

平成29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

平成30年3月  
国立大学法人 大阪大学



## 目次

1. 目的、本年度の研究計画及び参加研究機関	1
1.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催	1
1.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力	1
1.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理	1
1.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム 検討会議の実施	2
1.5. ホームページの開設	3
1.6. 参加校一覧	3
2. 平成29年度の実施内容及び成果	4
2.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催	4
2.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力	12
2.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理	22
2.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム 検討会議の実施	33
2.5. ホームページの開設	95
3. 本年度事業のまとめ	103
3.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催	103
3.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力	104
3.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理	104
3.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム 検討会議の実施	105
3.5. 本事業の成果の発表	106



## 1. 目的、本年度の研究計画及び参加研究機関

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、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、放射線防護、安全文化醸成の最も有効な手段である。放射線作業員の従事者情報一元化には、大学における従事者管理システムの連携整備が必要である。そこで、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（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および大学間での従事者管理の連携を行い、以下の事業を推進することによって、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る。

### 1.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催

本ネットワークは北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学の国立大学アイソトープ総合センターが幹事となり、計21の国立大学(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、長崎大学、熊本大学、鹿児島大学)のアイソトープ総合センターで構成されたネットワークを中核として進めることとする。以下のとおり幹事校会議にて、進捗状況の確認、今後の方針を討議する。幹事校会議（29年度2回を予定、場所：名古屋大学、大阪大学）にて、進捗状況、今後の方針を討議する。21大学の国立大学アイソトープ総合センター教職員によるネットワーク全体会議（29年度1回、場所：大阪大学）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する。また、放射線作業従事者情報の共有化と一元管理実現のための課題解決に向けて議論する。さらに、安全研究の重点テーマ案を議論する。

### 1.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力

原子力規制庁における平成30年度安全研究の重点テーマ設定の検討について、必要な協力を行う。具体的には重点テーマの検討を行うほか、「平成29年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)研究推進委員会」等において重点テーマを検討する際に参考となる資料を収集・作成する。また、作成した資料について原子力規制庁担当官の確認を受ける。

### 1.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理

全国にある国立大学アイソトープ総合センターを物理的にネットワークでつなぎ、連携することにより、放射線情報の一元管理を行うことを目的とする。近年、さまざまな放射線利用が広がり、雇用体系も複雑化している中、放射線作業員の一元的な管理が今後ますます重要となる。また、これまで個々の施設で行われてきた放射線管理業務を、ネットワークを通して連携することにより、作業の標準化および品質保証、そして管理業務の合理化を図る。さらに放射線教育のe-learning コンテンツを本ネットワーク上で配信できるインフラを整え、放射線作業員の利便性を図る。すでに多くの諸外国では放射線作業員の一元管理システムが運用されている。本ネットワ

ーク事業では、全国の放射線施設をつなげた大規模 RI 管理ネットワークを構築するための問題点を調査、抽出し、その問題解決に向けた方策を提案する。

大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理について、以下の事業を行う。ただし、研究は、分担研究者（渡部浩司）の所属機関（東北大学）に再委託して、分担研究者が行った。

本年度は、国立大学アイソトープ総合センター会議幹事校である 7 大学(北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学)のアイソトープ総合センター間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 で接続し、セキュリティを高めた仮想ネットワーク(virtual private network, VPN)を構築する(VPN 名: UMRIC-L2)。UMRIC-L2 上のファイルは堅牢性を高めた NAS(Network Attached Storage)サーバーを二か所に設置し、安全にファイルのバックアップを行う体制を構築する。各国立大学ラジオアイソトープ総合センターにおいて、どのように学内の放射線作業員などの情報を管理しているかを調査・整理し、今後の方策を討議する。

#### 1.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム検討会議の実施

##### 1.4.1. 分子イメージング技術利用推進検討会の開催

徳島大学にて、短半減期放射性核種（PET 核種）を用いた分子イメージング教育・研究に携わり、又は今後携わる予定の研究者、技術者及び放射線安全管理担当者を募り、本ネットワーク内の分子イメージング研究に携わる者との間で、分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会を開催する。また、本年度実施するネットワーク全体会議開催中に分子イメージング技術利用教育実習ワーキンググループ会議を行い、実習内容等のブラッシュアップのための議論を行う。

##### 1.4.2. 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調査研究事業を行う。ただし、研究は、分担研究者（柴田理尋）の所属機関（名古屋大学）に再委託して、分担研究者が行った。

名古屋大学が主体となって、他幹事校 6 大学のアイソトープ総合センター教員と協力しつつ、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。法令改正の動向および放射線利用と安全管理の国内の動きについての講演と、法令改正とともに重要性が増すと考えられる RI 取扱実習をモデルケースとして、各施設での今後の実習への妥当性、適用性、拡張性等について検討する。また、近年、環境放射能測定の手法的な手法となりつつあるゲルマニウム半導体検出器を用いた核種定量分析の基礎について、既に同検出器を導入している施設あるいは今後導入する可能性のある施設で知っておくべき基礎事項の確認、適切な維持管理方法及び利用法、利用者への指導法等について検討する。今後、自機関の教育に参考にできるように、名古屋大学の上記会議では、参加機関から実習事例を調査・収集する。

## 1.5. ホームページの開設

過去の研修の実習テーマを年度毎に国立大学アイソトープ総合センター長会議ホームページに公開するための準備を開始する。

資料 1-1. 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
○大阪大学ラジオアイソトープ総合センター	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基盤クラスター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	小野俊朗	免疫学・放射線安全管理学
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

## 2. 平成29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21の国立大学アイソトープ総合センターで構成されたネットワークを中核として進めることとした。本年度は計3回の幹事校会議を開催した。

21大学の国立大学アイソトープ総合センターは、以下の大学からなる。

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

21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。また、放射線作業従事者情報の共有化と一元管理実現のための課題解決に向けて議論した。さらに、安全研究の重点テーマ案を議論した。

#### 2.1.1. 第1回幹事校会議

以下に、第1回幹事校会議の議事要旨（資料2.1-1）を記す。

##### 資料 2.1-1 第1回幹事校会議議事要旨

日時：平成29年11月10日（金） 17:00～18:30

会場：名古屋大学アイソトープ総合センター2階会議室

議題：

1. ネットワーク事業内容についての再確認
2. 今年度の幹事校の会議および全体会議の日程調整について
3. 過去の全国研修、分子イメージング研修資料のまとめ方について
4. 規制庁安全研究重点テーマ案について
5. 本ネットワークをRIセンター会議メンバー以外にも広げる方法について

出席者：篠原（阪大）、竹中（名大）、渡部（東北大）、秋光（東大）、柴田（名大）、吉村（阪大）、中島（九大）、高橋（京大炉、P0）、寺谷（規制庁）

代表の篠原先生、P0の京大炉高橋知之先生、規制庁防護企画課寺谷俊康氏より挨拶があった。

P0：P0の役割はこちら側の活動と規制庁を繋ぐ役割とのこと、アウトプットを意識して事業を進めて欲しい。

寺谷氏：

- ・放射線防護企画課は、放射線審議会の事務を担当している。放射線審議会は省庁をまたがる課題に対して提言できる機能が付加されている。

- ・安全研究事業では、人の繋がりを作って欲しい。
- ・期待することは、1) 重点テーマの設定、2) 様々な調査のお願い
- ・放射線の将来ビジョンについては、国として何かが決まっているわけではないので、どのように役立つか考えていく方向が必要で、そのためのリーダーシップをぜひとっていただきたい。

#### 1. ネットワーク事業内容についての再確認

篠原先生より事業計画について、説明があった。続いて、柴田先生より 11 月 9 日～10 日に名大で開催された平成 29 年度放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修、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報告があった。

#### 2. 今年度の幹事校の会議および全体会議の日程調整について

1/27(土), 2/10(土), 2/17(土)のうちの何れかの日程で、大阪大学にて行うこととなった。

参加者は、専任教員（現在、専任教員がいない大学は、安全管理担当者等）のみで良い。

#### 3. 過去の全国研修、分子イメージング研修資料のまとめ方について

柴田先生より、過去 10 年分程度の全国研修の資料は PDF 化したとの報告があった。また、分子イメージング研修の資料は全て渡部先生がお持ちとのことであった。

- ・全国研修を行っていた 5 大学の各校に過去の資料がないか調査することになった。
- ・過去の全国研修の資料のうち、オープンに出来無い部分があるか否かは、主催校の判断で行うこととなった。
- ・PDF 化されたファイルは阪大に送り、阪大が体裁を整えた上で、センター長会議のホームページにアップロードすることになった。

#### 4. 規制庁安全研究重点テーマ案について

吉村より、重点テーマ案のたたき台について、説明があった。

- ・規制庁より、たたき台のうちの安全管理や災害対策の内容であれば、来年度の規制庁の安全研究事業でも採択される可能性は十分にあるとの見解。
- ・大学として教育は重要と考えているが、教育のテーマが採択されるかどうかについて質問があった。規制庁および PO からは、アウトプットが明確化される（例：事故が減る）等、分かりやすい見せ方を考えて提案していただければ、との回答があった。アウトプットが分かりやすい研究テーマは、教育に関するテーマに限らず、どんなテーマでも意識して欲しいとのこと。
- ・規制庁としては、障害防止法を今後どう変えていくか、政策ニーズが欲しい。
- ・核燃のテーマを含めても良い。

#### 5. 本ネットワークを RI センター会議メンバー以外にも広げる方法について

大学等放射線施設協議会との連携を深めていく方向で承認された。

- ・本ネットワーク全体会議を施設協議会の全国研修会の前後に開催する方法もあるとの意見があった。

### 2.1.2. 第 2 回幹事校会議

以下に、第 2 回幹事校会議の議事要旨(資料 2.1-2)を記す。

## 資料 2.1-2 第 2 回幹事校会議議事要旨

日時：2018/01/06 10:00-12:15、13:00-14:50

場所：大阪大学理学研究科 J 棟 3 階セミナー室

参加者：篠原（阪大）、久下（北大）、渡部（東北大）、秋光（東大）、柴田（名大）、  
中島（九大）吉村（阪大）  
高橋（P0、京大）、寺谷（規制庁）

### ◎重点研究テーマについて説明（寺谷、高橋）

#### ・平成 30 年度テーマ

- 1) 科学的根拠に基づく合理的な安全管理に向けた調査研究
- 2) 原子力災害時における人の防護の実践力向上のための調査研究

- ・喫緊の研究テーマは、現在のところあまり無いと思われるので、今後も広いテーマ設定が基本となる。ネットワーク事業の中から出てきた重点研究テーマ案の中に、特定のテーマを設定する必要がある場合は、そのようなテーマ設定もありうる。
- ・今後も公募の際は、2 年程度の研究課題が基本となる。
- ・e-rad を用いる。
- ・研究代表者が複数課題を応募することを制限する。

### ◎重点研究テーマ案

ネットワーク事業を通して拠点化への問題点を挙げていき、その課題を上手く切り分けながら、重点研究テーマとして提案していくことは望ましい。

### ○施設廃止を促す方法案

施設廃止のハードルが高い。1) 施設運用休止、2) 施設の廃止のステップを踏めるように施策を考えてはどうか。

- ・施設廃止、休止に関するアンケートの実施。ただし、実務者レベルと執行部レベルでの考え方がかなり異なるはず。どのようなアンケートのとり方が良いのか、よく考える必要がある。
- ・放射線施設を休止できるルールづくり。どういう状況になったら施設休止できるのかを研究テーマとすることはできないか。
- ・非密封施設廃止に関するトライアルを実施して、簡便かつ安価に廃止できる方法のモデルケースの作成。このモデルケースを広く公表。

◇廃止の手続きで上手く申請を通した方法をネットワーク事業として調査し、それを公表するのが、良いやり方と思われる。

◇規制側がつくるガイドラインは、厳しいものになりがち。学協会がつくるガイドラインを規制庁側がオーソライズする方向性、学会標準を整備していく必要がある。

### ○従事者管理

- ・大学等で放射線施設は廃止したが、所属の教職員・学生が他大学等の放射線施設を利用する場合、その従事者（一元）管理をどうするか。
- ・ネットワーク事業では、問題点の抽出と解決策の提案、及び事業の進展とも関係するが、そのシステム案を提案するところまで。問題点を抽出、整理し、それらを切り分けた形で重点研究テーマとして提案していくことが重要。

◇推進側の話にもなるので、規制庁だけでなく、推進側の関係省庁とも話をして進めていく方法が必要

#### ○教育・人材育成

- ・法定教育の標準化、コンテンツの開発を行うにあたり、大学や関連施設の要請する教育内容を調査する。
- ・コンテンツの開発は重点テーマとして提案する。

◇H30 年度の重点テーマとして申請できるのではないか。また、災害時、緊急時の対応と人材育成についても事業に含めると、ネットワークの継続にも繋がる。

#### ○施設整備について

- ・拠点化構想のミッションとして、拠点となる施設の設備更新を順次進める（年間 1-2 件）ことがあるが、先ずは、ネット事業とセンター長会議の下で、各施設の現状把握のための調査を行う。

#### ○その他

- ・31 年度の重点研究テーマ案は 6 月のセンター長会議までに FIX することが必要。
- ・各研究テーマについて、ワーキンググループの設置を検討してはどうか。

#### ◎本年度の事業について

計画に記載の実施項目については、ほぼ実施済み。計画書の事業実施内容の順番等の小修正について、担当官に問い合わせる。

#### ◎全体会議について

- ・各事業の報告
- ・拠点化を進めるにあたって重要な要素となる施設廃止に対して、必要なことを議論する。
- ・廃止プロセスのモデルケースとなってくれるところが無いか、廃止の計画がある施設等がないか問い合わせ。
- ・重点研究テーマに関するワーキンググループ設置の検討（H30 の申請については、メールにて申請を促すこととする。）
- ・各事業におけるロードマップ、マイルストーンの設定について討議

- ・分子イメージングに関するワーキンググループの開催
- ・次年度計画書案を提示する。事業項目として「拠点化に向けた課題の検討と調査研究（仮）」を加える。
- ・各事業（イベント）、全体会議、幹事校会議のスケジュールの確認。

◎その他

- ・長崎大松田先生の人材育成事業と本ネットワーク事業との連携を深めて行って欲しい。
- ・ネットワーク事業のホームページの開設。
- ・文科省との相談について、規制庁（寺谷様）からも働きかけを試みる。

### 2.1.3. 第3回幹事校会議

以下に、第3回幹事校会議の議事要旨(資料2.1-3)を記す。

#### 資料 2.1-3 第3回幹事校会議議事要旨

日時：平成30年2月10日(土) 17:00～17:30

会場：大阪大学ラジオアイソトープ総合センター会議室

参加者：篠原（阪大）、久下（北大）、渡部（東北大）、秋光（東大）、柴田（名大）、川本（京大）、中島（九大）、高橋（PO、京大）、佐藤（規制庁）

#### 1. 成果報告会について

2月26日に実施される成果報告会について、必要な書類の作成を依頼するとともに全体会議にて承認された内容についてまとめることが承認された。

### 2.1.4. 全体会議議事次第

ネットワーク全体会議の議事次第について、以下に記す（資料2.1-4）。

#### 資料 2.1-4 全体会議議事次第

日時：平成30年2月10日(土)

場所：大阪大学コンベンションセンター

13:45- はじめに、事業の概要説明

14:00- 進捗状況報告

14:30- 関連事業報告：原子力人材育成事業「大学等放射線施設による緊急モニタリングプラットフォーム構築のための教育研究プログラム」（長崎大 松田尚樹先生）

15:00- 協議事項・意見交換

1. RI センター拠点化を目指した調査研究の提案と WG 形成について
2. 重点テーマの提案について
3. H30 事業内容とロードマップについて

16:15- コメント (PO、規制庁)、閉会

## 2.1.5. 全体会議議事要旨

以下に、第2回幹事校会議の議事要旨を記す(資料 2.1-5)。

### 資料 2.1-5 全体会議議事要旨

日時：平成 30 年 2 月 10 日(土) 13:45 ～ 16:45

会場：大阪大学コンベンションセンター会議室 1

議題

- ・はじめに、事業概要の説明
- ・進捗状況報告
- ・関連事業報告：原子力人材育成事業「大学等放射線施設による緊急時モニタリングプラットフォーム構築のための教育研究プログラム」(長崎大学 松田先生)
- ・協議事項・意見交換
  1. RI センターの拠点を目指した調査研究の提案と WG 形成について
  2. 重点テーマ案の提案について
  3. H30 事業内容とロードマップについて
- ・PO、規制庁からのコメント

出席者： 篠原(代表)、久下(北大)、渡部(東北大)、末木(筑波大)、秋光(東大)、原(東京医歯大)、富田(東工大)、寺田(東工大)、泉川(新潟大)、柴(金沢大)、柴田(名大)、川本(京大)、宮本(神戸大)、北(鳥取大)、小野(岡山大)、中島(広島大)、三好(徳島大)、中島(九大)、松田(長崎大)、古嶋(熊本大)、尾上(鹿児島大)、吉村(阪大)、永田(阪大)、高橋(京大炉、PO)、佐藤(規制庁)

1. はじめに、事業概要の説明  
資料に基づき事業概要について説明があった。
2. 進捗状況報告
  - 1) 放射線安全管理担当教職員の安全管理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

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について、資料に基づき事業内容について報告があった。また、実習内容の調査、収集について、過去の全国研修のテーマを収集し、公開の準備を行った旨、報告があった。名古屋大学では、自機関の教育に参考にできるよう、参加機関から実習事例を調査収集したとの報告があった。

#### 2) 分子イメージング技術利用推進検討会

分子イメージングに関する教育研修プログラムの実施内容について、資料に基づき報告があった。検討会にて、参加者に事前アンケートを行い、参加者同士でディスカッションでした旨、報告があった。

#### 3) 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

資料に基づき、現在7大学間でのVPN構築に向けての準備とテストを行っている旨、報告があった。

#### 4) ホームページ

ホームページ内容について報告があった。ホームページは、目的、参加校、教育事業、従事者管理検討事業、各委員会報告のページで構成されている旨、報告があった。

#### 5) 幹事校会議報告

第1回目、第2回目の幹事校会議について、それらの議事要旨を用いて説明があった。

### 3. 関連事業報告：原子力人材育成事業「大学等放射線施設による緊急時モニタリングプラットフォーム構築のための教育研究プログラム」

松田先生より事業について紹介があった。

### 4. 協議事項・意見交換

#### 1) RIセンターの拠点を目指した調査研究の提案とWG形成について

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」をうけて、本ネットワークが、RI施設の連携、拠点化をサポートする活動として、大学等RI施設連携拠点化を目指した調査研究を行い、課題については、H31以降の重点テーマ案として提案する方向性について協議し、承認された。

#### 2) 重点テーマ案の提案について

現在、本ネットワーク参加校からの提案および、ネットワーク幹事校会議での討論に基づいて提案された重点テーマ案が資料に基づいて紹介された。そのうち、RI施設の連携、拠点化に関する重点テーマ案となりうる課題について、WGを作り、21大学全てがWGに参加すること、各テーマの座長を幹事校が担当することが了承された。

(1) 長期的視点に立った施設の運営（施設維持方針）のアンケート調査

（座長：九大、名大）

(2) 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作成

（座長：北大、阪大）

- (3) 施設休止の場合に管理業務の一部免除等を含む施設休止のルール作成の調査研究（座長：東大）
- (4) 他大学、他機関しか利用しない従事者、他機関からの施設利用者の放射線管理に関するルールづくりの調査研究（座長：京大）
- (5) 被ばく情報一元管理のためのシステム構築（座長：東北大）

なお、上記のテーマのタイトル、内容は、大まかな方向性示した暫定的なもので、WGでの議論等により柔軟に変更可能とする。

### 3) H30 事業内容とロードマップについて

RI 施設連携・拠点化を目指した調査研究を事業内容とすることが承認された。本ネットワークの希望として、分子イメージング検討会は、開催校の岡山大学に来年度の分担者となっていただくこと、来年度の事業である実習調査については、幹事校で担当することが承認された。なお、年度毎に分担者が変わることが可能か、規制庁で持ち帰って検討いただくことになった（後日、大丈夫との返事有り）。

## 5. P0、規制庁からのコメント

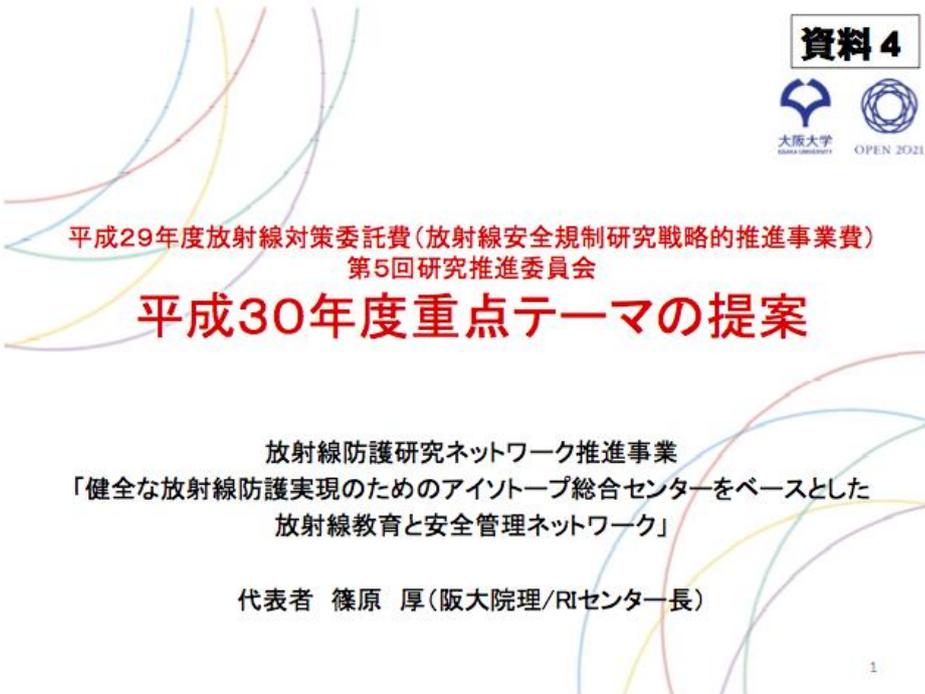
- ・このネットワークで出来たことは、21 大学全てが関わっているためであることを評価の際にはアピールして欲しい。
- ・実施した事業に関しては、実施したことに加えて、得られた成果、新たに出てきた問題点が次年度以降の事業に繋がっていることを意識、アピールして事業を進めて欲しい。
- ・各方面から出てきた問題点や困っていることを吸い上げていただき、それを WG のような形で議論し、規制庁への研究提案につなげていくことによって、問題解決に繋がることになれば、本ネットワークに予算支出する価値があることになるので、その形でぜひ進めていただきたい。
- ・大学ならではの課題をぜひ出して欲しい。
- ・防護企画課が行っている本事業は、現状ある問題を踏まえて、法律改正による解決のために事業者からの話をよく聞き、吸い上げていきたいという姿勢で行われているものである。必要なものの取っ掛かりとして、本事業をぜひ使っていただきたい。

### 2.1.6. 幹事校会議および全体会議開催による成果のまとめ

- ・21 国立大学アイソトープ総合センターでネットワークを構築することにより、大学特有の放射線安全管理、放射線教育に対する問題点の洗い出し、課題解決に向けた議論を行う場を構築することが出来た
- ・将来の非密封 RI 利用状況に基づいた課題の解決に取り組むために、ワーキング・グループを形成して、その議論を開始することで参加校全体が一致することが出来た。

## 2.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力

原子力規制庁における平成30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。今回、重点テーマについては参加校の専任教員および参加校に所属する教員からの提案も受け付けて重点テーマの検討を行った。「平成29年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)研究推進委員会」等において重点テーマを検討する際に参考となる資料を収集・作成した。また、作成した資料について原子力規制庁担当官の確認を受けた。規制庁に提出した資料を次ページ以降にまとめた。



**資料 4**

大阪大学   OPEN 2021

平成29年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)  
第5回研究推進委員会

## 平成30年度重点テーマの提案

放射線防護研究ネットワーク推進事業  
「健全な放射線防護実現のためのアイ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」

代表者 篠原 厚(阪大院理/RIセンター長)

1

### 平成30年度安全規制研究戦略的推進事業 重点テーマ(案)一覧



#### 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施設の空气中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) 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) ジェネレータ産生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

## 平成30年度安全規制研究戦略的推進事業 重点テーマ(案)一覧 (続き)



### 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

3

## A-1) 医療機関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



### 背景・必要性

医療機関では障害防止法(RI法)、医療法、臨検法のそれぞれで放射性廃棄物が発生するが、これらは現状、それぞれの法体系の下で処理しなければならない。最近のRI法の改正により、RI法下の廃棄物が炉規法で処分できるようになり、規制庁としては廃棄物の合理化(他の法令の廃棄物についても一本化)の方向で考えている。また、厚労省内でもその動きが始まっている。

<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000169257.pdf>

### 研究目的・内容

- 1) 現在の医療機関の中で放射性廃棄物がどのような現状であるのかを把握するために、どのような廃棄物がどれだけ発生するのかを調査する。
- 2) 廃棄物軽減のための研究を行う。

コメント: RI法の7日間ルールが他の核種にも適用できないか一緒に検討するテーマにならないか。医療施設以外での適用についても検討に値する。

4

## A-2) RI施設の空气中RI濃度、排気、排水の合理的管理に関する研究



### 背景・必要性

放射線施設の維持、運営、更新には多額の予算が必要である。ICRP勧告にあるように防護の最適化には、社会的、経済的要因を考慮に入れながら、合理的にできる限り低く被ばく線量を制限することにある。安全性を担保しつつ、放射線施設の維持、管理を経済的に行っていく観点から、実際の使用実態と排気、排水中への混入量の関係を調査することが必要である。

### 研究目的

実際のRI利用に即して、そのRI使用量から担保すべき排風機の稼働時間、排水設備の能力に対する考え方を提供し、合理的な排気・排水計算を提案する研究を行う。また、排気量担保のための簡易的な測定法を開発する。

### 研究内容

- 1) 空气中RI濃度測定による非密封RIの飛散率測定
- 2) 実際のRI利用に基づく空气中、排気中、排水中濃度の評価
- 3) 使用量に基づく最適な排風能力、排風時間の評価
- 4) 排風機フィルターのRI濃度測定と計算
- 5) 排水混入率測定

