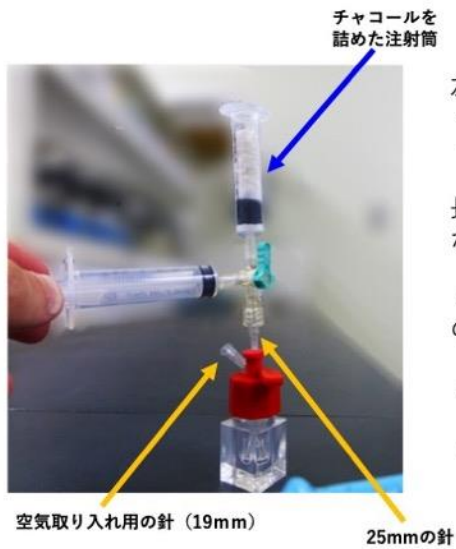
蓋の上部をスライドさせる シリンジガイドを取り付ける



実際は鉛容器に入れたまま作業する



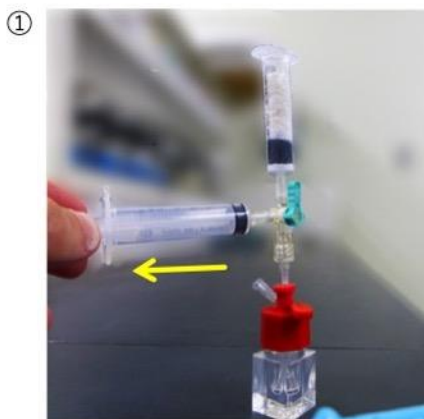
I-125 注射筒のセット方法（ドラフト内で手袋を2重に着用して行う）



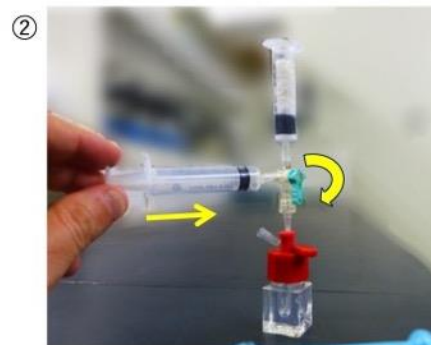
左図のようにセットする（ドラフト内で作業する）。

- ・三方活栓でチャコール側を閉にする。
- ・三方活栓～原液ボトル間の針は25mmを使う。  
（理由：19mmの針では容器内まで届くかどうか分からない。長い針(38mm)を使うと、先端が液面まで達してしまうので、かなり注意しないとガス交換時に液体を吸ってしまう。）
- ・三方活栓付き注射筒を取り付けた後に、空気取り入れ用の針を刺す。
- ・空気取り入れ用の針は短いもの(針部の長さ19mm)を使う。
- ・針をはずす時には、ろ紙を使用する。

I-125 ガス交換の方法（ドラフト内で手袋を2重に着用して行う）



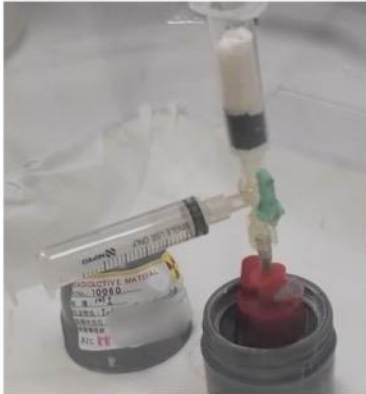
① ゆっくりと空気を引く。購入原液ボトル内の空気を、左図で水平になっている注射筒内に引き込む。



② 三方活栓のつまみの向きを変え、下側（購入ボトル側）を閉にする。  
・ゆっくりとシリンダーを押し込み、注射筒内の空気をチャコールを介して、ドラフト内に放出する。

- ・①と②を3回程度繰り返した後、三方活栓ごとろ紙を使って針を引き抜く。
- ・希釈液を入れた注射筒を差し込み、希釈する（38mmの針を使う。短い針だとボトル内に届かない場合あり）。
- ・良く混ぜた後、再度ガス交換し、その後ボトルを開封する。

### I-125 ガス交換→ 希釈液の注入 (実際の作業の様子 鉛入遮蔽板使用)



セットしたところ



ガス交換が終わったら、ろ紙を使って引き抜く。



希釈液400 $\mu$ lを入れた注射筒(針は38mm)を刺し、希釈液を容器内に入れる。

再びガス交換してから蓋を開ける

### I-125 希釈原液からの試料作成

- ・希釈原液の濃度はカタログ通りであれば74MBq/500 $\mu$ l (148kBq/ $\mu$ l)。
- ・ここから10 $\mu$ l を取って990 $\mu$ lの希釈溶液で薄めると1.48 kBq/ $\mu$ l。(A溶液)
- ・A溶液から60 $\mu$ l取って、340 $\mu$ lの希釈液で希釈する。(B溶液 220Bq/ $\mu$ l)
- ・B溶液の濃度を確定するために、5 $\mu$ l程度ろ紙に滴下し乾燥させる。
- ・ガンマカウンタで測定して、B溶液の濃度を確定し、改めて半減期から実習当日に1kBqになるように液量を計算し、ガラスろ紙に滴下乾燥させた試料を必要枚数用意する。

・A、B溶液の量は必要に応じて変更する。

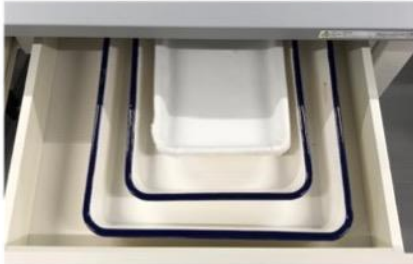
\* 開封後の原液容器は針穴が空いているため、他の容器に移し替えるか、蓋をパラフィルムで2重に覆っておく。

## 参考：実験器具の準備

各実験台（2人用）に配布するもの



オートピペット (100・ $\mu\text{L}$  × 1, 1000・ $\mu\text{L}$  × 1)  
チューブラック (1)  
三角フラスコ (1), ハサミ (2), ピンセット (2)  
マジック (3), 定規 (1), アクリルリング (2)  
安全メガネ (2)  
ピペットチップ (100・ $\mu\text{L}$  用 × 4, 1000・ $\mu\text{L}$  用 × 2)  
試料皿およびガラスフィルター (4)  
マイクロテストチューブ (4), スミアろ紙 (2)



バット (大 2, 中 2, 小 2)  
ポケット線量計  
ポリバケツ (2) ビニール袋 (2)





ポリろ紙 セロハンテープ



アクリル遮へい板



モップ



化学雑巾



実験用手袋 ポリエチレン手袋

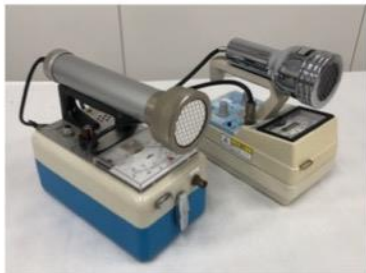


ポリ洗びん



液体シンチレータ用バイアル  
[疎水性シンチレータ 5 mL] (3)  
プラスチック試験管 (2)

### 計測機器、共通で使用するもの



右：GMサーベイメータ  
左： $^{125}\text{I}$ 用シンチレーションサーベイメータ



GM計数管  
鉛板、アクリル板



簡易遠心機



赤外ランプ、陶板

その他の計測機器：  
液体シンチレーションカウンタ  
ウェル型NaIシンチレーションカウンタ



## 実習 II 準備マニュアル

### 未知試料に含まれる核種の同定と放射能の決定 ～ゲルマニウム検出器を用いた $\gamma$ 線測定～

#### 全般的な事柄

- 1) 「効率校正用線源」と「未知試料」の形状を同じにする.
- 2) 測定器の汚染を防ぐために, 2重(以上)に密封する.
- 3) 試料の放射能をどのくらいにするかは, 測定器の効率や測定に割り当てる時間を考慮して決める. 今回は, ピーク効率が数%の測定器で10分間測定したときのピーク計数が10000カウント以上になるように, 3~5kBq程度の放射能を目安にした.
- 4) 測定時間を長く確保できる場合は, 線源と測定器の距離を離し, カスケードサム効果を減らす方が初心者にはデータ解析しやすい(p.6).

1

### 検出効率校正用線源の作成 (1/3)

- 1) 放射能濃度既知の溶液をガラス濾紙に滴下し, 乾燥.
- 2) 接着剤を塗った別の濾紙を滴下面に貼り合わせる(\*).
- 3) ポリ袋に2重に封入.

(\* 「未知試料」作成時に, 粉末状試料を密封固定するために濾紙で挟み込む必要があった. 「未知試料」と「校正用線源」の形状を同じにするために, 木工用ボンドを濾紙外周部(RIが付いていない部分)に筆で塗り, 貼り合わせた. )



2

## 検出効率校正用線源の作成 (2/3)

RI協会製の9核種混合標準ガンマ線源を使用

<https://www.jrias.or.jp/products/cat3/catalog01.html>

- ✓ 年3回の製造のため、注文締切日に注意.
- ✓ カタログ記載の放射能は9核種合計で150kBqだが、濃度が低い. 事前に協会と相談し、特注で600kBq(液量5ml)のものを作成してもらった.
- ✓ 実習時の合計放射能が数kBqになるように、必要量を滴下(今回は50 $\mu$ lで実習時に約4kBq).
- ✓ 濾紙によって、一度に吸収できる液量が変わる. コールドランで確かめ、場合によっては複数回に分けて滴下し、乾燥後に追加滴下する.

3

## 検出効率校正用線源の作成 (3/3)

協会製の溶液はガラスアンプルに入っている.

ガラスが厚いので、開封しづらい.

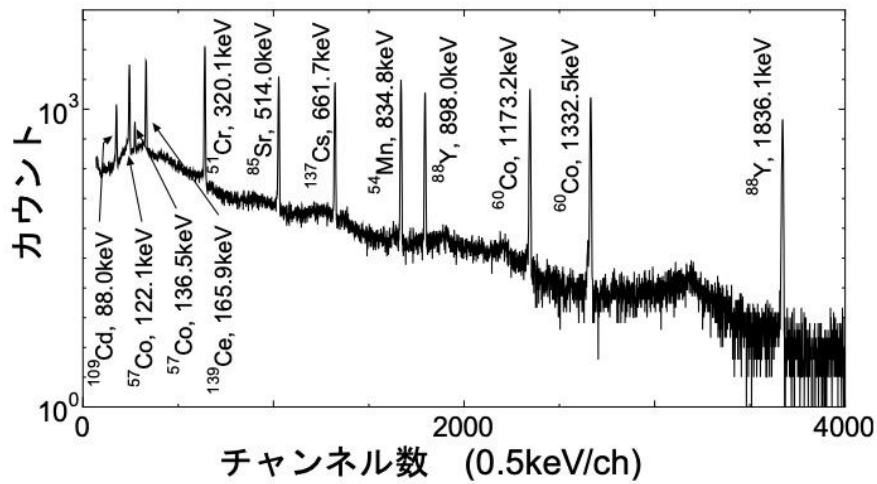
開封法の一例

アンプルカッターで溝を付けた後、両刃ヤスリで溝を深掘りしてから折る. アンプルの細い部分に塩ビチューブをはめてから折ると、より一層安全. (写真のアンプルカッターを使用する場合は、2度切りを避ける. 2度切りはダイヤモンド刃を痛める.)



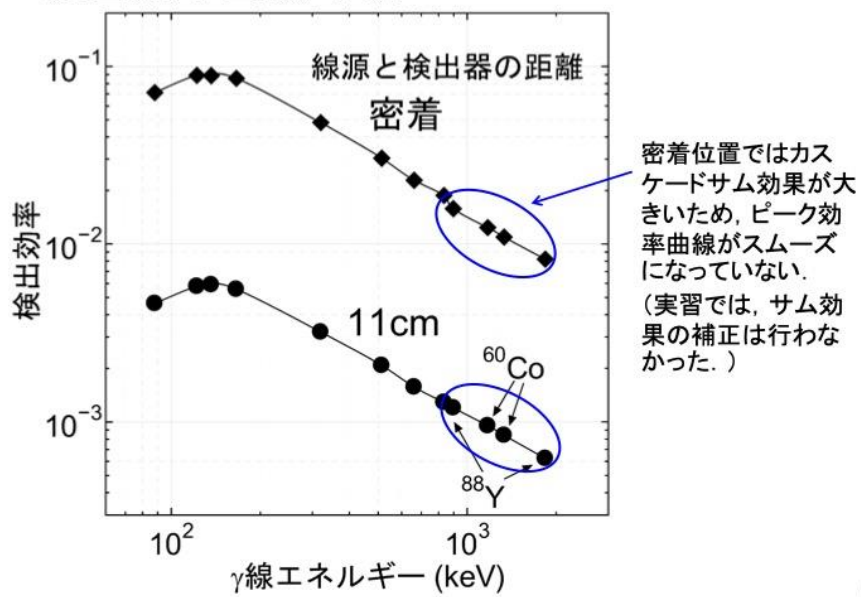
4

## 検出効率校正用線源の $\gamma$ 線スペクトルの例 (ゲルマニウム検出器で測定)



5

## 検出効率曲線の例



6

## 「未知試料」の作成(1/2)

- ✓ 「校正用線源」と同様の濾紙試料を作成.
- ✓ 粉末状試料の場合は, 接着剤を塗った濾紙の上に粉末を置き, 別の濾紙で挟み込んで密封.
- ✓ 本実習では2核種の混合試料で, 各核種の放射能は2~5kBqとした.
- ✓ 本実習で使用した<sup>46</sup>Scおよび<sup>124</sup>Sbは東北大および阪大の加速器で製造したものを使用(「短寿命RI供給プラットフォーム」から提供). 試料によっては不純物が入っているため, 事前に確認が必要.

7

## 「未知試料」の作成(2/2)

核種	形状	入手先
<sup>133</sup> Ba	3.7MBq, 500μlの溶液	RI協会から購入
<sup>134</sup> Cs		
<sup>46</sup> Sc	薄膜. Ti金属箔に分散	東北大ELPHより譲渡
<sup>124</sup> Sb	粉末. TeO <sub>2</sub> 粉末中に分散	東北大ELPHより譲渡
	粉末. Sb粉末中に分散	東北大CYRICより譲渡 阪大RCNPより譲渡

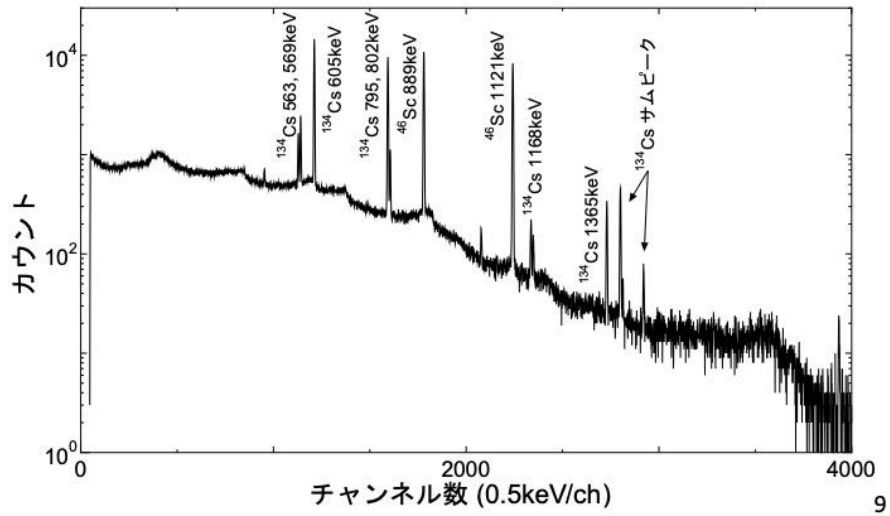
- <sup>133</sup>Baおよび<sup>134</sup>Csは原液10μlを蒸留水70μlで希釈した後に, 2~5μl (班によって異なる放射能のものを作成)を濾紙に滴下.
- <sup>46</sup>Scおよび<sup>124</sup>Sbは, 濃度(Bq/g)を測定した後, 数kBqになる量を採取し, 濾紙で挟んだ.

