

令和 3 年度事後評価 対象課題 研究成果概要資料

○目次

1. 内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究 P. 1
2. 原子力災害拠点病院のモデル BCP 及び外部評価等に関する調査及び開発 P. 11
3. 包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究 P. 21
4. 短寿命アルファ線放出核種等の合理的安全規制のためのガイドライン等の作成 . . P. 29
5. 加速器施設の廃止措置に関わる測定、評価手法の確立 P. 36
6. 発災直後の面的な放射線モニタリング体制のための技術的研究 P. 44

令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業 -内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究-

事後評価用資料

(研究期間：平成29年度～令和2年度)

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
安全研究・防災支援部門 安全研究センター
原子炉安全研究ディビジョン リスク評価・防災研究グループ



(研究代表者) 高橋 史明

【全体概要】 内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究 (平成29年度～令和2年度、4年間)

【背景・目的】

- 国際放射線防護委員会(ICRP)の2007年勧告の国内の放射線規制への取入れに伴い、新しい実効線量係数に基づき、内部被ばくの防護基準値も改正
- 各事業所等でも2007年勧告に従い、核種の摂取量を推定して内部被ばく線量を評価

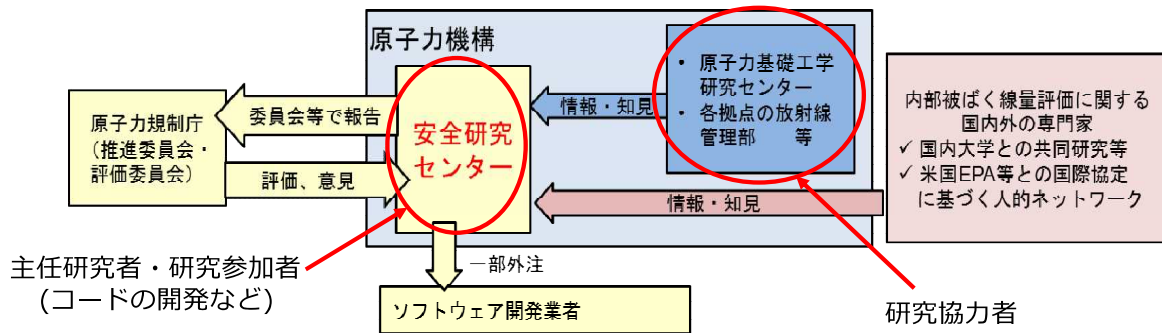
我が国の放射線規制への2007年勧告の取入れ、事業所等における内部被ばく防護に対し、有益な技術基盤となる線量評価コードを開発

【実施状況】 ロードマップに従い、当初の計画通りに進捗

実施項目	平成29年度	平成30年度	平成31/令和元年度	令和2年度
1) 線量係数計算機能の開発	ICRP刊行物の調査 計算機能の開発及び検証 基本機能の完成 ▲	ICRPの線量評価モデルの調査 機能の設計 機能の完成 ▲		
2) 核種摂取量推定機能の開発	機能のニーズ調査 解析法検討・概念設計	推定機能の開発 基本機能の完成 ▲	機能の検証 機能の完成 ▲	
3) コードの開発等		パラメータ設定法の検討	GUI等の開発 β版の完成 ▲	試用意見収集・改良 マニュアル整備等 コード完成、公開 ▲
各年度の達成状況	平成29年度：線量係数計算機能の基本機能の完成 平成30年度：線量係数計算機能の完成、核種摂取量推定機能の基本機能の完成 平成31/令和元年度：核種摂取量推定の完成、コードβ版の完成 令和2年度：コードの完成、管理・公開の体制を決定(見込み)			

【期待される成果】

- 空气中濃度限度等の内部被ばくの防護基準値の改正におけるICRPの新しい線量係数の検証
- 各事業所等における平常時や事故時のモニタリングに基づく線量評価に活用



主任研究者：高橋史明、研究参加者：真辺健太郎、佐藤薫(原子力機構 安全研究センター)

研究協力者：原子力機構 原子力基礎工学研究センター(1名)、
核燃料サイクル工学研究所及び原子力科学研究所の職員(3名)