コメント：当初は、医療用の核種や、良く研究で利用されている核種に絞って研究する。

## B-1) 放射線発生装置施設における危険性の定量的評価研究



### 背景・必要性

法改正において危険時の措置の充実強化が盛り込まれた。放散性、非放散性RIについては、比較的危険時の評価が行いやすいのに比して、放射線発生装置は発生原理、利用形態、ユーザーによって状況が大きく異なる。

### 研究目的

本研究では、大型放射線発生装置施設が潜在的に持っている危険性を定量的に評価する。

### 研究内容

- 1) 照射室内閉じ込めによる被ばく評価
- 2) ターゲット溶解・漏洩による内部被ばく評価
- 3) 放射線発生装置利用者のためのVR教育ソフト開発

コメント：大型放射線発生装置に限らず、放射線発生装置全般の話にし、そのモデルケースをつくるために大型加速器や医療用小型加速器を使うことを検討。

## B-2) ジェネレータ産生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



### 背景・必要性

$^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータから溶出される $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (半減期:6時間)は、核医学診療で最も汎用される放射性核種であり、その安全な取扱と管理、放射性廃棄物の適正管理と廃棄物低減は、医療機関、研究機関だけでなく、社会的にも重要な課題である。一方、近年欧米では、 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ ジェネレータから溶出された $^{68}\text{Ga}$ (半減期:68分)で標識した化合物・放射性医薬品の利用が急速にすすんでいる。近い将来、本邦においても $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ ジェネレータの利用が急激に増大すると予想される。これに伴い、 $^{68}\text{Ga}$ で汚染された放射性廃棄物も急激に増加すると考えられることから、その放射性廃棄物の適正管理と廃棄物低減は喫緊の課題である。また、 $^{68}\text{Ga}$ はポジトロン放出核種であり、高エネルギー(511 keV)の消滅放射線を放出することから、被ばく防止・低減のための安全取扱法、管理法の確立も極めて重要な課題である。

### 研究目的

ジェネレータ産生短寿命金属核種の利用に関する合理的な放射線安全管理のあり方を研究し、被ばく防止・低減のための安全取扱法、管理法、及び放射性廃棄物の適正管理と廃棄物の低減方法を提案する。

7

### 研究内容



#### 1) 被ばく防止・低減のための安全取扱法、管理法に関する研究

- $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータ、及び $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ ジェネレータの取扱における被ばく線量を定量的に評価し、比較検討する。
- 上記結果から、被ばく防止・低減のための安全取扱法、管理法を策定・提案する。

#### 2) 放射性廃棄物の適正管理と廃棄物の低減方法に関する研究

- $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータ、 $^{68}\text{Ge}$ - $^{68}\text{Ga}$ ジェネレータからの異核種の溶出を定量的に評価する。
- 研究機関、医療機関から廃棄される廃棄物の量を調査し、その結果から廃棄物量の経時的変化をシミュレーションする。
- 上記の結果を比較検討することにより、放射性廃棄物の適正管理と廃棄物の低減方法を策定・提案する。

コメント:この提案は、上記「医療機関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」に関するコメント(「RI法の7日間ルールが他の核種にも適用できないか」と一部同様の提案で、対象をジェネレータ産生短寿命金属核種に限定したものです。

8

## B-3)放射線施設におけるヒヤリ・ハット事象の 収集と検証に関する研究



### 研究目的・内容

重大事故を未然に防ぐために、こういった行動が不安全、不安定行動になるか知っておくことが重要である。そこで、各放射線施設で起こったヒヤリ・ハット事例を収集、検証し、それをデータベース化する。(事故事例については、原子力安全技術センター編集・発行の「放射性同位元素等事故事例(第12版)」がある。)

なお、今後3年弱のうちに特定許可使用者には、PDCAサイクルについて予防規程への明文化が求められている。

9

## C-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



### 背景・必要性

(緊急被ばく医療については、既に今までに様々な取り組みが行われています。)

放射性物質を用いたテロは、NBCテロ(N: nuclear, B: biological, C: chemical)の一つとして扱われ、その発生時には警察、消防、医療機関などが協力して対応にあたる枠組みが形成されている。しかし、この枠組みの中には、通常は近隣の核医学専門医や放射化学研究者は含まれておらず、日本原子力研究開発機構や量子科学技術研究開発機構が連携して放射性物質の特定などを行うこととなっている。また、放射線テロに対する治療は緊急被ばく医療として行われるが、緊急被ばく医療は自然災害や事故によって生じた放射線被ばくを主として扱っており、テロ時の被ばくに関する対応は十分ではない可能性がある。緊急被ばく医療に対するプロフェッショナルは、弘前大学、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学などで育成されているが、テロの標的となり易い東京や大阪では、このような人材は明らかに不足している。

### 研究目的・内容

本テーマでは、放射線テロを想定した被ばく医療プロフェッショナルを、以下の項目を修得した人材として育成する。核医学専門医や放射化学研究者の意見を十分に取り入れ、放射線テロ時に統括リーダーとなり得る人材の育成を目標とする。

- 1) 現時点で可能な放射線テロの把握とそれに対する対応
- 2) 現行の放射線テロに対する対応体制の検証
- 3) 様々な放射性物質の理解と測定・防護技術
- 4) 緊急被ばく医療における放射性テロの特殊性の理解
- 5) 市民や医療関係者に対する放射線テロや緊急被ばく医療に関する啓蒙活動
- 6) 国内外の関連被ばく医療機関における研修

10

## C-2)放射線教育標準化のための 教育訓練教材開発



### 研究目的

教育訓練の時間数の変更が現在検討されている。そこで、放射線作業者の教育水準を担保するために、基礎知識や危険時における基本的な措置の理解のために全国共通レベルの品質保証された放射線教育訓練教材を開発する。

### 研究内容

- 1)短時間に対応した共通的な教育教材
- 2)e-ラーニング教材開発
- 3)VR実習教材開発
- 4)外国人を対象とした教育訓練教材開発
- 5)多施設利用者に対する教育の標準化

11

## D-1)緊急時における難測定核種の 迅速な環境分析法開発



### 背景・必要性

放射性物質の環境分析法は、各試料、核種種について文部科学省により日本分析センターから公定法として出版され周知されている。しかし、これらの方法の多くは緊急時を想定した方法とはいえず、特に難測定核種については分析に時間のかかる場合が多い。福島原子力発電所事故を契機に、環境中への放射能漏れ等の緊急時に対応した迅速な分析法の開発の必要性が求められている。

### 研究目的・内容

以下のような項目について課題を設定し、新たな緊急事対応の放射能分析の公定法を定める。

- 1)緊急時のレベル分けの検討。第1フェーズ：緊急事象発生時直ぐ(即日分析、放射能のオーダーレベル)、第2フェーズ：事象進行中(1日間、辺定量分析)、第3フェーズ：緊急事象への対応終了後(数日間、定量分析)
- 2)上記レベル分けに基づく既存の公定法の見直し
- 3)新規迅速分析法の開発(主な難測定核種：90,89-Sr、Pu、等)
- 4)複数機関による分析法の確認(標準試料の分析テスト)

コメント：公定法の改定については、すでに規制庁の別予算で進んでいる？

12

## E-1)研究教育用RI投与動物の合理的な安全管理の検討



### 研究背景・必要性

獣医療法では、動物種、核種、行為ごとにRI投与動物の退出基準(動物病院から飼育者が家に持ち帰る)が設けられていて、例えば犬猫のF-18 FDGでは24時間、C-11、N-13、O-15ではそれぞれ4、1、1時間(近々獣医療法施行規則改正予定)です。研究教育用RI投与動物であっても、同じように動物種、核種、行為ごとに退出基準を設けることができるはず。そうすれば、管理区域外における先端機器を用いた作業、分析、解析を引き続き行えることとなります。これは短半減期 $\alpha$ 核種、分子イメージング用長短半減期核種のいずれにも関わる課題です。

### 研究目的・内容

研究教育用RI投与動物について、動物種、核種、行為ごとに退出基準を検討する。また、そのために、RI投与動物からの呼気、代謝によるRIの放出率の測定をおこなう。さらに、退出基準のみに特化せず、もう少し膨らませて、研究教育用RI投与動物の合理的な安全管理の検討をおこなう。

13

## E-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



### 背景・必要性

放射線透視を併用手術は、近年のハイブリッド手術室、即ち血管造影・X線透視装置を有する手術室の全国的な広がりに伴って増加している。中でも、心臓外科や循環器内科が行う胸部大動脈瘤や腹部大動脈瘤に対するステントグラフト治療は、患者に対する侵襲も低いことから、ますます増加することが予想されている。しかし一方で、放射線に対する知識の乏しい医師の参入も増加することが懸念されることから、X線被ばく管理が今後問題となってくると考えられる。

### 研究目的・内容

放射線透視併用手術における術者および患者の被ばくを中心に、関連の事項も含めて検討する。特に術者の被ばくに関しては、水晶体の被ばくにも注目する。放射線透視併用手術時の全体的なX線被ばく量低減を目標とする。

- 1)放射線透視併用手術における術者のX線被ばく線量の測定
- 2)手術室で関係する麻酔科医やパラメディカル被ばく線量の測定
- 3)患者被ばくの測定(近年医療被ばくも少しば問題とされるため)
- 4)被ばく低減に関する手技や防護具の検討
- 5)放射線透視併用手術時の漏洩線量の測定

14

## E-3)CTでの患者被ばく低減に関する研究



### 背景・必要性

日本は世界一のCT装置保有国であり、それに伴って患者に対するX線被ばく線量も多いことが問題とされている。患者被ばくは医療被ばくとして線量限度が設けられていないが、とすれば容易に全身や複数相(造影後の撮像タイミング)のCT撮像を行ってしまうことから、被ばく線量は増加傾向にあった。最近ではメーカーが被ばく量低減を実現したCT装置を開発し、また、診断参考レベルなる撮像時被ばく線量の努力目標も公表されたことから、一定の効果はあったものと考えられている。しかし、特にがんの領域において、近年新たな抗癌剤や分子標的薬、免疫療法薬などが次々と使用可能となり、その治療効果判定にあたって頻回にCT撮像が行われることも稀ではない。

### 研究目的・内容

本テーマでは、CTでの患者被ばく低減に関する研究として、以下の項目を検討する。

- 1) 治療前から治療後1年程度の期間のCT検査における検査毎および累積被ばく量の測定
- 2) がんや循環器、呼吸器などの領域の代表的な疾患患者における被ばく量の測定
- 3) CT装置での被ばく低減撮像技術やプロトコルの検討
- 4) 被ばく低減撮像を行ったCTを用いた診断能の評価
- 5) 被ばく量や診断能の観点からみた診断参考レベルの妥当性の検討

15

## E-4)大量核燃料保管管理法の研究



### 背景・必要性

現在、実験装置が廃止され使用用途が無いウラン燃料が保管されている大学がある。しかし核燃料は廃棄できないことから、それ以来保管管理を続けている状況である。核燃料は、IAEAの査察を受ける必要があり、定期的に受けているが、その度にセキュリティについては十分に注意するよう指導を受けている。問題は、核燃料の検認であり、IAEAでも独自の方法により、これが本当に核燃料(種類や濃縮度)であることを現場で確認している。

### 研究目的・内容

ウラン燃料がウラン燃料であることを確認するための技術開発を行う。燃料のすり替え等が起こった場合でも、それが現場で速やかに確認できるシステムの開発を行う。

16

## E-5)大量トリチウムの保管管理法の研究



### 背景・必要性

現在阪大未臨界実験棟には、数千Ciのトリチウムが保管管理されている。これらは、核融合炉研究のために建設された大阪大学強力14MeV中性子工学実験装置OKTAVIANの中性子源ターゲットとして使用されてきたものである。約30年前、科研費核融合特別研究により多量のトリチウム回転ターゲットが製作され、その使用済みターゲットを保管管理している。これらは、本来、日本アイソトープ協会が引き取ることとなっているが、当時、協会を通さずに直接海外から購入したため、協会は引き取ることができない。阪大ではこのため、これらの使用済みターゲットを半永久的に保管管理することとした。重要な点は、トリチウムの漏えいである。トリチウムは水素であるため、容易に水の水素と同位体交換することが知られている。

### 研究目的・内容

未臨界実験棟では現在トリチウムを測定することができないため、施設内でトリチウムを計測する装置の開発を行うことが本研究の目的である。

コメント：大阪大学の事例で説明しているが、九州大学などでも同様の事例があり、より一般的なテーマとして扱うようにしたい。

17

## E-6)大強度中性子線源保管管理法の研究



### 背景・必要性

現在阪大未臨界実験棟には、5CiのAmBe線源が保管されている。これらは、かつては未臨界実験棟が保有していた未臨界実験装置の中性子源として使用していたが、現在は装置が廃棄されたため使用していない。しかし、純粋な中性子源としての利用価値はあるため、現在も学内外からの使用者が共同利用できるようにしている。この線源は極めて強力な中性子及びガンマ線源であることから厳重な保管管理が必要である。そのため遮へい容器、計測機器などを準備して、常時計測し安全に保管管理している。しかし、使用時の被ばくは避けられない。中性子とガンマ線が混在する場での線量測定は、特に粒子のエネルギーが高くなると困難になることが知られている。

### 研究目的・内容

高エネルギー中性子と高エネルギーγ線が同時に放出されるAmBeを使用する際にどの程度被ばくするかを正確に計測する装置の開発を行う。

コメント：大阪大学の事例で説明しているが、九州大学などでも同様の事例があり、より一般的なテーマとして扱うようにしたい。

18

## 2.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理

全国にある国立大学アイソトープ総合センターを物理的にネットワークでつなぎ、連携することにより、放射線情報の一元管理を行うことを目的とする。近年、さまざまな放射線利用が広がり、雇用体系も複雑化している中、放射線作業者の一元的な管理が今後ますます重要となる。また、これまで個々の施設で行われてきた放射線管理業務を、ネットワークを通して連携することにより、作業の標準化および品質保証、そして管理業務の合理化を図る。さらに放射線教育の e-learning コンテンツを本ネットワーク上で配信できるインフラを整え、放射線作業者の利便性を図る。すでに多くの諸外国では放射線作業者の一元管理システムが運用されている。本ネットワーク事業では、全国の放射線施設をつなげた大規模 RI 管理ネットワークを構築するための問題点を調査、抽出し、その問題解決に向けた方策を提案する。

大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理について、以下の事業を行う。ただし、研究は、分担研究者（渡部浩司）の所属機関（東北大学）に再委託して、分担研究者が行った。

### 2.3.1 国立大学アイソトープ総合センター群における放射線施設情報管理システムの実態調査

#### 2.3.1.1. 設問内容

21 国立大学アイソトープ総合センター担当職員に対して、以下の設問を行い、各大学がどのように放射線管理情報を管理しているのか実態調査した。

- 設置年度
- 設置費用
- 維持費用
- システム開発元
- 利用範囲
- 利用形態
- ソフトウェア形態
- 管理情報の種類
- 各放射線作業者について管理している情報
- 個人 ID の付与方法
- 大学外の従事者をシステム内に入れられますか？
- 搭載機能
- その他、システムの特徴など特記事項

#### 2.3.1.2. 回答および考察

すべての大学においてなにかしらのコンピュータによる放射線情報管理を行っていた。導入時期は最も古いもので 1996 年、最新は 2017 年、中央値は 2010 年となっており、多くの施設でこの 10 年以内に導入が進んでいることがわかる。設置費用は 3 万円とほとんど内製して費用がかかっていないケースから外注により最大 5000 万円以上の費用が掛かっているものまで千差万別であった（平均 1948 万円）。半数以上の大学で維持費用をかけておらず、経常的な費用の調達の困難さがうかがわれる。外注先の会社は 5 社あり、放射線管理全般を行っている大規模な会社

あるいはソフトウェア開発専門のソフトハウスであった。複数事業所の放射線作業員管理ができるものが7校あり、それ以外は、1事業所内の放射線作業員管理のみが行える。1事業所のみ放射線作業員管理の場合、ある放射線作業員が別事業所で作業を行う場合、紙ベースでの放射線作業員情報のやり取りが行われており、作業の非効率化をまねている実態がうかがわれる。

11校で導入されているシステムでは、ソフトウェアの仕様として学内ネットワークにつなげることができ、さらに7校では通常のWebブラウザからのデータの閲覧ができるようになっており、管理者の利便性を図っている。その一方、ネットワーク接続に起因したセキュリティ対策は重要となっており、管理コストがよりかかると予想される。

すべての大学において、システム内で管理している各放射線作業員の情報は、年齢・所属、健康診断歴、外部被曝歴、内部被曝歴、教育訓練歴を記録しており、外部の放射線施設への移行する上では十分な情報を持っているといえる。しかし、大学間でのデータのやり取りは考慮されておらず、実際にデータをやり取りするためには、放射線管理担当者に相当量の作業量を強いることとなる。また、約70%の施設で各放射線作業員のIDは独自IDを利用しており、自動的な名寄せができないため、複数の施設をまたいだ個人の被ばく歴の検索は多大な労力を必要とする。

### 2.3.1.3. 海外における放射線作業員の管理に関する調査

海外において、日本同様、ICRP(国際放射線防護委員会)の勧告に則り、放射線作業員の生涯線量が1Svを超えないように100mSv/5年および50mSv/年の線量限度が採用されており、これを担保するための仕組みは日本以外の多くの国で取り入れられている。本事業において海外の取り組みに関して論文およびWebページを中心に調査した。

放射線作業員の被ばく管理に関する国際的な取り組みはORPNET (<https://www-ns.iaea.org/tech-areas/communication-networks/orpnet/>)のホームページから国際的な組織、例えばThe Information System on Occupational Exposure in Medicine, Industry and Research (ISEMIR), Information System on Occupational Exposure (ISOE)の活動をたどることができる。

中国に関してはWang, Hong-Bo and Yu, Hai-Tao and Sun, Quan-Fu (2016) Individual Monitoring and Occupational Dose Record Management in China: History, Current Status and Perspectives. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13 (6). p. 558 に詳しく記載されている。それによると中国において、2010年から全放射線作業員に対する線量登録システムが稼働している。

EUは国境を越えた放射線作業員の被ばくが容易にあり得るため、先進的な取り組みが他国に先行する形で進められている(EURADOS, TASK group (2009) RADIATION PROTECTION NO 160 Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation.)。

カナダではNational Dose Register (NDR)という放射線作業員の被ばく量管理を行う組織が、たいへんわかりやすいWebページを立ち上げており、<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/occup-travail/radiation/regist/index-eng.php>

合理的な管理が進められていることが窺い知れた。

## 2.3.2. 放射線作業者などの情報管理の方法調査

### 2.3.2.1. 接続方式の検討

放射線情報一元管理ネットワークでは、放射線従事者に関する個人情報を扱うため、セキュアな通信を行う必要がある。ユーザー端末からデータベースサーバーにアクセスするセキュアなネットワークを構成するには、いくつか方法がある。

#### ① インターネットに接続された Web サーバーにおいて https によるサービス

既存インターネットと https の暗号通信を利用し、サーバーへのアクセスを行う。https をサポートしたサーバーにアクセスすることによって、通信をセキュアに保つことができる。現在では、インターネットは広く普及しており、多くのコンピュータがインターネットにつながっており、費用や配線工事などに関して低コストで接続することができる。しかし、サーバーや、ユーザー端末はインターネットに直接されており、サーバーやユーザー端末への攻撃による情報漏えいの可能性が考えられる。またサーバーやユーザー端末からインターネット上にある悪意のあるサイトからウイルス、マルウェア、トロイの木馬などといった有害ソフトウェアを取得する可能性もある。これらの対策が重要になってくる。また、VoIP のような Web 以外のプロトコルについては利用することができない。

#### ② 既存インターネットと SSL/TLS 等の暗号通信を利用し、VPN サーバーへの VPN ルーターを介したデータベースサーバーへのアクセス

SSL/TLS をサポートした VPN サーバーに VPN ルーターに接続されたデータベースサーバーやユーザー端末からアクセスすることによって、通信をセキュアに保つことができる。インターネットを利用するが、VPN ルーターにおいて、データベースサーバーやユーザー端末からインターネットへの接続ができないように設定しておくことにより、インターネットからの脅威を防ぐことが可能となる。しかし、VPN ルーターと VPN サーバー間はインターネットを利用するため、インターネットのトラブルによる通信速度の低下や停止といった問題は存在する。

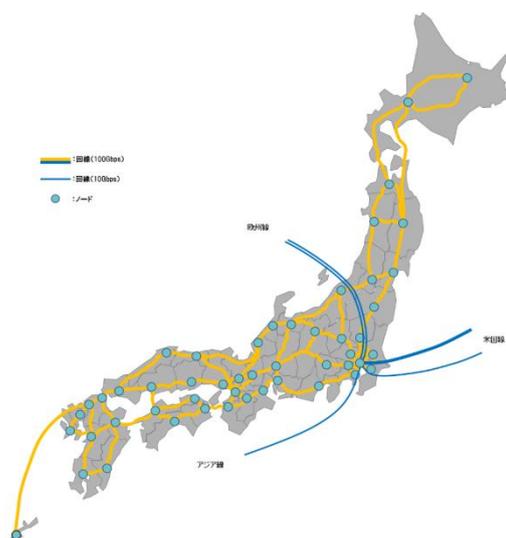
#### ③ 専用のネットワーク回線

データベースサーバーやユーザー端末をインターネットとは独立して構築されたネットワークに接続して通信を行う。インターネットとは独立しているため、それらによる脅威を防ぐことができる。高品位な回線を使用することにより、安定した通信も可能となる。しかしながら、あらたに回線の工事等を行うことになり、設置費用、維持費用などのコストがかかる。また、インターネットとは独立しているため、インターネットを利用したサービスを使用することができない。

費用の面が解決できれば、最後の③の方式が、一番セキュアであり、安定した通信が望める。今回のプロジェクト参加拠点は、すべて学術情報ネットワーク SINET に物理的に接続されている。SINET で提供されている L2VPN を利用することにより、専用回線による接続が可能となる。

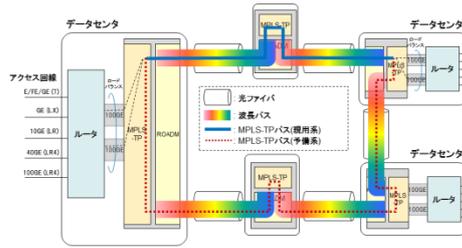
### 2.3.2.2. SINET について

SINET (Science Information NETwork:サイネット) とは、国立情報学研究所 (NII) が運用している、国内大学、研究機関等の学術情報基盤、情報通信ネットワークである。研究・教育に関係する人々のコミュニティ形成支援、多岐にわたる学術情報の流通促進を図るために、全国にノードを設置し、大学や研究機関に先進的なネットワークサービスの提供を行っている。海外とも、米国 Internet2 や欧州 GEANT をはじめとする、多くの海外研究ネットワークと相互接続をしている。2017 年 4 月の時点で、すべての国立大学をはじめ、全国 800 を超える大学や研究機関と接続されている。2016 年 4 月より SINET5 の本格運用が始まった。以下の 5 つのコンセプトをもとに運用されている。先進性：光伝送技術を用い、遅延時間を最小化するため、全県データセンター (DC) 間をフルメッシュ接続するなど、最新技術を導入している。超高速性：DC 間の回線帯域を 100Gbps とし、面展開を指向した超高速ネットワーク。高信頼性：多階層化された最先端ネットワークアーキテクチャの階層毎に冗長構成をおこない、障害を回避し迂回する方式を導入、これらを連携されることにより、高信頼なネットワークを構築。国際性：米国を経由しない、欧州、アジア直結回線を含め、4 方の海外接続により、国際共同プロジェクト支援を強化。高機能性：セキュリティ、クラウド導入支援、学術コンテンツなど、学術情報の多彩な展開をサポートしている。

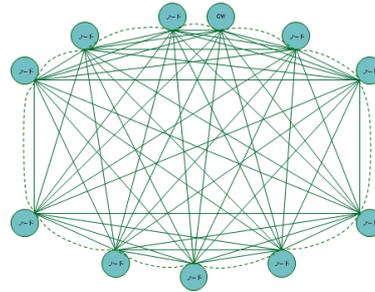


学術情報ネットワーク SINET5 回線構成図 (SINET ホームページより)

最先端の技術を用い、SINET5 の先進性、超高速性、高信頼性を実現するアーキテクチャを実現している。さまざまなネットワークパケットを効率よくスイッチングする伝送装置である MPLS-TP 部間は光をリング状に接続し各種波長の光を自由に出し入れすることができる ROADM を介して、接続されている。MPLS-TP パスは、高信頼化のために二重化されている。また、MPLS-TP パスは、全ノード間にフルメッシュを張り、転送遅延時間を少なくしている。



DC の構成と伝送装置による接続 (SINET ホームページより)



MPLS-TP によるフルメッシュネットワーク (SINET ホームページより)

### 2.3.2.3. SINET で提供されている L2VPN サービス

SINET で提供されている高速で高品位な回線を利用したサービスの一つに L2VPN サービスがある。L2VPN とは、SINET の回線を巨大な一つのスイッチングハブであるかのようにみなすことができる L2 (レイヤツー。OSI 参照モデル第 2 層。データリンク層。第 1 層 (物理層) の上の層で直接接続されている通信機器の信号の受け渡しを規定している) インフラを提供するサービスである。L2 であるので、自由度が高く、通信プロトコルは TCP/IP 以外も可能であり、仮想的に作られた独立したネットワークであるため、L2VPN 内では IP アドレスの設定などネットワーク設計を自由にすることが可能である。以下に、SINET の L2VPN を利用した例を示す。

#### L2VPN の事例その 1

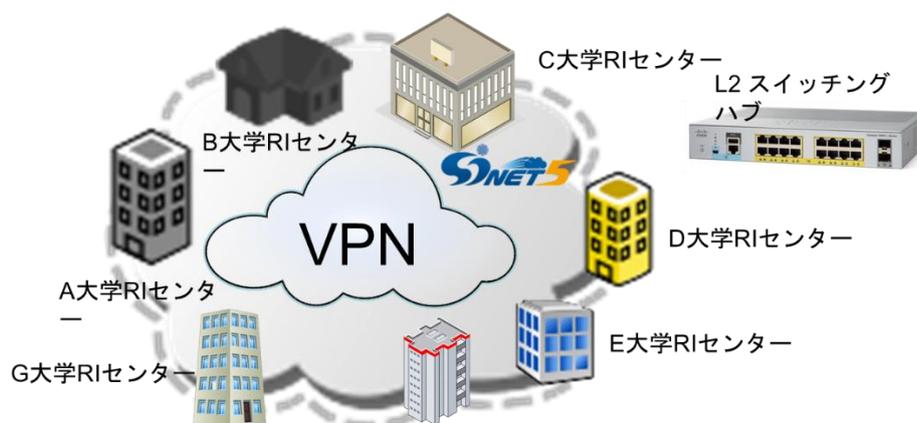
宇宙観測研究、重力望遠鏡「KAGURA」、大型水チェレンコフ観測装置「スーパーカミオカンデ」。いずれも観測時に大量のデータが生成される。これらを直ちに解析するためには、低遅延、高容量、高速回線が必要となる。1 年間で生成される 650TB 以上のデータを東大や大阪市大へ転送したり、国内外の共同研究者へデータの提供をしたりするのに、L2VPN が利用されている。