ELPH: 電子光理学研究センター, CYRIC: サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター, RCNP: 核物理研究センター

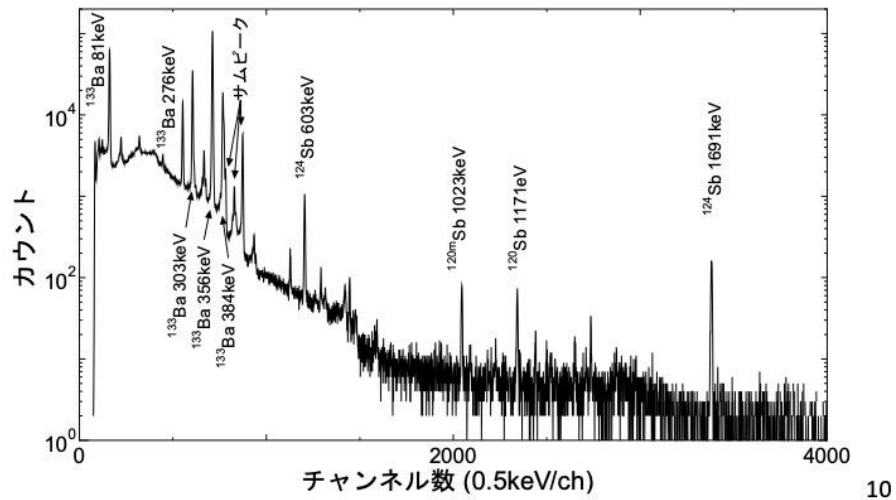
8



「未知試料」( $^{46}\text{Sc}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ )の $\gamma$ 線スペクトル  
(ゲルマニウム検出器で測定)



「未知試料」( $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ )の $\gamma$ 線スペクトル  
(ゲルマニウム検出器で測定)





## 大阪大学 実習 非密封放射性同位元素の取り扱いと計測



### 実習 1. 非密封放射性同位元素の取り扱いと計測

#### 【目的】

液体シンチレーションカウンターはライフサイエンスの分野における放射線の計測法として広く使用されてきた。液体シンチレーション計測の特徴は他の計測法では測定が困難な低エネルギーβ線を効率よく測定できることである。従って研究分野以外に、汚染検査や排水検査などの放射線管理の分野でβ核種の測定のために広汎に用いられてきている。本実習では液体シンチレーションカウンターを用いてトリチウムなどのβ核種の計測を行い、計測時における注意点について考察する。

さらにイメージングプレート（IP）を用いてβ核種の計測と遮蔽体の効果を調べる。

## 実習 1. 非密封放射性同位元素の取り扱いと計測

### 【目的】

液体シンチレーションカウンターはライフサイエンスの分野における放射線の計測法として広く使用されてきた。液体シンチレーション計測の特徴は他の計測法では測定が困難な低エネルギーβ線を効率よく測定できることである。従って研究分野以外に、汚染検査や排水検査などの放射線管理の分野でβ核種の測定のために広汎に用いられてきている。本実習では液体シンチレーションカウンターを用いてトリチウムなどのβ核種の計測を行い、計測時における注意点について考察する。

さらにイメージングプレート（IP）を用いてβ核種の計測と遮蔽体の効果を調べる。

## 管理区域への入域

### [管理区域への入域]

- 全員、RI実験用の黄色衣に着替える。
- 各自、スリッパを履く。
- バーコードリーダーに、バーコードを読み取らせる。
- 扉が開くのを待ち、入域する。



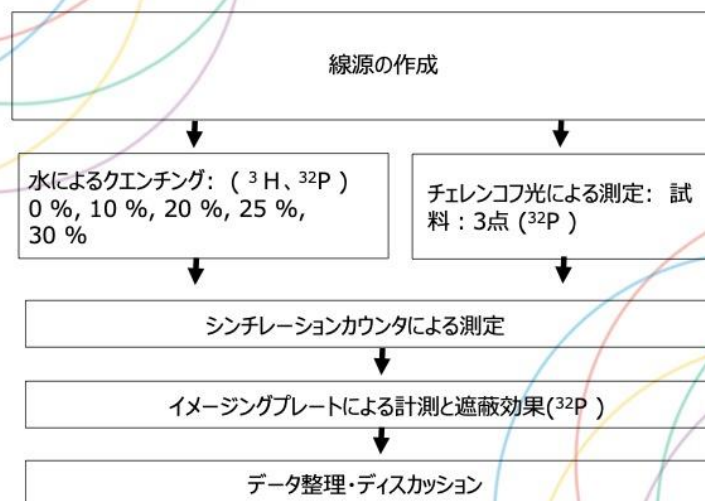
### [RI実験室への入室]



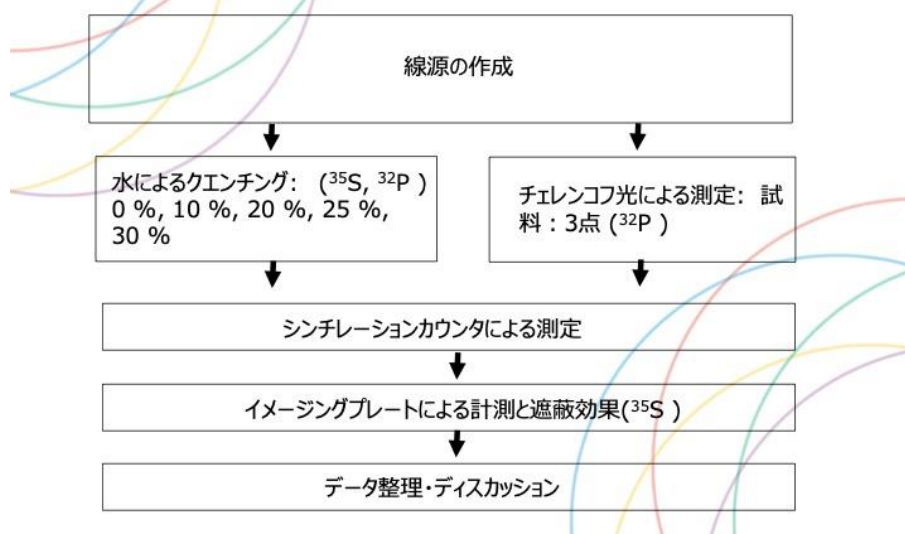
- RI実験を行う実験室へは、黄色のスリッパに履き替えて入室する必要がある。
- すのこの上へは、茶色のスリッパを脱いで靴下で上がり、黄色のスリッパに履き替える。
- 退室する場合も同様。スリッパのまますのこにあがらない。

## 実習の班分けと実習内容

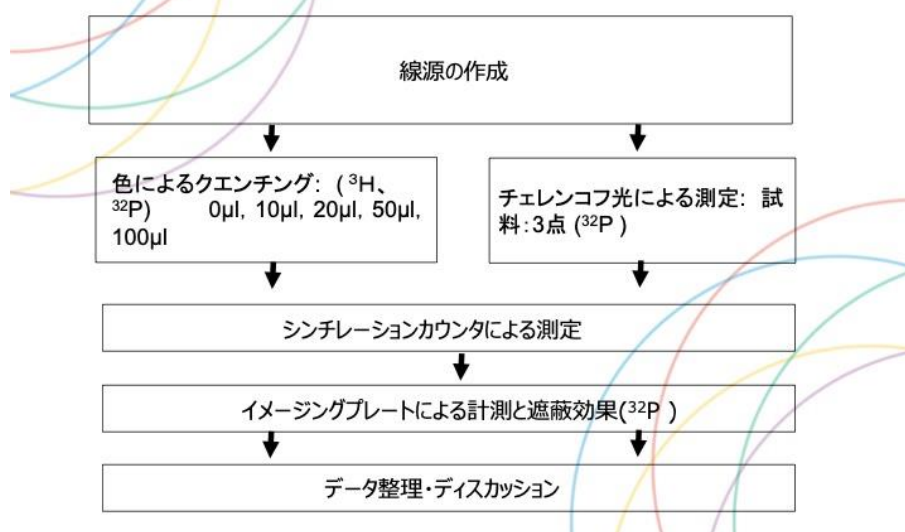
1班 及び 5班  
実験内容： $^3\text{H}$ 、 $^{32}\text{P}$ の測定



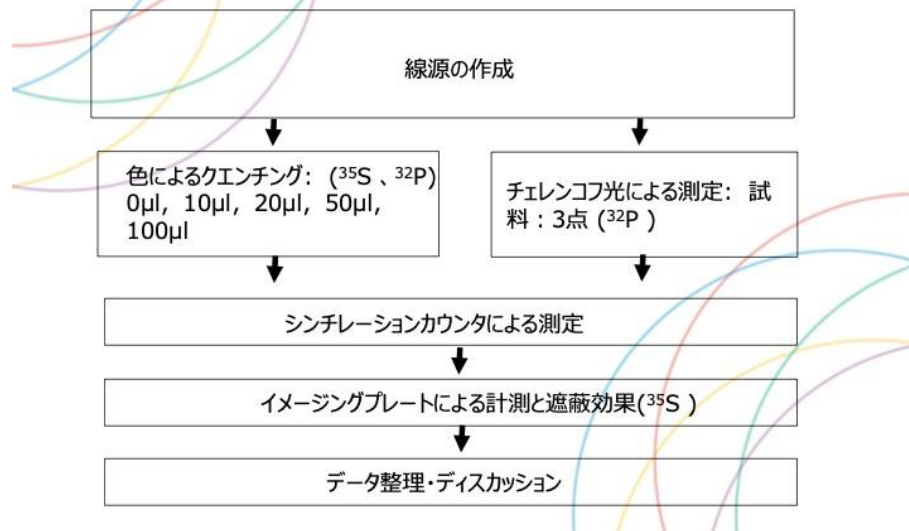
2班 及び 6班  
実験内容： $^{35}\text{S}$ 、 $^{32}\text{P}$ の測定



3班 及び 7班  
実験内容： $^3\text{H}$ 、 $^{32}\text{P}$ の測定



4班 及び 8班  
実験内容： $^{35}\text{S}$ ,  $^{32}\text{P}$ の測定



## 実習の準備と実施内容



## 1. 実験準備

実験器具（準備されている物）

放射性同位元素： $^3\text{H}$ 溶液、 $^{32}\text{P}$ 溶液、 $^{35}\text{S}$ 溶液（ $\sim 2 \times 10^5 \text{cpm}/\mu\text{l}$ 程度に希釈したもの、化学形は問わない）

蒸留水

マイクロピペット（1000 $\mu\text{l}$ 、200 $\mu\text{l}$ 、20 $\mu\text{l}$ ）

マイクロピペット用チップ（ブルー、イエロー）

マイクロチューブ（1.5ml）

液シン測定用バイアル（ガラス）

ピンセット

ビーカー 100ml

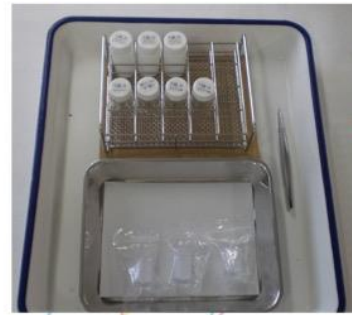
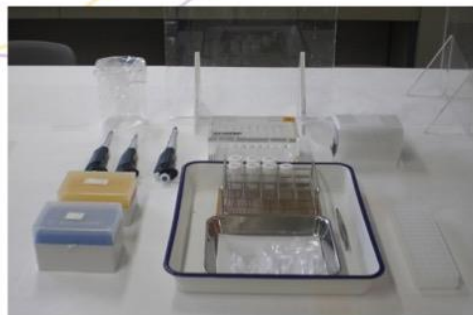
プラスチックビーカー 1L（廃棄物容器として使用）

液シンカクテル（アクアゾル-2、またはハイドロフルオー）

大口径GMカウンター

実験準備の一例

放射性試料： $^3\text{H}$ 溶液、 $^{32}\text{P}$ 溶液、 $^{35}\text{S}$ 溶液（希釈した試料を準備済み）  
オートピペット、ピペットチップ、シンチバイアル、アクリル遮蔽版



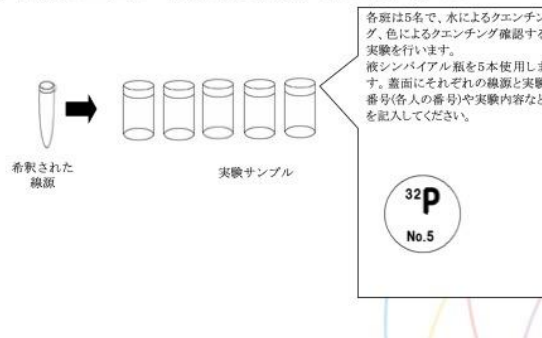
・実験に必要な物品は、それぞれの実験機の上に置かれている。各自、内容を確認する。



## 2.1. アイソトープ溶液の希釈と線源調製

### I. 実験準備

1. バットにポリろ紙を敷く。
2. アイソトープ汚染廃棄物用ゴミ箱を作る。日付、核種( $^{32}\text{P}$ 、 $^3\text{H}$ 等)、班名をポリ袋に明記し、ビーカーに内張りする。
3. 測定バイアル瓶の蓋面に「線源、実験番号」を記入する。



## 2.1. アイソトープ溶液の希釈と線源調製 (続)

### II. アイソトープ希釈溶液、線源作成

1. ゴム手袋を装着する。
2. 洗瓶から100mlビーカーに蒸留水を注ぎ、オートピペット (1ml) を用いてサンプルチューブ各1つずつに蒸留水を各々0.5ml 分注し、チューブラックに立てる。
3. オートピペット (20  $\mu\text{l}$ ) を用いて、模擬アイソトープ溶液を「cold」と書かれたサンプルテストチューブに10  $\mu\text{l}$  移す。(コールドランを行います)
4. オートピペット (20  $\mu\text{l}$ ) で線源溶液をサンプルチューブに10  $\mu\text{l}$  移す。(50倍希釈)
5. サンプルチューブ中の溶液をよく混合する。※溶液が漏れ出ないように注意して攪拌する。

**出来上がった線源試料を用いて実習を行う。**

## 2.2 液体シンチレーション計測

### I. 水によるクエンチングの影響

1. バイアルに下記に示す量の液シンカクテルと水をいれてバイアルのふたに番号を記入する。

番号	1	2	3	4	5
液シンカクテル (ml)	10	9	8	7.5	7
水 (ml)	0	1	2	2.5	3

#### 2. 線源の滴下

オートピペット (20  $\mu$ l) で線源試料 10 $\mu$ l を0%から30%の水を含んだ液シンカクテルの入ったバイアルに滴下し、よく混ぜる。

3. 液体シンチレーションカウンターで1分間測定する。



加える水が多い条件では、サンプルが分離して、粘度が高くなります。掻紳する際はゆっくり振ってください(写真は失敗例)。

### II 色クエンチングによる影響

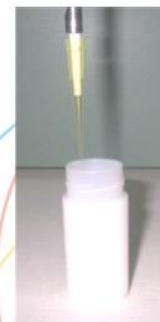
1. バイアルに下記に示す量の液シンカクテルと色素を入れバイアルのふたに番号を記入する。

番号	1	2	3	4	5
液シンカクテル (ml)	10	10	10	10	10
色素 ( $\mu$ l)	0	10	20	50	100

2. オートピペット (20  $\mu$ l) で線源試料 10 $\mu$ l 各液シンカクテルの入ったバイアルに滴下し、よく混ぜる。

3. 液体シンチレーションカウンターで1分間測定する。

色素は青インクを使用。BPBなどのdyeでも良い。



### Ⅲ. チェレンコフ測定

1. 1.5 mlのサンプルチューブに水を、0, 50, 500  $\mu$ l づつ入れる。
2. 線源の入ったサンプルチューブのふたを開けてオートピペット (20  $\mu$ l) で各サンプルチューブに10  $\mu$ l づつ入れてふたを閉める。
3. バイアルにサンプルチューブを入れる。
4. 液体シンチレーションカウンターで1分間測定する。  
計測は $^3\text{H}$ 領域で行う。

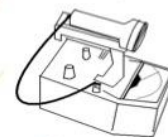
### Ⅳ. 測定 (各班共通)

バイアル瓶をトレーに入れ、測定室まで運ぶ。  
バイアル瓶をラック(写真矢印の白いラック)に挿入し、それぞれの測定目的に応じて画面で入力を行う。「START」ボタンで測定を開始。  
得られたデータを、【結果・考察】に記入する。



### Ⅴ. 汚染物の廃棄および汚染検査 (各班共通)

汚染物を所定の方法に従って廃棄し、身体、衣服、持ち物、器具、実験場所周辺に汚染がないことを以下の手順で確認する。  
実験台上のすべての器具をサーベイメータで汚染検査し、汚染のないことを確認する。





液体シンチレーターのカクテル(溶液)とバイアル。  
分注器で必要量をバイアルに入れる。  
バイアルはガラス、プラスチックのどちらでも良い。

## 2.3 イメージングプレートによる計測

### 1. 実験器具

IPプレート

IPプレート用カセット

Whatman 3MM ろ紙 (20x20cm) に10個の円を描いたもの (図参照)

遮蔽材 (アクリル、塩ビ、アルミ、ろ紙) 2.5cmx2.5cm

ラップ

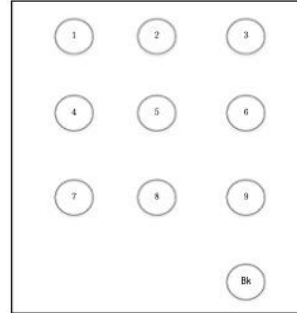
## 2.3 イメージングプレートによる測定（続）



1. 線源試料を20 $\mu$ lオートピペットで下記に示した分量をWhatman 3MM ろ紙（20 x 20 cm）の円の数字の上にスポットする。

Bkには蒸留水を10 $\mu$ lスポットする。

1	線源試料	10 $\mu$ l	遮蔽体	なし
2		6 $\mu$ l	遮蔽体	なし
3		4 $\mu$ l	遮蔽体	なし
4		2 $\mu$ l	遮蔽体	なし
5		10 $\mu$ l	アクリル	1.5mm
6		10 $\mu$ l	塩ビ	1.5mm
7		10 $\mu$ l	ろ紙	0.34mm
8		10 $\mu$ l	アルミ2	12 x 2 $\mu$ m
9		10 $\mu$ l	アルミ4	12 x 4 $\mu$ m
Bk	蒸留水	10 $\mu$ l	遮蔽体	なし



## 2.3 イメージングプレートによる測定（続）



- 乾燥後、ろ紙をラップで覆い、カセットに入れる。
- ピンセットを用いて# 5 - # 9に遮蔽体を置く。
- IPプレートを白い面を下にしてカセットに入れ、ふたを閉じる。
- 30分～60分露光する。露光後IPを読み取り装置で解析する。

### 汚染物の廃棄および汚染検査

汚染物を所定の方法に従って廃棄し、身体、衣服、持ち物、器具、実験場所周辺に汚染がないことを以下の手順で確認する。

- 試料皿を不燃物用の汚染廃棄物ゴミ箱（容器に不燃廃棄物の明記したもの）に捨てる。
- 実験台上のすべての器具をサーベイメータで汚染検査し、汚染のないことを確認する。