内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究の体制図

- 主任研究者及び研究参加者：線量評価コードの開発を担当(原子力機構、安全研究センター)
- 研究協力者：原子力機構内で、最新の内部被ばく線量評価に関する研究の動向等の情報を入手(原子力基礎工学研究センター)、コードのユーザーとして想定される放射線モニタリングにおけるニーズ調査(主要拠点の放射線管理部に所属)
- 他に、専門知識を有する国内外の専門家に聞き取り調査や情報交換を適宜行い、線量評価コードの開発やその方針の妥当性を確認
- コードのプログラミング、GUIやグラフ表示機能の開発の一部については、ソフトウェア開発を専門とする業者へ外注し、業務を効率化
- 研究開発の状況や関連する情報については、定期的な会合の開催により、PO及びPO補佐と共有

3

【今年度の研究概要】 全体の実施内容及び達成目標

【実施内容】

- 昨年度に開発したコードのプロトタイプ (コードβ版) について、内部被ばく線量に関する知見を有する専門家より意見を聴取
- ICRP Publ. 141 (OIR* part 4)の線量評価モデルの実装
- コードβ版の改良及び操作マニュアルの整備
- 完成後のコードの公開や周知、普及・利用促進の方法などを検討
- ICRP2007年勧告に準拠する線量評価モデル・データの検討状況の情報を収集

*OIR : Occupational Intakes of Radionuclides (職業上における放射性核種の摂取)



【達成目標】 コードの完成、公開

概ね当初計画 (ロードマップ) の通りに研究を進捗

【対象者】

国内の大学、研究機関*1及び原子力機構*2

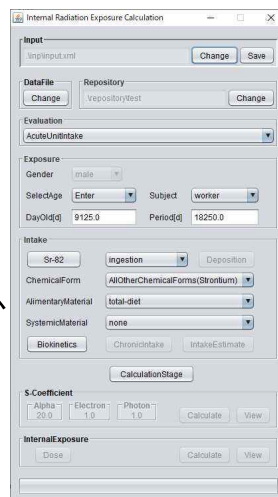
核種摂取量推定機能のニーズ調査等で協力を依頼し、内部被ばくモニタリングや線量評価に関する知見や経験を有する者

*1 弘前大学、長崎大学、福島県立医大、量研機構（放医研）

*2 研究協力者（放射線管理部）

【方法】

コードβ版を例題とともに試用提供し、グラフィカルユーザーインターフェース(GUI)の使い勝手、計算結果の表示や出力方法等について意見聴取



コードβ版のGUI(左図)及び結果出力(右図)



聴取した意見に基づいて、コードβ版を改良(P.7)

【今年度の研究概要】線量評価モデルの実装、関連調査

【線量評価モデルの実装】

コードβ版：ICRP Publ.134及びPubl.137に掲載されているRnを除く27元素について、職業被ばくにおける実効線量係数を正確に導出

刊行物(Publication)	掲載されている元素
ICRP Publ.134 (OIR part 2)	H, C, P, S, Ca, Fe, Co, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc
ICRP Publ.137 (OIR part 3)	Ru, Sb, Te, I, Cs, Ba, Ir, Pb, Bi, Po, (Rn,) Ra, Th, U



2020年に公開されたICRP Publ. 141 (OIR* part 4)に掲載されているランタノイド及びアクチノイド元素の線量評価モデルを新たに実装

刊行物(Publication)	掲載されている元素
ICRP Publ.141 (OIR part 4)	La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Pa, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm

【関連調査】

- ICRPホームページやパブコメ用ドラフト、ICRPの活動に携わる専門家への問合せ等により情報収集
- 現行の内部被ばくに関する技術基準(RI数量告示)と上記の刊行物を照合し、放射性同位元素の種類(核種・化学形等)及び実効線量係数を比較

【コードの開発】

- 専門家より聴取した意見 (P.5) を反映して、コードβ版を改良
- ICRP Publ. 141が与える線量評価モデルへの対応を検証 (実効線量係数の正確な導出を検証)
- 操作マニュアルを整備し、コードを完成