#### L2VPN の事例その 2

国立大学病院における医療情報遠隔バックアップシステムの構築。医療データは、災害などで失われてしまうと、診療などに大きな支障がでてしまう。また、セキュリティやコンプライアンスなどへの目配りも重要となる。同じ施設内でバックアップを作成しても、その施設全体が被災した場合、データは保全されない。また、データサイズはフルバックアップの場合、毎日 2.6TB もの容量になるので、商用の回線で賄おうとすると費用も高額となる。SINET で接続された国立大学や大学病院でのデータのバックアップに SINET の L2VPN が利用されている。(事例はいずれも SINET ホームページより)

これまで述べてきたように、放射線情報には、個人情報も含まれ、場合によっては大量のデータが発生する可能性もある。また、放射線取扱施設は大学や研究施設が多く、多くの施設が

SINET に接続されている。このため、高速でセキュアなネットワークを構築するには、SINET の L2VPN は最適であり、今回のプロジェクトで採用することとした。



本ネットワークの概念図

#### 2.3.2.4. 本プロジェクトでの SINET の L2VPN 利用

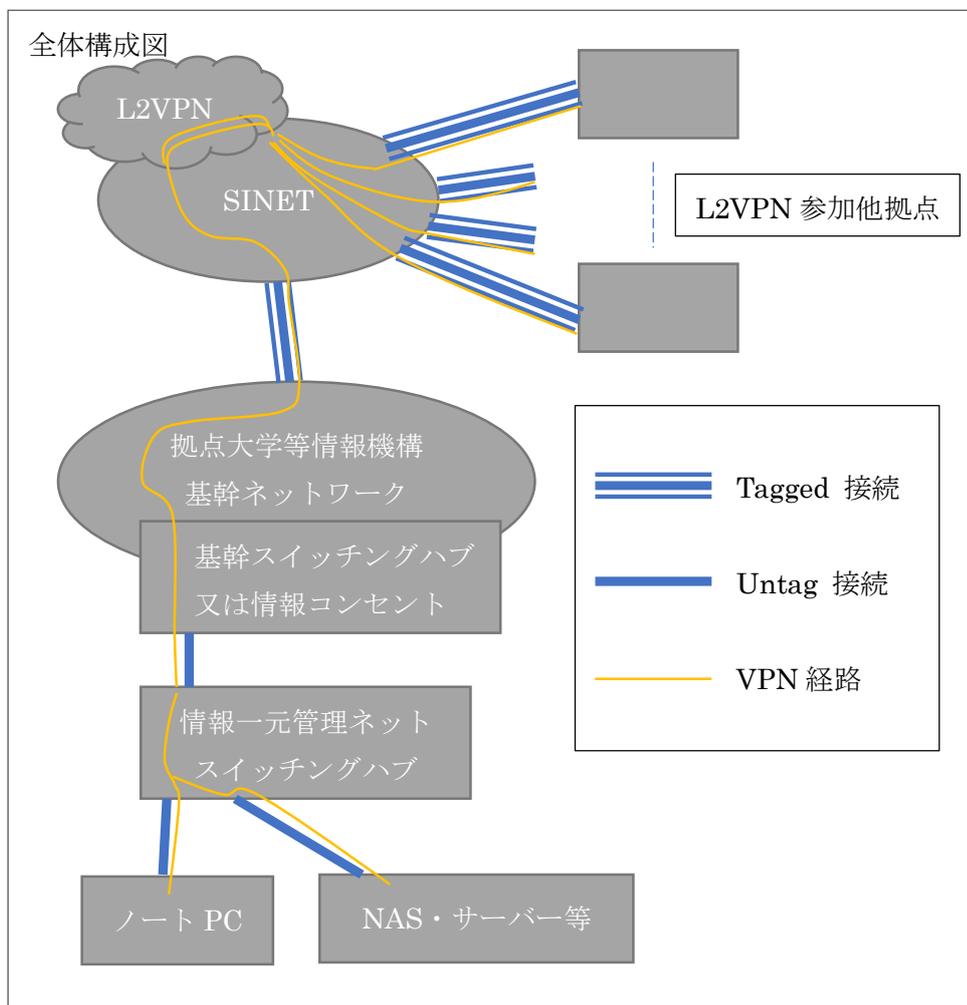
SINET の L2VPN を利用する準備として、全グループメンバーが SINET に加入し物理的に接続していること、VPN サービスについてグループ内での調整などがある。本プロジェクト参加大学、北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学は、すべて SINET に加入しており、物理的接続もされていたので、L2VPN の申請作業を開始した。L2VPN を利用するためには、まず、グループ代表者による VPN 利用開始申請を行い、次に各メンバーによりサービス利用申請を行う。まず、VPN を利用するために、グループ代表者による、VPN 利用開始申請が必要となる。グループ代表者を東北大渡部とし、利用サービスガイドラインの確認、利用開始日の目安などを決定し、SINET へ申請をした。平成 29 年 8 月 8 日付で、利用サービス：L2VPN、VPN 名：UMRIC-L2、利用開始予定日：平成 29 年 9 月 1 日、申請用 ID：527 として、申請が受理され、VPN を構成する準備が完了した。次に、それぞれの拠点にて、サービス利用申請を行う。各大学の情報基盤課等で選ばれている LAN 管理責任者と連絡をとりつつ、申請済みの VPN へ接続するための、サービス利用申請を行った。利用申請に先立ち、接続の物理的構成などは、各大学によって異なるため、各大学の担当者が接続の構成や必要な工事などを決定し、事業をすすめていった。平成 30 年 3 月 26 日に、北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学で接続の確認が完了した。

#### 2.3.3. 本プロジェクトでのハードウェア構成

##### 2.3.3.1. 全体の構成

SINET から各参加拠点は物理接続されており、この回線を利用して、各拠点に SINET-L2VPN の経路を tagged パケットにより接続する。各拠点の情報機構基幹ネットワーク中も tagged パケットにより接続される。情報機構基幹ネットワークと本プロジェクトのスイッチングハブの境界において、tag 情報を外し untag パケットとし tag のない状態のパケットが流れている回線を本プロジェクトのスイッチングハブに接続する。これにより、本プロジェクトのスイッチングハ

ブのそれ以外のポートを用いれば SINET-L2VPN に直接接続することができる。本プロジェクト7拠点にスイッチングハブとノート PC を設置し、東北大学と大阪大学にはさらにサーバーと NAS を設置した。



### 2.3.3.2. スイッチングハブ

将来の拡張を考え、リモート監視・メンテナンス、QoS 処理、トラフィック監視など高度なネットワーク機能が利用可能なスイッチングハブとして、標準的な Cisco 社製のスイッチングハブ (CISCO WS-C2960L-8TS-LL) を使用した

([https://www.cisco.com/c/ja\\_jp/products/collateral/switches/catalyst-2960-l-series-switches/datasheet-c78-737665.html](https://www.cisco.com/c/ja_jp/products/collateral/switches/catalyst-2960-l-series-switches/datasheet-c78-737665.html))。リモート監視機能により、ネットワークの疎通確認も行える。このスイッチングハブは 10/100/1000 イーサネットポートを 8 ポート、アップリンクインターフェースとして SFP を 2 ポート装備した、小規模から中規模の起業向けのアクセススイッチングハブで、レイヤ 2 の高度な機能を備えている。



#### 2.3.3.3. サーバー (vmware host)

高機能クラウドストレージサーバーや、VoIP サーバーなど、様々なアプリケーションをネットワーク上で稼働させるための vmware host として、HP 社製 HPE MicroSvr Gen10 を使用した (<https://www.hpe.com/jp/ja/product-catalog/servers/proliant-servers/pip.hpe-proliant-microserver-gen10.1009955118.html>)。CPU は AMD Opteron X3216 を 2 台、メモリ 8GB、ハードディスク 1 TB、ネットワークインターフェース 2 台でサーバーとして十分なスペックを備えている。後述するようにバーチャルマシンのホストアプリケーションである、vSphere Hypervisor を稼働させている。東北大学と大阪大学に設置し、将来的には遠隔バックアップなどの機能を整備する予定である。



#### 2.3.3.4. サーバー (NAS)

上記サーバーの補助的なストレージや、一般的なデータの保存場所としてのストレージとして、ニューテック社製 NSN1T5NASDTIXY-T を使用した。1TB のハードディスクが 5 台、ネットワークインターフェース 2 台を装備している。Linux ベースの OS を採用しており、NFS、SMB、FTP、HTTP、iSCSI、をサポートしている。東北大学と大阪大学に設置しており、非同期レプリケーションの機能を使うと、自動的に日次バックアップをとることができる機能も備えている。



SmartNAS



### 2.3.3.5. ノートパソコン

データベースのアクセスや、テレビ会議を行うための端末として、HP 社製 ProBook450 を使用した ([http://jp.ext.hp.com/notebooks/business/probook\\_450\\_g3/](http://jp.ext.hp.com/notebooks/business/probook_450_g3/))。OS は Windows10Home、CPU は Celecon3855U、メモリ 4GB、ハードディスク 500GB を装備している。無線 LAN や光学ドライブなどの機能は廃し、カメラやスピーカーを備え、必要最小限な機能が備わった廉価なビジネスノートパソコンである。



システム全体図

#### 2.3.4. 使用したソフトウェア

本プロジェクトでは、インターネットに接続されていないネットワークを使用するため、インターネット上にあるクラウドソフトウェアを使用することはできない。電話会議ソフトである Skype (<https://www.skype.com/ja/>) や、オンラインストレージである dropbox (<https://www.dropbox.com/>) などといったソフトは使用することができない。独立して動作可能なソフトウェアを選び、使用した。しかしいくつかのソフトウェア (vSphere Hypervisor、nextcloud、FreePBX など) では、アップデートのためにインターネット接続が必要になるので、セキュリティを確保した状態で、これらのソフトからのみインターネットへ接続ができるようにしてある。

##### 2.3.4.1. Vmware

複数のバーチャルマシンを動かすための、ハイパーバイザーソフトウェアである VMware 社製 vSphere Hypervisor を使用した (<https://www.vmware.com/jp/products/vsphere-hypervisor.html>)。このソフトはバーチャルマシンのホストとして使用でき、複数のインテルアーキテクチャのバーチャルマシンを動かすことができる。東北大学と大阪大学に設置してあるサーバーマシンにインストールしてある。この以降に述べる、ubuntsu、Nextcloud、FreePBX、など複数のソフトウェアをこのホストの上で稼働させている。将来的に vSphere にアップグレードすることにより、ハードウェアに異常があった場合に瞬時に予備のハードウェアにバーチャルマシンを瞬時に移動することができるライブマイグレーションや負荷分散のためのロードバランシングなどといった機能を利用することができるようになる。ライブマイグレーションは、広域バックアップや、大災害の際の事業継続性の向上などに寄与する。ソフトウェアアップデートのために、インターネットへの接続がされている。

##### 2.3.4.2. Ubuntu

Linux 系の OS である (<https://www.ubuntu.com/>)。Nextcloud や arpswatch を動かすための OS として使用している。ソフトウェアアップデートのために、インターネットへの接続がされている。

##### 2.3.4.3. Nextcloud

オープンソースモデルで開発されているクラウドシステム(<https://nextcloud.com/>) で、ファイルのネットワークを介した共有機能やネットワーク対応の会議を行える。前述した vSphere Hypervisor 上で稼働している ubuntu の上で稼働している。ソフトウェアアップデートのために、インターネットへの接続がされている。

##### 2.3.4.4. FreePBX

インターネット回線を使用して電話やテレビ会議を行うフリーVoIP 交換機 (PBX) ソフトウェアである asterisk (<https://www.asterisk.org/>) に、GUI インターフェースを備えたソフトウェアとして FreePBX (<https://www.freepbx.org/>) を使用した。このソフトでは、SIP や H.323 と

いった、VoIP の世界標準プロトコルをサポートしており、パソコン上で動くソフトウェア電話はもちろん、ハードウェアの VoIP 機器を接続して電話網を構成することができる。前述した vSphere Hypervisor 上で稼働している。ソフトウェアアップデートのために、インターネットへの接続がされている。

#### 2.3.4.5. Arpwatch

ネットワーク監視ソフトとして、ネットワークに流れている arp パケットを記録する arpwatch を使用した。Ubuntu をはじめ、様々な OS で標準的に使用できるソフトウェアで、常時ネットワークを監視し、流れてきた arp パケットを記録することにより、接続されているパソコンやネットワーク機器の一覧を作成することができる。前述した vSphere Hypervisor 上で稼働している utuntu の上で稼働している。

#### 2.3.4.6. Wakeonlan

遠隔地のパソコンの電源を投入するためのソフトウェアとして wakeonlan を使用した。Ubuntu をはじめ、様々な OS で標準的に使用できるソフトウェアで、電源が入っていない PC にマジックパケットという特殊なパケットを送ることによって、その PC の電源を投入することができる。パソコンのメンテナンスの際に、各拠点に連絡して電源を投入してもらわなくても、遠隔地より電源を投入することが可能となる。前述した vSphere Hypervisor 上で稼働している utuntu の上で稼働している。

#### 2.3.4.7. UltraVNC

WindowsPC をリモートで操作するためのソフトウェアとして、ultravnc (<http://www.uvnc.com/>) を使用した。このソフトを常駐させておくと、外部より接続し、画面、キーボード、マウスをリモートで操作することができる。ファイル転送やチャットの機能もついている。本プロジェクトが広域にわたるため、PC にトラブルがあった際に現地に出向いての対応は費用や時間などのコストがかかる。OS が動いていてネットワークに接続されていれば、このソフトウェアを使用すれば、リモートで PC を操作することが可能となる。各拠点のノートパソコンにインストールされている。

#### 2.3.4.8. Linphone

WindowsPC 上で動く、VoIP ソフトウェアとして Linphone (<https://www.linphone.org/>) を使用した。SIP などのプロトコルをサポートしており、ハードウェアが対応していれば、テレビ電話会議も可能となる。SIP を使用するハードウェア電話機とも接続ができ、ネットワーク電話として使用できる。各拠点のノートパソコンにインストールされている。

#### 2.3.4.9. Pukiwiki

本プロジェクトのハードウェアやソフトウェアについての記録を行うのに、pukiwiki (<https://pukiwiki.osdn.jp/>) を使用した。Pukiwiki は Web コンテンツマネジメントシステム

(CMS)の一つで、web 上で簡単にドキュメントを表示、編集などが行える。現在は、インターネットからのアクセスができる東北大の web サーバー上に設置しており、ネットワーク構成、ハードウェア、シリアルナンバー、稼働ソフトウェア、参加サイト一覧などが記録してある。  
(<http://www.cyric.tohoku.ac.jp/pukiwiki/index.php?ネット構築>)

## 2.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム 検討会議の実施

### 2.4.1.1. 分子イメージング技術利用推進検討会の開催

徳島大学にて、短半減期放射性核種（PET 核種）を用いた分子イメージング教育・研究に携わり、又は今後携わる予定の研究者、技術者及び放射線安全管理担当者を募り、本ネットワーク内の分子イメージング研究に携わる者との間で、分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会を開催した。また、本年度実施するネットワーク全体会議開催中に分子イメージング技術利用教育実習ワーキンググループ会議を行い、実習内容等のブラッシュアップのための議論を行った。以下に、当日のスケジュールと検討会のまとめを記す。

## 資料 2.4-1 分子イメージング技術利用推進検討会スケジュール

### 第7回分子イメージングに関する教育研修プログラム-分子イメージング技術利用推進検討会- 日程

\*講師及び講義内容は変更になる場合がありますので、あらかじめご了承願います。

期間：平成29年11月16日(木)～17日(金)

会場：徳島大学藤井節朗記念医科学センター(蔵本キャンパス)

参加予定人数：10名前後

#### 【11月16日(木)】分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会 第1部 講義と実技

時間	内容	担当者	場所
9:00～9:20	受付		施設入口
9:20～9:30	平成29年度原子力規制庁放射線安全規制研究戦略的推進事業費ネットワーク事業「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」の紹介と検討会の開催について	吉村 崇	401セミナー室
9:30～9:40	開会挨拶、講師紹介、事務連絡等	三好 弘一 大谷 環樹	401セミナー室
9:40～10:10	講義：徳島大学病院 放射線障害予防規程 (徳島大学放射線総合センター・教授)	三好 弘一	401セミナー室
10:20～11:30	講義：PET・画像解析の基礎 (徳島大学放射線総合センター・助教)	大谷 環樹	401セミナー室
11:30～12:00	講義：実習に関する説明 (徳島大学放射線総合センター・助教)	大谷 環樹	401セミナー室
12:00～13:00	昼休み		
13:00～15:30	実習1(1時間で実習内容交代) Aグループ：施設見学(サイクロトロン含む)・ファントムを用いたPET測定 Bグループ：分子イメージング研究を行っている博士後期課程学生(初心者)の体験談	大谷 環樹 丸山 将浩 中村 真美	動物PET/CT施設 401セミナー室
15:30～17:00	実習2(1時間で実習内容交代) Aグループ： <sup>11</sup> C使用時を想定したPET測定(短半減期核種利用の難しさ) Bグループ：画像解析	大谷 環樹 丸山 将浩 中村 真美	動物PET/CT施設 401セミナー室
17:30～19:00	情報交換会		

#### 【11月17日(金)】分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会 第2部 ディスカッション

時間	内容	担当者	場所
9:00～10:00	画像解析 (実習で測定したデータを用いる)	大谷 環樹 丸山 将浩 中村 真美	401セミナー室
10:00～12:00	実習の考察(解析を通じた分子イメージングの重要性の認識) ディスカッション(アンケート結果から見たRI利用における分子イメージングの重要性)	講師一同	401セミナー室
12:00～12:10	閉会行事(修了証授与等)		
12:10	解散		

資料 2.4-2 会議出席者一覧

出席者一覧		
氏名	大学・機関名	所属
津國 浩之	日本アイソトープ協会	
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
今田 結	岡山大学	自然生命科学研究支援センター 光・放射線情報解析部門
多田 竜	徳島大学	技術支援部蔵本技術部門 研究開発支援グループ
新家 崇義	岡山大学病院	小児放射線科
永田 光知郎	大阪大学	ラジオアイソトープ総合センター
上原 知也	千葉大学	大学院薬学研究院
宮武 由美子	徳島大学	栄養生命科学教育部
土屋 浩一郎	徳島大学	大学院医歯薬学研究部

講師およびスタッフ一覧		
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
吉村 崇	大阪大学	ラジオアイソトープ総合センター
花房 直志	岡山大学	中性子医療研究センター 自然生命科学研究支援センター
長田 直之	岡山大学	中性子医療研究センター 自然生命科学研究支援センター
三好 弘一	徳島大学	放射線総合センター
丸山 将浩	徳島大学	大学院医歯薬学研究部
大谷 環樹	徳島大学	放射線総合センター
中村 真美	徳島大学	放射線総合センター
合田 康代	徳島大学	放射線総合センター
安井 栄梨	徳島大学	放射線総合センター
西 弘大	長崎大学	原爆後障害医療研究所 アイソトープ診断治療学研究分野
草壁 翔太	住重加速器サー ビス株式会社	

## 資料 2.4-3 分子イメージング技術利用推進検討会まとめ（1）

### 第7回分子イメージングに関する教育研修プログラム

#### —分子イメージング技術利用推進検討会—

まとめ

徳島大学放射線総合センター

教授 三好弘一

助教 大谷環樹

第7回分子イメージングに関する教育研修プログラムは、参加者9名と講師9名で徳島大学蔵本キャンパスにおいて開催された。

初日は、最初に、大阪大学ラジオアイソトープ総合センターの吉村 崇教授により、「平成29年度原子力規制庁放射線安全規制研究戦略的推進事業費ネットワーク事業「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」の説明と本研修プログラムが同費用による分子イメージング技術利用推進検討会を兼ねていることの紹介があった。

講義1では、徳島大学放射線総合センターの三好弘一教授による放射線障害予防規程に基づいた動物PET/CT施設の管理区域立ち入りの際の注意事項についての説明があった。つづいて講義2「PET・画像解析の基礎（徳島大学放射線総合センター 大谷環樹助教）」並びに「小動物SPECT装置の校正（長崎大学原爆後障害医療研究所 アイソトープ診断治療学研究分野 西弘大助教）」があり、基礎からイメージングの実際、PETとSPECTの管理校正から画像解析の基礎に渡って説明があった。つづいて実習1「CCFと定量値」、実習2「収集時間と画質の関係」、実習3「部分容積効果」について、大谷環樹助教により説明があった。

午後からは、実習が始まりAグループとBグループに分かれた。最初にAグループは、サイクロトロン室の見学（住重加速器サービス株式会社 草壁翔太氏）とPET/CT室の見学を行い、マウス測定の一連の流れを実習した。Bグループは、講演「分子イメージング体験談—栄養学研究分野から初心者がアプローチ—（徳島大学大学院医歯薬学研究部 代謝栄養学分野 博士後期課程2年 宮武由美子氏）」があり、初めてPET/CT装置を使用する分子イメージング研究に携わるきっかけと理研での研究並びに研究生活について、どのようなことがPET/CT装置を利用するハードルになっているかについて体験談に基づいての講演があった。その後の質疑応答では、RI利用に関しては丁寧に実験している人の被曝や事故はないとの説明を受けていたことからRI使用の不安よりも、標識化合物の合成に使用されている合成法を理解するのに苦労したこと等が話された。その後、AグループとBグループは入れ替わり、それぞれ実習と講演に参加した。

つづいて講演3では、「基礎から臨床に繋ぐタウイメージング開発（徳島大学大学院医歯薬学研究部 丸山将浩准教授）」の講演があった。質疑応答では、治療に関する質問があり、イメージングアプローチによりタウの蓄積メカニズムを解明できれば治療法に結びつくと思うとのことであった。その後、実習1の画像解析が行われた。

初日終了後に例年通り、情報交換会が行われた。今回は7名の受講者と9名の講師・講演者が一堂に会し、最新情報の交換や講演・講義のディスカッションの続きなど、互いに打ち解けた有意義な時間を過ごすことができた。

二日目は、画像解析実習から開始された。昨日の実習1から実習2、3へと進めた。つづく実習の考察「解析を通じた分子イメージングの重要性の認識」では、以下のようにまとめられた。

実習1：SUVに変換する際に、画像のヘッダー情報に投与量や体重が記録されるので、データの管理に気をつけることが説明された。SUVmeanはROIの平均値を表し、SUVmaxは関心領域の最大値で表現しており、平均値SUVmeanはROIの取り方で変わってくる。最大値SUVmaxは関心領域の最大値で評価しているため再現性が高いため、よく使われていることが説明された。研究に合わせてSUVmean平均値かSUVmax最大値で評価したらいいのか考えてことの重要性が示された。

実習2：収集時間と画質の関係について、画像の画質としては、1分の画像ではバックグラウンドの均一性が悪く5分から10分にかけて高くなる。したがって、今回12MBqの投与量に対して少なくとも5分の収集が取れば画質が得られる。正確にはカウント数が関係している。投与量で適切な収集時間は変わることが説明された。

実習3：部分容積効果とリカバリ係数について、円柱ファントム内の37 mm、28 mm、22 mm、17 mm、13 mm、10 mmのホット球に同じ放射能濃度が入っており、それらの画像では、球の大きさが小さいものほど小さい数値になり、過小評価するようになる。このようなPET自身の物理的な性質を理解しておく必要があることが示すとともにその数値を同じ放射能濃度になるようにリカバリ係数を算出した。

ディスカッションの関係から、講演4を後にして、講演5と6を先に行った。

講演5「RI利用拡大に向けたRIセンターの活性化-研究用PET、SPECTを用いた分子イメージング分野での利用普及を目指して-（（公社）日本アイソトープ協会 医薬品部 津國浩之氏）」では、PET、SPECTを保有するRIセンターへのインタビューと研究者向けのアケート調査結果について紹介された。利用者を増やす上での問題点として、分子イメージング技術の知識不足及び実験上の様々なハードルの存在が挙げられた。これらを解決するために、知識向上サービスと研究支援サービスの提供が提案された。見込ユーザーや使うチャンスのある人をターゲットに研究支援サービスの展開をホームページや学会を使用して行うこと等が提案された。その後の受講者及び講師を含めた質疑応答では、使用するためにハードルとなっていることは、相談できる人や場所がわからないことである、“誰に聞けばいいかわからない” “メリットとデメリットがよくわからない” や “企業へのアプローチが必要である” との意見があった。一方、違う分野の方のニーズを取り込むと増えるのでは、という意見や最初のハードルに対して、コンサルがあると良いという意見があった。これに対して、アイソトープ協会は、積極的な広報、紹介斡旋していく人の流れを作り出すことを考えており、RIセンターと共同でできればいい。例えば、ホームページを作り、回答するのはセンターの先生方をお願いすることを考えている、とのことであった。

講演6「短寿命RI供給プラットフォーム（東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 渡部浩司教授）」では、平成28年度から始まって3年の事業の現在2年目であること、

使用が増えれば継続もあること、文部科学省の事業なので、科研費をとっていることまたはこれから取る人も申請しても良いとのことであった。このプラットフォームは、アイソトープ協会が供給できないものを供給するのが特徴であること、加速器がある4つのセンター（大阪大学核物理研究センター（RCNP）、理化学研究所仁科加速器研究センター（RIBF）、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（CYRIC）、東北大学電子光物理学研究センター（ELPH））で運営しており、窓口は阪大のRCNPであるとのことだった。量研機構と放医研が新たに加わる予定で、今後、研究のみだが産業界への供給も行うことを含めたオールジャパンの構想があるとのことだった。最後に、課題募集始まることの紹介があった。その後の質疑応答では、事業所が使用したい核種許可のない場合、実験のできる場所や変更申請の相談も受けるとの説明があった。プラットフォーム内で互いに連携して核種の生成等を全国展開できればいいとの説明があった。新しい標識化合物の合成についてはヒヤリング・相談すること、や運搬までサポートすることが可能で全国どこでも無料で供給することができるとのことであった。