## 実験結果・考察（データシート例）

班名： \_\_\_\_\_ 氏名： \_\_\_\_\_

### 2. イメージングプレート測定結果

	PSL	Area (mm <sup>2</sup> )	PSL-BG	%	備考
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

### [管理区域からの退域]



・使用した実験室や作業内容を入力。（例：3 A1B）

・ハンドフットクロスモニタで測定。（スリッパのままで乗る）



・「OK」を確認し、退域。

## 参考：チェレンコフ光の測定



水中に大量の放射線源があるとその線源から青白い光が放射される（チェレンコフ光）。この光は荷電粒子が媒体中で同じ媒体中の光速より早く運動する際に生じる。水中でチェレンコフ光を発生するための電子のしきいエネルギーは263 keVであるが、実用的には ${}^3\text{P}$ での測定がおもである。なお測定は ${}^3\text{H}$ のレンジが用いられる。

## 参考：クエンチング（消光）



計数効率が低下することをさす。上記の含水率のほか、化学消光、酸素消光、および着色消光の3種類がある。軟β線である ${}^3\text{H}$ の時に特に問題となる。

1. 化学消光：励起エネルギーが、蛍光物質に伝達されどこかの過程で起こる現象で、アルコール、アセトニトリル、四塩化炭素、ヨード酢酸等色々の物質が消光剤となる。
2. 酸素消光：酸素の溶存によりトリチウムで5%、 ${}^{14}\text{C}$ で2%の消光が起こる。アルゴンを吹き付けて酸素を除くと計数効率が上がるが、実際的ではない。
3. 着色消光：蛍光波長が400 nmで測定するため、この付近に吸収を持つ物質があると消光が起こる。実際にはヘモグロビン等の黄色、赤色が一番問題になる。これは消さない大きな消光を起こすので、幾つかの方法が行われている。脱色試薬（市販）、30%過酸化水素等で処理して、一昼夜置いてから測定する。

## 参考：（オートピペットの使い方）

- チップを装着する。
- プッシュボタンを第1ストップまで押す。
- ピペットを垂直に持ち、チップを液体に浸す。
- プッシュボタンをトップの位置までゆっくりと戻して液体を吸引する。
- 1秒ほど待ってチップを静かに引き上げる。
- 容器の内壁にチップの先端を沿わせる。
- プッシュボタンをゆっくりと第1ストップまで押す。
- 1秒程度待って、プッシュボタンを第2ストップまで押し下げ、チップ内の液体を完全に出す。
- プッシュボタンを押したまま、チップを引き上げる。
- プッシュボタンを静かに戻す。
- チップイジェクターを押して、チップを取り外す。

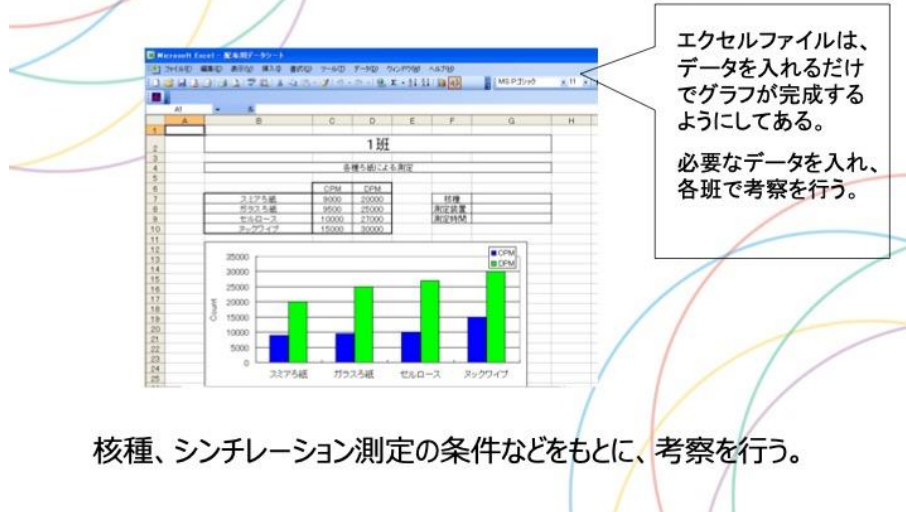


## 予備実験のデータと考察

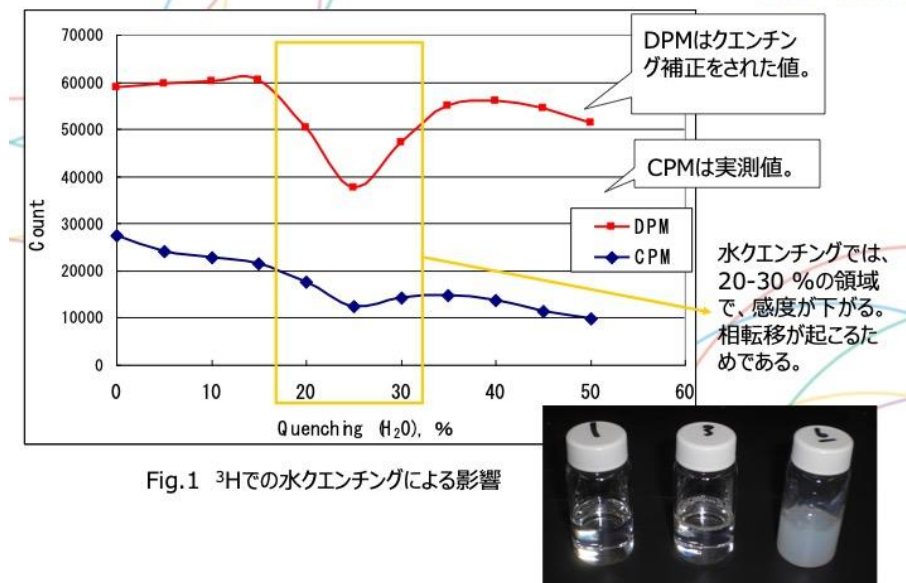


## データの整理の方法と予備実験のデータ

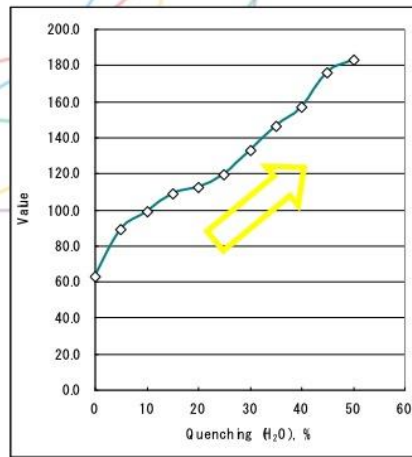
測定したデータを、各班ごと、エクセルデータにまとめる。



## 水クエンチング (3H)



### 水クエンチング ( $^3\text{H}$ )



H#(エイチ・ナンバー)は、クエンチングに対する補正係数である。  
H#の上昇が、クエンチングの度合いを意味している。

Fig.2  $^3\text{H}$ での水クエンチングをした場合のH#

### 水クエンチング ( $^{35}\text{S}$ )

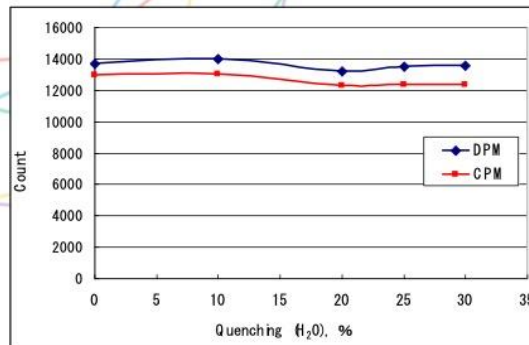


Fig.3  $^{35}\text{S}$ での水クエンチングによる影響

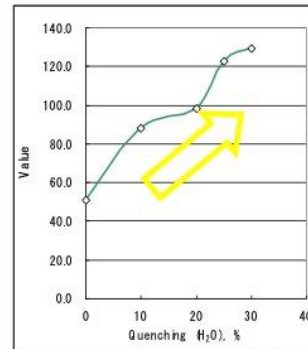


Fig.4  $^{35}\text{S}$ での水クエンチングをした場合のH#

$^3\text{H}$ と同様に、20-30%の領域で感度が下がるのが確認できる。H#も上昇している。

## 水クエンチング ( $^{32}\text{P}$ )

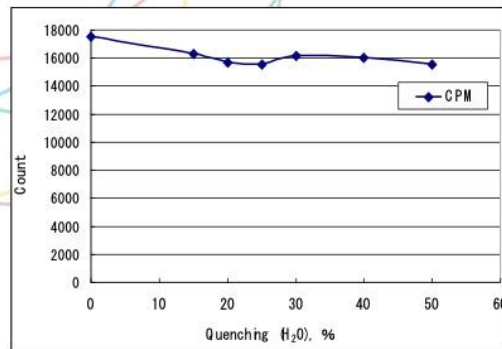


Fig. 5  $^{32}\text{P}$ での水クエンチングによる影響

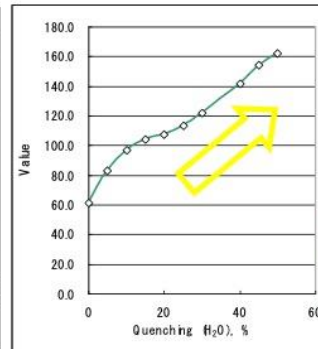


Fig. 6  $^{32}\text{P}$ での水クエンチングをした場合のH#

$^{32}\text{P}$ も同様である。

## クエンチング補正方式の違い

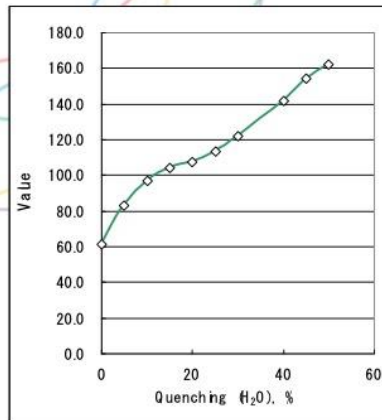


Fig. 7  $^{32}\text{P}$ での水クエンチングをした場合のH# (ベックマン社製装置)

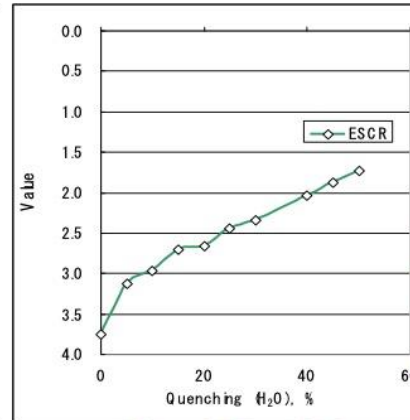


Fig. 8  $^{32}\text{P}$ での水クエンチングをした場合のESCR (アロカ社製装置)

### 核種による水クエンチング効果の違い

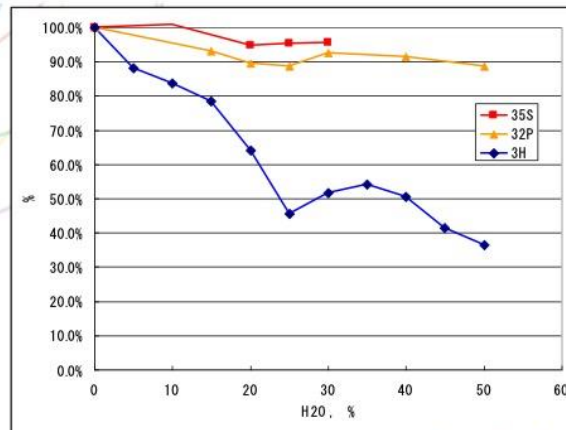


Fig.9 核種による水クエンチング効果の違い

$^3\text{H}$ はエネルギーが低いので、水によるクエンチングがされやすい。

### ・化学クエンチング ( $^3\text{H}$ )

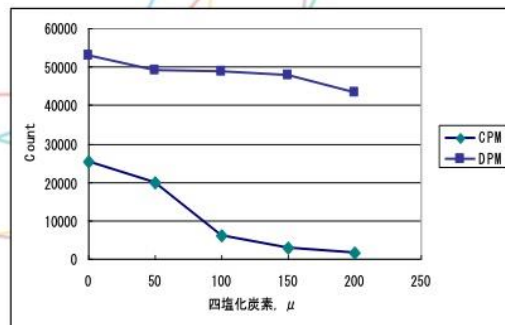


Fig.10  $^3\text{H}$ での化学クエンチングによる影響

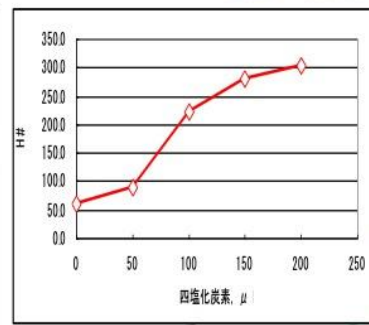


Fig.11  $^3\text{H}$ での化学クエンチングをした場合のH#

水クエンチングと同様、H#は増加が見られる。しかしながら、ある領域で特異的にカウントが低下する現象は見られない(相転移が起こらないため)。

水と比較して、微量でカウントが低下する点に注目。

四塩化炭素は劇物なので実習での使用はできないが、色素などの色クエンチングに変更して同様の実習が可能。色素には青色インク、電気泳動で使用されるBPBなどを使う。

## 化学クエンチング ( $^{35}\text{S}$ )

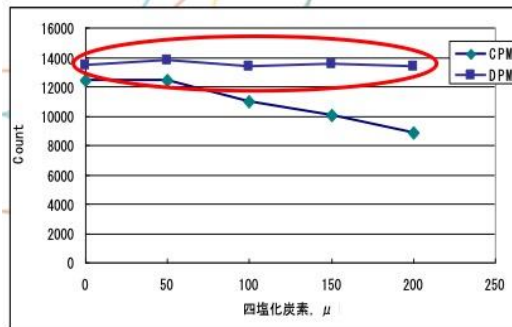


Fig.12  $^{35}\text{S}$ での化学クエンチングによる影響

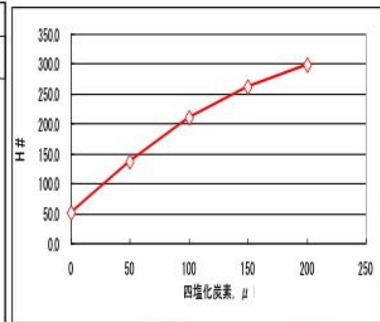


Fig.13  $^{35}\text{S}$ での化学クエンチングをした場合のH#

$^{35}\text{S}$ の場合も同様である。

クエンチング補正により、CPMは一定の値が得られている点に注目。

## 化学クエンチング ( $^{32}\text{P}$ )

RIRC 学術研報 2018

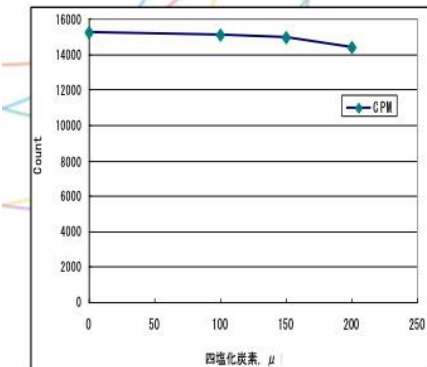


Fig.14  $^{32}\text{P}$ での化学クエンチングによる影響 (ベックマン社製装置)

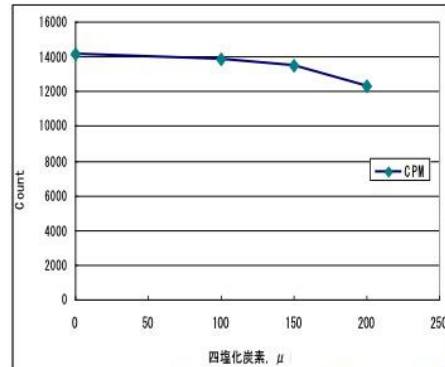


Fig.15  $^{32}\text{P}$ での化学クエンチングによる影響 (アロカ社製装置)

## 核種による化学クエンチング効果の違い

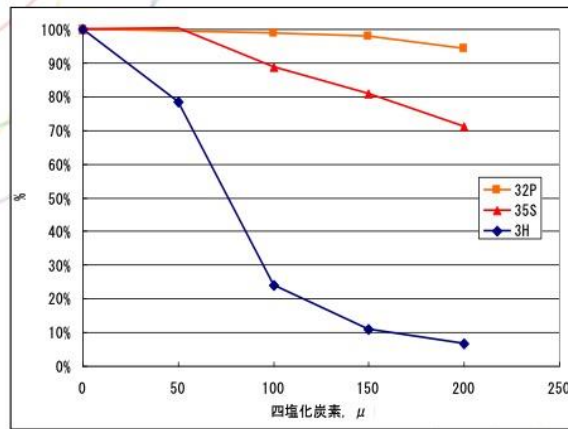


Fig.16 核種による化学クエンチング効果の違い

## チェレンコフ光による測定

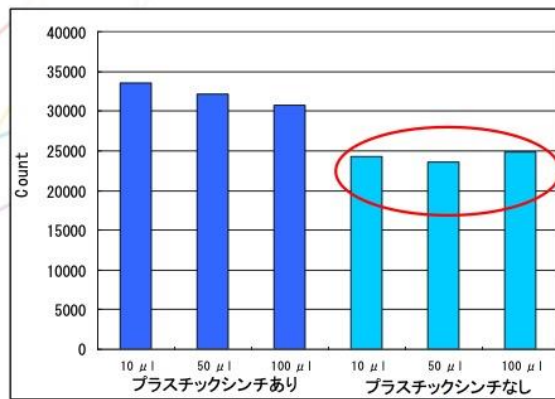
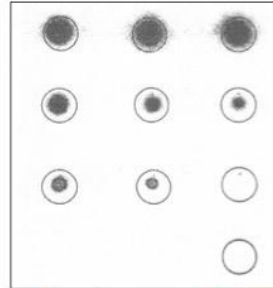