【公開等に関する検討】

事業完了後におけるコードの公開や周知、普及・利用促進の方法及びそのロードマップについて、PO及びPO補佐、コードβ版を試用提供した専門家と意見交換

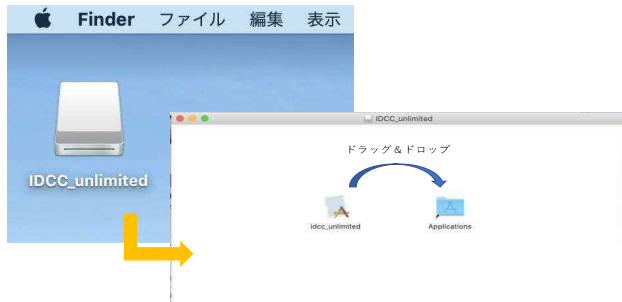
【今年度の進捗】 コードβ版に対する意見聴取

コードβ版に対する意見、コメント及び対応実施方針(主なもの)

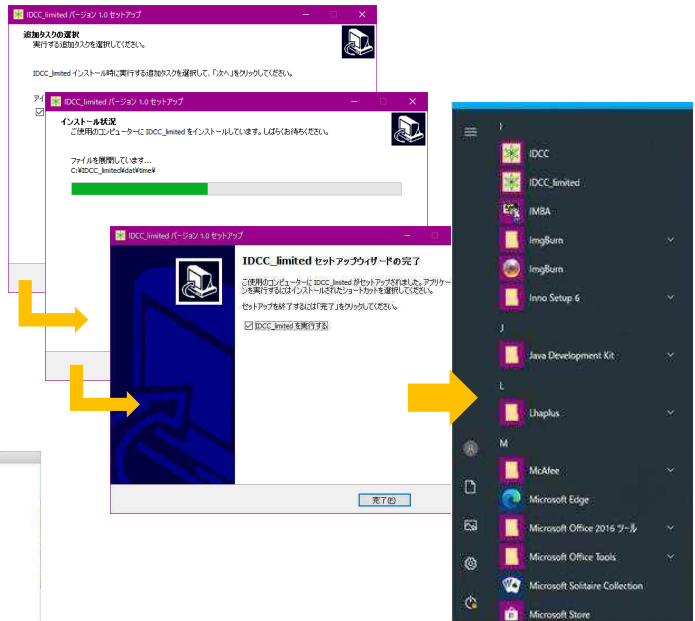
意見、コメント	対応実施方針
起動や核種変更に時間がかかる。	GUIの起動や操作に関する時間を軽減する。
情報を読みやすくしてほしい。(ウィンドウや表示される文字へのコメント)	文字を大きくする。ウィンドウの大きさを可変とする。
摂取時の年齢は、日齢だけではなく、月齢や年齢+月齢で入力できるとよい。	公衆被ばくの対象年齢を年、月、日で設定可能とする。
慢性摂取でも実効線量は必要な情報となるが、表示されない。	慢性摂取と摂取量推定でも実効線量係数をバックグラウンドで計算し、実効線量を表示させる。
一部の条件でしか選択する必要性がない項目は、必要なときのみ表示される方がよい。	不要な入力は非アクティブにする。(例、吸入摂取での消化管に関する入力)
摂取日や測定日は、年月日だけではなく最初の摂取からの経過日数でも入力できるとよい。カレンダー表示は便利である。	経過時間による設定、及びカレンダーによる年月日の指定を可能とする。
変更できるパラメータが多すぎて、ライトユーザーには分かりにくい。	専門知識に応じて、機能を制限する。
コードの導入・実行環境の準備が難しい。	インストーラを用意して導入を簡便化する。

【インストーラーの作成】

- 2種類のエディション
フル機能版、簡易版
- 3種類のOS
Windows、macOS、Linux



MacOS版インストール

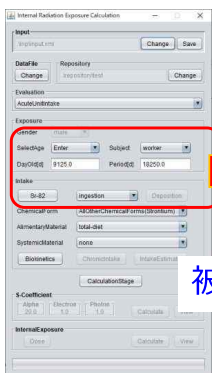


Windows版インストール
(自動的にスタートメニューへ登録)