講演4「参加者事前アンケート集計結果について（徳島大学放射線総合センター三好弘一教授）」では、今回の参加者は、ユーザー 50%、ユーザー及び管理者 25%、管理者、その他の順であった。PET・SPECT・MRI等の研究用イメージング機器が自施設・大学にあると答えた割合は90%近かった。また、機器使用の研修プログラム・教育訓練に参加したことがない方が80%を超えていた。一方、イメージング機器のオペレータや相談者がいる割合は60%を超えた。いない場合にも自分自身でイメージング機器を操作して研究をしようと思う割合は60%を超えた。また、画像データの解析に用いるツール・解析パラメータに関して知識を持っているかについては、80%以上でないとのことであった。本教育研修プログラムで学びたいこと・期待することの質問では、実際のPET核種の取り扱いや測定に関わる手技、画像解析の基礎などが挙げられた。最後に、不安に思うことと必要だと思う教育研修プログラムについて以下の意見があった。管理という視点での基礎的な知識や経験談、起こりやすい事故とその原因、対処法、初心者向けの分子イメージングプログラムの要望や同研修プログラムの継続の希望があった。

その後のディスカッションでは次の4項目について議論した。あらかじめ講師からコメントをいただいております資料として配布した。それらの内容について紹介しつつ受講生及び講師を含めたディスカッションを行なった。

**1. 分子イメージング技術のできることリスト**では、講師の方からいただいているコメントに加えて、中性子イメージングで分析は、臓器どこまで見えるようになったか、生きたママでも使えるようになったか？の質問が受講生からあり、国内では、中性子イメージングを行える施設は少ない。六ヶ所核融合研究所で可能であり、中性子の細胞照射等できるところは限られているとのことであった。

**2. 実験の設計やプロトコルの作り方**では、どんな生体機能を見たいのか？薬剤がどこに行っているのか知りたい、トレーサーの方法等、順番に決めていく。予備実験をしながら、プロトコルを作るためのトライアンドエラーをする。共通のプロトコルは難しい、との説明があった。

**3. 管理に関する基礎的な知識や経験談**では、装置の維持管理、被曝や汚染の注意のほか、以下のような事例が紹介された。CTの管球について、交換の際に後継機をつけてもらったが、ター

ゲットに当たる方向が違い、エックス線が漏洩した。クリアしていた基準を満たされていなかった。確認を十分にする必要がある。汚染については、場所によるが、クローズにしてしまう、除染している間に被ばくするので、鉛を置いておくなどの工夫をすればいい、とのコメントであった。

**4. 起こりやすい事故の原因と対処法**では、投与動物の取り扱いに関することが多く挙げられた。また、以下のようなデータ管理についてのコメントがあった。ローデータのバックアップに関して、解析に必要なハードディスクに全部コピーするがローデータはしない。1週間に1回丸ごとハードディスクにコピーしている。マニュアルで、気が付いた時にローデータを取っている、テープのバックアップもやっている、かなりの量になる。データの削除について、前のデータが欲しいと言われることがあるので、1年前のデータは Raw データだけを残し、再構成データは消去している。

**分子イメージング技術の将来展望**では、応用範囲は広いと思われるが、利用の敷居が高いので気軽に使える、安価に導入・維持できる装置が求められる。一方、分子イメージング技術はいろいろなことができる応用範囲が広がっているので、実験の目的に応じた実験手法を選ぶことが大切である。RI イメージングをしている人たちは、RI でないとできないことを開発していくのが、ミッションであり、目的にあった実験を作ることが大事であるとの意見があった。

最後に修了証を授与して閉会した。

最後になりましたが、動物用 PETCT 装置の測定制御用のコンピューターのマザーボードが本プログラムの直前に故障し、シーメンスの担当者に復旧を試みていただきましたが、マザーボードの取り替えが必要と判断されプログラムに間に合いませんでした。そのため、当初の  $^{11}\text{C}$  短半減核種の取扱やマウスのセッティング等のプログラムを急遽大幅に変更することとなり参加者の皆様にはご期待に添えませんでした。そのため、画像解析を充実させることとして、画像解析のデータの準備は、福島県立医科大学・久保 均教授のご厚意で収集させていただくことができました。この場を借りて、深謝いたします。

## 資料 2.4-4 分子イメージング技術利用推進検討会まとめ（2）

### 分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会 第1部講義と実技 第2部ディスカッション

#### まとめ

今回の分子イメージングに関する教育研修プログラムの実施結果から、分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラムとして、

1. 利用者に対しては、何ができるか（分子イメージング技術のできること）等相談できる窓口が必要である。利用者の拡大にもつながる。
2. 分子イメージング技術の基礎の講義、基本的な画像解析、講師とのフランクなディスカッション（実験の設計やプロトコルの作り方や管理に関する基礎的な知識や経験談）を通じた理解・知識の深まりや情報交換ができることが必要である。
3. RI でないとできない手法・技術の開発（分子イメージング技術の将来展望）が重要である。
4. 動物用 PET/CT 装置の故障があった場合の緊急時対応

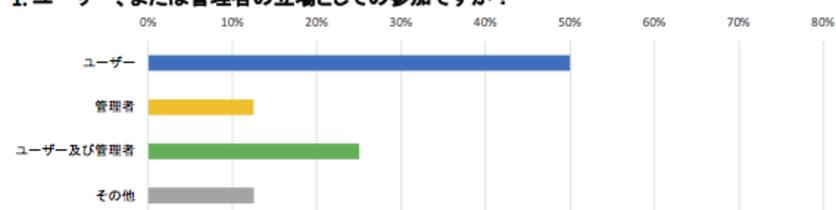
1については、アイソトープ協会の積極的な広報、紹介斡旋していく人の流れを作り出すとの提案を期待するとともに、2については、分子イメージングに関する教育研修プログラムの継続と発展が重要である。3については、短寿命 RI 供給プラットフォームにより新たな核種の使用の拡大とともに、新しい使用用途の開拓が進むと思われる。4については、動物用 PET/CT 装置が故障した場合、分子イメージングに関するワーキンググループ内でのデータ収集支援など緊急時の対応も検討しておく必要がある。

参加者の事前アンケートに示された、起こりやすい事故の原因と対処法にあるように、今後の課題として RI を使用した実習、マウスのベッド固定（ポジショニングや麻酔調整）など安全に取り扱うための実習プログラムの開発を検討する必要があると思われる。

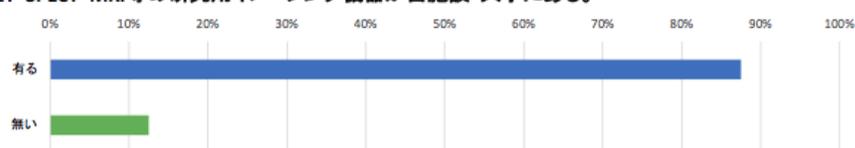
# 第7回分子イメージングに関する教育研修プログラム

## 参加者事前アンケート集計結果

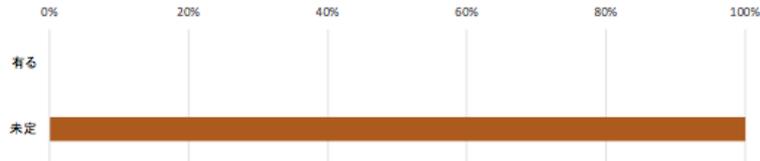
### 1. ユーザー、または管理者の立場としての参加ですか？



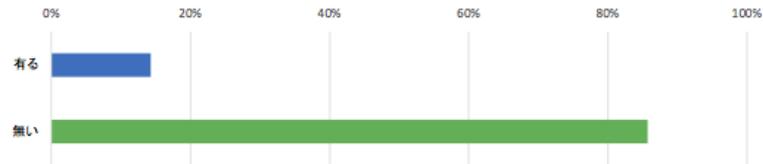
### 2. PET・SPECT・MRI等の研究用イメージング機器が自施設・大学にある。



3. (無いと答えた方)導入の予定がある。



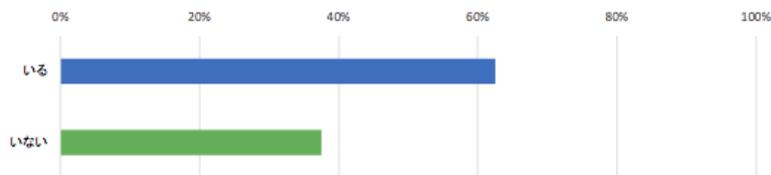
4. (有ると答えた方)機器使用の研修プログラム・教育訓練に参加したことがある。



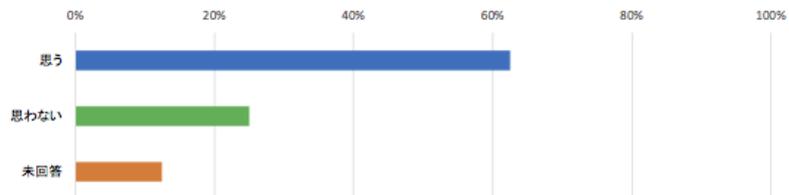
5. (有ると答えた方)どのような研修プログラム・教育訓練に参加しましたか？

- ・第1回分子イメージングに関する教育研修プログラム(北大)

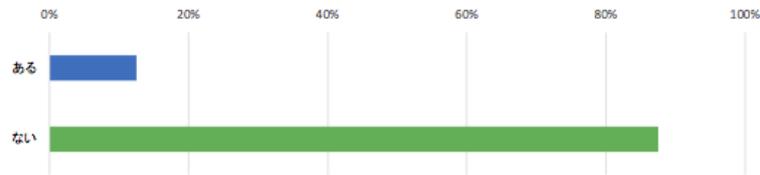
6. イメージング機器のオペレーター・相談者がいる。



7. 専属のオペレーターがいない場合、自分自身でイメージング機器を操作して研究しようと思う。



## 8. 画像データの解析に用いるツール・解析パラメータに関して知識を有している。



## 9. (あると答えた方) どういった点で苦労しましたか？

・当施設に設置してあるSPECT/CT (VECTOR/CT, MILabs) で撮像して、Amide (フリーソフト) で簡単な画像解析を行った経験しかないで、まだ苦労するほどの知識と経験はありません。

## 10. 本教育研修プログラムで学びたいこと・期待することは何ですか？

・PET撮像は詳しくないので、実験の具体的な設計やプロトコルの作り方、画像解析 (ROIの取り方やSUVの正しい評価方法など) について学びたいと思います。

・画像解析の基礎

・実際にイメージングの解析の原理および知識を得ることが第一に学びたいと考えています。一人でも測定および解析可能になることは今後、実務で行えば良いと考えているため。

・測定に関わる手技的な部分や基本的な原理だけでなく、種々のバイオイメージング技術が実際にどのような現場で利用されているかを学ぶことができればと思います。

・イメージング初心者なので、解析の基礎知識、実際の機器使用方法などに関して勉強させて頂ければと思います。

・管理する側として必要な知識など

・動物実験や実際のPET核種の取り扱いなど、基本的な手技に精通していないので、今後、岡山大学の動物実験施設 (OMIC) で研究する際の第一歩としたいと考え応募させていただきました。

・自身でどの程度のレベルまでの知識を身に付ければいいのかの線引きが分かりにくいので、どのようなスタンスで研修に臨めばいいか分からない部分があります。自身で実験できるようになればいいのか、それとも共同研究先のオペレーター様から提供される結果をジャッジできるようになればいいのか等。また、分子イメージング技術でできることリストみたいなものを配布していただき一通り知識として教えていただければ、今後の自身の研究において発展性があるかと思いました。

**11. 今後、使用していく上で不安に思うこと(手技や被曝線量等)や、必要だと思う教育研修プログラムに関して教えてください。**

・私はSPECT管理を依頼されている身ではありますが、機器の校正などについては他学部の方にほとんどお願いしている状況ですので、管理という視点での基礎的な知識や経験談を教わる機会があれば嬉しいです。よろしくお願いたします。

・イメージング研修は継続して行っていただけると助かります。

・PETやSPECTの利用中に起こり易い事故に関して、その原因と対処法などを学ぶ機会があれば良いと思います。

・他分野から参入する際に今回のような解析や機器使用に関する基礎的な知識を伝授して下さる研修があることで、よりイメージング研究に関して理解が深まるのではないかと感じています。

・知識や経験が不足していること

・特に不安な内容はございません。

・RIに触れたことすらない、本当の意味での初心者向けの分子イメージングプログラムがあればと思いました。昨年、長崎大の研修に参加し、私のようなライフサイエンス分野ですが、まったくRIを使ったことがないものにとっては難易度が高いように感じましたので。

## ディスカッション1

実習の考察-解析を通じた分子イメージングの重要性の認識-

## ディスカッション2

### アンケート結果から見たRI利用における分子イメージングの重要性

1. 講演4 参加者事前アンケート集計結果
  - 1) 分子イメージング技術のできることリスト
  - 2) 実験の設計やプロトコル
  - 3) 基礎的な知識や経験談
  - 4) 起こりやすい事故の原因と対処法
  
2. 分子イメージング技術の使用のしやすさをどのように提供・拡大するか？
  - 講演5 RI利用の拡大に向けたRIセンターの活性化  
— 研究用PET、SPECTを用いた分子イメージング分野での利用普及を目標して—
  - 講演6 短寿命RI供給プラットフォーム
  
3. 分子イメージング技術の将来展望

## 1)分子イメージング技術のできることリスト

1. 書ききれなきくらいたくさんあります。少し古いですが、以下の本は良くまとまっていると思います。

「ますます広がる分子イメージング技術」－生物医学研究から創薬、先端医療までを支える分子イメージング技術・DDSとの技術融合－ 遺伝子医学MOOK No.9

2. 【技術として】

- 非侵襲的な生体機能情報の取得
- 同一個体に対する経時的な観察・実験

### 【実験デザインとして】

- 個体差の影響の軽減
- 使用する動物数の削減

### 【得られる結果として】

- 画像はグラフや表より一目瞭然、インパクトUP

3. ・個体を生かしたまま、生体機能評価
- ・薬物動態、薬効評価、治療評価
- ・少数による前臨床試験
- ・代謝・生理学、分子生物学、栄養学

4. BNCTのイメージング

細胞ラベリングによる免疫細胞の体内動態の観察

## 2)実験の設計やプロトコルの作り方

1. まずは、経験者にご相談ください。
2. ○目的は？ 生体機能の評価 or トレーサーの評価  
○トレーサーは？ 投与量、投与タイミング  
○撮像は？ 撮像開始タイミング、撮像時間、ダイナミック  
SPECTの場合はコリメータの選択  
○予備実験で各パラメータの最終チェックを！
3. 分子イメージングの研究には、多数の異なる分野の研究者が関わりますので、事前準備、実験プロトコルの作成は重要です。役割分担を決めることも大切です。また、高価な装置を利用しますので、実験の失敗はできるだけ最小限に留める必要があります。そのため、本番前に、何度かのパイロット試験を行うのが通常です。
4. 実験プロトコルはトライアンドエラーで試行錯誤を繰り返しながら順次組み立て行く。

### 3) 管理に関する基礎的な知識や経験談

1. 短半減期RIプローブを用いる場合は、取扱者の被ばく管理に注意。また場所の汚染の場合、除染よりも減衰による消失を待つ方がいい場合もあり。
2. ○装置の基本的スペック(感度、分解能、SNなど)を把握しておく  
○クロスキャリブレーションやノーマライゼーションを定期的に行う  
○Ciメータも定期的に校正する  
・以前、「同じ投与量を打っているのに画像がおかしい」と相談を受けた。いろいろ調べたところ、Ciメータの校正値がズレていた事があった。  
○装置が許容する温湿度を維持する  
・空調トラブルで湿度が極端に上がり、装置のリミッターが作動した。ディテクタの暖気運転、高電圧の印加が必要になり、復旧に5日かかった。  
・長崎大特有、撮像室内の洪水。2017年内に3回発生・・・  
○空間線量、CTがある場合は漏洩線量の定期的測定  
・CTの漏洩線量がある時期を境に激増した。調べたところ、CTの管球を交換した時に取り付けた新しい管球の構造が、従来のものと異なっていた。サポートに連絡してX線を遮蔽するフィルタを追加してもらった。
3. ・放射線管理と合わせて、動物の管理を知っておく必要があります。動物実験を行うためには、できるだけ安定した実験環境を提供する必要があります。  
・短半減期の核種を扱う場合は、投与量や投与時刻などできるだけ正確に把握しておく必要があります。時刻管理が重要です。  
・画像装置のメンテナンスも重要な仕事になります。定期的なQC/QAを行っておくことが大事です。  
・ユーザーによっては画像解析の方法を教える必要があります。
4. 既存の使用施設に設置しました。設置した部屋は窓のない部屋だったため遮蔽計算には良かったのですが、狭い部屋なので空气中濃度年度の点で厳しくなりました。設置室は広い大きな部屋が望ましいと思います。既存の施設への設置では色々不便があるので、できるなら専用の使用施設の設計が望ましいと思います。

## 4) 起こりやすい事故の原因と対処法

1. PET、SPECT等の校正中の機器からの被ばく、投与動物等からの被ばくに注意。
2. 【事故、というかトラブル？】
  - 麻酔の過不足による死亡や体動
    - 適切な濃度と流量を把握する
    - 麻酔チューブ・ラインに捻れ、亀裂がないか定期的にチェックする
  - 機器の通信エラー
    - 複数のPCを接続して稼働させる装置は、通信エラーがよく発生する。ワークステーション側の再起動が必要になるため、電源ONから通信確立までの復旧手順をマニュアル化しておく。
  - 実験上のミス
    - プロトコルを熟練者に確認してもらう
  - 注射漏れによる汚染
    - 薬剤が皮下に入っていないか確認
    - 洩れた場合は針を抜く時脱脂綿で押さえるなどの工夫を
3. ○動物の逃亡防止・ネズミがえしの設置
  - 噛みつきなどによる事故(時にアレルギー症状を示す場合もあり)
  - 装置の不具合。画像のエラー。日々の点検が重要です。データの容量なども気をつけておく必要があります。
  - あるトラブルがあった時はどのように対処したかを記録したトラブル対処情報を収集しておくことが大事です。
4. 分子イメージングでは使用する数量が桁違いに多いのでどうしても汚染と被曝は避けられない。そのようなものだと認識の上で被曝の低減に努めるのが良いと思う。

## 分子イメージング技術の将来展望

1. 分子イメージングとは、生体内での分子プロセスの可視化に関する基礎的・臨床的研究、および開発された可視化手法を利用する応用研究およびそれらの方法です。すなわち、生物・生命に関するすべての疑問を解き明かすまで拡がると信じています。
2. ○装置の小型化、簡易化の傾向。導入しやすくなる？  
○ $\alpha$ 線治療と分子イメージングはセットになる  
→実験室で $\alpha$ 線核種を使える(使いやすくする)法整備が求められる  
○分子イメージングは複合領域研究と相性が良い  
→思わぬ所に需要があるかも  
→むしろ分子イメージングを応用できる新領域を発掘できるかが今後の鍵？  
○これからも基礎と臨床をつなぐ重要なツール。しかし非RI化の兆しが既に見えつつある。RIでしかできないことは何か？を考えることが重要。
3. ○複数のモダリティを同時に収集するというニーズに対応した装置が出てくると思います。  
○既存の装置よりも安価に導入・維持できる装置が求められています。
4. 高価な装置や試薬の使用、短い半減期による制約、必要な各種申請書類の作成等、分子イメージング技術の利用の敷居はとても高い。気軽に使えるようなシステムの構築や、どうしても使わなければならない研究上の必要性が将来の発展のポイントとなると思う。

#### 2.4.1.2. 分子イメージング技術利用推進検討会ワーキンググループ会合の開催

以下に、本年度開催された分子イメージング技術利用推進検討会ワーキンググループ会合の議事要旨を記す。

##### 資料 2.4-7 分子イメージング技術利用推進検討会ワーキンググループ会合議事要旨

日時：平成 30 年 2 月 10 日(土) 11:00 ～ 12:00

会場：大阪大学コンベンションセンター会議室 1

議題

2. 第 7 回分子イメージングに関する教育研修プログラム、分子イメージング技術利用推進検討会報告
3. ホームページ案
4. 来年度事業について

出席者： 渡部（東北大、WG 長）、久下（北大）、秋光（東大）、富田（東工大）、  
寺田（東工大）、柴（金沢大）、川本（京大）、小野（岡山大）、三好（徳島大）、  
松田（長崎大）、篠原（阪大）、吉村（阪大）、永田（阪大）、  
高橋（京大炉、PO）

#### 1. 第 7 回分子イメージングに関する教育研修プログラム、分子イメージング技術利用推進検討会報告

第 7 回分子イメージングに関する教育研修プログラム、分子イメージング技術利用推進検討会について報告があった。

#### 2. ホームページ案について

ホームページの作成状況について報告があった。本年度より過去 3 年分の実習のテキスト部分のみダウンロードできるようにセットアップしたとの報告があった。

過去 3 年分の資料については、著作権上問題がない等、何か問題が無いか実施した大学に確認してもらうことにした。ファイルを開くにあたっては、パスワードの設定がなされていたが、安全のために、他のページとリンクしていないダウンロードサイトを別に設け、その上で、ファイルにパスワードをかけることとなった。

#### 3. 来年度事業について

来年度の分子イメージング技術利用推進検討会は、岡山大学自然科学研究支援センター光放射線情報解析部門鹿田施設にて実施されることが報告された。定員は 10 名程度、PET、SPECT/CT の画像解析の実習を予定。30 年度は、岡山大学を分担研究者とし、阪大より再委託の形で、実施費を渡すことが了承された。

## 2.4.2. 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調査研究事業を行う。ただし、研究は、分担研究者（柴田理尋）の所属機関（名古屋大学）に再委託して、分担研究者が行った。

### 2.4.2.1. 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

平成 29 年 11 月 9, 10 日の 2 日間、名古屋大学アイソトープ総合センターおよび野依学術交流館において、「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 43 名と全国アイソトープ総合センター会議幹事校（名大、北大、東北大、東大、京大、阪大、九大）教職員である。開催にあたっては、既に放射線関連の受託事業あるいは補助金事業として採択されている、原子力人材育成事業「大学等放射線施設による緊急モニタリングプラットフォーム構築のための教育研究プログラム」と科学研究費補助金：新学術領域（研究領域提案型）学術研究支援基盤形成リソース支援プログラム事業「短寿命 RI 供給プラットフォーム」を共催とした。

本会議は、名古屋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 日間の日程および出席者は、資料 2.4-8（検討会議日程）、2.4-9（検討会議出席者一覧）の通りである。会議の初日午前中は、センター会議会長校の大阪大学ラジオアイソトープセンター篠原厚センター長による本事業の趣旨説明、原子力規制庁の斉藤雅弘上席放射線安全審査官による法令改正に関する最近の動向についての講演に引き続き、長崎大学原爆後障害医療研究所の松田尚樹教授に「原子力・放射線防災と緊急モニタリング」、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渡部浩司教授に「短寿命 RI 供給プラットフォームの活動紹介」、株式会社パーキンエルマージャパンの小川憲一氏に「液体シンチレーションカウンター 測定器の基礎と原理」題してそれぞれ講演していただいた。午後からは、法令改正とともに重要性が増しつつある RI 取扱実習の例として、モデルプログラム（非密封 RI 測定試料の作成と、各種サーベイメーターの検出効率の比較）をもとに、各施設での今後の実習への妥当性、適用性、拡張性等の検討を行った。加えて、環境試料測定の標準であるゲルマニウム半導体検出器を用いた核種定量分析の基礎実習を試行し、教育訓練としての妥当性の検討を行った。このために「短寿命 RI 供給プラットフォーム」から測定用線源の供与を受けた。

本会議でおこなった実習資料を資料 2.4-10 および 2.4-11 に示す。実習内容を試行した後に、参加者からの講評を行った。初心者向けの実習プログラムとしては概ね適切な内容であり、内容をアレンジして自機関向けにすることも可能であるとの評価であった。また、本会議に先立ち、参加者の所属機関における実習の実施状況に関して事前アンケート調査を行い、実習テキスト等を収集した。それらの資料の中から、例として自然科学研究機構（基礎生物学研究所）と北里大学医学部の 2 機関（資料 2.4-12）の例を紹介した。検討会議実施後に、アンケート調査（資料 2.4-13）を行い、本検討会議および試行した実習プログラムについての意見を徴収した。講演については、いずれも関心の高い内容で時宜にかなった適切なテーマであるとの評価であった。ま

た、実習内容についても、新規教育として、また、教育に携わる施設の管理担当者として身につける技術の 1 つとして適切であるとの評価であった。資料 2.4-14 にアンケート内容について載せる。資料 2.4-15、2.4-16 に示すとおり、本会議の昼食時に、ネットワーク幹事校による意見交換会を 2 回開催し、今後の方針について議論した。また、原子力規制庁の斉藤雅弘上席放射線安全審査官を交えて法令改正に関する意見交換を行った。

資料 2.4-8 検討会議の日程

平成 29 年度 会議日程			
1 日目 (11 月 9 日 (木))			
8:30-9:00	受付	野依記念学術交流館 1 F	
9:00-9:05	開会の挨拶		名大 RI センター長
9:05-9:15	本事業の主旨説明		阪大 RI センター長：篠原講師
9:15-9:25	研修スケジュール説明		名大：小島(康)講師
9:25-10:15	特別講演	最近の放射線安全規制の動向について	原子力規制庁：齊藤講師 (座長) 東北大：渡部講師
10:15-10:45	講義 I	液体シンチレーションカウンターの測定基礎と原理	パーキンエルマー：小川講師 (座長) 阪大：清水講師
10:45-10:55	休憩		
10:55-11:35	講義 II	原子力・放射線防災と緊急時モニタリング	長崎大：松田講師 (座長) 東大：川村講師
11:35-11:55	講義 III	短寿命 RI 供給プラットフォームの活動紹介	東北大：渡部講師 (座長) 九大：中島講師
11:55-12:10	写真撮影		
12:10-13:10	昼食		
13:10-13:40	放射線障害予防規程	野依記念学術交流館 1 F	名大：佐久間講師
13:40-14:10	概要説明	実習の概要説明	名大：小島(康)講師
14:10-14:30	移動		
14:30-17:30	実習 I、II	実習 I：新館 5 F 実習 II：RI 実験棟 2 F	
17:30-18:00	移動等		
18:00-20:00	交流会	ユニバーサルクラブ	
2 日目 (11 月 10 日 (金))			
8:30-9:00	集合	実習 I：新館 5 F 実習 II：野依記念学術交流館 1 F	
9:00-12:00	実習 I、II		
12:00-13:00	昼食		
13:00-15:00	施設見学 実習データの整理と発表準備	野依記念学術交流館 1 F	
15:00-15:50	実習発表・講評		(座長) 阪大：吉村講師
15:50-16:50	総合討論・意見交換		(座長) 名大：柴田講師
16:50-17:00	修了証授与・閉会の挨拶		名大 RI センター長