Fig.17  $^{32}\text{P}$ のチェレンコフ光による測定

本実習ではプラスチックシンチは使用していないが、使用した場合計測効率は上昇する。  
プラスチックシンチについてはIsotope News 2007年3月号 pp62-64 (緒方良至) 参照のこと

## イメージングプレート読み取り例

NO.	Index	G	PSL	Area (mm <sup>2</sup> )	PSL-BG	Calibrated
1	-----	-	2237000.00	405.61	2234000.00	
2	-----	-	2064000.00	405.61	2061000.00	
3	-----	-	2941000.00	405.61	2939000.00	
4	-----	-	482100.00	405.61	479400.00	
5	-----	-	238100.00	405.61	235400.00	
6	-----	-	101400.00	405.61	98760.00	
7	-----	-	48680.00	405.61	46000.00	
8	-----	-	25570.00	405.61	22900.00	
9	-----	-	2676.00	405.61	120.00	
10	-----	-	2556.00	405.61		



IP計測実験は<sup>32</sup>Pを使用する。一晩露光できるのであれば<sup>14</sup>C、<sup>35</sup>Sでも実験可能。



## 大阪大学

### 実習II

$\gamma$ 線照射装置及び実用基準 $\gamma$ 線源による測定器の校正

## 国家計量標準供給制度

国家計量標準（一次標準：特定標準器等又は特定標準物質）

- ・計量法に従い、産業界のニーズや計量標準供給体制の整備状況等に基づき経済産業大臣が指定
- ・独立行政法人産業技術総合研究所、日本電気計器検定所又は経済産業大臣が指定した機関
- ・指定された特定標準器等又は特定標準物質を用い登録事業者に対し計量標準の供給（校正等）を行う

↓

特定二次標準器の保有

JRIA HPより



## JIS Z 4511 : 2005

改正 2001  
制定 1975

### 照射線量測定器、空気カーマ測定器、 空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法

#### 1. 適用の範囲

この規格は、光子エネルギー10keV～3MeVの照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法（ただし、特定標準器又は特定二次標準器などによる計量法に基づく校正は除く。）について規定する。

## JIS Z 4511 : 2005

改正 2001  
制定 1975

### 照射線量測定器、空気カーマ測定器、 空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法

#### 1. 適用の範囲

この規格は、光子エネルギー10keV～3MeVの照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法（ただし、特定標準器又は特定二次標準器などによる計量法に基づく校正は除く。）について規定する。

## JIS Z 4511 : 2005

### 附属書1（規定）個人線量計の校正方法

#### 個人線量計の校正方法

- ・個人線量計をファントムに設置して行うファントム校正（基準）
- ・ファントムを用いない校正

JIS Z 4331に規定するファントムに設置



基準測定器及び照射装置によって線量当量（率）基準を設定



置換法又は逆2乗法

## JIS Z 4511 : 2005

### 附属書2（規定）実用測定器の確認校正

- ・確認校正は、校正定数が確定した実用測定器について定期的に行う。
- ・確認校正は、実用測定器に対して、実用 $\gamma$ 線源及び照射条件を定めることによって、実施することができる。
- ・確認校正を実施し、この附属書の4に規定する条件によって校正定数に変化がないことが確認された場合、引き続きその校正定数を使用することができる。

## 実習の目的

JIS Z 4511 附属書 1 (規定) 個人線量計の校正方法に規定されている方法により個人線量計をガンマ線照射装置を用いて校正する。また、実用基準ガンマ線源を用いて附属書 2 (規定) 実用測定器の確認校正に規定されている方法により確認校正を行うことにより、受講者の施設における簡易校正を習得することを目的とする。なお、本実習は大阪大学放射線科学基盤機構附属ラジオアイソトープ総合センター (吹田本館) において学内放射線事業所で所有するサーベイメータに対する確認校正をもとにした実習である。

## 実習で使用する主な装置、密封小線源及び器具類

### ①ガンマ線照射装置

本実習で使用するガンマ線照射装置の照射野は、国家標準にトレースされたラドコン線量計で校正されている。実習では 53.45GBq (2017. 12. 1) の<sup>137</sup>Cs線源を使用する。

<sup>137</sup>Cs : 半減期 30.1671年

主なガンマ線のエネルギー 0.662MeV

1cm線量当量率定数  $0.0927 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$



②実用基準ガンマ線源(<sup>137</sup>Cs)、スタンド、三脚

照射線量率標準ガンマ線源という名称で市販されており、JCSS (Japan Calibration Service System)校正もしくはJRIA校正により値付けされている。実習では次の三種類の線源を使用する。

A :  $8.24 \times 10^{-9} \text{C/kg}\cdot\text{h}$  (2002. 1. 15)

B :  $6.98 \times 10^{-9} \text{C/kg}\cdot\text{h}$  (2007. 2. 16)

C :  $7.01 \times 10^{-9} \text{C/kg}\cdot\text{h}$  (2007. 2. 16)

③電離箱式照射線量計 (ビクトリーン社製ラドコン線量計)

認定事業者 (所) において国家標準にトレースされた標準器を基準として校正された線量計である。

④ファントム

人体における放射線の散乱及び吸収を模擬するためのもので、JIS Z 4331 個人線量計校正用ファントムではPW (水槽形)、P-30 (平板形)、P-40 (平板形) の3種類が規定されている。本実習ではP-40形ファントムを使用する。

⑤個人線量計

人体上のある指定された点における適切な深さにおける線量当量を測定するための線量計で、本実習では半導体式電子ポケット線量計を使用する。

⑥サーベイメータ

受講者が持ち込んだNaIシンチレーション式もしくは電離箱式サーベイメータを使用する。

## 実習手順

### A. ガンマ線照射装置の照射野の線量率の測定

- ①ガンマ線照射装置の照射野内の線源から200cmの位置にラドコン線量計をセットする。
- ②実験者が照射装置設置室から退出した後ガンマ線を線量計に照射し、当該照射野の線量率を測定し読取値を記録する。
- ③読取値を温度、気圧補正し、ラドコン線量計の校正定数をかけることにより指示値（吸収線量率）を求める。
- ④指示値に0.66MeVのガンマ線のエネルギーにおける個人にかかる1cm線量当量換算係数をかけることにより線量当量率を求める。

### A. ガンマ線照射装置の照射野の線量率の測定

ラドコン線量計を用いてあらかじめ決められた位置での線量率を測定する



## ガンマ線照射装置によるサーベイメータの校正

ラドコン線量計と同じ位置にサーベイメータを設置し線量率を読み取る



### B. 個人線量計の校正（ファントム照射）

- ①ガンマ線照射装置の線源から200cmの位置にファントムを置き、その前面に個人線量計をセットする。
- ②実験者が照射装置設置室から退出した後に個人線量計にあらかじめ決められた時間（線量）のガンマ線を照射する。線量率は「A」で求めた線量当量を用いる。
- ③ガンマ線源が格納されたことを確認した後に照射装置設置室に入り、照射を行った線量計の線量を読み取る。



## B. 個人線量計の校正

①ガンマ線照射装置の線源から200cmの位置にファントムを置き、その前面に個人線量計をセットする

②個人線量計にあらかじめ決められた時間のガンマ線を照射し、線量計の線量を読み取る



## C. 個人線量計の方向特性評価

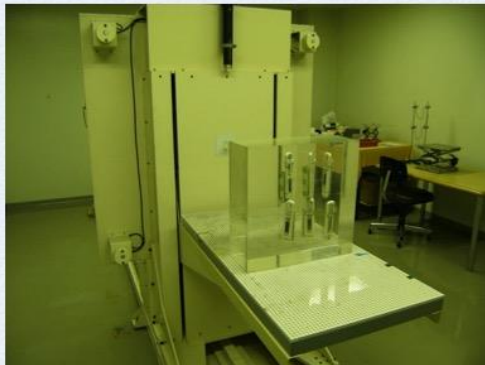
個人線量計の方向特性試験は一般的に個人線量計をファントムに設置しファントムごと回転させて照射を行う。本実習では人体上での角度変化による影響を知るため、ファントムを固定しファントム上で個人線量計の角度を変化させることにより測定する。

- ①手順Bで設置したファントム前面に方向特性測定用アクリル板をセットし、個人線量計を取り付ける。
- ②実験者が照射装置設置室から退室した後に個人線量計にあらかじめ決められた時間（線量）のガンマ線を照射する。線量率はAでの測定値を用いる。
- ③ガンマ線源が格納されたことを確認した後に照射装置設置室に入り照射を行った線量計の線量を読み取る。

## C. 個人線量計の方向特性評価

①ガンマ線照射装置の線源から200cmの位置にファントムを置き、その前面に方向特性測定用アクリル板をセットし個人線量計を取り付ける

②個人線量計にあらかじめ決められた時間のガンマ線を照射し、線量計の線量を読み取る



注：方向特性評価は通常ファントムと線源の角度を変えます

## D. 実用基準ガンマ線源によるサーベイメータの確認校正

- ①実用基準ガンマ線源を所定の位置に設置しサーベイメータを照射する。サーベイメータの設置は線量率がサーベイメータのレンジ内の最大目盛の30%以上になる位置とされている。本実習ではAUTOもしくは $10 \mu\text{Sv/h}$ のレンジで、線源との距離0.2mで照射する。
- ②サーベイメータの指示値を読み取る。
- ③レンジもしくは線源との距離を変え①②を繰り返す。



## D. 実用基準ガンマ線源による サーベイメータの確認校正

①実用基準ガンマ線源を所定の位置に設置しサーベイメータを照射し、線量率を読み取る



実用基準ガンマ線源



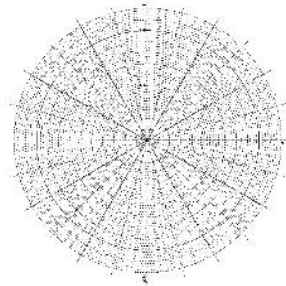
線源をスタンドに設置

下掲C

測定位置：\_\_\_\_\_ 照射時間：\_\_\_\_\_ 分  
 線量計番号(4桁以内)で表のとおり線量率単位×5.00 \_\_\_\_\_ μSv

線量計番号	角度(°)	線量率値(μSv/h)	角度りに対する割合
1	30		
2	60		
3	90		
4	120		
5	150		
6	180		

凡例Bに対する割合＝線量率値×角度B÷角度Aの校正係数/照射線量率値



1

総括

予備A

2018.12.1 の検査中 (検出とラジウム検査計上の期間: 2m)  
 気圧: 10.0 Pa、湿度: 44.0 %、気温: 14.10 ± 0.2 °C  
 5.5400 g 検体  
 2018.12.1 の検査中の放射線量率: 3.83 μSv/h  
 5.5400 g の検体  
 2018.12.1 の検査中の放射線量率: 3.83 μSv/h  
 検体質量 = 検体質量 × (1.13 ± 0.009) / (2018.12.1 / 2018.12.1) × 0.999  
 T: 気圧(Pa)、D: 湿度(%), 0.099: ラジウム検査計上の誤差  
 検出線 (検出線量率): 5.5400g 検体: μSv/h  
 検出線 (検出線量率): 5.5400g 検体: μSv/h  
 検出線量率 = 検出線量率 × 1.13  
 検出線量率 (Gcm<sup>2</sup>), 検出線量率 (Gcm<sup>2</sup>)  
 1.13: 0.00997 の積の2.3444-1.0107 の積と 0.999 の積  
 検出線量率: 5.5400g 検体: μSv/h  
 検出線量率: 5.5400g 検体: μSv/h  
 検出線量率: 5.5400g 検体: μSv/h  
 検出線量率: 5.5400g 検体: μSv/h

予備B

個人線量計: 放射線量率: 5.54  
 個人線量計の放射線量率 (5.54) × 0.999: μSv/h

検体番号	検出線量率 (μSv/h)	検出線量率
1		
2		
3		
4		
5		
6		

予備D

放射線量率: 5.5400g 検体: μSv/h  
 1m の距離での放射線量率 (線量の定率) 2018.11. 12: 5.5400g 検体  
 $5.5400 \times (1.13 \pm 0.009) / (2018.11.12 / 2018.11.12) \times 0.999$   
 33.80: 放射線量率から検出線量率への換算係数  
 1m の距離での放射線量率から検出線量率への換算 (線量は 0.2m の距離で行う)  
 放射線量率: (μSv/h) × 1.13 = 検出線量率: (μSv/h)  
 1.13: 0.00997 の積の2.3444-1.0107 の積と 0.999 の積  
 放射線量率については、JIS Z4511:2005 規格表 3 (放射線計器 (電離室型放射線計) の検出線量率換算率の例) を参照下さい。

※ ※ MEDFO ※ ※

## 予備実験結果 手順A

2018.10.2の線量率（線源とラドコン線量計との距離：2m）

気温： 18.0 °C、 湿度： 44.0 %、 気圧： 1.010 hPa  
5.54GBq線源      ラドコン線量計の読取値      2.82       $\mu\text{Gy}/\text{min}$   
53.45GBq線源      ラドコン線量計の読取値      26.72       $\mu\text{Gy}/\text{min}$

指示値 = 読取値  $\times (273.5 + T / 295.5) \times (1013.3 / P) \times 0.869$

T：気温(°C)、P：気圧(hPa)、0.869：ラドコン線量計の校正定数

指示値(吸収線量率) 5.54GBq線源：      2.43       $\mu\text{Gy}/\text{min}$   
指示値(吸収線量率) 53.45GBq線源：      22.98       $\mu\text{Gy}/\text{min}$

## 予備実験結果 手順A

線量当量率 = 吸収線量率  $\times 1.213$

線量当量率( $\mu\text{Sv}/\text{min}$ )、吸収線量率(指示値( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ ))、

1.213：0.66MeVの $\gamma$ 線のエネルギーにおける個人にかかわる  
1cm線量当量換算係数

線量当量率 5.54GBq線源：      2.942       $\mu\text{Sv}/\text{min}$   
線量当量率 53.45GBq線源：      27.875       $\mu\text{Sv}/\text{min}$

実習当日の線量率

線量当量率 5.54GBq線源：      2.94       $\mu\text{Sv}/\text{min}$   
線量当量率 53.45GBq線源：      27.83       $\mu\text{Sv}/\text{min}$

## 予備実験結果 手順B

個人線量計：PDM-222B 照射時間：1分

照射線量当量：27.83  $\mu$ Sv

線量計番号	線量当量 (指示値) ( $\mu$ Sv)	校正定数
1	24	1.16
2	24	1.16
3	24	1.16
4	24	1.16
5	24	1.16
6	25	1.11

## 予備実験考察 手順B

予備実験手順Bにおいてはアロカ社製半導体式電子ポケット線量計PDM-222Bを用いて、線量計を適切に装着した形を模擬しており手順Cにおける角度0を意味している。

校正定数は6本のうち5本が1.16、1本が1.11となっており10～20%低い線量当量を示した。この原因は不明であるが本体に校正定数を記載しておくことにより使用者に線量が低く示されることを意識させることが可能である。

なお、初期に販売されていたPDM-102で現在使用可能な物の校正定数は0.95～1.05となっており指示誤差±5%となっていた。



## 予備実験結果 手順C

個人線量計：PDM-222B 照射時間：1分

照射線量当量：27.83  $\mu$ Sv

線量計番号	角度 (°)	線量当量 (指示値) ( $\mu$ Sv)	角度0に対する割合
1	30	24	1.00
2	60	24	1.00
3	90	24	1.00
4	120	20	0.83
5	150	20	0.83
6	180	20	0.83

## 予備実験考察 手順C

予備実験手順Cにおいては手順Bと同様にアロカ社製半導体式電子ポケット線量計PDM-222Bを用いて、線量計の線源に対する角度を30°から180°まで30°間隔で変化させて照射を行った。

角度0に対する割合は30°から90°までは角度0と同様の値が示されたが、120°から180°では17%程度低い値が示された。この原因は定かではないが、線量計内部で半導体素子が遮蔽されていることが考えられる。この結果より線量計が適切に装着されていなくても比較的正しい値を示すことが確認できた。

## 大阪大学での確認校正結果 (2019.3実施) 手順D

2019年3月に実施したNaIシンチレーション式サーベイメータの確認校正結果の一部を以下に示した。

番号	購入年月	0.60 $\mu$ Sv /h照射	1.34 $\mu$ Sv /h照射	5.38 $\mu$ Sv /h照射	21.50 $\mu$ Sv /h照射	平均
N-1	2010/3	1.13	1.12	1.11	1.17	1.13
N-2	2010/3	0.97	0.99	1.00	0.96	0.98
N-3	2017/3	1.02	1.07	1.10	1.07	1.07

2019年3月に実施した電離箱式サーベイメータの確認校正結果の一部を以下に示した。電離箱式サーベイメータの確認校正では、5  $\mu$  Sv/hから7,000  $\mu$  Sv/hの間で7種類の線量率を照射しているが、今回は低線量率側の結果を示した。