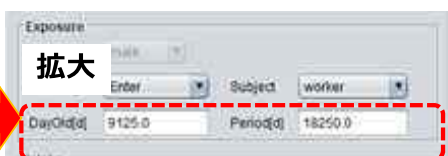
様々なPC環境へ専門知識に応じたコードパッケージをインストール可能

9

【今年度の進捗】 コードの開発（GUIの改良）



摂取者の情報を入力する箇所

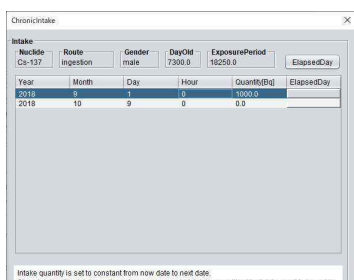


被ばく者の設定 (コードβ版)

改良後

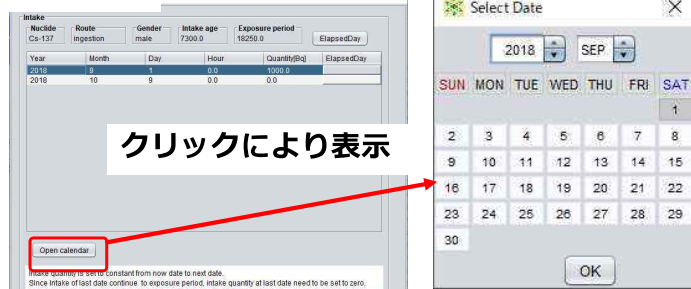


公衆被ばくに関して、摂取時の日齢
だけでなく、年齢でも設定可能に



摂取日や測定日を年月日で指定
核種摂取日の設定 (コードβ版)

改良後



経過時間による設定、クリックで表示される
カレンダーによる年月日の指定も可能に

専門家より聴取した意見に基づくGUIの視認性・操作性の改善

【OIR part 4への対応】

OIR part 4 (ICRP Publ. 141)での掲載元素
→ ランタノイド・アクチノイド(25元素)

- 全身体内動態モデルデータの組込み(右図)
- コードによる実効線量係数を計算、最新のOIR Data Viewerの数値との比較検証(288核種、1,632種類の摂取条件)

```
<transfer>
  <intake-element>Pu</intake-element>
  <material-id>0</material-id>
  <kinetic-element>Pu</kinetic-element>
  <flag-kinetic>0</flag-kinetic>
  <gender>male</gender>
  <from-compartment-id>5800</from-compartment-id>
  <to-compartment-id>6002</to-compartment-id>
  <age-id>900</age-id>
  <value>
    <rate>700</rate>
    <halfife>-1</halfife>
    <fraction>-1</fraction>
  </value>
</transfer>
```

Puの全身体内動態モデルを表現するXMLデータ
(物質、コンパートメント名等をID番号で表記)

実効線量係数計算の検証結果(OIR part 4での掲載元素)

結果	ケース数
両者が一致	1,552
有効数字2桁の2桁目が±1*	80

*多数のステップを経る計算過程における端数処理によるもの

最新のOIR Data Viewer (ver. 4.01.04.19)収録核種の実効線量係数を再現

【今年度の進捗】 マニュアル整備

【整備したマニュアル類】

- 内部被ばく線量評価コード取扱説明書
- 内部被ばく線量評価コード（簡易版）取扱説明書
→ 以上、コードのエディションに応じた取扱説明書(操作マニュアル)
- 内部被ばく線量評価コードXML編集マニュアル
→ 今後公開される全身体内動態モデルの実装で活用(前頁参照)
- 例題集
→ 下記の例題を収録(コード操作などを提示)

線量係数計算の例題

核種	摂取条件
Sr-90	急性摂取(経口)
I-131	急性摂取(吸入)
Cs-137	慢性摂取(吸入、2回)

摂取量推定の例題

核種	摂取条件	モニタリング (方法、回数)
Cs-137	経口、2回	全身、7回
U-235	吸入、1回	肺モニタ及び尿分析、5回
I-131	吸入、3回	甲状腺モニタ、2回