## 資料 2.4-9 会議出席者一覧

出席者一覧		
氏名	大学・機関名	所属
阿部 千景	東北大学	金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター
荒川 悦雄	東京学芸大学	教育学部 自然科学系 基礎自然科学講座 物理科学分野
飯塚 裕介	京都大学	医学部附属病院 放射線治療科
池田 岳紡	北里大学	医学部
池田 正彦	浜松医科大学	光先端医学教育研究センター 先端機器共用推進部
糸井 マナミ	明治国際医療大学	医学教育研究センター 免疫・微生物学
入倉 奈美子	徳島大学	放射線総合センター
長田 栄二	宮崎大学	フロンティア科学実験総合センター 実験支援部門 R I 分野 R I 木花分室
梶田 昌史	信州大学	工学部 技術部
柏崎 隼	神戸大学	研究基盤センター
河本 太郎	東邦大学	医学部 総合研究部 R I 部門
木崎 雅志	核融合科学研究所	ヘリカル研究部 プラズマ加熱物理研究系
北 実	鳥取大学	生命機能研究支援センター
儀間 真一	琉球大学	研究基盤センター
久保 聡	昭和大学	R I 共同研究室
久保 誠	獨協医科大学	R I センター 放射線管理部
熊谷 孝三	広島国際大学	保健医療学部
黒澤 俊人	三重大学	地域イノベーション推進機構
小坂 尚樹	東京大学	アイソトープ総合センター 放射線管理室
佐々木 潤	信州大学	医学部附属病院 放射線部
笹木 満	東海大学	教育支援センター 技術支援課
篠崎 亮太	兵庫医科大学	学術研究支援部 研究技術課
篠原 弘巳	自治医科大学	附属病院 中央放射線部
渋谷 真之	核融合科学研究所	技術部 加熱技術課
白木 麻里	神奈川大学	理学部 生物科学科
鈴木 路子	筑波大学	アイソトープ環境動態研究センター
高橋 康幸	弘前大学	保健学研究科 放射線技術科学領域
武沢 一夫	東京工業大学	放射線総合センター
田村 文香	京都工芸繊維大学	高度技術支援センター 第1技術系分析・測定グループ分析系
寺田 和司	東京工業大学	放射線総合センター
中川 幸代	群馬大学	理工学系技術部
永田 光知郎	大阪大学	ラジオアイソトープ総合センター
西川 功一	高エネルギー加速器研究機構	放射線科学センター
野澤 清和	東京大学	物性研究所 放射線管理室
原 真司	島根大学	医学部附属病院 放射線部
松石 武	九州大学	アイソトープ統合安全管理センター
松田 淑美	基礎生物学研究所	技術課 研究施設技術班 アイソトープ実験技術係

水上 徳美	北海道薬科大学	薬学部 医薬化学分野
三ツ木 寛尚	群馬大学	理工学系技術部
安田 幸司	京都大学	環境安全保健機構 放射線管理部門
山川 博文	福岡大学	R I センター実験施設
山口 克彦	福島大学	共生システム理工学類
吉田 剛	高エネルギー加速器研究機構	放射線科学センター
和田 真由美	福井大学	ライフサイエンス支援センター 放射性同位元素実験部門

講師および幹事校教員一覧		
斉藤 雅弘	原子力規制庁	放射線防護グループ 放射線規制部門
松田 尚樹	長崎大学	先端生命科学研究支援センターアイソトープ実験施設
小川 憲一	(株)パーキンエルマージャパン	
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
秋光 信佳	東京大学	アイソトープ総合センター
川村 猛	東京大学	アイソトープ総合センター
堀江 正信	京都大学	放射性同位元素総合センター
藤本 裕之	京都大学	放射性同位元素総合センター
垣下 典永	京都大学	放射性同位元素総合センター
篠原 厚	大阪大学	ラジオアイソトープ総合センター・理学研究科
吉村 崇	大阪大学	ラジオアイソトープ総合センター
清水 喜久雄	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・伊都地区実験室
竹中 千里	名古屋大学	アイソトープ総合センター・農学部 生命農学研究科
柴田 理尋	名古屋大学	アイソトープ総合センター
小島 康明	名古屋大学	アイソトープ総合センター
緒方 良至	名古屋大学	アイソトープ総合センター分館
佐久間 麻由子	名古屋大学	アイソトープ総合センター
小島 久	名古屋大学	アイソトープ総合センター
近藤 真理	名古屋大学	アイソトープ総合センター
牧 貴美香	名古屋大学	理学部 理学研究科

## 実習 I 名古屋大学RI安全取り扱い実習について

- 実験概要の説明からレポート提出まで, 6~7時間かけて行う.
- 2人一組で行い, 内容はスライドを使用してその都度説明する.
- 外国人のために, 英語のテキストと日英両方の説明の入ったスライドを使用する.
- 非密封RIの取り扱いに関してはデモを行う.
- 準備から実験, 汚染検査まで, すべての作業を実際に受講者自身が行う.
- 「汚染してもペナルティはない」ので, 汚染したらすぐに知らせるように伝える.
- オートピペットを初めて使う受講者に配慮する.
- 計測結果から, 各測定器の計数効率を自身で計算して求める.
- 講習会問題を解くことによって, 放射能に関する理解を深める.

3

## 実習 I の概要

- ① 非密封RI実験の準備
- ② 非密封RIの希釈と線源作製 ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ )
- ③ 線源の計測と遮蔽実験  
非密封線源:  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{125}\text{I}$   
密封小線源:  $^{226}\text{Ra}$
- ④ 廃棄および汚染検査
- ⑤ 使用した測定器の計数効率を求める
- ⑥ 問題を解く  
(⑤および⑥は11月10日午後に行う)

4

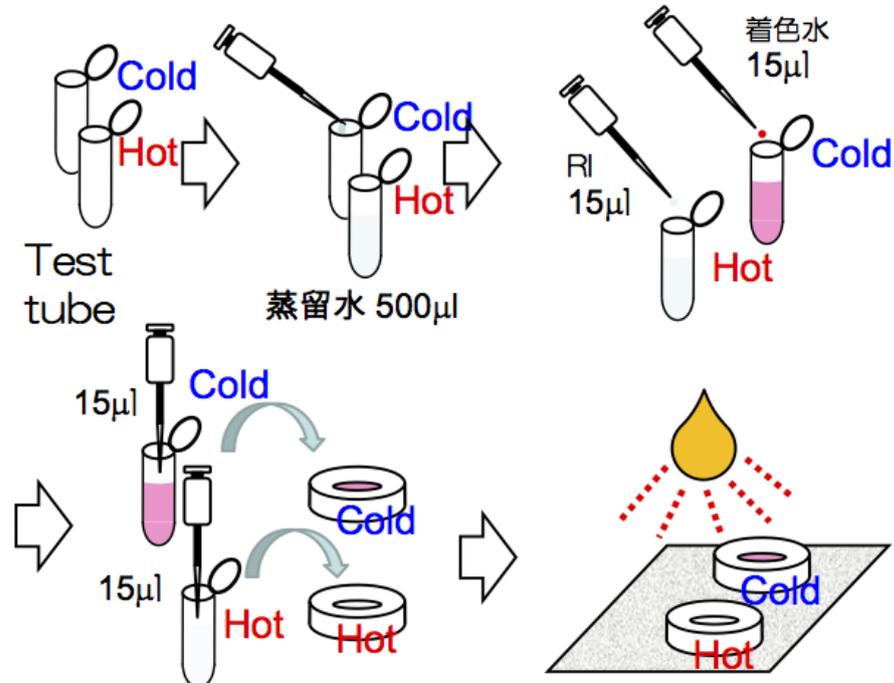
## 実習 I ① 非密封RI実験の準備

- ・ 入退室の説明
- ・ 個人線量計の準備
- ・ 実験台とバットにろ紙を敷く
- ・ ゴミ箱 (RI廃棄物の一時置き場) を用意する
- ・ サーベイメータのセット
- ・ 汚染検査の練習
- ・ アイソトープ購入時の注意
- ・ 線源作製実験手順のデモ

(名大での実習では上記を行っているが、本実習では青字部分のみを行う。)

5

## 実習 I ② 非密封RIの希釈と線源作製 ( $^{14}\text{C}$ , $^{32}\text{P}$ )



## 実習 I ③ 線源の計測と遮蔽実験

- ・ GMおよびNaIサーベイメータを用いた線源の計測  
( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{125}\text{I}$ )
- ・ GM計数装置を用いた $\beta$ 線および $\gamma$ 線の遮蔽効果の測定  
( $^{32}\text{P}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ )
- ・ 液体シンチレーションカウンタによる計測  
( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ )
- ・ ウェル型NaIシンチレーションカウンタによる計測  
( $^{125}\text{I}$ )

7

## 実習 I ④ 廃棄および汚染検査

- ・ ゴミを分別して廃棄する
- ・ サーベイメータによる汚染検査
- ・ スミアろ紙による汚染検査
- ・ 化学雑巾による床の汚染検査

8

## 実習 I 考察のポイント

- ・ RIの安全取り扱い法を習得することができたか.
- ・ 遮蔽実験により, 放射線の種類に適した遮蔽材を選ぶ必要があることを理解できたか.
- ・ 計測によって各測定器の特徴を学び, 放射線の種類に適した測定器を使う必要があることを理解できたか.
- ・ 測定器による計数効率の違いを理解できたか.
- ・ 問題を解くことによって, 放射能についての知識が深まったか.
- ・ 所属事業所におけるRI実習に取り入れたい部分があったか.

9

## 実習 II

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～

実習の目的・狙い

放射線(能)計測の観点での

安全管理技術の向上

想定事故

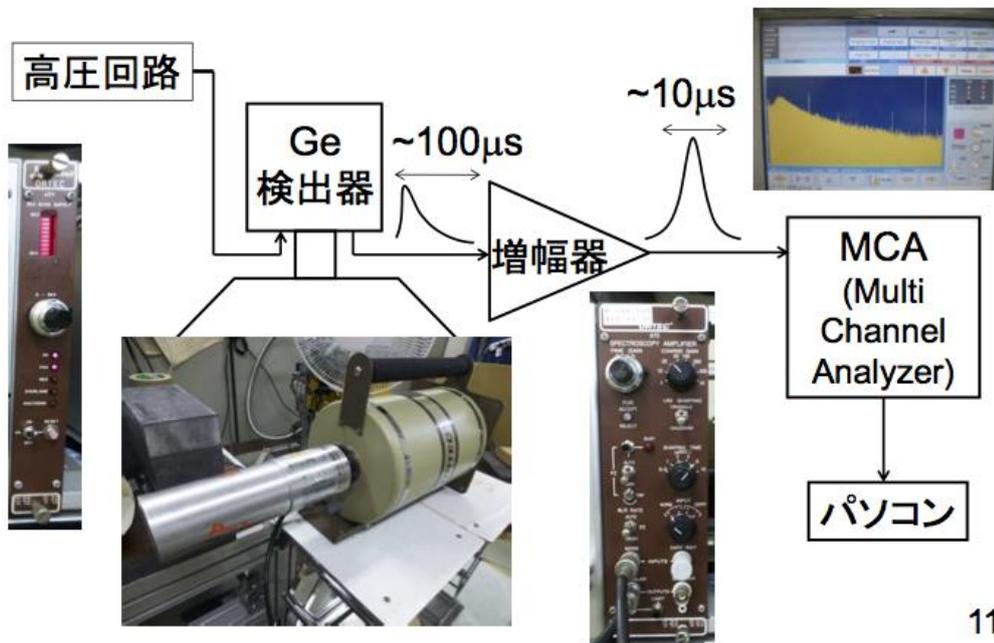
「湧きだし線源の発見」あるいは

「原因不明の汚染の発見」

————→ 核種同定および放射能の決定

10

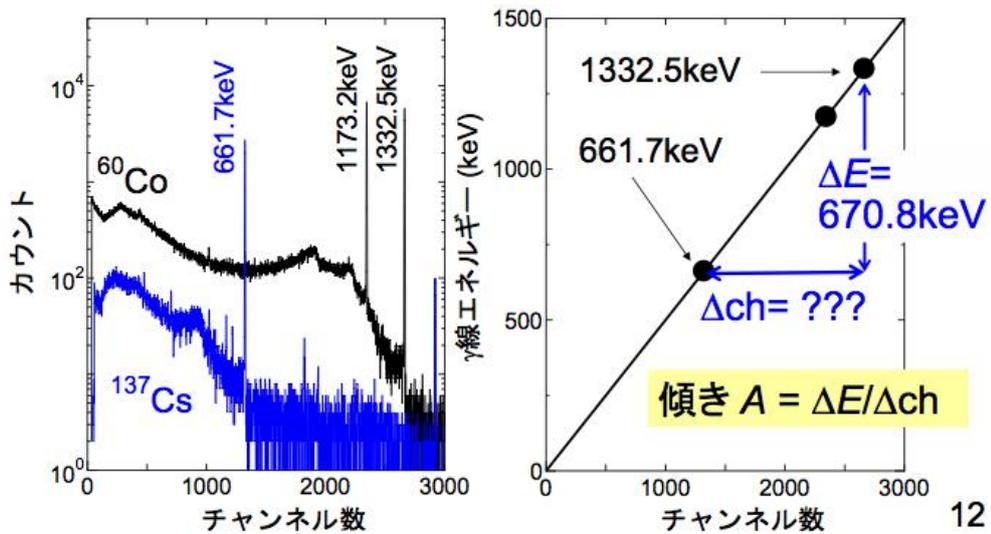
# ゲルマニウム検出器システムの構成



11

## 実習 II (a) エネルギー校正曲線の決定

$$(\gamma\text{線エネルギー keV}) = A \times (\text{チャンネル数}) + B$$



12

## 実習Ⅱ (b) 検出効率の測定

### 放射能既知の標準線源の測定

RI協会製標準溶液を濾紙に滴下・乾燥させ、ポリ袋に2重に封入したものを使用。

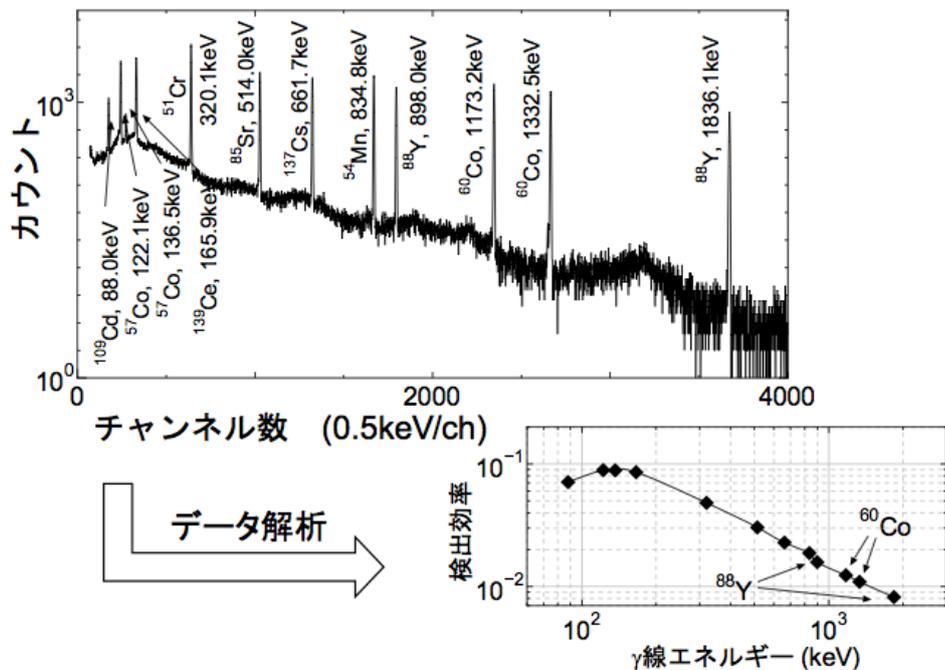
#### 注意事項

- 1) 測定器などを汚染させない。
  - ✓ ポリ袋から線源を出さない。
  - ✓ 粘着テープは静かに剥がす。
- 2) 全試料を同じ位置で測定する。



13

### 標準線源(9核種混合線源)の測定例と効率曲線



14

## 実習 II (c) 未知試料の測定

### 核種同定および放射能の決定

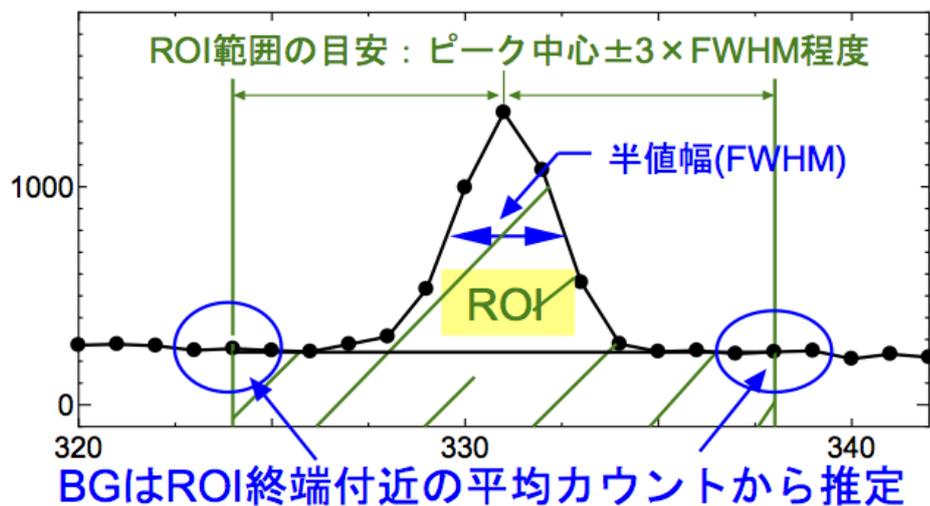
正体不明のRI発見時の初期対応の一部を模擬的に経験する

#### 注意事項

- 1) 標準試料と同じ幾何条件で測定する。
- 2) 複数の核種が入っている。
- 3) グループごとに核種や放射能が異なる。

15

### (参考) ピーク解析範囲ROIの設定 ROI (Region Of Interest, 関心領域)



16

## 実習に関する連絡事項 1

### 実験室に持参するもの

- 1) テキスト, 2) 筆記用具, 3)電卓(持っていれば),
- 4) 個人被ばく線量計
- 5) 実験衣(初日のみ. 実習後は管理区域内ハンガーへ)
- 6) 入退用IDカード (野依交流館に持ち帰る)

実習 I 用



実習 II 用

### 実習 II では上記に加えて.

- 7) アイソトープ手帳(持っていれば)
- 8) USBメモリー, PC(データを持ち帰りたい場合) 17

## 実習に関する連絡事項 2

### 実習時の被ばく線量管理

- ・持参した個人被ばく線量計を着用
- ・貸与するポケット線量計も着用
  - ・実験室で配付, 回収する
  - ・各実習終了後に線量をデータシートに転記

### 集合時間

	実習 I	実習 II
	新館5階実習室に 順次入室	野依交流館に集合 (一緒にRI実験棟へ移動)
11/9	入室時刻 14:20~14:30	集合時刻 14:25
11/10	8:45~9:00	8:50

18



## 結果発表の分担

グループ	発表分担	
A	実習 I (非密封RI)	GM計数装置による計測
B		計数効率のまとめ
C		計数効率のまとめ
D		問題 $^{14}\text{C}$ の原子数
E		問題 $^{32}\text{P}$ の放射能, $^3\text{H}$ の汚染検査
F	実習 II (Ge検出器)	未知試料の測定
G		検出効率の測定
H		エネルギー校正, エネルギー分解能
I		検出効率の測定
J		未知試料の測定

## 資料 2.4-11 実習資料 (2)

### 実習 I 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～

#### 1. 目的

・名古屋大学の RI 安全取り扱い実習の概要を紹介し、所属機関での安全教育に役立ててもらおう。

・非密封放射性同位元素の取り扱いおよび放射線計測を通して、放射性同位元素安全取り扱いの基本を習得する。

#### 2. 概要

ドラフトにて  $^{32}\text{P}$ -核酸溶液,  $^{14}\text{C}$ -ブドウ糖溶液の入ったバイアルから、蒸留水を入れたテストチューブに各溶液を分注し、希釈する。一定量をガラスウールろ紙に吸着させる。この  $^{32}\text{P}$ ,  $^{14}\text{C}$  試料と、あらかじめ準備された  $^3\text{H}$ ,  $^{125}\text{I}$  試料について、GM 管型サーベイメータ,  $^{125}\text{I}$  用 NaI シンチレーションサーベイメータ, および液体シンチレーションカウンタ, あるいはウエル型 NaI シンチレーションカウンタで計測する。また,  $^{32}\text{P}$  試料,  $^{226}\text{Ra}$  密封小線源を GM 計数装置により測定し,  $\beta$ ,  $\gamma$ 線の遮へい効果について検討する。また, 以上の操作を通じて, 汚染物の取り扱い, 廃棄の方法および汚染検査法を習得する。

実験は2人一組で行う。

#### 3. 使用する放射性同位元素

$^{32}\text{P}$ -ATP 溶液,  $^{14}\text{C}$ -ブドウ糖溶液,

$^3\text{H}$ -アミノ酸吸着ろ紙線源,  $^{125}\text{I}$  吸着ろ紙線源,  $^{226}\text{Ra}$  密封線源

使用核種の壊変特性については「ラジオアイソトープの安全取り扱い実習書」(以下実習書)p.6を参照のこと。

#### 4. 使用する器具など

(1) 各実験台に用意されているもの

バット (大 1, 中 1, 小 2), 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), アクリル遮へい板 (1), ポリバケツ (2), 三角フラスコ (1), ハサミ (1), 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 $\mu\text{L}$  用フィルター付き×2), 試料皿及びガラスフィルター (4), テストチューブ (4), ポリ袋 (2), スミアろ紙 (2)

## 5. 実習の手順

### I. 実験準備

- ① ポケット線量計を初期化する。
- ② アイソトープ汚染廃棄物用ゴミ箱を作る。日付、核種 ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{14}\text{C}$ ), 班名, 廃棄物の区分 (可燃物および難燃物) をポリ袋に記入し, ポリバケツに内張りする。
- ③ 4つの試料皿の側面に「Hot, P, 班番号」, 「Cold, P, 班番号」, 「Hot, C, 班番号」, 「Cold, C, 班番号」と記入する。4つのテストチューブのフタにも同様に記入する。
- ④ GM サーベイメータを用意し設定する。FUNCTION を SPEAKER に, MODE を RATE に, TIME CONST を 3 (SEC.) に, RANGE を 300 (CPM) に各々設定する。(実習書 p.12 参照)
- ⑤ 汚染検査練習用の用紙を配布するので, 指示に従って汚染検査の練習を行う。
- ⑥  $^{32}\text{P}$  線源作製者 (A: ホット操作) と  $^{14}\text{C}$  線源作製者 (B:  $^{32}\text{P}$  取り扱い時はコールド操作担当) を決める。
- ⑦ (B)が大バットを持ち(コールド操作), (A)がポリ手袋を着用しドラフト内にある無機廃液瓶を大バットに移し実験台に運ぶ(ホット操作)。

### II. アイソトープ溶液希釈, 線源作製 <図 I-1 >

(A) が  $^{32}\text{P}$  の操作, (B) は  $^{14}\text{C}$  の操作

- ① (A) はゴム手袋を装着する。
- ② (B) は洗びんから三角フラスコに蒸留水を注ぎ, オートピペット (1000 $\mu\text{L}$ ) を用いて「Hot, P, 班番号」, 「Cold, P, 班番号」, 計2つのテストチューブに蒸留水を各々 500 $\mu\text{L}$  分注し, チューブラックに立てる。
- ③ ②で準備したテストチューブ, チューブラック, オートピペット 100 $\mu\text{L}$  を中バットに入れてドラフトへ移動する。
- ④ (A)は Cold 用ドラフトにてオートピペットで模擬アイソトープ溶液 15 $\mu\text{L}$  を「Cold, P, 班番号」と書かれたテストチューブに入れる。<練習操作: コールドラン>
- ⑤ (A) は Hot 用ドラフトに移動して  $^{32}\text{P}$  溶液 15 $\mu\text{L}$  を「Hot, P, 班番号」と書かれたテストチューブに入れる。<本操作: ホット操作>
- ⑥ (A) はテストチューブを小型遠心機にセットし, (B) が操作する。操作終了後, 各実験台に戻る。
- ⑦ (A) は「Cold, P, 班番号」と書かれたマイクロテストチューブのふたを開けて(ポリろ紙切れ端使用), オートピペット (100 $\mu\text{L}$ ) で試料の 15 $\mu\text{L}$  を「Cold,

- P, 班番号」と書かれた試料皿中のガラスフィルター（練習用）に滴下する。
- ⑧ (A) は「Hot, P, 班番号」と書かれたテストチューブのふたを開けて（ポリろ紙切れ端使用）、オートピペット（100 $\mu$ L）で試料の 15 $\mu$ L を「Hot, P, 班番号」と書かれた試料皿中のガラスフィルター（本操作：線源作製）に滴下する。
  - ⑨ (B) はピンセットと小バットを用いて試料皿ごとガラスフィルターを赤外線ランプの下に用意された陶板上に置き、フィルターを 1～2分程度乾燥させる。
  - ⑩ (A) は残った液体をオートピペット（1000 $\mu$ L）で無機廃液瓶に移す。
  - ⑪ (A) と (B) は作業を交代し、①～⑩の操作を行い、 $^{14}\text{C}$  の線源を作製する。
  - ⑫ 乾燥後のフィルターを回収し、十分に冷めた後に、配られるシャーレ中に保管する。シャーレ中には既に  $^3\text{H}$  と  $^{125}\text{I}$  の 2 種類の線源が入っている。
  - ⑬ 無機廃液瓶をドラフトに戻す。
  - ⑭ 可燃物および難燃物の廃棄物が入ったポリ袋を、丸めてセロテープでシールし、廃棄物用金属バケツに分類して捨てる。
  - ⑮ 実験器具や周辺の汚染検査を GM サーベイメータで行う。

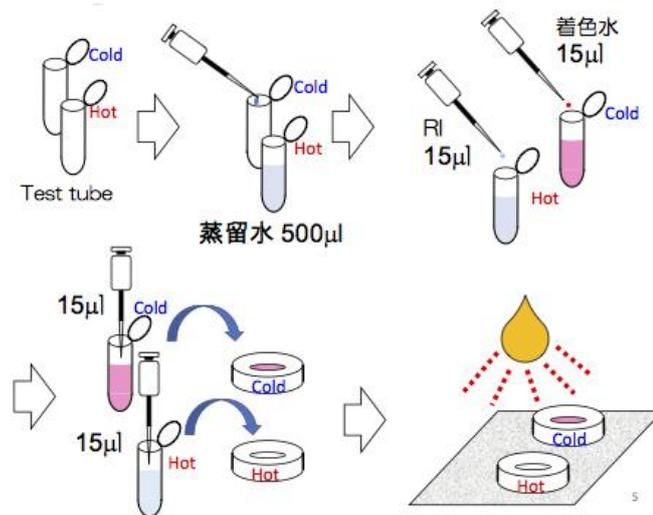


図 I - 1 試料作成手順

### III. GM 管型サーベイメータおよび $^{125}\text{I}$ 用 NaI シンチレーションサーベイメータによる計測 (実習書 pp.12-14 参照)

#### <実験操作>

GM 管型サーベイメータおよび  $^{125}\text{I}$  用 NaI シンチレーションサーベイメータを用い、コールドの試料, すなわち測定場所(小バット内)の自然計数を測定後,  $^3\text{H}$ -試料,  $^{14}\text{C}$ -試料,  $^{32}\text{P}$ -試料, および  $^{125}\text{I}$ -試料について計測する. このとき各試料について, 幾何学的効率が一定になるよう注意する.