番号	購入年月	5.38 $\mu$ Sv/h 照射	21.50 $\mu$ Sv/h 照射	77.00 $\mu$ Sv/h 照射	7種類の線量 率照射の平均
I-1	2005.3	0.94	0.96	1.09	1.02
I-2	2016.12	0.91	0.87	1.14	1.02
I-3	2017.2	1.08	1.01	1.15	1.08

## 大阪大学での確認校正結果 (2019.3実施) 手順D

### NaIシンチレーション式サーベイメータ

2019年3月に9台のNaIシンチレーション式サーベイメータの確認校正を実施した。照射した線量当量率は0.60、1.34、5.38、21.50  $\mu$  Sv/hで、すべての線量当量率について高い値を示す物や低い値を示す物があった。確認校正においては校正定数に変化がないと容認される範囲は $1 \pm 0.1$ とされており、9台中4台がその範囲になかった。原因は経年変化による基板やフォトマルの劣化などが考えられる。

## 大阪大学での確認校正結果 (2019.3実施) 手順D

### 電離箱式サーベイメータ

2019年3月に8台の電離箱式サーベイメータの確認校正を実施した。照射した線量当量率は5.38、21.5、77、174、695、1,644、6,57  $\mu$  Sv/hで、8台すべてが校正定数に変化がないと容認される範囲内にあった。

電離箱式サーベイメータは測定器内の空気の電離電流を直接測定を行い線量率を求める構造となっており構造上湿気を嫌う。大阪大学では電離箱式サーベイメータは乾燥箱に保管するか、乾燥剤とともに保管するように指導しており、その効果により良い確認校正結果が得られた可能性がある。

## 京都大学 実習準備マニュアル

実習Ⅰ「放射線測定器の校正について」

実習Ⅱ「非密封RIの取扱に関する実習」

実習Ⅲ「非密封RIによる汚染発生時の  
対応技能研修」

京都大学環境安全保健機構放射性同位元素総合センター

## 実習Ⅰ「放射線測定器の校正について」

I-1. サーベイメータの校正

I-2. GMサーベイメータ (TGS-133) の換算係数

1. 校正場の準備

2. ベータ線源の準備



## 実習I-1 サーベイメータの校正

—京大の簡易校正の紹介とデモ測定—

準備：Cs-137(基準線量線源：図-1)を用いて照射場（図-2）を作る。

- ・しっかりした机を準備し、その上に約1mのレールを敷く。
- ・線源Cs-137をレール上に設置したスタンドに固定する。
- ・ラボジャッキの上に検出器を固定し高さを線源に合わせる。
- ・検出器の実効中心と線源のあいだの距離をレールに沿って変更する。

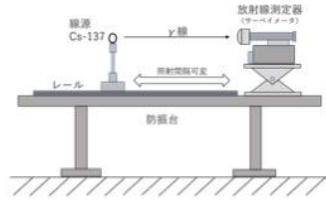


図-1 線源



図-2 照射場

## 実習I-2 広口GMサーベイメータ(TGS-133)

機器効率を測定し換算係数を算出する

線源の準備

放出ベータ線の最大エネルギーが異なる3種類の標準線源を準備する。

標準β線源(最大エネルギーと電子線放出率)

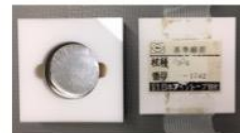
- |  |                                |    |
|--|--------------------------------|----|
| 1. Pm-147 (224keV)                         | A:1.99k cps/2π, B:2.05k cps/2π | 2個 |
| 2. Cl-36 (710keV)                          | 123 cps/2π /100 x100cm         | 1個 |
| 3. U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (2.29MeV) | 1020 cps/2π                    | 1個 |



1. Pm-147



2. Cl-36



3. U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

- ・標準線源Pm-147の強度が強いため、4mm径の穴（ステン板1mm厚）でコリメートし、2πガスフローカウンターで強度の校正をしたものを用いた。

## 実習Ⅱ 「非密封RIの取扱に関する実習」

### 1. 実習準備物一覧

### 2. 実習準備（セットアップ）

#### 実習Ⅱ-1. 実習準備物一覧（1/2）

##### ◆試薬、薬品

- ・ P-32 オルトリン酸 (NEX-054、P-32 Phosphorus-32 ( $H_3^{32}PO_4$ ))  
500 kBq/50  $\mu$ Lとして調整、ガラスバイアルに入れ、鉛遮へい容器に入れて貯蔵室に保管しておく（グループ数+予備1つ）。
- ・ リン酸水素ナトリウム溶液 ( $NaH_2PO_4$ )
- ・ 蒸留水（ポリ洗浄びん）

##### ◆実験用品（各班ごとの数量）

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| ・ マイクロピペット (1mL) ×1         | ・ 試験管 ×1           |
| ・ マイクロピペット用チップ (1mL) ×4     | ・ 試験管立て ×1         |
| ・ メスフラスコ (25mL) ×2          | ・ ピンセット ×1         |
| ・ ガラスビーカ (50mL) ×2          | ・ ハサミ ×1           |
| ・ プラスチックビーカ (150mL) ×2      | ・ ビニルテープ ×1        |
| ・ 測定バイアル (20mL) ×2組         | ・ 油性マジック ×1        |
| ・ シャーレ ×1組                  | ・ プラスチックトレイ ×1     |
| ・ こまごめピペット ×1               | ・ プラスチックメッシュトレイ ×1 |
| ・ こまごめピペット用ゴム帽 ×1           |                    |
| ・ アクリル板 (1cm遮へい体と同じ厚さの板) ×1 |                    |
| ・ スケール板 (プラスチック製：GM測定用) ×1  |                    |
| ・ GM管用枕 ×1 (今回説明のみ)         |                    |

## 実習Ⅱ-1. 実習準備物一覧 (2/2)

### ◆放射線防護用品 (各班ごとの数量)

- ・アクリル遮へい板 (利用者前面用×1、GMサーベイメータ用×1)
- ・ポリエチレンろ紙 (バット内敷き用) ×1
- ・ポリエチレンろ紙片 (小片ふき取り用等) ×数枚
- ・ステンレス製バット×1
- ・ポリ袋 (RI廃棄物用)
- ・ラップフィルム×1
- ・放射性廃液容器 (広口ポリ瓶ふた付) ×1
- ・GMサーベイメータ (TGS-133) ×1
- ・手袋
- ・ペーパータオル×1
- ・キムワイブ×1
- ・放射性廃棄物容器 (ポリ) ×2

### ◆その他

- ・放射性廃棄物記録表 可燃物、難燃物、無機液体 ×各1
- ・中性洗剤×1
- ・洗浄用ブラシ×1

### ◆測定機器

- ・液体シンチレーションカウンタ (測定室：日立LSC-8000)

## 実習Ⅱ-2. 実習準備 (セットアップ) (1/2)



### ■準備 (実験台)

- ・実験台、わき机、フード表面を、ポリろ紙で養生する。
- ・実験台にステンレスバットを置き、プラスチックトレイとプラスチックメッシュトレイを置いた上に、試験管立て、メスフラスコ、ビーカ、シャーレ、ガラスパイアル、ハサミ、油性マジック、こまごめピペット等、準備物を並べて数を確認する。
- ・マイクロピペット用チップ4個、ポリエチレンろ紙片 (小片ふき取り用等) 数枚、廃棄物記録シールもプラスチックトレイの中に準備しておく。
- ・遮へい体、キムワイブ、ペーパータオル、ラップ、リン酸水素ナトリウム溶液の入った容器、蒸留水の入ったポリ洗浄びん、アクリル板 (1cm遮へい体と同じ厚さの板、ステンレスバットが傾かないようにする)、マイクロピペット (1mL)、GMサーベイメータ等をそれぞれ配置する。

## 実習Ⅲ「非密封RIによる汚染発生時の対応技能研修」

### 1. 実習準備物一覧

### 2. 実習準備（セットアップ）

#### 実習Ⅲ-1. 実習準備物一覧（1/2）

◆RI

- ・RIは、実習Ⅱで各班が調整した希釈サンプル（P-32水溶液）を使用

◆器具・機器類（汚染スポット作成用）

- ・ステンレスパット×3
- ・ガラス棒×1
- ・試験管（プラスチック）×1
- ・ガラス棒用試験管立て×1

- ・床材（アクリル板×1、床材（クリーム色×1、灰色×1））

アクリル板



床材 (c)



床材 (g)



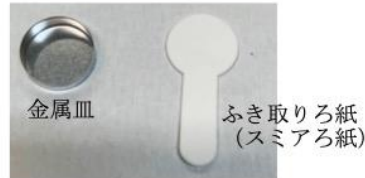
### 実習Ⅲ-1. 実習準備物一覧 (2/2)

#### ◆器具・機器類 (ふき取り実習用)

- ・GMサーベイメータ (TGS-133) ×1

実習Ⅰで表面汚染密度換算係数 (Bq/cm<sup>2</sup>/cpm) を求めたもの  
実習開始時にラップでプローブを覆っておく。

- ・マーキング用油性マジック
- ・スプレーボトル (水道水を入れておく) ×1
- ・ふき取りろ紙 ×10
- ・紙製ウェス (キムワイブ等)
- ・ピンセット
- ・金属皿 (ふき取りろ紙用) ×10
- ・はさみ
- ・手袋



#### ◆その他

- ・放射性廃棄物容器 (ポリ) ×2
- ・ポリ袋 (RI廃棄物用) ×2

### 実習Ⅲ-2. 実習準備 (セットアップ)



#### ■準備

- ・実習Ⅱと同様にポリろ紙で養生する。
- ・各ステンレスパットに、アクリル板、床材(c)、床材(g)を置く (左写真)。
- ・試験管立てに試験管をセットし、ガラス棒をさしておく。
- ・スプレーボトルに水道水を入れておく。

その他必要となる物品等については  
実習Ⅱと同様の準備をしておく。

### 直接測定法による表面汚染密度の算定

$$A_s = (N - N_b) / (\varepsilon_i \times W \times \varepsilon_s)$$

- $N$  : 計数率 (cps)
- $N_b$  : バックグラウンド計数率 (cps)
- $\varepsilon_i$  : 機器効率 instrument efficiency
- $W$  : 測定器の有効窓面積 (cm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon_s$  : 線源効率 efficiency of a source

### 間接測定法による表面汚染密度の算定

$$A_{sr} = (N - N_b) / (\varepsilon_i \times F \times S \times \varepsilon_s)$$

- $N$  : 計数率 (cps)
- $N_b$  : バックグラウンド計数率 (cps)
- $\varepsilon_i$  : 機器効率 instrument efficiency
- $F$  : ふき取り効率 removal factor
- $S$  : ふき取り面積 (cm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon_s$  : 線源効率 efficiency of a source

## 資料 19. 令和元年度大学等放射線施設協議会夏期研修会参加による自施設・自大学等における放射線管理向上への取り組みに関する報告書のまとめ

### ① 助成を申請した理由、学内の事情

- A：当施設は研修等への参加に関する予算措置が限られているため、これまで大学等放射線施設協議会全国研修会への参加を断念してきた。旅費助成を受けることができれば自施設の適正な放射線安全管理の推進につながることを期待できるため。
- B：今回の研修会において「少量核燃料物質の合理的な安全管理に関する検討」と題する講演が企画されていたことから、少量核燃料物質の安全管理や問い合わせへの回答の参考になると考え、本助成事業に応募した。本研修会では取扱者に対して少しでも少量核燃料物質に関して正しい知識を提供できるための材料を収集することを目的とした。
- C：私はこれまで放射線業務に従事してきた一方、放射線管理には初めて携わることになった。自施設を始め全学の放射線管理体制に貢献するために、全国の大学等放射線施設の放射線管理に係る現状と最近の動向について情報収集を行い、自らの放射線安全管理に関する実力養成、資質向上のために、研修会への参加を希望した。しかし、私は技術職員であり自らの予算を持たないため、今回この助成制度を申請した。
- D：本研修会については、年度内で最も早く原子力規制庁による規制動向に関するご講演を拝聴することができるだけでなく、法改正への対応や最新の研究動向など多様な情報を得ることができるため非常に重要な研修と認識している。当実験室では予算状況が大変厳しい状態が続いており、特に研修経費等を含む管理運営費は毎年削減されている。本学では、研修等への参加経費は所属部局で負担することとなっており、当実験室でも年々削減される予算の中で工面している。近年は、施設運営上の必要最低限の経費を確保するため、やむをえず研修会への参加の見送りの検討している状況であるため、是非本助成を活用させていただき、最新の知見や規制の動向を学びたく、申請した。

### ② 学内における会合の議事概要、あるいは、管理責任者、施設の長への説明内容等

- A：研修会参加後、最初の出勤日に当施設の放射線取扱主任者全員に研修内容を報告し、今後の対応等について議論した。施設長に対しては月に一度開催している定例会議にて本研修の内容を報告し、予算等の観点からご意見をいただいた。他に放射線障害予防委員会という学内の放射線管理に関する委員会が存在するが会議の開催が年1回であり、今年度の会議は既に終了しているため来年度の会議にて、本研修の内容を報告し今後の対応について議論していきたい。
- B：原子力規制庁放射線管理部門の講演内容を情報提供した。「少量核燃料物質の合理的な安全管理に関する検討」の講演で取り上げられた教育資料の内容と取扱者だけではなく各種書類を取り扱う事務担当者も含めて教育するという考え方について、本学の核燃料物質管理を統括する事業所へ情報提供した。
- C：本研修会参加後に、事業所の放射線取扱主任者に対して、原子力規制庁放射線規制部門の講演の中から重要な点である、法令名の改正、防護の追加、事故報告が事業者の義務として法律に制定されたこと、管理区域において火災が発生した場合または事業所内の管理区域外におい

て延焼の可能性のある火災が発生した場合には、法令報告の対象となる異常事態が発生しなくとも事故対策室に電話連絡及び状況を通報する必要があること、を報告した。また、今後の規制の見直しについて、新たな眼の水晶体の等価線量限度の取り入れと、測定の品質保証に関する報告をした。

D：本研修のすべての講演内容から得られた情報のポイントをまとめ、学内の関係部局（放射線施設選任放射線取扱主任者、管理担当者並びに事務担当者、国際規制物資保管施設事務担当者等）へ、全学放射線関係（委員会等）担当事務、当実験室の室長、放射線取扱主任者を通して学内通知という形で情報共有した。併せて、大学等放射線施設協議会の HP の URL も通知し、講演内容のスライドが掲載されている旨も紹介し、さらに詳細な講演内容を共有できるように通知した。健康診断のアンケート結果については、本学の職員の健康診断を実施している保健管理センターに対して事務担当を通じて情報共有した。必要に応じて次年度の再教育訓練で放射線業務従事者に紹介・指導する予定である。また、学内の業務改善活動の取り組みとして実施している放射性同位元素等規制法対象の施設の管理状況を互いにチェックする「相互点検」という活動において、研修で得られた原子力規制庁からの情報を考慮し、点検を実施する予定である。今後の規制動向として原子力規制庁のご講演で紹介されたモニタリングの品質保証については、今後予算的にも実務的にも影響する可能性があるため、情報共有の他、当実験室の放射線取扱主任者間で意見交換を行っている。

### ③ 効果(出席者からの意見と会合等の総括、管理向上に資した点など)

A：

#### ・品質保証の厳格化について

きちんと許可を受けた校正機関で校正を行う必要があるため、自施設での間接校正は無効となると予想される。当施設では 10 台以上のサーベイメータを保持しており、それら全てを同時に外部校正機関へ校正依頼することは予算の都合上困難であるため、計画的に数台ずつ校正していくこととなった。

#### ・予防規程について

教育訓練の時間数に関しては 2 時間の施設が 10%未満であったというアンケート結果から当施設の 2 時間という設定が妥当であったか議論が行われた。既に 2 時間で教育訓練の内容を組み直しており、現状では問題ないと考えているが、今後運用していく中でやはり 2 時間では足りないということになれば時間数の増加を検討する案も話し合われた。1~2 年運用して問題点を明らかにしたうえで時間数の増加を検討することになった。

#### ・少量核燃料使用における管理・教育について

使用の管理だけでなく廃棄物の計量管理が義務化される予定とのことで、液体廃棄物を乾固させるべきとの話があったため、今後、当施設でも可能な限り液体廃棄物の乾固を実施していく予定である。

#### ・目の水晶体の線量限度引き下げについて



DOSIRIS やビジョンバッチといった個人線量計の導入について検討した。線量限度を超えてしまう可能性のある職員(IVR 担当の医者)に対しては適宜、DOSIRIS やビジョンバッチを用いて水晶体線量を評価する方向で予算の確保を進めている。

・日本アイソトープ協会版教育訓練英文テキストについて

当施設でも外国人留学生に対する教育訓練を過去に何度か経験しており、その大変さを痛感してきた。これまでは 2010 年に大学等放射線施設協議会から発行されていた「英語による教育訓練テキスト印刷版」を参考にして対応してきたところであるが、昨今の法律改正等も考慮し、今後「Basic knowledge of radiation and radioisotopes(2019)」が販売されれば、早急に購入して内容を取り入れながら自施設の英語による教育訓練のスタイルを確立していきたいと考えている。

・医療関係者のための放射線安全マニュアルについて

妊娠女性や小児の被ばくに対する対応といった医療機関ならではの放射線管理の難しさがあり、防護具の導入や線量の実測、被ばく相談セミナーの開催など様々な取り組みを行ってきたが、勤務歴の短い若い職員はそういった取り組みの経験も少ない。今回出版された医療関係者のための放射線安全マニュアルは今後、経験の少ない若い職員にとって非常に有益な知識が記載されていると感じたので、年度末に予算が余れば数冊購入して現場に配布する予定である。