コード操作、新しいデータの実装方法を含むマニュアルを整備

マニュアル整備を含め、内部被ばく線量評価コードを完成

【課題の整理】

- ・ コードの維持管理並びに更新
(ICRP2007年勧告に準拠する線量評価モデルやデータの一部が未公開)
- ・ コードの配付体制(受付窓口) や配付先(国内外の提供)
- ・ 普及や利用促進への取組

【当面の実施方針】 (JAEAにおけるコード開発、公開・提供の経験を参照)

- ・ JAEA開発コードとして登録(JAEAで管理)
- ・ 配布については規制庁と協議(条件付きで配布、例：β版に対する意見聴取で協力頂いた大学、研究機関)
- ・ 講習会開催による利用促進、より使いやすいコードの整備について、今後も継続して検討

**関係機関などへの配布や公開の見通しを得た
→ 現状、P.18の評価委員会コメントへの対応**

13

【今年度の進捗】 線量評価モデルなどの調査

【ICRPによる線量評価モデルやデータの検討状況】

- ・ 刊行物の公開
ICRP Publication 143: Paediatric Reference Computational Phantoms
⇒ 令和2年10月に公開、成人以外の年齢群の比吸収割合(SAF)データの計算に利用
- ・ ドラフト文書に対する意見募集
OIR part 5 のドラフト文書に対する意見募集の開始(令和2年10月)
⇒ 作業者が37元素(下記)を摂取した場合の実効線量係数等を掲載予定

	掲載されている元素
OIR part 5	Be, F, Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Hf, Ta, W, Re, Os, Pt, Au, Hg, Tl, At, Fr

「RI数量告示」に掲載され、OIRシリーズに未掲載の元素： N*, O*, Ar*, Kr*, Xe*, Md
(*印：RI数量告示でサブマージョンのみ考慮)

【公開済の2007年勧告に準拠する実効線量係数の分析】

ICRP Publ.134 (OIR part 2), Publ.137(OIR part 3)及び Publ.141 (OIR part4)と

- 「RI数量告示」を照合し、放射性同位元素の種類(核種、化学形等)、実効線量係数を分析
- ・ 結果を技術報告書(JAEA-Review)として取りまとめ(「RI数量告示」第1欄にある放射性同位元素の種類との比較、第2欄の実効線量係数が顕著に増加する種類を提示)
 - ・ コード活用策を検討(例、OIRに含まれない半減期10分未満の核種の実効線量係数の計算)

○ 成果発表

・ 技術報告書

高橋史明、真辺健太郎、佐藤薫、ICRP2007年勧告に準拠する内部被ばく線量評価に用いる実効線量係数（JAEA-Review 2020-068）、**令和3年3月公開**

・ 国内学会

高橋史明、真辺健太郎、佐藤薫、ICRP2007年勧告に準拠する内部被ばく線量評価コード、第53回日本保健物理学会研究発表会（令和2年6月、オンライン開催）

高橋史明、真辺健太郎、田窪一也、佐藤薫、ICRP 2007年勧告に基づく内部被ばく線量評価コードの開発：コードの全体概要、日本原子力学会2021年春の年会（令和3年3月、オンライン開催）

○ ソフトウェア開発

ICRP2007年勧告に準拠する内部被ばく線量評価コード（**令和3年3月完成**）

【今年度の自己評価】

【コードの開発】

- ・ 内部被ばく線量に関する知見を有する専門家より聴取した意見に基づいて、必要な計算機能を有し、操作性や利便性の高いコードを開発
- ・ ICRP Publ. 141 (OIR part 4)の線量評価モデルを実装し、実効線量係数の正確な導出を検証（今後公開されるデータの実装に係る見通し）
- ・ 操作マニュアルの整備

【公開等に関する検討】

- ・ コードの維持管理、配布に関する課題に対する解決策を提案するとともに、専門機関などへの配布や公開の見通しを得た（完成後、必要な準備を進捗）。

他、ICRP2007年勧告に準拠する線量評価モデル・データの検討状況の情報を収集するとともに、公開済の実効線量係数に係る分析(技術報告書を作成)

自己評価：概ね当初の計画通りに進捗

「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）」の公募要領において記載された本テーマに係る成果の活用策