### IV. GM 計数装置による計測および $\beta$ 線, $\gamma$ 線の遮へい効果 (実習書 pp.15-17 参照)

#### <実験操作>

(電圧はあらかじめ 1200V に上げてある)

- ① PRESET TIME を 1 分とし, RESET COUNT ボタンを押してコールドの試料 (自然計数) を測定する. RESET COUNT ボタンを押すと計数が始まり, PRESET TIME で設定した時間で自動的に停止する. 自然計数の値が 100 cpm をこえる場合は, GM 管が劣化している可能性があるので, 担当教員に連絡する.
- ②  $^{32}\text{P}$ -試料を 3 段目の棚に挿入し 1 分間計数する.
- ③ 吸収板受けに 3 mm 厚の亚克力板 1 枚を載せ, 2 段目の棚に挿入して計数する. 載せる亚克力板を 2 枚, 3 枚として同様に計測する.
- ④  $^{226}\text{Ra}$  密封線源のプラスチック面を上にして 3 段目の棚に置き, 1 分間計数する.
- ⑤ 吸収板受けに 1 mm 厚の亚克力板または 1 mm 厚の鉛板を載せ計測する.
- ⑥ 測定が終了したら, 高圧可変ダイアルのロックを解除し, 電圧を左 (反時計方向) に止まるまで徐々に下げる.
- ⑦ POWER スイッチを OFF にする.
- ⑧ 使用記録ノートに, 所定の事項を記録する.

### V. 液体シンチレーションカウンタによる計測 (実習書 pp.18-24 参照)

#### <実験操作>

- ① 班名と核種名を液シンバイアルキャップの上面に記入する. ピンセットを用い,  $^{32}\text{P}$ -試料,  $^{14}\text{C}$ -試料, および代表の班のみ  $^3\text{H}$ -試料を吸着させたガラスフィルターを試料皿から液シンバイアルに入れる.
- ② バイアルを担当教員の前に持っていく.
- ③ 測定時間を 0.5 分に設定し, 測定を開始する.

## VI. ウェル型 NaI シンチレーションカウンタによる計測(実習書 pp.25,26 参照)

### <実験操作>

- ① 班名を試料チューブ（プラスチック試験管）のふたに記入する。ピンセットを用い、 $^{125}\text{I}$  試料を吸着させたガラスフィルターを試料皿からチューブに移し、ふたをする。チューブ外底よりガラスフィルター上端までの高さを測定し、データシートに記録する。
- ② チューブを担当教員の前に持っていく。
- ③ 測定時間を1分に設定し、測定を開始する。

## VII. 廃棄、汚染検査（実習書 pp.27-31 参照）

- ① 試料皿を不燃物の汚染廃棄物ゴミ箱に捨てる。
- ② 実験台の上の全ての器具をサーベイメータで汚染検査し、汚染の無いことを確認する。実験台のポリロ紙表面もチェックする。
- ③ アクリル遮蔽板をスミア法（サーベイメータ使用）により汚染検査する。
- ④ 備え付けのモップに化学雑巾（商品名クリーンエース）を装着し、各実験室区画ごとに床塵を拭き集める。化学雑巾の一部を1cm角位の大きさに切りとり、汚染検査用液シンパイアルに入れ、液体シンチレーションカウンタで測定する。残りの塵付着部全体をプラスチック試験管に入れ、ウェル型 NaI シンチレーションカウンタで測定する。
- ⑧ 非汚染の一般廃棄物用ゴミ箱にアイソトープ汚染廃棄物が捨てられていないことをサーベイメータで確認する。汚染していない手袋等は一般廃棄物用ゴミ箱には混入させてはいけない。これらの産業廃棄物については教員に申し出ること。

管理区域退出前に、ポケット線量計の指示値を読み、データシートに記録する。

## VIII. 管理区域からの退出（実習書 p.11 参照）

実験室の汚染が無いことを確認する。退出時は HFC モニターで、手、足、白衣の胸部、腹部、袖口、ズボンのすそ等を検査する。 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、および  $^{125}\text{I}$  等、HFC モニターでの検出が困難な核種による汚染も考えられるので、検査する前に HFC モニターの汚染防止もかねて、必ず石鹸で手を洗うこと。

## 6. データ解析および考察 (実習問題)

1. データシートを完成させなさい。

- ・シンチレーションカウンタ計測結果は10日午後に配布する。
- ・液体シンチレーションカウンタの計数効率、実習書 pp.19-21 のグラフから読み取ること。「東山」と書かれたページのグラフを使用する。
- ・ウェル型 NaI シンチレーションカウンタの計数効率は、実習書 p. 25 の Surface contamination check tube のグラフから読み取ること。

2. GM 計数装置による計測結果から、遮蔽について考察できることを述べなさい。

3. 計数効率のまとめから、考察できることを述べなさい。

4. 今回求めた  $^{14}\text{C}$  試料に含まれる  $^{14}\text{C}$  原子の数を求めなさい。  
(実習書 p.6 および黄色ページ I 参照)

5.  $^{32}\text{P}$  試料の半年後の放射能 (Bq) を求めなさい。  
(実習書 p.6 および黄色ページ I 参照)

6.  $^3\text{H}$  試料使用後の汚染検査で留意すべき点を示しなさい。

## 平成29年放射性同位元素等取扱施設教職員研修

### RI取扱実習の紹介

自然科学研究機構岡崎共通研究施設  
 アイソトープ実験センター  
 (基礎生物学研究所)  
 松田 淑美

#### 事業所の概要(施設の規模)

- ・非密封のRI使用施設
- ・RIの使用目的は「生物学・生理学・分子科学研究のため」

事業所	面積	放射線業務従事 登録者数*	承認核種	特記事項
明大寺地区 実験施設	960m <sup>2</sup>	42名	<sup>3</sup> H, <sup>14</sup> C, <sup>22</sup> Na, <sup>32</sup> P, <sup>33</sup> P, <sup>35</sup> S, <sup>36</sup> Cl, <sup>42</sup> K, <sup>45</sup> Ca, <sup>125</sup> I (10核種)	動物実験・組換えDNA実験可能
山手地区 実験施設	1182m <sup>2</sup>	34名	<sup>3</sup> H, <sup>14</sup> C, <sup>32</sup> P, <sup>33</sup> P, <sup>35</sup> S, <sup>125</sup> I (6核種)	動物実験・組換えDNA実験不可

\* 2017年11月現在

## 事業所の概要(スタッフ)

- センター長 (教授・兼任) 1名
- 専任准教授 1名
- 技術職員 3名
- 技術支援員 1名



## 放射線障害防止法で規定されている教育訓練 (初めて管理区域に立ち入る前)

放射線の人体に与える影響	30分以上*
放射性同位元素の安全取扱	4時間以上*
放射線障害防止に関する法令	1時間以上*
放射線障害予防規程	30分以上

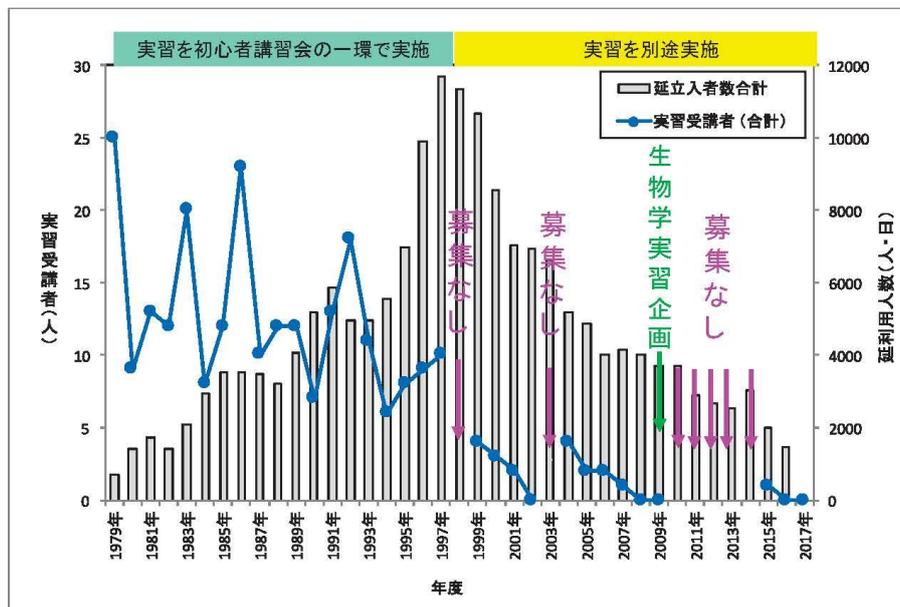
・\*の項目は、受講歴がある場合、証明書の提出で省略可。



教育訓練は座学と施設見学。

RI実習は教育訓練とは別に、「RI取扱実習」として実施。

## 受講者数の推移



## RI取扱実習の内容

時間割	所要時間	内容	使用するRI	講師人数	実施場所
10:00-10:45	45分	実習の説明	—	1名	教育訓練室
10:45-12:00	75分	低エネルギーβ線(3H,14C)の測定	3H,14C(校正線源)*1	2-3名	RI管理区域
		γ線の測定	137Cs,129I(校正線源)*2		
13:00-15:00	120分	液体シンチレーションカウンタによるβ線の測定 表面汚染の測定	32P(非密封)		
15:00-15:45	45分	データ整理と説明	—	1-2名	教育訓練室
15:45-16:00	15分	まとめ	—	1名	

\*1 下限数量以下

\*2 密封線源、下限数量以下



## RI取扱実習の目的

内容	使用するRI	実習の目的
低エネルギーβ線(3H,14C)の測定	3H,14C (クエンチド校正線源)	<ul style="list-style-type: none"> <li>液体シンチレーションカウンタの使用法</li> <li>核種によるエネルギーの違い</li> <li>計数効率の算出(cpmとdpm)</li> <li>クエンチングの影響</li> </ul>
γ線の測定	137Cs,129I (校正線源)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガンマカウンタ、シンチレーションサーベイメータの使用法</li> <li>核種によるエネルギーの違い</li> <li>しゃへの効果</li> </ul>
液体シンチレーションカウンタによるβ線の測定	32P (非密封)	<ul style="list-style-type: none"> <li>計数効率の算出方法(cpmとdpm)</li> <li>放射能の減衰計算</li> <li>チェレンコフ光測定とシンチレータ測定</li> <li>ピベッター操作(汚染防止操作)</li> </ul>
表面汚染の測定		<ul style="list-style-type: none"> <li>スミア法とサーベイ法による汚染検査</li> <li>計数効率の比較(液体シンチレーションカウンタとGM)</li> </ul>

## まとめ

### ○実習後の効果

- ・実験終了後の汚染検査の実施が徹底される。

### ○実習中の思わぬハプニング

- ・生物学実験に慣れない受講者の測定結果のばらつきが大きかった。

### ○実習に対する受講者の反応

- ・終了後にアンケートは行っていないが、長くRI実験を中断している方から受講希望があることから、RI取扱の基礎的な知識を得る実習として評価をいただいていると考える。

### ○今後の方針

- ・受講希望者は少ないが、今後も募集は継続する予定。

# 教育訓練の実習

北里大学医学部の場合

## 北里大学医学部 バイオイメージング研究センターRI部門

- 従事者は約30人。ひと月の利用者は平均5人。
- 新規登録者は年間平均5人。申請の都度、教育訓練を行っている。
- ライフサイエンス系の実験が主体(β核種)
- H-3(チミジンの細胞への取り込み)、Cr-51(細胞障害活性)など。
- 地上4階、屋上1階建て。実験スペースは約700m<sup>2</sup>。
- 管理室は主任者1人と、アルバイト1人の計2人。
- ボックス付X線照射装置の安全衛生教育も行っている

## 以前まで行っていた実習 (実習書に記入)

- 管理区域の入退室
- 実験台のセッティング
- P-32の貯蔵庫からの取り出し、分注希釈
- GMサーベイと液シンの測定効率を比較
- アクリルを1mmずつ重ね、アクリルの飛程から空気との密度比を利用して空気中の飛程を計算
- スミア検査方法

- 人手不足
- P-32は半減期が短い

## 現在実習で実施していること

- 避難訓練(非常口、消火器、非常ベル、LEDライトの位置、避難するときの実験台の整理)
- RI実験の基本マナー(退出時の汚染検査、手袋交換を頻繁にする)
- 実験台のセッティング。
- 汚染しにくいピペッティング
- 距離の逆二乗(サーベイメータの使い方)
- H-3,C-14をGMサーベイで測る(使用頻度が多く、半減期が長い核種を使用)

## 実験台のセッティング

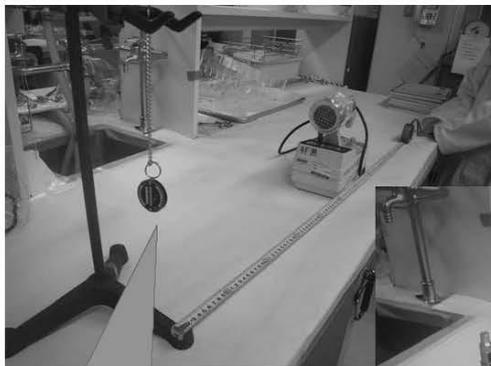


器具の置いている場所の説明  
持ち込みたい機器の設置場所などの  
相談

## マイクロピペットの使い方の例 (チップを外すとき)

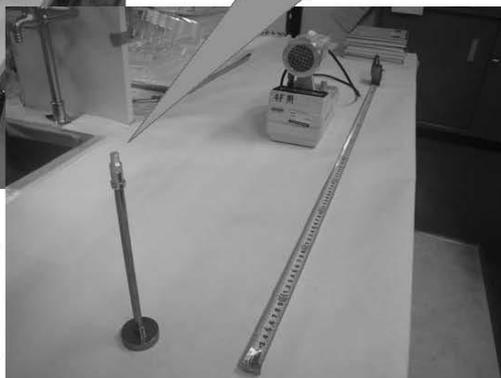


## 距離の逆二乗の法則



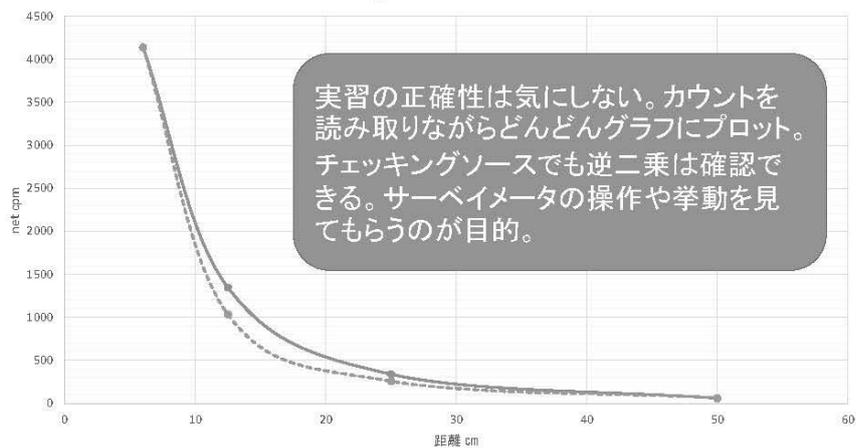
GMサーベイチェックソース  
Ra-226

Cs-137、3.7MBq  
照射標準ガンマ線源



## 距離の逆二乗の法則

距離の逆二乗\_Ra-226 チェックソース



実習の正確性は気にしない。カウントを読み取りながらどんどんグラフにプロット。チェックソースでも逆二乗は確認できる。サーベイメータの操作や挙動を見てもらうのが目的。

## H-3、C-14をGMサーベイで測る



管理室であらかじめ作成した線源。ろ紙に滴下しチャック付クリアパックに入れる。

H-3は測定できないが、C-14は数百cpm測定できる。

汚染があるときのサーベイメータの挙動が確認できる。

## 受講者別の傾向 (教育訓練中に注意していること)

- 学生は真面目なので、脅しすぎない。反面、行動や服装などがいい加減。指導教員にも実習の一部に同席してもらおうと、学生、指導者、管理者の三者の間で、安全取扱いの共有がしやすい。
- 教員、研究者はほぼ問題無し。ただし、別のRI施設のローカルルールに慣れていることがある。
- 臨床の先生は、ほとんど聞いていなかったりする。

## 資料 2.4-14 実施後アンケート内容

### 全国研修 受講者アンケートのお願い

全国研修へのご参加（検討会議へのご出席）、有り難うございました。最後は駆け足になってしまい総合討論の時間が短くなってしまい、大変申し訳ございません。また、最後に大事なお願いを言い忘れてしまい重ねてお詫び申し上げます。

研修時にもお話ししましたが、本研修は、今年度は、原子力規制庁の受託事業の一環として開催致しました。皆さんの意見、感想を、受託事業の報告にまとめさせて頂きたく、アンケート調査に御協力下さい。また、来年度以降も、受託事業として継続して行きたいと考えておりますが、アンケート結果を参考にさせていただきます。少し量が多いですが、ご回答下さいますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

#### 1. 旅費補助について、

繰り返しますが、今回は、従来の全国研修とは異なり、原子力規制庁の受託事業ということで実施しました。そのため、開催名も「全国研修」と「検討会議」を併記した形になっています。また、皆さんに旅費の補助が可能となりました。以下にいずれかに○を付けて下さい。

●旅費の補助があると参加しやすい ●あまり変わらない ●却って参加しにくい

「却って参加しにくい」と答えた場合の、理由をお書き下さい。

その他、自由にお書き下さい。

#### 2. 講演について

今回は、科研費や原子力規制庁の受託事業など、外部資金を得て実施している事業、および、非密封 RI 実験に必須である液シンの動向について講演頂きました。以下にいずれかに○を付けて下さい。

##### ●規制庁の講演について

●関心が持てた ●ふつう ●関心が持てなかった

##### ●液シンの基礎に関する講演について

●関心が持てた ●ふつう ●関心が持てなかった

##### ●緊急時プラットフォームの講演について

●関心が持てた ●ふつう ●関心が持てなかった

##### ●短寿命核供給プラットフォームの講演について

●関心が持てた ●ふつう ●関心が持てなかった

3. 今回のような全国研修の場で希望する講演テーマがあれば、自由にお書き下さい。  
( )

4. 見学について

●関心を持たなかった      ●ふつう      ●あまり関心は無い

その他、自由に感想をお書き下さい。

5. 実習の結果発表・講評について

●時間について

●長い      ●適当      ●短い  
理由 ( )

●内容について

●難しい      ●適当      ●易しい

その他、自由に感想をお書き下さい。

6. 総合討論・意見交換について

●時間について

●長い      ●適当      ●短い  
理由 ( )

●内容について、気付いた点を自由に記入してください。  
( )

●来年度以降、このような場で取り上げた方が良いと思われるテーマについてもお書き下さい。  
( )

他施設の実習の紹介について自由にお書き下さい。  
例：参考になった、もっとたくさん紹介して欲しい、など。

実習 I (名古屋大学 RI 安全取り扱い実習の紹介) について

1-1 RI 安全取り扱い(準備、取り扱い、計測、廃棄、汚染検査)を習得するのに適切でしたか?

準備	よくできた	どちらでもない	できなかった
RI 取り扱い			
計測			
廃棄			
汚染検査			

1-2 手順の説明やスライドはわかりやすかったですか？

手順の説明 (とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい)

スライド (とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい)

1-3 スライドの英語表記はわかりやすかったですか？

(とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい 見なかった)

1-4 計測によって各測定器の特徴を学ぶのに適切でしたか？

(よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)

1-5 放射線の種類に適した測定器を使う必要があることが理解するのに適切でしたか？

(よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)

1-6 測定器による検出効率の違いを理解するのに適切でしたか？

(よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)

1-7 問題を解くことによって、RI についての知識を身につける例として適切でしたか？

(よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)

1-8 所属機関における RI 実習に取り入れたい部分がありましたか。

→どの部分をどのように取り入れることが可能ですか？

1-9 実習 I に関して、気付いた点を、自由に記入してください。

### 実習 II (Ge 検出器を用いた核種の定量分析) について

2-1 実習 II のテーマ (湧きだし線源の発見を想定し、放射線計測に基づいた核種同定および放射能決定を行う) についてどのように感じましたか。安全管理技術の向上という本事業の目的の観点からお答えください。

適切 ・ どちらかといえば適切 ・ どちらかといえば不適切 ・ 不適切  
そのように感じた理由 ( )

2-2 実習 II 全体のレベルや時間配分等についてどう感じましたか。

○レベル: 簡単すぎる ・ やや簡単 ・ 適切 ・ やや難しい ・ 難しい

- 実習時間（3時間の実習枠のうち、装置説明や測定に割いた時間）：  
 長すぎる ・ やや長い ・ 適切 ・ やや短い ・ 短すぎる
- データ解析の時間（検出効率の決定や核種同定・放射能決定に割いた時間）：  
 長すぎる ・ やや長い ・ 適切 ・ やや短い ・ 短すぎる
- 1班あたりの人数： 多すぎる ・ やや多い ・ 適切 ・ やや少ない ・ 少なすぎる
- 実習中の説明： 簡単すぎる ・ やや簡単 ・ 適切 ・ やや難しい ・ 難しい  
 （その他，実習Ⅱの内容についての感想）

2-3 実習Ⅱで学んだ内容は今後の安全管理に有益だと感じましたか。

- 感じた ・ どちらかといえば感じた ・ どちらかといえば感じなかった ・ 感じなかった  
 た ・ すでに理解している内容だった  
 そのように感じた理由（ ）

2-4 実習Ⅱと類似した内容の実習をご自身の事業所または大学内での管理者向け研修（有志のみで行う 自主的な研修も含む）で行ってみたいと感じましたか。

- 感じた ・ どちらかといえば感じた ・ どちらかといえば感じなかった ・ 感じなかった

2-5 上問で「感じた」「どちらかといえば感じた」と答えた場合、実際に実施する場合、ご自身の事業所の実態に合わせるために今回の内容から変える方がよいと思う部分や、実施の際に問題になりそうだと感じるようなところがあれば教えてください。

（ ）

○「感じなかった」「どちらかといえば感じなかった」と答えた場合、どのような点でそう感じましたか。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。

（ ）

2-6 今回の実習Ⅱのテーマ（放射線計測に基づいた核種同定や放射能決定）と類似した内容の実習を全国の大学あるいは国立研究機関等の安全管理担当者向けに行う場合、どのような改善を加えていくとよいと思いますか。

（ ）

2-7 実習Ⅱに関して気付いた点を、自由に記入してください。

## 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。

ある ・ ない

2. 上問で「ある」と答えた場合、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。

( )

3. 大学あるいは国立研究機関等における放射線安全管理技術の向上を目指すための実習を受講する場合、実習を通じて習得したいと思う内容をご提案ください。

( )

4. 今後、実習を行うことが各機関に求められる可能性があります。その場合、例えば、近隣の大学で受講できる制度などが整備された場合、利用したいと思いませんか。あるいは、利用する場合には、どのような制度が必要と感じますか。

(例：旅費の補助など。 )

5. その場合、今回の実習内容は適当と判断されますか？

( )

6. 今後取り入れると良いと、あるいは、取り入れて欲しいと思う実習内容をお書き下さい。

7. その他、気付いた点を自由に記入してください。

長い質問にお答え頂き、どうも有り難うございました。取り纏めて報告書に入れるとともに、今後の参考とさせていただきます。

#### 資料 2.4-15 ネットワーク幹事校による意見交換会議事要旨（1）

日時：2017年11月9日 12:15～12:50

場所：名古屋大学アイソトープ総合センターRI 実験棟講義室

出席者：

斉藤雅弘（原子力規制庁）、篠原厚教授（阪大ラジオアイソトープ総合センター長・本事業代表者）、渡部浩司教授（東北大サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター）、川村猛准教授（東大アイソトープ総合センター）、竹中千里教授（名古屋大学アイソトープ総合センター長）、柴田理尋教授、小島康明准教授、緒方良至准教授、佐久間麻由子講師、小島久技術専門員（以上、名大アイソトープ総合センター）、堀江正信助教、藤本裕之助教、垣下典永技術職員（以上、京大放射性同位元素総合センター）、吉村崇教授、清水喜久雄准教授（以上、阪大ラジオアイソト

ープ総合センター)、中島裕美子教授(九大アイソトープ統合安全管理センター)、松田尚樹教授(長崎大学原爆後障害医療研究所)

#### 議事

1. 本事業の進捗状況の説明および今回の名大全国研修の実習テーマについて(柴田)
2. 名大センターの新築に到る経緯等についての説明(柴田)
  - ・ 施設の利用について
  - ・ 大学内の施設集約状況、地域の中核化の検討
3. 放射線施設の統廃合について
  - ・ 施設廃止の予算獲得状況について
4. 本研修・会議の来年度、再来年度開催校の確認(来年度阪大、再来年度京大)
5. 法令改正における予防規程の整備に関して、斉藤雅弘氏との意見交換