B：大阪大学、京都大学等で使用されている核燃料物質の取扱者等を対象とした教育資料をアイソトープセンター核燃料安全管理部教員に提供した。本学で独自に少量核燃料物質取扱者向けに教育資料を作成に乗り出していたことから、提供した資料をそのまま活用することはないが参考にはするといった旨の回答であった。また、研修会において廃棄物の管理も重要であると述べられていたことから、核燃料廃棄物の分別区分(可燃、難燃、不燃等)の基準を学内で定めることとなり、私も策定に関わることとなった。研修会では RI の廃棄物分別で分別し、核種の種類等を記録することがよいとされていたが、将来、核燃料廃棄物の廃棄ができることを見越して RANCEC が公開する分別区分を参考に分別区分を策定した。策定した分別区分表は K 施設を保有する部局に展開され、この分別区分で管理された廃棄物のみを J 施設で受け入れるとして廃棄物の集約化が運用される予定としている。

C：所属の施設では、これまで放射線管理区域内での火災等を想定した訓練を行ってきた。現在我々は、実際に頻度の少ない火災・地震や事故・トラブル等が起きた場合の緊急時に現場の人はどのような手順で行動をするべきかについて議論している。どのような事象が起きた時に、実験者はどのようなことをしなければいけないか、放射線管理者はどのようなことをしなければいけないか、それぞれについて具体的な行動手順と連絡体制を決めてマニュアル化しておく必要があると考えている。その点で、今回の講演は非常に参考になり、今後の我々の対策に活用したいと考えている。

D：原子力規制庁放射性規制部門のご講演の中で、申請・届出について法律名の変更に伴い様式が新しくなっているため新様式を使うように、という指導を事務担当者と共に、予防規程の変更届や申請書作成の際に新しい様式を確認し使用した。事件事例で紹介されていた表示付認証機器については、本学でも表示付き認証機器の管理方法などについて十分検討される場がなく、また特段使用時の規制や義務などもなく、放射線取扱主任者の選任も不要であることから

管理もおろそかになりがちであり、保有部局の意識の向上と、大学全体での管理方法の見直し（リスト化など）の必要性について、学内の放射線取扱主任者間で共通の認識をもち、今後対応を検討していく。また、少量核燃料物質についても、学内で計量管理以外に具体的に統一した管理方針を設けていないため、まずは学内で本研修の内容を共有し、今後、紹介のあった教育訓練などについても他大学の動向を注視し、学内での方針を検討していくことについて学内の放射線取扱主任者間で意見交換し、必要性を認識した。モニタリングの品質保証については、当実験室内のモニタリングの品質保証のために今の実施方法でよいのか、ポケット線量計についてはどうするのかについて、放射線取扱主任者間で意見交換し、今後の規制の動向を注視し、予算内で実施可能かどうかについて検討を始めたところである。

**④ 放射線管理に関する若手の人材育成やキャリアパスなどに対してご意見があれば記載ください。**

- A：主任者が複数名選任されている当施設では、ベテランの主任者の方が若手の主任者より会議や学会等への参加を優先されていることが多い印象である。そのため、今回のような年齢制限のある助成企画を行っていただけるとベテラン主任者との干渉がなく、わだかまりなく会議への参加を申請できるため、今後も継続していただきたい。
- B：大学内において、放射線管理を担当する技術職員が新規に採用されないことが気がかりである。廃止や管理区域縮小等の対応を取る事例が出てきている。また、センター化した際に専任の人員が配置されない例もあり、放射線管理が技術職員等の専属スタッフを置くのではなく、教員が業務の一環として行うといった方向に進んでいるように感じる。また、人材育成面では、RI 施設において非密封線源を使用する取扱者が減少傾向にあることから、非密封 RI を実際に扱える若手の人材は少なくなっているのではないかと考えられる。私自身も非密封 RI の取扱い経験はあまりない。非密封 RI や発生装置の管理実習等に関しても若手の放射線管理担当者を対象とした旅費助成をいただくと効果があるように思われる。
- C：私は、今年度、放射線管理を担当する技術職員をさせていただく機会を得ました。実験で施設を利用していた立場から放射線管理を行う立場になるというキャリアパスが増えれば良いと考えます。
- D：国立大学等は予算が厳しい状況にあり、特に管理運営に係る経費は削減の対象となることから、今回のような旅費助成があると研修会に参加しやすく、研修内容のみならず、研修会の中で他大学の方と交流し情報交換することで、業界全体で人材を育成することが期待できる。

## 資料 20. 開発したシステムの詳細

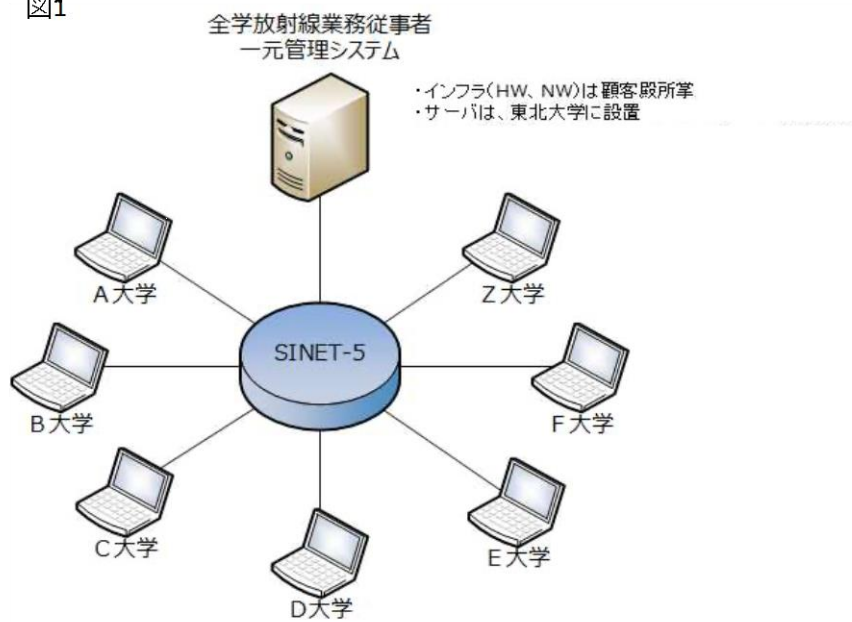
### 別添1

#### <システム構成概要>

##### 1. システム概要

システムは図1に示すとおり、SINET5を利用し各大学に配置された専用ルーターおよびコンピュータと、主管理される大学のサーバーを利用しネットワークを構築する。  
現状では東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにあるサーバーをホストとした。

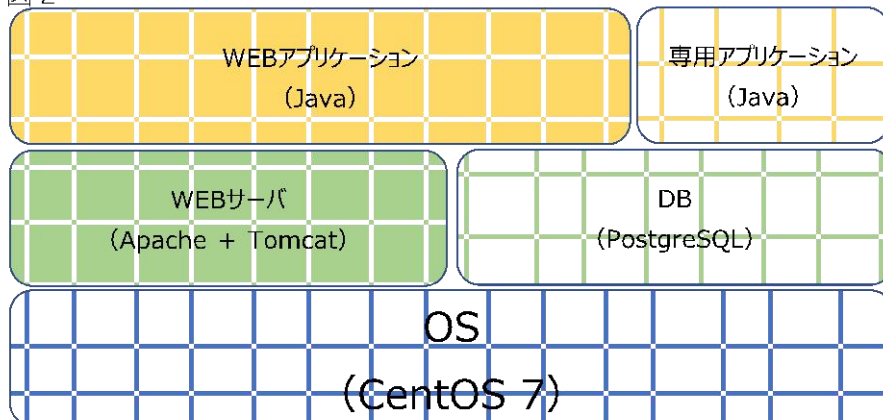
図1



##### 2. アプリケーション構成概要

本システムのアプリケーション構成については、OSSの利用を基本方針とする。

図2



### 3. アプリケーション構成

アプリケーション構成の画面・画面は表のとおりである。  
 画面である放射線従事者証明書を発行するため、証明書発行側および受け手側においてシステム作業となるよう配置した。  
 証明書発行側をA学、受け手をB学とした際のフローを図3に示し、アプリケーション画面を添付に示す。

表1 アプリケーション画面構成

No.	分類	画面・画面名称	概要
1	画面	ログイン	ログインID、パスワードを入力し、本システムへのログイン認証を行う。
2	メニュー	メニュー	本システムにて使用する機能を選択する。
3		CSVアップロード	各施設の管理システムから出力可能なCSVを、本システムへアップロードする。 CSVファイルは複数ファイル同時にアップロード可能とする。 ※ 各施設のCSVフォーマットは施設毎に異なるので、ログインユーザ情報からアップロードされたCSVのフォーマットを自動認識し、読み込むこととする。 ※ 本システムで定義する共通フォーマットでの、CSVアップロードも可能とする。
4		CSVデータ取込	No.3のCSVデータの読み込み結果を一覧表示し、 正常データののみを本システムに登録する。
5		放射線業務従事者一覧	本システムに登録されている、放射線業務従事者データを一覧表示する。
6		放射線業務従事者詳細	No.5の一覧から、1データを選択して詳細情報を確認する。 ※ 本画面より、詳細情報の修正も可能とする。
7		他施設利用申請入力	No.5の一覧から、1データを選択して他施設利用申請情報を登録する。
8		他施設利用申請状況一覧	No.7の申請情報・状況を一覧表示する。
9		他施設利用承認	No.8の申請データ（他施設からの申請情報）を一覧表示する。
10		申請詳細	No.9の一覧から、1データを選択して申請情報の詳細を確認する。 また、他施設からの申請に対して承認操作を行う。
11	画面	放射線業務従事者証明書	No.6、10にて従事者証明書を発行できるものとする。

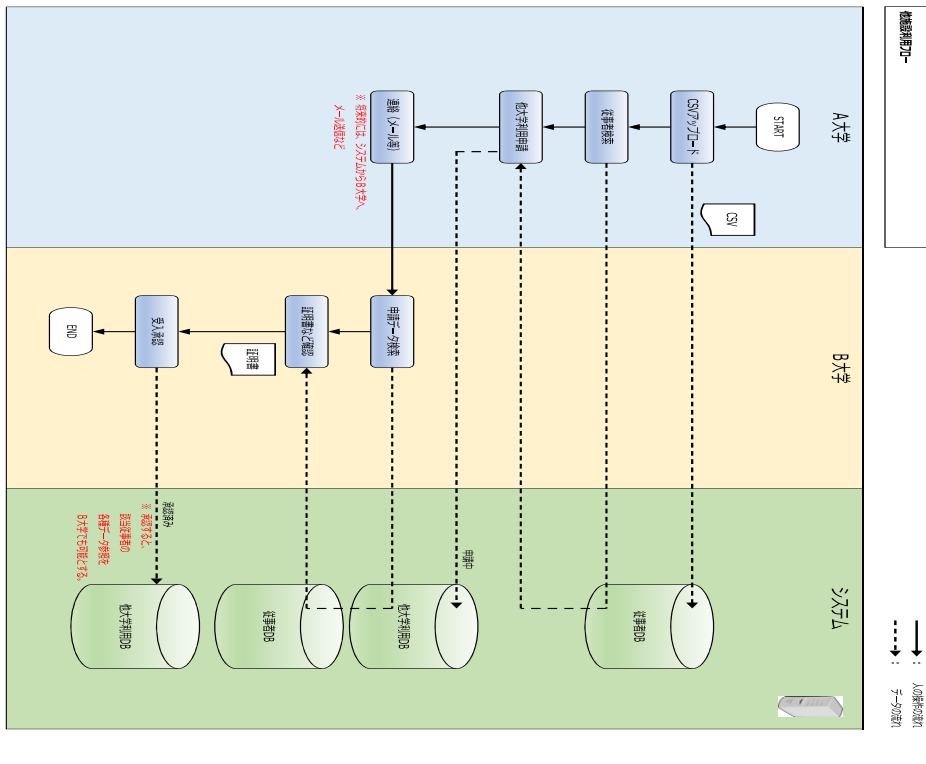


図3 申請承認フロー



お知らせ

更新日	内容
2020/01/21	承認待ち件数 1件

更新日には、本画面を表示した日付  
内容は、その時点での承認待ち件数

CSVアップロード

ファイル選択 選択されていません 取込  共通フォーマット

ファイルをこちらに  
ドラッグ&ドロップしてください。

放射線業務従事者一覧

検索条件

■ 管理番号  ■ 性別  ■ 生年月日: 年 / 月 / 日 ■ 身分:  検索

■ 所属大学  ■ 氏名  ■ 力才氏名:

放射線業務従事者一覧

選択中の行の背景色を変更して表示。  
行をクリックすることで詳細画面をポップアップする。

管理番号	個人	身分	所属大学	機関名	
0000000042	1234	10	東北大学	事務	申請
0000000047	1234	30	東北大学	試験施設	申請
0000000052	0000		大阪大学	放射線科学基礎編	

承認された他大学の従事者は、デフォルトの背景色を変更して表示。(選択中も背景色が変わる。)

申請ボタンを押下で、当該従事者の「申請入力」画面をポップアップする。

放射線業務従事者詳細

発行 更新 削除 閉じる

従事者情報

氏名	試験 次郎
フリカナ	シカダ ヲウ
生年月日	1995/01/10
性別	女
身分	事務員
所属大学	東北大学
機関名	事務

教育受講情報

新規・法令	年 / 月 / 日	新規・受講時間(分)	
新規・人体に与える影響	年 / 月 / 日	新規・受講時間(分)	
新規・安全取扱	2020/01/08	新規・受講時間(分)	180
新規・予防規程	2020/01/09	新規・受講時間(分)	120
再教育・法令	2020/01/10	再教育・受講時間(分)	60
再教育・人体に与える影響	年 / 月 / 日	再教育・受講時間(分)	
再教育・安全取扱	年 / 月 / 日	再教育・受講時間(分)	
再教育・予防規程	2019/12/24	再教育・受講時間(分)	60

健康診断情報

実施年月日	2019/12/27
健康診断を行った医師名	試験医師
健康診断の結果	従事可

他施設利用申請入力画面 - Google Chrome

保護されていない通信 | 10.0.8.4/web/servlet/CRT200P?H\_KANRINO=000000042&H\_INFO=2

### 他施設利用申請入力

氏名	試験 次部
所属大学	東北大学
機関名	事務
申請先大学	東北大学
申請先機関名	テスト
利用開始予定日	2020/01/21
利用終了予定日	2020/03/31
利用目的	試験のため

他施設管理システム/トップページ - Google Chrome

保護されていない通信 | 10.0.8.4/web/servlet/UserCheck

トップページ

CSVアップロード

放射線業務従事者一覧

他施設利用申請

施設利用承認

他施設利用申請一覧

管理番号	個人番号	氏名	性別	生年月日	身分	申請先大学	申請先機関・施設	承認
0000000042	123456778	試験 次部	女	1995/01/10	事務員	東北大学		

選択中の行の背景色を変更して表示。  
行をクリックすることで、「申請削除」画面を  
ポップアップする。



他施設利用申請入力画面 - Google Chrome

保護されていない通信 | 10.0.8.4/web/servlet/CRT300P?H\_SID=0000000013

### 他施設利用申請削除

氏名	試験 次部
所属大学	東北大学
機関名	事務
申請先大学	東北大学
申請先機関・施設	
利用開始予定日	2020/01/01
利用終了予定日	2020/01/05
利用目的	試験のため

他施設管理システムトップページ - Google Chrome

保護されていない通信 | 10.0.8.4/web/servlet/UserCheck

検索条件

### 他施設利用承認

氏名	所属大学	機関名	申請先大学	機関名	申請日
試験 次部	東北大学	事務	東北大学		2020/01/10

選択中の行の背景色を変更して表示。  
 行をクリックすることで、「申請詳細」画面を  
 ポップアップする。

申請詳細

発行 承認 削除 閉じる

### 申請情報

申請先大学	東北大学
申請先機関・施設	申請施設
申請日	2020/01/10
利用開始予定日	2020/01/01
利用終了予定日	2020/01/05
利用目的	試験のため

### 従事者情報

氏名	試験 次郎
フリガナ	シラジロ
生年月日	1995/01/10
性別	女
身分	専任員
所属大学	東北大学
所属名	事務

### 教育受講情報

新規・法令		新規・受講時間	(分)
新規・人体に与える影響		新規・受講時間	(分)
新規・安全取扱い	2020/01/08	新規・受講時間	180 (分)
新規・予防規程	2020/01/09	新規・受講時間	120 (分)
再教育・法令	2020/01/10	再教育・受講時間	60 (分)
再教育・人体に与える影響		再教育・受講時間	(分)
再教育・安全取扱い		再教育・受講時間	(分)
再教育・予防規程	2019/12/24	再教育・受講時間	60 (分)

### 健康診断情報

実施年月日	2019/12/27
健康診断を行った医師名	試験事務

## 資料 21. 従事者証明書の統一化に関する提案

- ・従事者証明書の統一化を図るため、現状を調査した。
- ・21 大学に様式の提出を依頼し、17 大学から提出があった(別添)。
- ・各事業所の様式に含まれる項目を整理し(表 1)、傾向を調べた(表 2)。
- ・調査結果をもとに共通項目の提案を行った(表 3)。

以下、使用する用語の意味を定義しておく。

利用者：他の大学や研究機関の放射線施設(事業所)を利用する者。(例：X)

所属元：利用者の所属元。(例：A 大学)

事業所：利用者(X, A 大学に所属)が利用する、別の大学の事業所。(例：B 大学)

### 1. 調査結果

他大学の放射線施設を利用する場合にやりとりする書類(従事者証明書)の統一化を図るため、まず様式の現状を調査した。21 大学に様式の提出を依頼し、17 大学から提出があった。提出がなかった大学は、独自の様式を持たず、利用者が赴く他事業所が要求する様式に合わせているとのことであった。各大学の様式を別添資料に示す。