- ・ 継続的に改良が検討される内部被ばく実効線量係数取り入れへの対応
- ・ 平常時・事故時の放射線防護における内部被ばく評価手法として活用



ICRP2007年勧告に基づく内部被ばく線量評価を可能とするコードの完成

- ・ 内部被ばく防護基準値（空气中濃度限度等）の見直しにおいて、**基礎となる実効線量係数の検証や導出を可能とする技術基盤**
- ・ 様々な放射性核種の摂取条件、モニタリングの遂行状況に対応して、放射性核種の摂取量、内部被ばく線量評価を可能とし、**事業所等における被ばく管理、事故時対応に有効な技術基盤**

自己評価：当初の目標を達成

17

【年次評価コメントへの対応】

【研究評価委員会 総合コメント】

内部被ばく線量評価コード（コード操作マニュアルを含む）の開発という目標は、期待通り達成できたものと判断する。特に、ICRP Pub.134及びPub.137で公表された実効線量係数を再現できることが確認されている点、及び専門家による意見を参考にβ版の操作性や利便性の改良が行われている点は高く評価できる。原子力規制庁と相談の上、今後の維持管理体制の整備に協力されたい。



- ・ 原子力機構で管理するための手続きを進捗中（開発コードとしての登録申請）
- ・ 原子力規制庁と協力し、コードの公開、利用普及促進（ホームページの整備による情報発信、コードの講習会開催など）に関する戦略を検討中
- ・ コード開発に関する研究成果を公表する論文を準備

【放射線規制への活用方針】

内部被ばく防護基準値（空气中濃度限度等）の見直しにおける活用

刊行物(Publication)	掲載されている元素
ICRP Publ.134 (OIR part 2)	H, C, P, S, Ca, Fe, Co, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc
ICRP Publ.137 (OIR part 3)	Ru, Sb, Te, I, Cs, Ba, Ir, Pb, Bi, Po, (Rn,) Ra, Th, U
ICRP Publ.141 (OIR part 4)	La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Pa, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm

半減期10分以上の核種のみ、OIR Data Viewer に収録（Rnは特別な取り扱い）

OIR Data Viewer に収録されている核種数	OIR Data Viewer に収録されていない核種数	
	「RI数量告示」に掲載	「RI数量告示」に未掲載
566	49	126

開発したコードにより、国内で独自に検証可能

開発したコードにより、実効線量係数を国内で独自に導出可能

【放射線防護分野への活用方針】

事業所等における被ばく線量管理、放射線事故等の緊急時対応における線量評価へ活用

→ 必要な戦略として、コードの利用普及を促進（前ページ参照）

【参考資料】 研究経費の支出(平成29年度～令和2年度)

研究経費の支出

(単位：円)

年度	平成29年度	平成30年度	平成31/令和元年度	令和2年度	
経費合計	14,053,770	19,533,159	19,822,770	8,842,403	
直接経費	設備備品費	714,776	0	571,450	0
	消耗品費	1,533,588	1,945,836	249,150	40,260
	人件費	2,234,478	5,242,422	6,476,497	4,569,069
	謝金	0	50,000	0	50,000
	旅費	895,351	674,136	857,421	41,520
	外注費	5,400,000	7,020,000	6,930,000	2,090,000
	その他(学会参加費等)	32,400	93,113	163,767	11,000
間接経費	3,243,177	4,507,652	4,574,485	2,040,554	

再委託費等、他の項目の支出なし

原子力災害拠点病院のモデルBCP及び外部評価等に関する調査及び開発

主任研究者

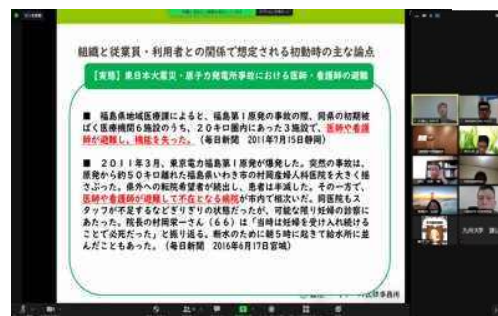
九州大学大学院医学研究院先端医療医学講座
災害救急医学分野 永田高志

1

課題名 「原子力災害拠点病院のモデルBCP及び外部評価等に関する調査及び開発」 研究期間:2018年~2020年(3年間)