## 資料 2.4-16 ネットワーク幹事校による意見交換会議事要旨（2）

日時：2017年11月10日 12:15～12:50

場所：名古屋大学アイソトープ総合センターRI 実験棟講義室

出席者：

斉藤雅弘（原子力規制庁）、篠原厚（阪大ラジオアイソトープ総合センター長・教授・本事業代表者）、久下裕司教授（北大アイソトープ総合センター）、渡部浩司（東北大サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター教授）、秋光信佳教授（東大アイソトープ総合センター准教授）、竹中千里（名古屋大学アイソトープ総合センター長・教授）、柴田理尋教授、小島康明准教授、緒方良至准教授、佐久間麻由子講師（以上、名大アイソトープ総合センター）、堀江正信助教、藤本裕之助教、垣下典永技術職員（以上、京大放射性同位元素総合センター）、吉村崇教授、清水喜久雄准教授（以上、阪大ラジオアイソトープ総合センター）、中島裕美子教授（九大アイソトープ統合安全管理センター）

議事

1. キックオフミーティング(11月10日、17時開催予定)の事前打ち合わせ  
来年度以降のネットワーク事業の計画について（別紙）  
新規テーマ叩き台案についての意見交換

### 2.4.2.2. 総合討論及び実施後アンケート等に基づく検討会議の評価のまとめ

#### I 全般について：

安全管理・教育担当者の立場から見て、新規従事者向けの教育訓練における実習内容としては概ね適当であるという評価であった。また、従来、本会議は情報交換を含めて有意義であるとの意見が多くあった。今回、受託事業として旅費の補助を行ったが、旅費の補助があると、参加しやすいという意見がほとんどであった。

講演内容については、規制庁による講演は重要である、また、2事業との共催は、特に今回は有効との意見があった。

#### II アンケート調査に基づく実習の評価のまとめ

##### II-1 実習 I

○妥当性：新規従事者向け実習テーマとして、今後、自施設として取り組む場合の参考として、適当な内容であるとの意見、および、具体的には以下の意見が得られた。

- 検出器・検出方法の違いにより差が出ることを理解させることは良い。
- 管理区域立入時の注意、準備から後片付けまで含まれている。
- 同じ線源を異なる測定器で測るという内容。
- テキストだけでなくスライドを併用している、英語表記もある点。
- サーベイメーターによる  $^{14}\text{C}$  の測定（汚染検査）
- 2人で組んで行う際の作業分担も指示されている。
- 鉛板、アクリル板による遮蔽実験。
- 化学雑巾による汚染検査。

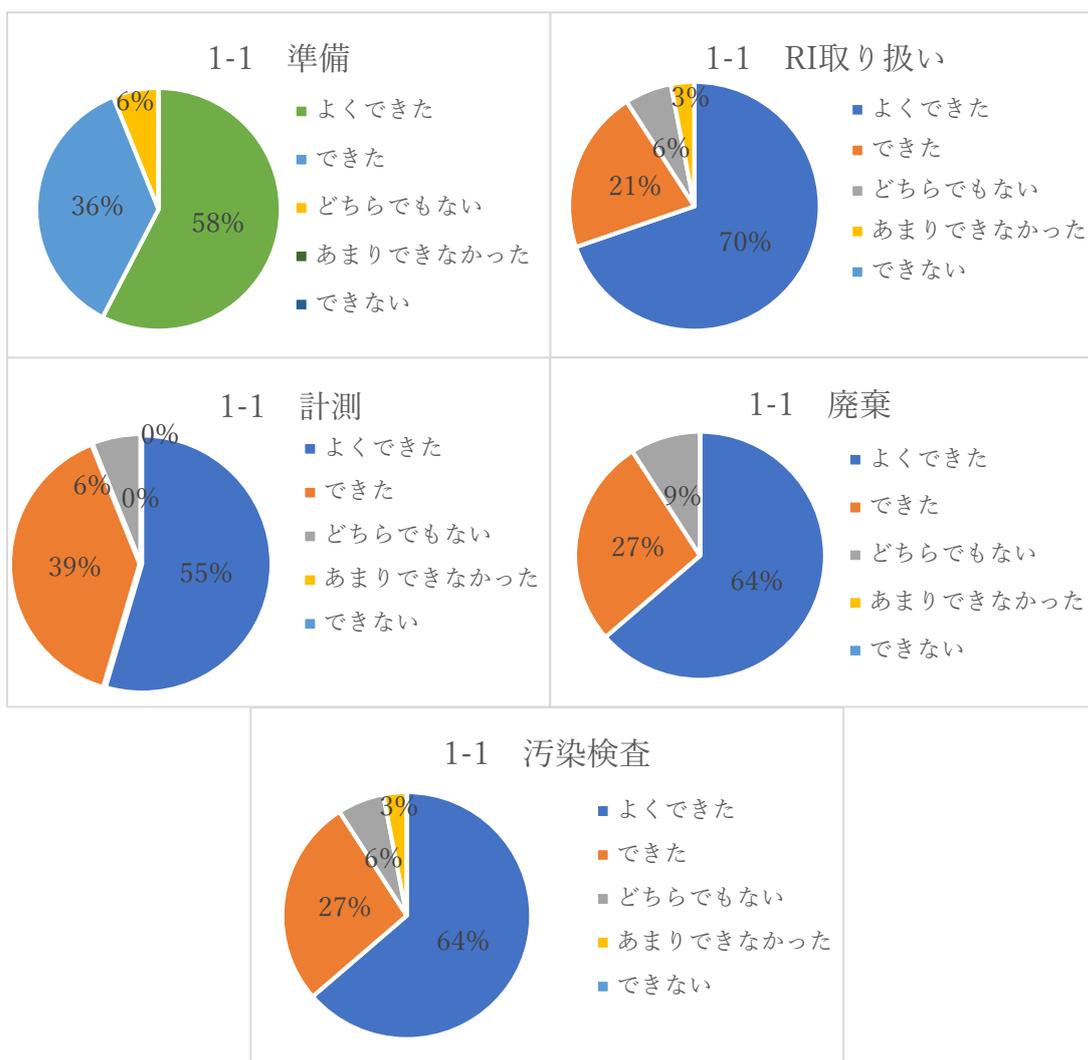
○適用性・拡張性：

- 実際に定常的に実習をする場合、装置のメンテナンスが心配。
- RI 廃棄物の分別、処理方法、料金なども組み込むべき。
- BG 放射線の説明も有ると良い。

○アンケート項目とその集計結果

1-1 RI 安全取り扱い（準備、取り扱い、計測、廃棄、汚染検査）を習得するのに適切でしたか？

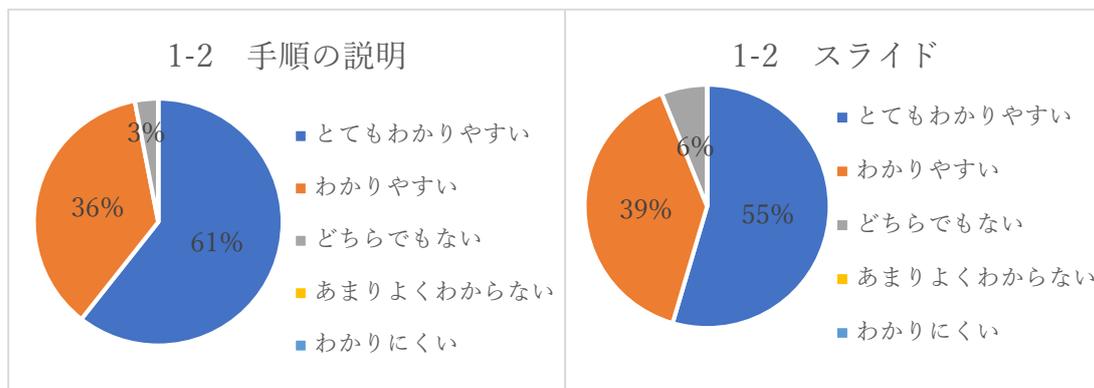
	よくできた	どちらでもない	できなかった
準備			
RI 取り扱い			
計測			
廃棄			
汚染検査			



1-2 手順の説明やスライドはわかりやすかったですか？

手順の説明 (とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい)

スライド (とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい)

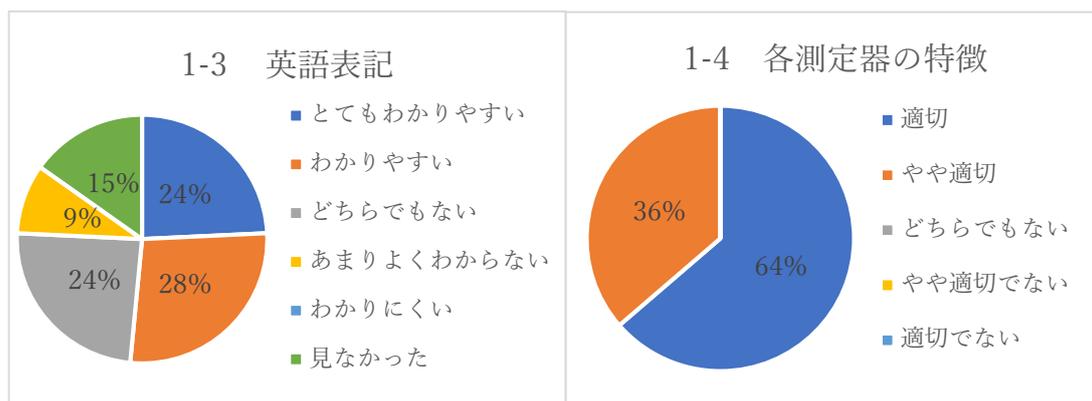


1-3 スライドの英語表記はわかりやすかったですか？

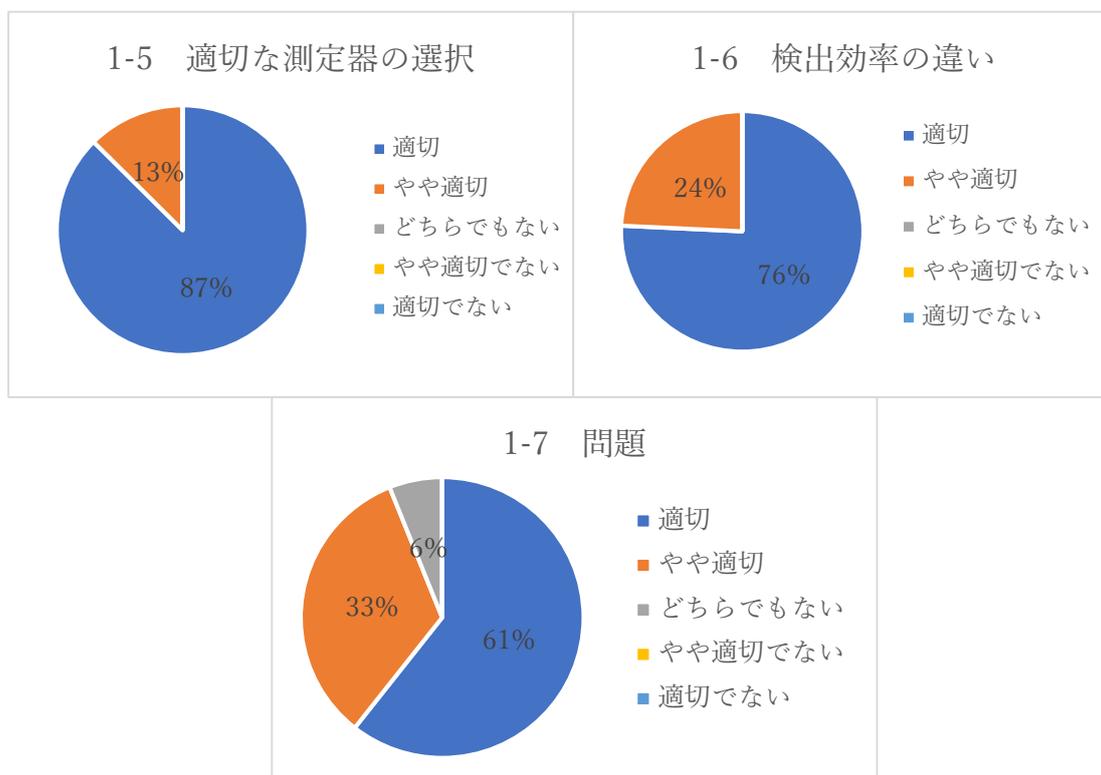
(とてもわかりやすい わかりやすい どちらでもない あまりよくわからない わかりにくい 見なかった)

1-4 計測によって各測定器の特徴を学ぶのに適切でしたか？

(よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)



- 1-5 放射線の種類に適した測定器を使う必要があることが理解するのに適切でしたか？  
 (よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)
- 1-6 測定器による検出効率の違いを理解するのに適切でしたか。  
 (よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)
- 1-7 問題を解くことによって、RI についての知識を身につける例として適切でしたか。  
 (よくできた できた どちらでもない あまりできなかった できなかった)



## II-2 実習II

○妥当性：核種分析の実習内容としては適当である。

○適用性・拡張性：

- 測定用の試料調製も行った方が良い。
- Ge 検出器を有していない施設では、NaI に置き換えて実施できるか検討する(⇨可能であると考えられる)
- 各施設で使用している RI に置き換えて実習する。
- 自施設では、人・経費の点からも難しい。

○アンケート項目とその集計結果

2-1 実習IIのテーマ（湧きだし線源の発見を想定し、放射線計測に基づいた核種同定および放射能決定を行う）についてどのように感じましたか。安全管理技術の向上という本事業の目的の観点からお答えください。

適切 ・ どちらかといえば適切 ・ どちらかといえば不適切 ・ 不適切  
 そのように感じた理由（ ）

2-2 実習II全体のレベルや時間配分等についてどう感じましたか。

○レベル： 簡単すぎる ・ やや簡単 ・ 適切 ・ やや難しい ・ 難しい

○実習時間（3時間の実習枠のうち、装置説明や測定に割いた時間）：

長すぎる ・ やや長い ・ 適切 ・ やや短い ・ 短すぎる

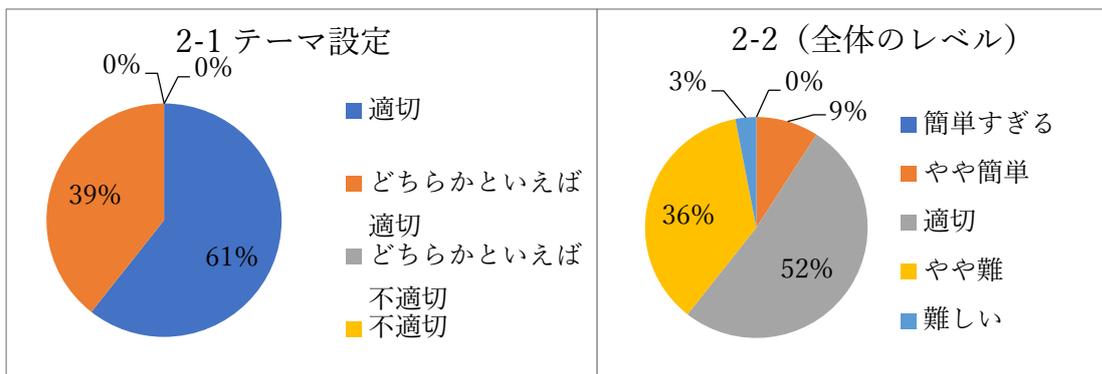
○データ解析の時間（検出効率の決定や核種同定・放射能決定に割いた時間）：

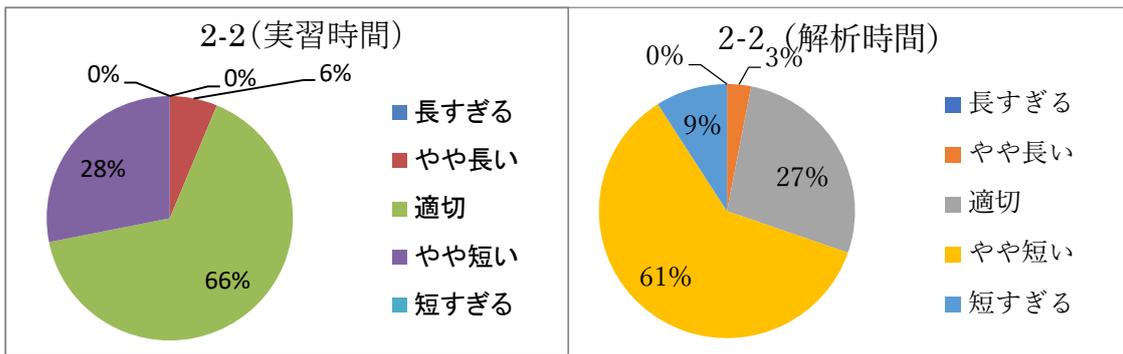
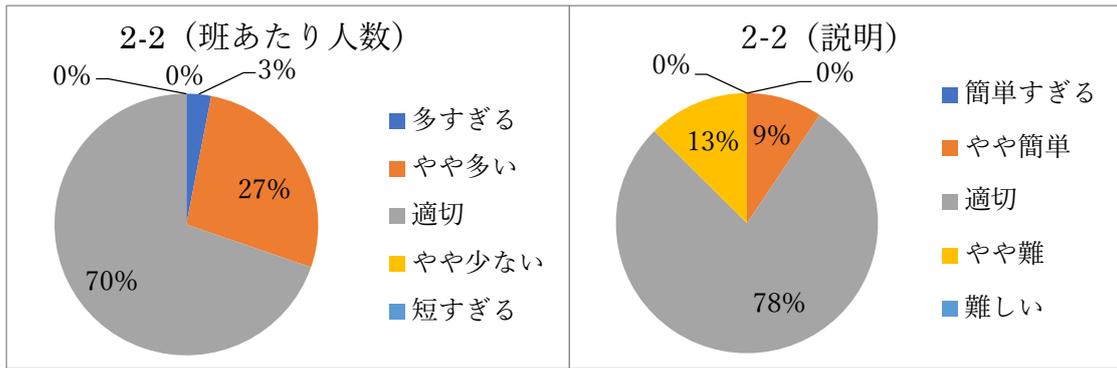
長すぎる ・ やや長い ・ 適切 ・ やや短い ・ 短すぎる

○1班あたりの人数： 多すぎる ・ やや多い ・ 適切 ・ やや少ない ・ 少なすぎる

○実習中の説明： 簡単すぎる ・ やや簡単 ・ 適切 ・ やや難しい ・ 難しい

（その他、実習IIの内容についての感想 ）



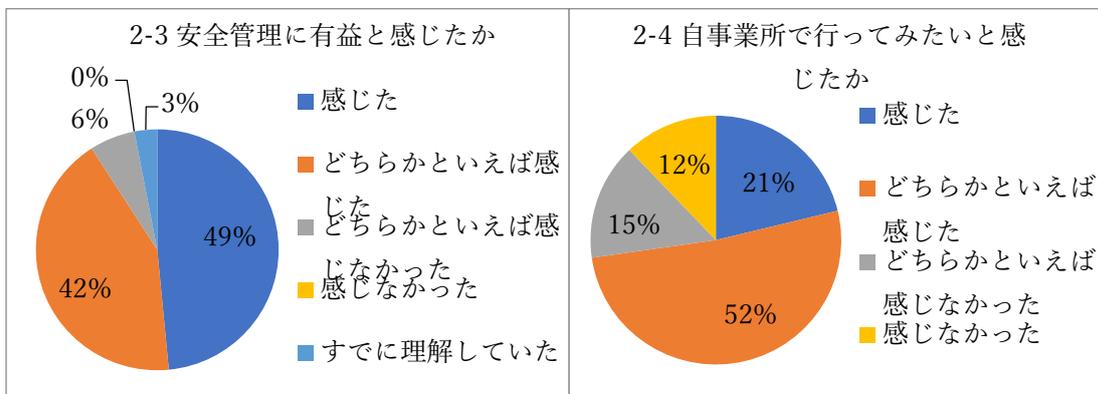


2-3 実習Ⅱで学んだ内容は今後の安全管理に有益だと感じましたか。

感じた ・ どちらかといえば感じた ・ どちらかといえば感じなかった ・ 感じなかった  
 た ・ すでに理解している内容だった  
 そのように感じた理由 ( )

2-4 実習Ⅱと類似した内容の実習をご自身の事業所または大学内での管理者向け研修（有志のみで行う 自主的な研修も含む）で行ってみたいと感じましたか。

感じた ・ どちらかといえば感じた ・ どちらかといえば感じなかった ・ 感じなかった



### Ⅲ 今後も本事業で取り組んで欲しい内容

- 緊急時の対応について
- 実際の汚染とその除染、安全確認までの内容
- 液シンカクテルによる検出効率の違い
- 放射化実験、など。

### Ⅳ 以上のアンケートを元にした今後の検討課題

- 上記Ⅲの内容の可能性の検討
- 人数を減らして交流を密にする。今回、テーマ内容検討の時間を多くとったが、他機関の事例を含めた意見交換の時間を増やして欲しい、という意見があった。実習例を絞り、討論時間を増やすこと、他施設の紹介をもっと増やすことを検討する。
- 準備時間にもよるが、事前にテキストを配布しておくのも良いと考える。
- スキルによって参加対象者を分けることも検討。
- 規制庁の講演、関連事業との共催は今後も継続を検討。

## ② 実習内容の調査・収集

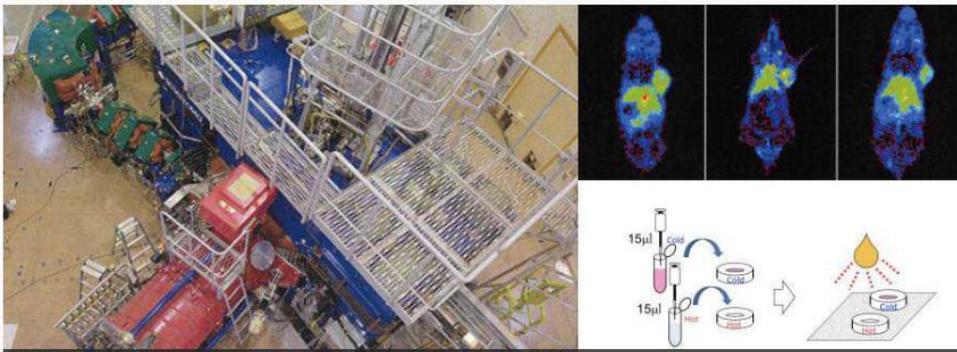
参加機関に事前にアンケート調査を行い、各機関がじっしている実習内容を調査した。その結果、9機関から実習内容及び実習資料を提供して頂いた。利用者が減少していること、また、担当者が十分に対応できない等の理由で、6時間の法定講習は実施しているが、実習までは実施していない機関が多くあることが判った。一方、必要に応じて少人数に対しても実習を行っている機関も存在する。施設の規模や利用者の分野に応じて利用できるような様々なコンテンツを公開していくことを検討中である。

## 2.5. ホームページの開設

過去の研修の実習テーマを年度毎に国立大学アイソトープ総合センター長会議ホームページおよび本事業に公開するための準備を開始した。この過程で、本事業のホームページを今年度中に開設することとした。以下に開設したホームページ(平成30年3月26日付け)を示す。

資料 2.5-1 本事業のホームページ(1)

原子力規制庁放射線防護ネットワーク推進事業  
**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**

トップページ	目的	参加校	教育事業	従事者管理検討事業	委員会
					

**トップページ**

---

**トピックス**

- ▶ 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修(平成29年度は、大学等に求められる放射線安全管理向上のための教育プログラム開発検討会議)にて実施された実習のテキスト(過去3年分)がダウンロードできます。実習テキストのダウンロードの方法は、阪大RIセンター管理室(takahashi-e@office.osaka-u.ac.jp)までE-メールにてお問い合わせください。
- ▶ 分子イメージングに関する教育研修プログラム(平成29年度は、分子イメージング技術利用推進検討会)にて実施された実習のテキスト(過去3年分)がダウンロードできます。実習テキストのダウンロードの方法は、阪大RIセンター管理室(takahashi-e@office.osaka-u.ac.jp)までE-メールにてお問い合わせください。
- ▶ 平成30年度放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修、大学等に求められる放射線安全管理向上のための教育プログラム開発検討会議は**大阪大学ラジオアイソトープ総合センター**で開催予定です。開催時期は、平成30年度後期を予定しています。
- ▶ 平成30年度開催予定の第8回分子イメージングに関する教育研修プログラム、分子イメージング技術利用推進検討会は、[岡山大学自然生命科学研究支援センター](#)で行われます。

---

**ニュース**

- 2018年02月10日 全体会議を開催しました。
- 2017年11月17日 分子イメージング技術利用推進検討会を開催しました。
- 2017年11月10日 平成29年度大学等に求められる放射線安全管理向上のための教育プログラム開発検討会議を開催しました。

トップページ

トップページ	目的	参加校	教育事業	従事者管理検討事業	委員会
--------	----	-----	------	-----------	-----

トップ > 目的

## 目的

放射線、放射性同位元素（RI）は、様々な研究においてツールとして広く利用されています。放射線、RIを使用するにあたって、作業従事者は教育及び訓練を受けることが法律で定められています。また、各放射線施設では、作業従事者の管理が必要です。放射線作業に関しては、大学在学中に初めて取扱を開始する扱う者が大多数になります。それゆえ、一番初めに放射線を取扱の経験をする「大学」での放射線教育の充実こそが、放射線防護、安全文化醸成の最も有効な手段です。

近年、大型加速器施設等の利用により、一人の放射線作業従事者が国内外の複数の放射線施設を利用するケースが増えています。この場合、作業従事者の被ばく線量等の一元的な管理や各施設間での従事者情報の共有が必須で、現在は各大学が独自保有、管理している従事者管理システムの連携整備が必要です。

そこで、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（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および大学間での従事者管理の連携を行い、以下の事業を推進します。このすることによって、放射線作業従事者の放射線防護に対する知識と意識の向上を図ります。

- 1) センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含む教育研修の実施
- 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に向けた問題点の抽出とその解決法を検討

トップページ

<a href="#">トップページ</a>	<a href="#">目的</a>	<b>参加校</b>	<a href="#">教育事業</a>
<a href="#">従事者管理検討事業</a>	<a href="#">委員会</a>		

[トップ](#) > [参加校](#)

## 参加校

[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](#)

[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](#)

[千葉大学アイソトープ実験施設](#)

[東京大学アイソトープ総合センター](#)

[東京医科歯科大学統合研究機構研究基盤クラスターリサーチコアセンター](#)

[東京工業大学放射線総合センター](#)

[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](#)

[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](#)

[名古屋大学アイソトープ総合センター](#)

[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](#)

[大阪大学ラジオアイソトープ総合センター](#)

[神戸大学研究基盤センター](#)

[鳥取大学生命機能研究支援センター放射線応用科学分野](#)