収集した17大学の書類について、様式に含まれる項目の傾向を調べた。大項目として次の4つを設定した；

「基本情報」(宛先, 対象者氏名, 生年月日等)

「教育訓練」

「健康診断」

「被ばく記録」

それぞれについて小項目を立てた。小項目のうち「教育訓練」「健康診断」「被ばく記録」については、法令が要求する記録の項目(法定項目)を基にした。

それぞれの大学の様式に各項目が含まれる否か、またその内容等について一覧表にまとめた。結果を表 1 に示す。

以下に傾向を記す。

#### 【 基本情報 】

書類の表題は「放射線業務従事者証明書」とこれに類するものが 9 割近くを占め、残りは事業所への「登録申請書」という形式であった(図 1)。

宛先は、主任者、機関の長、または特に役職をしていない汎用のものが混在した。発信者の役職は主任者(単独)が半数を占め、機関の長、主任者と機関の長の連名等があった。宛先の付帯情報は事業所によって異なり、許可番号、住所等があった(図 2)。

対象者の記載項目としては、氏名(漢字)と生年月日はほとんどの事業所の様式に含まれていたのに対し、フリガナや性別は半数の事業所が記載していなかった。対象者の付帯情報は事業所によって異なり、所属、職員番号/学籍番号、連絡先、Email 等があった(図 3)。

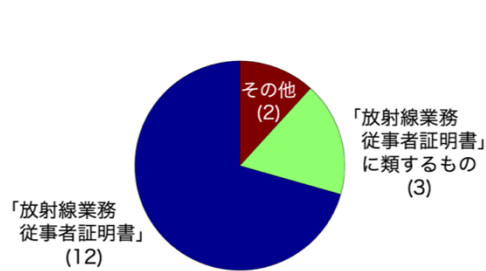


図1 書類の表題

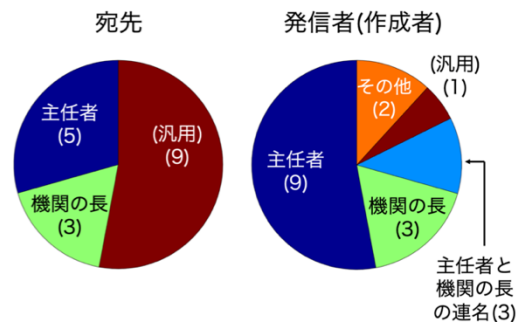


図2 宛先/発信者名

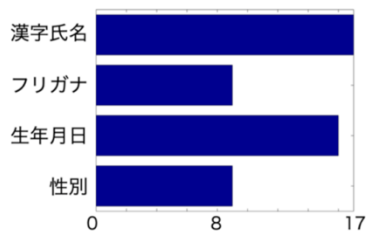


図3 対象者の記載項目

【 教育訓練 】

立入前教育訓練の記録はほとんどの事業所が収集していた。再教育の記録も9割近くが収集していた(図4)。

収集項目としては、立入前教育訓練ではほとんどの事業所が実施年月日と項目を収集しており、法令が求める記録項目を網羅していた。法令の求めはないが、各項目の時間数も8割の事業所が取っていた。再教育では、項目と時間数を取らない事業所も3~4割あった(図5)。

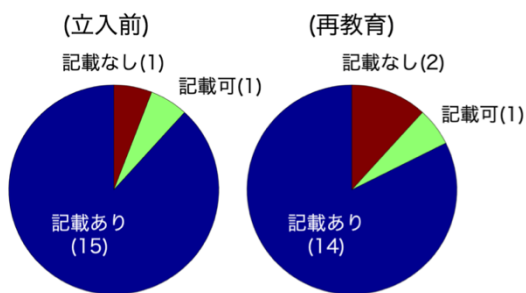


図4 教育訓練の記載

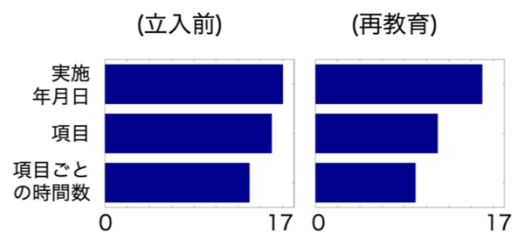


図5 教育訓練記録の項目

【 健康診断 】

立入前健康診断の記録を収集している事業所は半数にとどまった。これに対して、定期健康診断の記録はほとんどの事業所が求めていたが(図6)、これまでの記録すべてではなく、直近のみでよいという事業所が3/4を占めた(図7)。

収集項目については、実施年月日はすべての事業所が収集しており、健康診断の結果についても7~8割が取っている。それに対し、健康診断を行った医師名や講じた措置について収集して

いる事業所は少なかった(図8)。

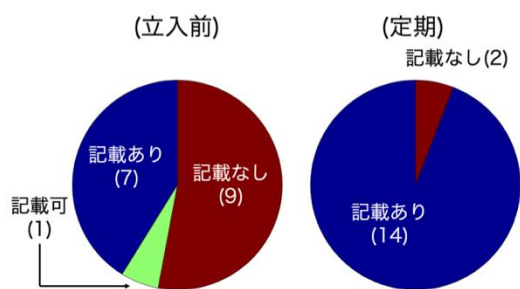


図6 健康診断の記載

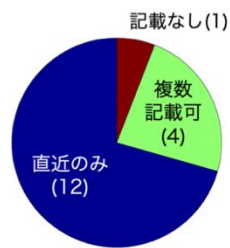


図7 定期健康診断の記載

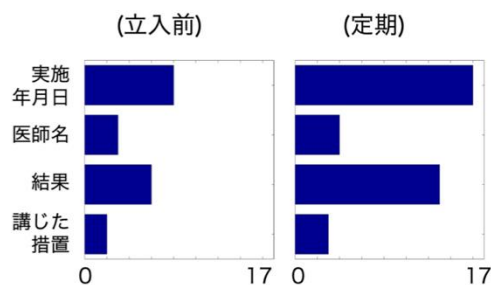


図8 健康診断記録の項目

【 被ばく記録 】

被ばく記録はいずれの事業所も収集していた。対象期間は、累積(これまでの被ばく線量の合計)を求める事業所が6割であった。全期間(月単位)の記録を求める事業所も3箇所あったが、これは別添を求めている事業所である。対象期間としては、今年度と直近の4年間の記録を求める事業所が3箇所あった(図9)。

線量の形態は、実効線量はすべての事業所で、等価線量は6割の事業所で収集していた。内部被ばくを明示的に分離して収集している事業所は2割弱にとどまり、算定(合算)を明記している事業所も同様に2割弱と少なかった(図10)。

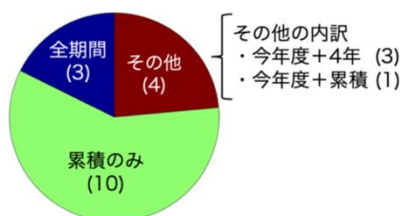


図9 被ばく記録対象期間

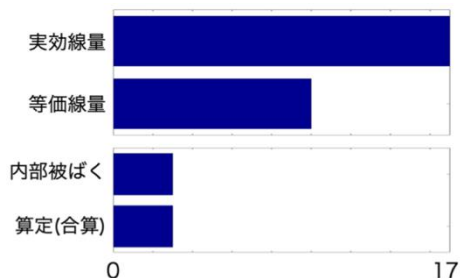


図10 被ばく記録の項目

【 別紙/別添 】

教育訓練、健康診断、被ばく記録については「別紙記載のとおり」「別添書類」として法定記録を添付する事業所、あるいは添付することを要求する事業所が、1～4 事業所あった(図 11)。

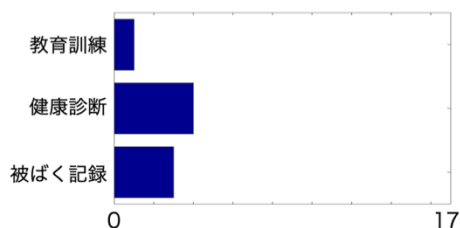


図11 別紙/別添を要求する項目

## 2. 考察

教育訓練の記録では、ほとんどの事業所において、立入前教育訓練の日時、項目、時間数の情報が収集されている。これは、「管理区域に立ち入る前の教育訓練」を所属元が実施し、その記録の提供を事業所が受けているためと考えられる。法定項目が網羅されているので、事業所の立入前教育訓練の記録としてはこれで十分である。(ただし事業所の予防規程は事業所が行わなければならない。)

健康診断についても同様に考えられる。ほとんどの事業所は直近の記録を求めており、これは「事業所の管理区域に」立ち入る前の健康診断の実施を、所属元に要求し、その記録の提供を受けることを意図していると考えられる。ただし、現状では、健康診断を行った医師名や講じた措置の情報が抜けている場合が多く、法令の要求する項目としては不十分であることに注意する必要がある。

被ばく記録については、複雑で、事業所の意図が見えにくい。法令は、外部被ばくと内部被ばくの測定、さらにはその算定(合算)を求めているが、そこまでの記録を様式で収集している例は少ない。(別添書類という形で収集する事業所がある。) したがって、現状は法定記録としては不十分であり、被ばく記録として収集しているのではない可能性がある。

ひとつ考えられるのは、「被ばく歴」という表現が多いことから、立ち入り前健康診断の「問診の項目」として収集している、ということである。ただ、外来利用者の健康診断を事業所として実施している例はないと思われるので、被ばく歴の収集の意味はよくわからない。

もうひとつの考え方として、線量限度(実効線量で 100 mSv/5 年, 50 mSv/年)を事業所として担保するため、ということがあげられる。事業所での被ばくは事業所が管理できるので、その個人が被ばくする線量が合算しても年限度を超えないことを確認するために、この情報を収集している可能性がある。回答のあった大学のうち、3 事業所が「今年度と直近の 4 年間の記録」を求めているのは、この目的のためと考えられる。

まとめると、教育訓練と健康診断については、立ち入り前の記録として収集していると考えられる。後者は項目としては不足があるが、それを補えば、目的に合わせることができる。

被ばく記録については、現状の収集項目は意味がよくわからない。法定記録として不十分であることから、改善を要すると考えられる。

### 3. 共通様式の項目の提案

調査結果を踏まえて、共通様式の項目の案を表3のように考えた。

この様式を利用者の所蔵元と事業所の間でやりとりする意味(様式の機能)として、次のものを仮定している。

事業所で放射線業務に従事する者の個人管理(教育訓練、健康診断、被ばく)は、使用者(その事業所の組織の長)に課せられた義務であるから、他の大学等から利用にくる者の個人管理も、法的にはその事業所が行わなければならない。しかし、他から来る利用者は雇用関係がない場合がほとんどであり、「個人管理」をその事業所が行うことは、費用や運用の面から現実的ではない。そこで、被ばく管理や健康診断は所属元の大学等で行ってもらい、事業所は所属元から記録の提供を受ける形が現実的である。様式を、この管理形態を実現するためのものとして位置付け、項目を検討した。

#### 【 基本情報 】

17 事業所の傾向をもとに項目を選んだ。氏名、生年月日、性別は管理上必要なので必須項目とし、その他の付帯情報(所属、身分、連絡先等)については現時点では定めていない。

#### 【 教育訓練 】

現状の傾向を踏襲し、法定項目を網羅してある。

#### 【 健康診断 】

所属元が実施した直近の健康診断をもって事業所の「立ち入り前健康診断」に変えることを目的として、法定項目を網羅した。実施年月日はあまり古いわけにもいかないのに、ある程度の制限をつける必要があるかもしれない。また、事業所の立ち入り前健康診断として位置付けると、検査・検診の「省略」は適用できないことに注意が必要である。

#### 【 被ばく記録 】

事業所として線量限度(実効線量で 100 mSv/5 年, 50 mSv/年)を担保することを目的とし、そのために必要な項目を選んだ。これだけでは法令が要求する「被ばく記録」としては不十分であるため、所属元から法定記録の写しを別添で収集するのがよい。

従事者証明書の統一には、様式の共通化と併せて、個人管理体制を共通化することが重要と考える。「個人管理は所属元が実施主体となり、法令の要求する情報を利用する事業所に提供する」という取り決めを、利用者の所属元と事業所の双方が確認し、これに基づいて個人管理が実施される体制が望ましい。

なお、実際には、事業所は個人管理の負担がまったくなくなるわけではなく、教育訓練の一部(事業所の予防規定等)と、事業所における被ばく管理(内部被ばく等)への関与が考えられる。これらの具体的な内容と取り決めについてさらに検討が必要と思われる。

#### 4. 学会発表で寄せられたコメント

以上の調査結果と共通項目の提案について学会において発表を行った[1]。寄せられたコメントには次のものがあった；

「共同利用施設に従事者を派遣する場合，R I 法の責任は共同利用施設側，電離則の責任は所属機関となる。従事者が他機関へ異動する場合は，両方の法律の責任が旧所属機関から新所属機関に移ることになる。2 つの場合は似ているが証明書に記載すべき最低限の情報は若干異なるので，それぞれについて項目を検討する必要がある」

「今回提案された共通項目は各機関の現状を踏まえた最大公約数的なものとしているが，国際的な取り組みとの整合性を確保し，本来あるべきものとすべきである。IAEA は，雇用者と，施設管理者との間で密接な連携を取ることを要求している[2]」

この2つのコメントは，本プロジェクトの目的である「従事者証明書の統一化」のためには施設（派遣先）の責任と派遣される者の所属元の責任をR I 規制法のみならず電離則の視点も含めて明確にすること，また派遣先と所属元の連携を確立することが重要であるということを示唆している。これらについて，次年度以降，議論を深めて行きたい。

[1] 「規制研究セッション 大学間ネットワークに従事者管理の統一化」，第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会，2019年12月4日～7日，仙台

[2] IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3

Requirement 21: Responsibilities of employers, registrants and licensees for the protection of workers (3.74-3.82) (p. 51)

Requirement 23: Cooperation between employers and registrants and licensees (3.85-3.87) (p. 54)



資料 22. 成果報告会の資料

原子力規制庁・放射線安全規制研究戦略的推進事業  
2020年2月5日 令和元年度研究成果報告会



# 健全な放射線防護実現のための アイソトープ総合センターをベースとした 放射線教育と安全管理ネットワーク 事業報告

阪大院理・阪大放射線機構  
篠原 厚

## 概要

**課題名** 健全な放射線防護 健全な放射線防護実現のためのアイソトープ総合センターをベースとした放射線教育と安全管理ネットワーク

**目的** 健全な放射線防護実現のために、国立大学アイソトープ総合センター会議を母体とするネットワークを中核とした安全管理担当者、研究者に対する実習等および大学間での従事者管理の連携を行い、放射線作業者の放射線防護に対する知識と意識の向上を図る。また、RI施設連携のために、調査研究を実施する。

### 実施状況

- OWG による安全管理課題、RI施設連携等
  - ・安全管理に関する課題、問題点の洗い出し
  - ・課題の一部について、解決策を検討
- 安全教育に関する事業
  - ・安全管理教育プログラム検討会議を開催
  - ・実習ガイド資料作成、公開準備
  - ・現代に相応しいRI安全利用検討会の開催
- 従事者管理連携
  - 各施設での従事者管理の情報収集
  - 従事者証明の共通フォーマット変換ソフト開発
- 若手育成
  - 大学等放射線施設協議会と連携して、協議会研修会への旅費を助成

年度	平成29年度				平成30年度				令和元年度				令和2年度				令和3年度			
	第1期	第2期	第3期	第4期	第1期	第2期	第3期	第4期	第1期	第2期	第3期	第4期	第1期	第2期	第3期	第4期	第1期	第2期	第3期	第4期
機関 阪大	会議開催																			
	研究業績、論文発表																			
	R1施設連携・拠点化進展のための調査研究																			
	実習ガイド公開 (順次)																			
渡部 東北大	安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(阪大)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)			
	安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)			
	安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)			
	安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)			
	安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)				安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)			
安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)																				
安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)																				
安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)																				
安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)																				
安全管理教育検討会議(名大、分館研究員)																				

### 期待される成果

- ・安全利用検討会議等の開催、実習ガイド公開により、作業者の安全への知識と意識の向上
- ・放射線利用及び安全管理に係る課題及びの洗い出し、課題解決方法の提案
- ・作業情報一元化に向けた課題洗い出し、課題解決方法の提案

## 研究体制

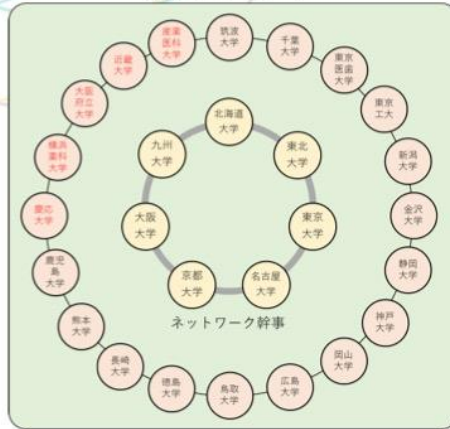


様々な専門分野からの人材の集合体、放射線教育、放射線管理の専門家集団

放射線管理に関する学協会の主要メンバーで構成

研究代表校：大阪大学

大学RIネットワーク



情報収集

連携

他大学

研究機関

情報収集

関係学協会

分担研究校：

東北大学

大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理

京都大学（幹事校でローテーション）

大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議の開催

金沢大学（参加校で選出）

現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催

各ワーキング：全校

公立私立大5校が参画  
計27国公立大学

## 今年度の事業概要(1)



○幹事校会議の開催、全体会議の開催

○放射線利用及び安全管理に係る課題解決のためのワーキンググループ会議の開催

参加大学の中から担当校を割り当て、「RI施設連携」、「管理区域な柔軟な運用」、「従事者管理」、「放射線教育」をテーマにした4つのワーキンググループを設置し、課題の洗い出しと解決策の検討を実施した。