背景・目的:平成30年の新しい原子力災害指針に基づく実効性のある原子力災害医療体制の構築をするため、ワークショップを通じて全国の原子力災害拠点病院が複合災害としての原子力災害を想定した業務継続計画BCP(以下単に「BCP」という。)を策定し、原子力災害時のリスクコミュニケーションのあり方を習得する。

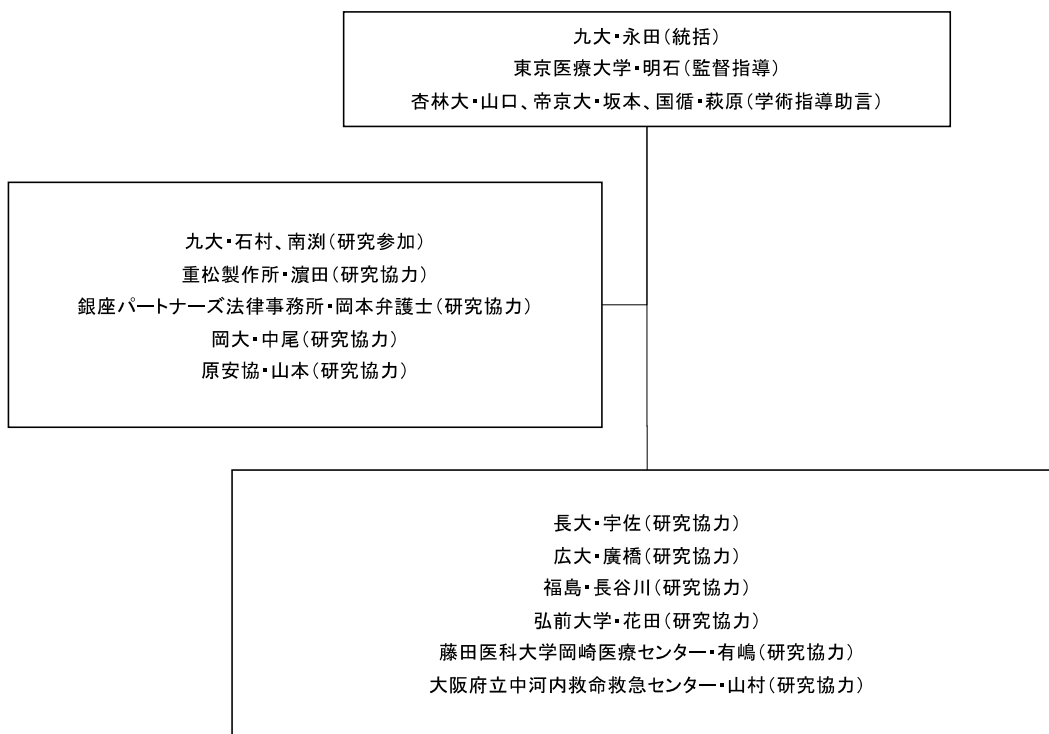
実施状況:2020年における新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、令和2年度の研究実施を一部修正した。新たに、オンラインで実施できるワークショップの開発を行なった。動画配信による事前学習、そしてZOOMを用いたオンラインでのグループディスカッションや演習を行うためのコンテンツを開発し、トライアルののちに、2020年10月から2021年1月までに13の原子力災害拠点病院に対してオンライン・ワークショップを実施した。アンケート調査にて満足度95%、適切な時間75%との回答があり、技術的な問題も限定的であった。自由記載の中でも、具体的な原子力災害の対応が明らかになったとの回答が多数得られた。リスクコミュニケーションのあり方、安全配慮義務の重要性について理解が得られた。原子力災害拠を想定したBCP策定を何らかの形で取り組んだ原子力災害拠点病院は7施設であった。



期待される成果:令和2年に実施したオンライン・ワークショップそして令和元年に実施したワークショップを通じて、地域における具体的な原子力災害医療のあり方が議論された。今後、地域において自治体や他の医療機関と協力して実効性のある原子力災害医療体制の構築に貢献することが期待される。

2

研究体制図(令和2年4月1日～)