[岡山大学自然生命科学研究支援センター](#)

[広島大学自然科学研究支援開発センター](#)

[徳島大学放射線総合センター](#)

[九州大学アイソトープ総合安全管理センター](#)

[長崎大学先端生命科学研究支援センターアイソトープ実験施設](#)

[熊本大学生命資源研究・支援センター](#)

[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](#)

## 協力関係の学協会等

[国立大学アイソトープ総合センター会議](#)

[大学等放射線施設協議会](#)

[日本放射線安全管理学会](#)

[トップページ](#)

原子力規制庁放射線防護ネットワーク推進事業  
**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**

トップページ	目的	参加校	<b>教育事業</b>	従事者管理検討事業	委員会
--------	----	-----	-------------	-----------	-----

トップ > 教育事業

## 教育事業

国立大学アイソトープ総合センター会議及び本ネットワーク事業で実施された実習テキストをダウンロードできます。  
実習テキストのダウンロードご希望の方は、大阪大学ラジオアイソトープ総合センター管理室 (takahashi-e@office.osaka-u.ac.jp) まで、Eメールにてお問い合わせください。

## 教育訓練検討事業

### 平成29年度 大学等に求められる放射線安全管理向上のための教育プログラム検討会議



平成29年11月9-10日、名古屋大学アイソトープ総合センターにて平成29年度放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修、大学等に求められる放射線安全管理向上のための教育プログラム検討会議が開催されました。

実習I：非密封放射性同位元素安全取扱実習として、名古屋大学RI安全取扱実習が紹介されています。

実習II：未知試料に含まれる核種の同定と放射能を決定する方法を習得するために、ゲルマニウム半導体検出器を用いた $\gamma$ 線測定法が紹介されました。

#### 参加大学・研究機関

北海道大学、北海道薬科大学、弘前大学、東北大学、福島大学、自治医科大学、筑波大学、群馬大学、北里大学、昭和大学、東京大学、東京学芸大学、東京工業大学、東海大学、東邦大学、獨協医科大学、神奈川大学、信州大学、浜松医科大学、名古屋大学、福井大学、三重大学、京都大学、京都工芸繊維大学、明治国際医療大学、大阪大学、神戸大学、兵庫医科大学、鳥取大学、島根大学、広島国際大学、徳島大学、九州大学、福岡大学、長崎大学、宮崎大学、琉球大学、核融合科学研究所、基礎生物学研究所、高エネルギー加速器研究機構  
(37大学、3研究機関、計70名)

[平成29年度教育プログラム検討会議 実施記録](#)

### 平成28年度 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修



平成28年9月29-30日、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て開催されました。

サイクロトロンで発生させた陽子ビームをFe、Ti薄板に照射し放射化された試料をゲルマニウム半導体検出器で測定し、反応断面積を求める実習が紹介されています。

[平成28年度安全管理担当教職員研修 実施記録](#)

### 平成27年度 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修



平成27年11月11-12日、東京大学アイソトープ総合センターにて開催されました。

実習I：NaI(Tl)サーベイメータとNaI(Tl)スペクトロメータを用いて、未知試料からの核種の同定方法と線量評価方法に関する実習が紹介されています。

実習II：天然核種による管理区域外実習用線源の作製法が紹介されています。

[平成27年度安全管理担当教職員研修 実施記録](#)

### 分子イメージング技術利用推進事業

#### 平成29年度分子イメージング技術利用推進検討会

第7回分子イメージングに関する教育研修プログラム、分子イメージング技術利用推進検討会が平成29年11月16-17日の2日間、

徳島大学放射線総合センターが開催校となり、徳島大学藤井節朗記念薬科学センターにて開催されました。

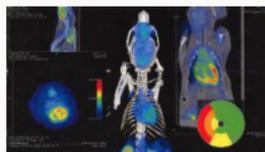


#### 参加大学・研究機関・学協会

北海道大学、東北大学、千葉大学、金沢大学、大阪大学、岡山大学、徳島大学、長崎大学、日本アイソトープ協会（8大学、1事業者、計23名）

[平成29年度分子イメージング技術利用推進検討会 実施記録](#)

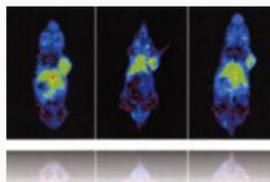
#### 第6回分子イメージングに関する教育研修プログラム



第6回分子イメージングに関する教育研修プログラムが平成28年11月17-18日の2日間、長崎大学にて開催されました。

[第6回分子イメージングに関する教育研修プログラム 実施記録](#)

#### 第5回分子イメージングに関する教育研修プログラム



第5回分子イメージングに関する教育研修プログラムが平成27年11月11-12日の2日間、東京大学アイソトープ総合センターにて開催されました。

[第5回分子イメージングに関する教育研修プログラム 実施記録](#)

トップページ	目的	参加校	教育事業	<b>従事者管理検討事業</b>	委員会
--------	----	-----	------	------------------	-----

トップ > 従事者管理検討事業

## 従事者管理検討事業

放射線情報の一元管理を行うために、全国にある国立大学アイソトープ総合センター同士を物理的にネットワークインフラSINET5で接続し、セキュリティを高めた仮想ネットワーク(virtual private network, VPN)をでつなぎ、連携します。続いて、どのように学内の放射線作業員などの情報を管理しているかを調査し、大学・研究機関間の従事者情報の管理に関する問題点の抽出、今後の方策を検討します。

ネットワークを通して連携することにより、作業の標準化および品質保証、そして管理業務の合理化が期待できます。さらに放射線教育のe-learningコンテンツ等を本ネットワーク上で配信できるインフラを整えることによって、放射線作業員の利便性向上が期待されます。



トップページ

トップページ

目的

参加校

教育事業

従事者管理検討事業

委員会

トップ > 委員会

## 委員会

### 全体会議議事要旨（要パスワード）

平成29年度  
第1回全体会議（H30.2.10）

### 幹事校会議議事要旨（要パスワード）

平成29年度  
[第1回幹事校会議](#)（H29.11.10）  
[第2回幹事校会議](#)（H30.1.6）

### 分子イメージング技術利用推進検討会議ワーキンググループ（要パスワード）

平成29年度  
第1回ワーキンググループ会議（H30.2.10）

トップページ

### 3. 本年度のまとめ

本事業は、一番初めに放射線を取り扱う「大学」における放射線教育と放射線安全管理の充実のために、21 国立大学アイソトープ総合センターがネットワークを形成する。このことによって、放射線作業員の放射線防護に対する知識と意識の向上、ひいては安全文化醸成を図ることである。本事業の本年度のまとめを以下に記す。

#### 3.1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催

北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、九州大学の国立大学アイソトープ総合センターが幹事校となり、3回の幹事校会議と幹事校会議のための事前協議となる意見交換会を2回行った。また、21の国立大学(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、長崎大学、熊本大学、鹿児島大学)が集まる全体会議を1回開催した。これらの会議によって、放射線作業従事者情報の共有化と一元管理実現のための課題解決に向けての議論、放射線教育充実のための議論とともに、以下の事業を推進していく具体的な道筋が出来た。

- ・長期的な視野に立って大学等の放射線施設を維持、運営していくために放射線施設の連携・拠点化が必要であること
- ・放射線施設が将来的に直面する課題の洗い出し、課題抽出を行い、平成31年度以降の規制庁重点研究テーマとして提案していくこと

本年度の幹事校会議および全体会議で議論した平成31年度以降の安全研究重点テーマ案として検討中のテーマを以下に記す。項目Aの研究テーマの課題抽出・検討のためのワーキンググループを設置した。次年度に各ワーキンググループにより検討を開始する。なお、テーマのタイトル、内容ともに現段階の案で、今後の議論により柔軟に変更していくことが了承されている。

##### A. 放射線施設の連携、拠点化に関する研究

- 1) 長期的視点に立った施設の運営(施設維持の方針)のアンケート調査
- 2) 非密封施設廃止の簡便安価なモデルケースの実施とガイドライン作成
- 3) 施設の休止の場合に、管理業務の一部免除等を含む施設休止のルール作成の調査研究
- 4) 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
- 5) 被ばく情報一元管理のためのシステムの構築

##### B. 放射線教育に関する研究

- 1) 改正RI法に対応した教育教材の開発
- 2) N災害対応のための消防署員への放射線教育プログラム開発と教育教材、資材の提供

##### C. 健康診断に関する研究

- 1) 特殊業務健康診断の省略に関する調査研究

##### D. 放射線安全管理に関する研究

- 1) 放射線発生装置施設における危険性の定量評価研究
- 2) BNCT用加速器の安全基準に関する研究
- 3) 核燃料、強度の強い線源、現状引き渡せない廃棄物の保管管理法の研究

### 3.2. 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力

原子力規制庁における平成30年度安全研究の重点テーマ設定の検討について、必要な協力をを行った。今回、重点テーマについては参加校の専任教員および参加校に所属する教員からの提案も受け付けて重点テーマの検討を行った。「平成29年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)研究推進委員会」等において重点テーマを検討する際に参考となる資料を収集・作成した。

#### 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施設の空气中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) 放射線発生装置における危険性の定量的研究
- 2) ジェネレータ産生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) 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

#### 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法の研究

上記に示す様々な研究内容について14テーマを提案した。

### 3.3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理

放射線情報の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の第一歩として、今年度は、7大学同士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で接続し、セキュリティを高めた仮想ネットワーク(virtual private network, VPN)を構築した(VPN名: UMRIC-L2)。UMRIC-L2上のファイルは堅牢性を高めたNAS(Network Attached Storage)サーバーを二か所に設置し、安全にファイルのバックアップを行う体制を構築した。また、放射線施設情報管理システムの実態調査を行い、調査したすべての大学においてコンピュータによる放射線情報管理を行っていること、多くの施設でこの10年以内に導入が進んでいることが分かった。大学間でのデータのやり取りは考慮されておらず、実際にデータをやり取りする

ためには、放射線管理担当者に相当量の作業量を強いることとなることが分かった。また、約70%の施設で各放射線作業者のIDは独自IDを利用しており、自動的な名寄せができないため、複数の施設をまたいだ個人の被ばく歴の検索は多大な労力を必要とすることも判明した。海外において、日本同様、ICRP(国際放射線防護委員会)の勧告に則り、放射線作業者の生涯線量が1Svを超えないように100mSv/5年および50mSv/年の線量限度が採用されており、これを担保するための仕組みは日本以外の多くの国で取り入れられていることが分かった。

### 3.4. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム検討会議の実施

#### 3.4.1. 分子イメージング技術利用推進検討会の開催

徳島大学にて、短半減期放射性核種(PET核種)を用いた分子イメージング教育・研究に携わり、又は今後携わる予定の研究者、技術者及び放射線安全管理担当者を募り、本ネットワーク内の分子イメージング研究に携わる者との間で、分子イメージングを安全に取り扱う技術向上のための教育・実習に関するプログラム検討会を開催した。参加者は9名、講師、スタッフが13名で計22名が日本各地から集まった。講義、実習形式で、分子イメージング技術の利用方法、実験方法、安全管理方法、トラブル対処法に対する議論の他、分子イメージング技術を利用したRI利用拡大、将来展望についても議論し、講師—参加者間の横の連携が広がった。

本年度実施するネットワーク全体会議開催中に分子イメージング技術利用教育実習ワーキンググループ会議を行い、実習内容等についてのホームページ掲載方法についての議論、来年度の開催方法について決定した。

#### 3.4.2. 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

名古屋大学が主体となって、他幹事校6大学のアイソトープ総合センター教員と協力しつつ、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を開催した。参加者は全国国公立大学および研究所から43名と講師、スタッフが22名の計65名であった。センター会議会長校による本事業の趣旨説明、原子力規制庁の斉藤雅弘上席放射線安全審査官による法令改正に関する最近の動向について等の講演があった。RI取扱実習のモデルプログラムをもとに、各施設での今後の実習への妥当性、適用性、拡張性等の検討を行った。加えて、核種定量分析の基礎実習を試行し、教育訓練としての妥当性の検討を行った。

参加者からの講評では、初心者向けの実習プログラムとしては概ね適切な内容であり、内容をアレンジして自機関向けにすることも可能であるとの評価を得た。参加者の所属機関における実習の実施状況に関して事前アンケート調査を行い、実習テキスト等を収集した。それらの中から2機関の例を紹介した。

検討会議実施後に、アンケート調査を行い、本検討会議および試行した実習プログラムについての意見を徴収した。講演については、いずれも関心の高い内容で時宜にかなった適切なテーマであるとの評価であった。また、実習内容についても、新規教育として、また、教育に携わる施設の管理担当者として身につける技術の1つとして適切であるとの評価であった。本会議の昼食

時に、ネットワーク幹事校による意見交換会を2回開催し、今後の方針について議論した。また、原子力規制庁の斉藤雅弘上席放射線安全審査官を交えて法令改正に関する意見交換を行った。

この検討会により実習による放射線教育方法についてのモデルプログラムを構築出来ただけでなく、全国の安全管理担当者同士の横の繋がりが深まった。さらに、規制庁放射線規制部門の担当官の講演、意見交換から法令改正の動向に関する貴重な情報を得ることが出来た。

### 3.5. 本事業の成果の発表

本事業の成果を公開するために、ホームページを開設した。ホームページでは、トップページに新着情報を掲載するとともに、本事業の目的のページ、本事業の参加校に関するページ、放射線教育に関するページ、放射線従事者管理に関するページと、本事業の各種委員会に関するページを設けた。また、本事業での実習内容に関するテキストおよび、国立大学アイソトープ総合センター会議で行っていた研修におけるテキスト（過去2年分）をダウンロード出来るページを設けた。

本事業については、

吉村 崇、「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て放射線教育と安全管理ネットワークの紹介」

として、日本放射線安全管理学会12月シンポジウムにて口頭発表した。

また、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検討会議、分子イメージング技術利用推進検討会でも本事業の内容紹介を行った。

さらに、大阪大学RIセンターニュースにて本事業の紹介記事が掲載されている。

上記に示すように、本事業の全ての当初計画を実施しただけなく、研究計画を上回る成果も得る事ができた。資料3-1に本事業の本年度の成果をまとめた成果報告会の資料を載せる。

## 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

放射線利用における安全文化の醸成の大切さ(原子力規制庁)：

平成29年度法改正：自主的、継続的な安全性向上、教育訓練の時間数見直し

- 教育訓練の自由度の増加 → 新しい教材開発、実習の重要性が増している
- 実践的な訓練が効果的

放射線業務従事者：  
大学で初めて放射線取扱を経験

### 大学における放射線教育の充実こそが、 放射線防護、安全文化醸成の最も有効な手段

効果的な教育及び訓練を継続して実施し、放射線作業者の  
放射線防護に対する知識と意識を向上させるためには、  
教育を提供する側および施設管理担当者の資質向上が極めて重要

### 本ネットワーク（採択テーマ）

計21の国立大学RIセンターで構成されたネットワークが中核となり、教育プログラム開発、従事者管理システムの連携体制を構築、安全研究の重点テーマ案の検討

## 平成29年度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) 事業計画

1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催
  - (1) ネットワーク幹事校会議の開催
  - (2) ネットワーク全体会議の開催
  - (3) 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力
2. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を含むプログラム検討会議の実施
  - (1) 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
  - (2) 分子イメージング技術利用推進検討会の開催
3. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理  
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
4. 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、助言を仰ぐ

## 事業計画（マイルストーン）

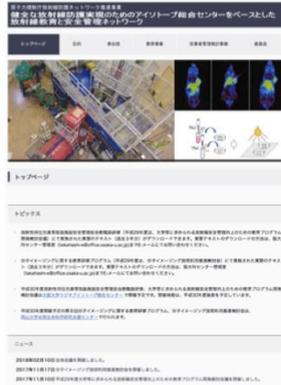
	平成29年度			平成30年度				平成31年度				平成32年度				平成33年度					
	第2 四 半 期	第3 四 半 期	第4 四 半 期	第1 四 半 期	第2 四 半 期	第3 四 半 期	第4 四 半 期	第1 四 半 期	第2 四 半 期	第3 四 半 期	第4 四 半 期	第1 四 半 期	第2 四 半 期	第3 四 半 期	第4 四 半 期	第1 四 半 期	第2 四 半 期	第3 四 半 期	第4 四 半 期		
篠原 阪大	会議開催			会議開催				会議開催				会議開催				会議開催					
	分子イメージング 検討会(徳島大)			分子イメージング 検討会(岡山大)				分子イメージング 検討会(金沢大)				分子イメージング 検討会(未定)				分子イメージング 検討会(未定)					
柴田 名大	過去の実習 整理			大学実施の 実習調査				実習内容検討													
								実習ガイド公開(順次)													
	安全管理教育 検討会議(名大)			安全管理教育 検討会議(阪大)				安全管理教育 検討会議(京大)				安全管理教育 検討会議 (幹事校持ち回り)				安全管理教育 検討会議 (幹事校持ち回り)					
渡部 東北大	各大学の従事者管理方法調査							試験運用							本格運用						

## 本事業の進展状況

1. (1) 幹事校（国立7大学）会議 H29/11/10（於：名大）、H30/1/6（於：阪大）、2/10（於：阪大）
  - ・事業報告と進捗状況
  - ・RI施設連携拠点化に関する議論
  - ・重点テーマ案の協議
- (2) 全体会議 H30/2/10（於：阪大）計20の国立大学RIセンターの専任教職員が参加
  - ・事業報告
  - ・RI施設連携拠点化に関する議論、方針決定
  - ・重点テーマ案の協議、次年度の調査研究のためのWG設置と座長の決定
- (3) 平成30年度安全研究重点テーマ案への協力  
本事業参加の21大学の放射線利用者からテーマ案を募集した後、それらをまとめ、規制庁に提案した
2. (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  
H29/11/9、10（於：名大）  
参加者43名、講師、スタッフ等27名、計70名（37大学、3研究機関）が参加
  - ・法令改正の動向(規制庁)および放射線利用と安全管理の国内の動きについての講演
  - ・RI取扱実習のモデルプログラムをもとに、各施設での今後の実習への妥当性、適用性、拡張性等の検討
  - ・核種定量分析の基礎実習としての妥当性検討（新学術領域研究、短寿命RI供給プラットホームからの協力有）
  - ・他機関での実習例の紹介
- (2) 分子イメージング技術利用推進検討会 H29/11/16、17（於：徳島大）  
参加者9名、講師、スタッフ等12名、計23名（8大学、1事業者）が参加  
分子イメージングを安全に取り扱うための技術向上のための教育・実習に関するプログラムを検討
  - ・学生による分子イメージングの体験談や基礎から臨床への研究についての講演
  - ・装置の見学、画像解析手法の実習の検討
  - ・分子イメージング技術拡大と安全利用のためのディスカッション
3. 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
  - ・現状の従事者管理状況のアンケートを実施
  - ・SINET5を利用した国立7大学間のネットワーク接続方法の検討
  - ・各設備の動作チェック
  - ・外国での放射線管理状況の調査（進行中）
4. 事業のPDCCA  
幹事校会議、全体会議にはPOとPO補佐が参加し意見を頂くとともに、随時進捗状況報告し助言を受けた

# 平成29年度本事業成果の発表

ホームページの公開 [http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI\\_network/index.html](http://www.rirc.osaka-u.ac.jp/daigakuRI_network/index.html)



過去3年分の  
安全管理教育検討会議  
(H28以前は、安全管理担当教職員研修)  
分子イメージング検討会  
(H28以前は、分子イメージング教育研修  
プログラム)  
実習テキストの  
ダウンロードを可能に

## 学会発表（口頭発表）

吉村崇、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の紹介、日本放射線安全管理学会12月シンポジウム

## 本事業の内容紹介は、

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検討会議（名古屋大学にて実施）、分子イメージング技術利用推進検討会（徳島大学にて実施）でも行った。

大阪大学RIセンターニュース（3月刊行予定）にて本事業を紹介

# 平成29年度本事業自己評価

事業項目	事業内容	事業成果	自己評価
1. (1) ネットワーク幹事会 (2) 全体会議の開催 (3) 重点テーマ案作成	全体会議（1回）、幹事会議（3回）を開催、H30重点テーマを提案、H31重点テーマ案の作成とそのWG設置を決定	事業の進捗管理が出来た。採択時での事業項目に加えて、ネットワークを主体とする新しい構想（拠点化構想）が立ち上がり、その具体的な道筋が出来た。その新構想に基づく重点研究テーマ案の作成とその研究テーマの課題抽出・検討のためのWGの設置が出来た。	◎
2. (1) 安全管理教育検討会議	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開催	37校、3研究機関が参加し、実習モデルプログラムの紹介、妥当性、適用性を検討出来た。過去3年分の実習テキストをダウンロードできるよう、HPをセットアップした。	◎
2. (2) 分子イメージング検討会	分子イメージング技術利用推進検討会の開催、WG会議開催	8大学、1事業者が参加し、分子イメージング技術の実習検討、安全利用のための情報共有が出来た。過去3年分の実習テキストをダウンロードできるよう、HPをセットアップした。	◎
3. 従事者情報共有化と一元管理	従事者管理方法のアンケート実施、SINET5を用いたネットワーク接続	各校の現状の従事者管理法の情報を得た。仮想ネットワークを設置、接続を確認出来た。	○
4. 事業進捗のPDCA	POに事業の進捗状況を報告し、助言をうける。	POからの適切な助言を受けて、事業の適切な進捗管理が出来た。	○

◎ 当初の計画以上の成果、○ 当初の計画通りの成果

当初の計画とは異なる事業の変更点（軽微変更）：RI施設の連携拠点化を目指した研究を追加

## H31以降の安全研究重点テーマ案として検討中のテーマ

### 放射線施設の連携、拠点化に関する研究

- 1) 長期的視点に立った施設の運営（施設維持の方針）のアンケート調査
- 2) 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作成
- 3) 施設の休止の場合に、管理業務の一部免除等を含む施設休止のルール作成の調査研究
- 4) 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
- 5) 被ばく情報一元管理のためのシステムの構築

### 放射線教育に関する研究

- 6) 改正R法に対応した教育教材の開発
- 7) N災害対応のための消防署員への放射線教育プログラム開発と教育教材、資材の提供

### 健康診断に関する研究

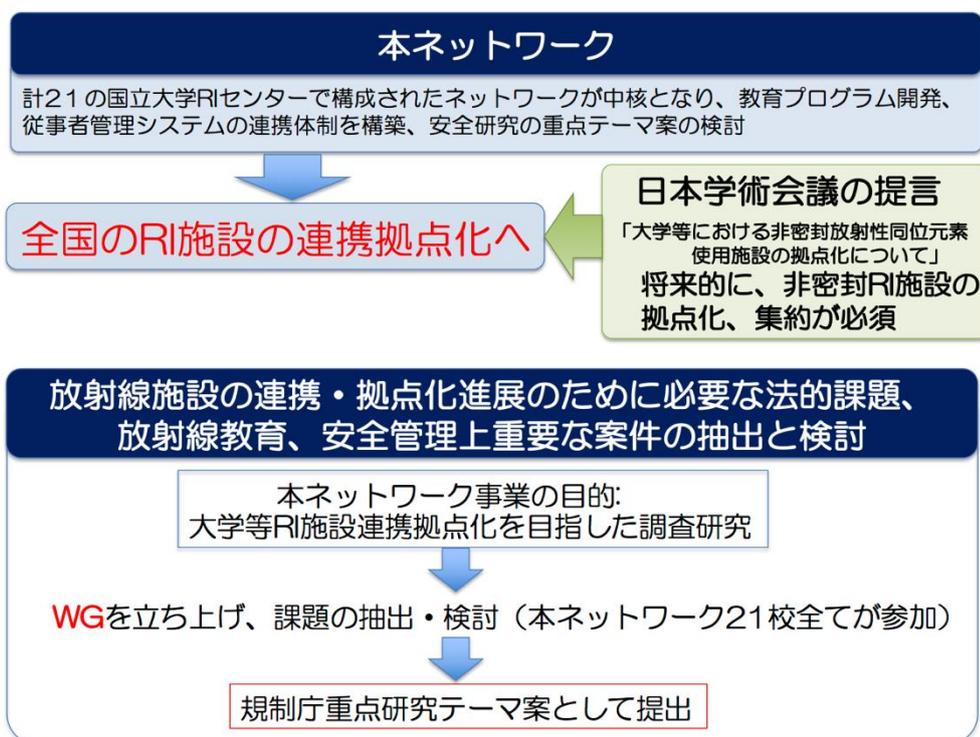
- 8) 特殊業務健康診断の省略に関する調査研究

### 放射線安全管理に関する研究

- 9) 放射線発生装置施設における危険性の定量的評価研究
- 10) BNCT用加速器の安全基準に関する研究
- 11) 核燃料、強度の強い線源、現状引き渡せない廃棄物の保管管理法の研究

など

1)～5)の課題については、WGを設置



**平成30年度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）事業計画**

1. ネットワーク幹事会及び全体会議の開催
  - (1) ネットワーク幹事校会議の開催
  - (2) ネットワーク全体会議の開催
  - (3) 平成31年度安全研究重点テーマ案への協力
2. 放射線施設の連携・拠点化進展のために必要な法的課題、放射線教育、  
安全管理上重要な案件の抽出と検討に関する研究（事業追加項目）
  - (1) WGによる課題の抽出と検討
3. センター会議が所有する実習資産の公開、実習コンテンツの開発と実習を  
含むプログラム検討会議の実施
  - (1) 分子イメージング技術利用推進検討会の開催
  - (2) 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
  - (3) 大学実施の実習調査
4. 大学・研究機関の放射線従事者情報の共有化と一元管理  
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
5. 事業進捗のPDCA

**事業計画（マイルストーン、事業追加項目を含む）**

	平成29年度			平成30年度				平成31年度				平成32年度				平成33年度				
	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	
	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	四半期	
篠原 阪大	会議開催			会議開催				会議開催				会議開催				会議開催				
	研究準備、WG設置			RI施設連携・拠点化進展のための調査研究																
吉村 阪大 H30 担当	分子イメージング検討会(徳島大)			分子イメージング検討会(岡山大, H30分担研究者)				分子イメージング検討会(金沢大, H31分担研究者)				分子イメージング検討会(未定)				分子イメージング検討会(未定)				
	過去の実習整理			大学実施の実習調査				実習内容検討				実習ガイド公開(順次)								
	安全管理教育検討会議(名大)			安全管理教育検討会議(阪大)				安全管理教育検討会議(京大)				安全管理教育検討会議(幹事校持ち回り)				安全管理教育検討会議(幹事校持ち回り)				
渡部 東北 大	各大学の従事者管理方法調査							試験運用							本格運用					