○放射線安全管理担当教職員を対象にした高度な技術習得のための実習プログラムの開発

「放射線の利用は学際的であり、一つの施設でも利用者の利用方法が多岐に渡る。そのため、安全利用のためには様々なプログラムを開発する必要があり、本事業では、開発したプログラムを各施設の教育訓練等に使用していただくよう資料を順次公開する」

・大学等に求められる放射線安全管理技術向上のための教育プログラム開発検討会議の開催（分担研究：京大に再委託）

・放射線実習に関するプログラムを3つ公開する（担当：名大、阪大、京大）

・現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催（分担研究：金沢大に再委託）

○放射線安全管理技術向上のための教育プログラムの開発等及び若手管理教職員の育成

・放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援

## 今年度の事業概要(2)



○大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理  
(分担研究:東北大学に再委託)

・放射線業務従事者情報一元管理に関する課題整理  
本ネットワーク参加校の放射線業務従事者に関する情報について、ネットワークでつないだ場合の問題点及び課題を洗い出し整理する。他大学の事業所に利用を行う事例における問題に対して解決方法の提案を行う。

・放射線業務従事者情報一元管理のためのアイトープ総合センター連携ネットワークの構築等  
本事業参加校を仮想ネットワーク上で接続し、大学間の放射線管理に関する情報共有を進める。各大学で放射線管理のみならず、ネットワーク管理の考え方の違いがあり、大学間の共通点・不一致点を整理する。

○事業のPDCA

○規制庁研究推進委員会での発表

## 今年度のロードマップ



- 目標
- ・放射線利用及び安全管理に係る課題及びの洗い出し
  - ・作業情報一元化に向けた課題洗い出し
  - ・安全管理教育・安全利用検討会議等の開催、実習ガイド公開

	令和元年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
篠原 阪大	幹事校会議開催		幹事校会議開催	全体会議開催 幹事校会議開催
RI施設連携・拠点化進展のための調査研究				
実習内容の検討				
実習ガイド公開(順次)				
川本 京大			安全管理教育 検討会議開催	
柴 金沢大			安全利用検討会議開催	
渡部 東北大	試験運用			

達成状況  
計画どおり実施



## 事業の進捗状況(1)



### OWGによる安全管理課題、問題点の洗い出し

#### 「管理区域の柔軟な利用」

- ・施設廃止の際の問題点・費用
- ・利用者のいないRI施設(停止施設)の管理方法
- ・RI施設の統合等の場合の不合理的な手続き
- ・新規立入者の健康診断の皮膚の検査の省略
- ・有機廃液焼却処理の核種限定の見直し
- ・短半減期核種の取扱に関する科学的に非合理的な規制
- ・RIの譲渡譲受
- ・RI施設内での国際規制物資の使用・保管

#### 「従事者管理」

- ・各事業所での従事者管理保持データ内容の違い
- ・各事業所での従事者管理方法の差異(紙媒体での従事者証明書の提出要求等)
- ・他施設を使用する場合の従事者管理方法
- ・個人情報の取扱

#### 「放射線教育」

- ・外部施設のみ使用する作業者の教育内容
- ・教育訓練省略決定方法の予防規程細則へ明記による臨機な対応が難しくなる恐れ
- ・教育を実施する人員の不足

上記について、解決策、解決の方向性についてWGで議論

→ 次年度以降、具体的な解決方法を提案していく

## 事業の進捗状況(2)



### OWG による地域連携へ課題の洗い出し

- ・測定機器の相互利用化
- ・老朽化した機器延命措置のための方策(部品取り出来るか等の相互把握)
- ・受益者負担金規程調査
- ・教育の統一化のうちX線教育

→ 次年度以降、ローカルネットワークによる詳細な解析を実施し、実情を把握する。  
地域連携の方法について、提案していく。

### ○安全教育に関する事業(1)

- ・安全管理教育プログラム検討会議を開催 参加者(うち40才以下の若手21名)  
実習:測定器の確認校正方法、汚染の発見と除染方法、  
机上訓練:火災発生時の対応  
参加者より、実習内容等について意見をいただき、今後の教育プログラムの検討に生かした。
- ・実習ガイド資料作成、公開  
過去3年間の教育プログラム検討会議で実施された実習資料を作成、  
会議参加者に対して、内容に関するアンケートを実施し、ガイド資料の改定に活用した。  
→ 今年度中にホームページ上で公開

## 事業の進捗状況(3)



### ○安全教育に関する事業(2)

現代の研究・教育・社会に相応しい放射線・放射性核種等の安全利用検討会の開催

参加者 11名 (うち40才以下7名)

実習を実施し、安全利用について検討した。

過去3年間、分子イメージングの研究テーマでの安全利用の検討、参加者からの意見

→ 次年度以降、分子イメージングに関する安全利用に関する資料を作成し公開する。

### ○安全教育事業における波及効果

今年度、新しく16大学・研究機関が、安全教育に関する事業での検討会へ参加

3年間の事業で85大学・研究機関まで増加。参加者のメーリングリストを作成。

→ ネットワークは確実に広がっている。また、安全教育に関する事業は若手育成に関しても大きな貢献がある。

### ○放射線安全管理を担当する若手教職員の資質向上のための支援

大学等放射線施設協議会と連携し、施設協議会が開催する研修会への旅費の助成を

4名の若手に実施した。

研修会に参加後、今後の若手支援の在り方の検討に生かすべく、「申請理由、学内の事情」

「学内における会合の議事概要、或いは管理責任者、施設長への説明内容等」「効果」「放射線

管理に関する若手の人材育成やキャリアパスへの意見」に関する項目についてレポートを課した。

## 事業の進捗状況(4)



### ○大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理

・放射線業務従事者情報一元管理に関する課題整理

21国立大学RI総合センター群に従事者証明書(学外からの利用者に対して求める書類)

と一人の従事者に紐付いている管理データを集計し、共通点、相違点を抽出

【基本情報】 従事者証明書の宛先、発信者名の相違

【教育訓練】 7割の事業所は直近の再教育記録のみ要求

3~4割の事業所は再教育について項目と時間数の収集は無し

【健康診断】 5割の事業所は立入前健康診断の記録を収集

ほとんどの事業所が定期健康診断の記録を収集

【被ばく記録】 実効線量は全て、等価線量は6割、内部被ばくは2割の事業所が収集

対象期間は6割の事業所が累積のみを収集

- 学外からの利用者の被ばく管理は、法的には受入事業所が行わなければならないが、累積被ばくの管理は、所属する事業所が行わなければならないため、非効率

→ 被ばくの一元管理より解決

被ばくの一元管理により、被ばく管理や健康診断は所属元の大学等で行い、

受け入れ事業所は所属元から記録の提供を受ける形が実現

・放射線業務従事者情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築等

従事者証明書の共通フォーマット化を提案し、共通フォーマット案を作成

SINET5上で、共通フォーマット出力システムを構築し、運用テストを実施

## 今年度の成果発表



- 招待講演:
  - 「大学間ネットワークによる従事者管理の統一化」
  - 渡部浩司
  - 第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会
  - 仙台、12月
- 口頭発表: 3件
  - ・「大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理」
  - 渡部浩司
  - 先端ネットワーク利用研究に関するワークショップ「ADVNET2019」
  - 東京、10月
  - ・「女性の線量限度に関するアンケート調査結果」
  - 吉村 崇
  - 大学等における放射線安全管理研修会、東京、9月
  - ・「阪大における放射線安全管理と規制に関する研究」
  - 吉村 崇
  - 東北大学金属材料研究所教育訓練、仙台、4月

## 今年度の自己評価(1)



事業	自己評価	事業成果	反省・今後の課題
阪大 (幹事公会 議、全体会 議、各WG)	おおむね 計画通り 次年度計 画は変更 なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公立私立大学5校が本事業に参画した</li> <li>・若手育成として、施設協議会が開催する研修会への旅費の助成を4名の若手に実施した。</li> <li>・施設連携において、機器の相互利用や部品の共有による延命措置など具体的連携項目が検討された。</li> <li>・施設の廃止や休止、短寿命各種の合理的管理などで課題が明確化された。</li> <li>・従事者管理の各施設の現状と差異、個人情報取り扱いなどの課題が明確になった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・さらに育成支援を拡大し、若手のネットワーク事業企画への参画を検討する。</li> <li>・ローカルネットワークによる詳細な解析を実施し、実情を把握する必要がある。</li> <li>・合理的・柔軟な管理について、法改正が伴うものと運用で可能なものとの仕分けを行い検討を進めることとした。</li> </ul>
東北大 (業務従事 者の一元 管理)	おおむね 計画通り 次年度計 画は変更 なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従事者登録のための共通フォーマットを構築した。</li> <li>・RIセンター21校をSINET5上でネットワークを構築し各大学の従事者情報を共通フォーマットに変換し、安全に情報を送り出すソフトウェアを制作した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・21大学で仮運用を行い、問題点の洗い出しを行う必要がある。</li> <li>・21大学以外の大学や大学共同利用機関のネットワークへの参画を検討する必要がある。</li> </ul>



## 今年度の自己評価(2)



事業	自己評価	事業成果	反省・今後の課題
京大 (安全管理教育プログラム 検討会議)	おおむね計画通り 次年度計画は変更なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・若手育成の面でも有効な検討会となった。(若手21名)</li> <li>・実際の管理への適用も示されたが、各施設の設備や陣容面での課題も表面化した。</li> <li>・過去3年間の検討会議で実施された実習資料を作成し、会議参加者アンケートによる意見も反映し改定後公開する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各施設において教育プログラムを実施する際に参加者へのフォローアップの必要性が浮かび上がった。</li> <li>・実習教育プログラムをホームページ上で順次公開をすすめる。</li> </ul>
金沢大 (放射線・放射性核種等の安全利用検討会)	おおむね計画通り 次年度計画は変更なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RI施設でのin vivo分子イメージング実験の普及及び安全取扱の工夫や安全管理方法の向上に役立った。</li> <li>・今後の検討会のテーマについて意見交換を行い実習資料を改善した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・参加者の意見も反映させ、新たなテーマによる利用検討会を検討する。</li> <li>・実習資料の公開を進める。</li> </ul>

## 3年間の進捗状況



### 本事業のロードマップ

→ 3年間で達成した主な項目



- ネットワーク  
順調にネットワークが拡大  
(現在、85大学・研究機関)
- 連携・拠点化ワーキング  
課題の洗い出しが完了
- 安全管理教育プログラム  
年間2-3テーマを実施、  
計7つのテーマに関して、  
今年度中に実習資料公開
- 安全利用検討会  
分子イメージングのテーマ  
検討会実施、次年度以降の  
安全利用の資料公開へ  
の材料が集まった
- 従事者管理  
従事者証明の共通  
フォーマットの作成

達成状況: 概ね計画の3/5を達成  
 予算執行状況: 5年間の予算の概ね3/5を執行

## 3年間の自己評価(1)



事業	自己評価	3年間の成果	次年度以降の計画・最終ゴール
阪大 (幹事会議、 全体会議、各 WG)	2. おおむね 計画通り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・幹事校会議が、各取り組みの検討とPDCAを回す司令塔として機能した。</li> <li>・若手育成として、施設協議会が開催する研修会への旅費助成を実施した。</li> <li>・施設連携において、機器の相互利用や部品の共有による延命措置など具体的連携項目が検討された。</li> <li>・施設の廃止や休止、短寿命各種の合理的管理などで課題が明確化された。</li> <li>・従事者管理の各施設の現状と差異、個人情報取り扱いなどの課題が明確になった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴールに向け引き続きPO、PO補佐を含めた幹事校会議を行う。</li> <li>→ さらに若手育成を拡充、若手のネットワーク事業の企画の場への参画を進める。</li> <li>・九州地区のローカルネットワークを実働させ、地域連携の方法について提案することで、ローカルネットワークを順次増やす。</li> <li>→ 長期ゴールとして、大学等RI施設のネットワーク拠点化を目指す。</li> <li>・合理的・柔軟な管理について、法改正が伴うものと運用で可能なものとの仕分けを行い検討を進める。</li> <li>→ 運用で可能なものについてはガイドライン策定等を進め、予算が必要なものについては別途予算獲得を試みる。</li> </ul>
東北大 (業務従事者の 一元管理)	2. おおむね 計画通り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従事者登録のための共通フォーマットを構築した。</li> <li>・RIセンター21校をSINET5上でネットワークを構築し各大学の従事者情報を共通フォーマットに変換し、安全に情報を送り出すソフトウェアを制作した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・21大学で仮運用を開始し、問題点の洗い出しと改良を行う。</li> <li>・21大学以外の大学や大学共同利用機関へのネットワークの拡張を進める。</li> <li>→ 主要大学と大学共同利用機関のネットワークを構築し、業務従事者の一元管理を進める。さらに長期的には、アカデミアの施設間でのネットワーク一元管理を目指す。</li> </ul>

## 3年間の自己評価(2)



事業	自己評価	3年間の成果	次年度以降の計画・最終ゴール
名古屋大/阪大/京大 (安全管理教育プログラム 検討会議)	2. おおむね 計画通り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・若手育成の面でも有効な検討会となった。(若手21名)</li> <li>・実際の管理への適用も示されたが、各施設の設備や陣容面での課題も表面化した。</li> <li>・過去3年間の検討会議で実施された実習資料を作成し、会議参加者アンケートによる意見も反映し改定後公開する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの全参加者のメーリングリストを作り、各現場での実習教育プログラム実施の際のフォローアップを行う。</li> <li>・安全教育検討会による教育プログラムの改善をさらに進め、実習教育プログラムをホームページ上で順次公開する。</li> <li>→ 放射線管理者のスキルの向上、若手育成、安全文化の醸成に貢献する。</li> </ul>
徳島大/岡山大/金沢大 (放射線・放射性核種等の 安全利用検討会)	2. おおむね 計画通り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RI施設でのin vivo分子イメージング実験の普及及び安全取扱の工夫や安全管理方法の向上につながった。</li> <li>・安全利用実習について意見交換を行い実習資料を改善した。</li> <li>・今後の放射線安全利用のテーマについて意見聴取を行い、それに基づき検討を進めた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・種々のテーマにおける安全利検討会を進め、実習を通して実習資料の改善を行う。</li> <li>・放射線・放射性核種等の安全利用に関する実習資料を順次公開する。</li> <li>→ 放射線・放射性核種等の安全な利用や利用者の拡充につなげる。</li> </ul>
特記事項・ 安全規制への 貢献など		<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しく16大学・研究機関が、安全教育の検討会へ参加し、3年間の事業で85大学・研究機関まで増加。本事業への参画機関の拡大(確実なネットワークの拡大)</li> <li>・安全利用や管理区域、多様な従事者に関する諸問題の明確化とガイドライン策定等による対応。</li> <li>・各プログラム参加者における大きな若手率。</li> <li>・管理者のスキルアップや利用者の拡大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 施設の大学間連携の拡充は安全管理体制の向上や危機管理体制の強化につながる。</li> <li>→ 放射線規制における合理的な対応や柔軟な運用に向けて大きく貢献する。</li> <li>→ 若手人材の育成は将来の放射線安全管理と規制の根幹であり、本事業は大きく貢献が期待される。</li> <li>→ 当該分野の活性化につながり、我が国の健全な原子力社会実現に寄与する。</li> </ul>



## 3年間の成果発表



### ●招待講演:

渡部浩司 「大学間ネットワークによる従事者管理の統一化」  
第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会、仙台、令和元年12月

### ●学会発表(口頭発表)

渡部浩司 「放射線情報一元管理のためのアイソトープ総合センター連携ネットワークの構築  
—従事者証明書の統一化に関する提案—」  
大型加速器施設の利用に関する放射線業務従事者教育訓練のあり方に関するワークショップ-法令改正に向けて-、  
茨木、平成30年6月22~23日

渡部浩司 「職業被ばく管理における現状の課題(大学)」  
日本保健物理学会第51回研究発表会、札幌、平成30年6月29-30日

篠原 厚 「アイソトープ施設拠点構想の紹介」  
大学等放射線施設協議会平成30年度大学等における放射線安全管理研修会、東京、平成30年9月11日

渡部浩司 「健全な放射線防護実現のためのアイソトープ総合センターをベースとした放射線教育と安全管理ネットワークについて」  
日本放射線事故・災害医学会ハネルディスカッション「緊急時対応人材の育成・確保とネットワーク間の連携を考える」、  
東海、平成30年9月22日

吉村 崇 「非密封放射線施設の拠点化」  
放射線安全取扱部会年次大会/ハネルディスカッション「新しい放射線安全管理のフレームワークに向けて」、  
仙台、平成30年10月25~26日

渡部浩司 「大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理」  
先端ネットワーク利用研究に関するワークショップ「ADVNET2019」、東京、令和元年10月

吉村 崇 「女性の線量限度に関するアンケート調査結果」  
大学等における放射線安全管理研修会、東京、令和元年9月

吉村 崇 「阪大における放射線安全管理と規制に関する研究」  
東北大学金属材料研究所教育訓練、仙台、令和元年4月

### ●ポスター発表

三宅正泰、渡部浩司 「アイソトープ総合センター情報連携のための専用ネットワークの構築」  
放射線安全取扱部会年次大会、仙台、平成30年10月25~26日

●その他 ホームページで成果を公開、教育実習資料等(成果物)を公開している。