3

今年度の研究概要①

実施状況 ロードマップ

	H30年度	H31年度	R2年度
【調査研究1】 原子力災害拠点病院における業務継続計画BCP策定のための技術的指針類の作成	▲ ①情報収集(国内外の知見) ②インタビュー ③質問調査 ⇒課題の比較・抽出・整理	▲ ・モデルBCP策定 ・研修モデルの検討開発 ・パイロット研修の実施	▲ ・オンライン・ワークショップの開発 ・フィードバック
【調査研究2】 策定された業務継続計画BCPの充実度を評価する仕組みの作成		▲ ・外部評価モデル策定 ・BCP外部評価の実施	▲ ・フォローアップ調査
【調査研究3】 複合災害を想定した原子力災害拠点病院の業務継続計画BCP策定	▲ ①情報収集(国内外の知見) ④各種モデルに基づく想定脅威分析	▲ ・モデルBCP策定 ・フィードバック	▲ ・オンライン・ワークショップの実施 ・フィードバック
【調査研究4 (分担研究と関連)】 原子力災害時に原子力災害拠点病院が円滑に活動を行うため、地域社会や報道機関に向けたリスクコミュニケーションのガイドラインの確立	▲ ①情報収集(国内外の知見) ②インタビュー ③質問調査 ⇒課題の比較・抽出・整理	▲ ・リスクコミュニケーションガイドラインの策定	▲ ・オンライン・ワークショップの実施 ・フィードバック

4

項目	オンラインワークショップでの実施
<p>【調査研究1】 原子力災害拠点病院における業務継続計画BCP策定のための技術的指針類の作成</p>	<p>令和元年度に完成した技術的指針類をもとに、オンライン・ワークショップを実施した。特に原子力災害拠点病院においてリスク分析、業務影響分析、業務継続戦略を立案することを目指した。</p>
<p>【調査研究2】 策定された業務継続計画BCPの充実度を評価する仕組みの作成</p>	<p>ワークショップを実施した施設に対して、フォローアップの調査を行い、取り組み状況の把握に努めた。</p>
<p>【調査研究3】 複合災害を想定した原子力災害拠点病院の業務継続計画BCP策定</p>	<p>各オンライン・ワークショップにおいて、地域防災計画や内閣府原子力防災、あるいは原子力事業所の防災計画を踏まえて、シナリオを作成し、グループディスカッションを実施した。</p>
<p>【調査研究4(分担研究と関連)】 原子力災害時に原子力災害拠点病院が円滑に活動を行うため、地域社会や報道機関に向けたリスクコミュニケーションのガイドラインの確立</p>	<p>令和元年度に完成したガイドラインに準拠して、原子力災害に関連したシナリオを設定し、リスクコミュニケーションを実践する演習を実施した。</p>

5

今年度の 研究概要③	
	<p>(1) 事前オンライン学習(動画閲覧)</p> <p>永田高志(九州大学) 原子力災害拠点病院のためのBCP研修 60分 永田高志(九州大学) 原子力災害拠点病院に必要なリスク・クライシスコミュニケーションのあり方 40分</p>
	<p>(2) 研修当日 Zoomによるオンライン・ワークショップ(午後の例)</p> <p>研修1 13:00~13:40 テンプレート説明およびグループディスカッション 「複合災害による原子力発電所事故を想定した原子力災害拠点病院の対応について」 九州大学 永田 高志</p>
	<p>研修2 13:40~14:10 「原子力災害拠点病院のBCPと病院職員の安全配慮義務」 銀座パートナーズ法律事務所 弁護士 岡本 正</p>
	<p>研修3 14:20~15:00 「原子力災害拠点病院のためのリスク・クライシスコミュニケーション演習」 藤田医科大学岡崎医療センター救急診療科 病院教授 有嶋 拓郎</p>

原子力災害拠点病院のためのモデルBCP 重要項目

1. 公開情報(内閣府原子力防災、道府県地域防災計画、原子力事業所等)に基づく原子力災害のリスク評価、業務影響分析、業務継続戦略の検討
2. 原子力災害時の被ばく傷病者受け入れ体制の整備、原子力災害医療チームの派遣
3. 原子力災害時のリスクコミュニケーションのあり方
4. 職員の安全配慮義務
5. その他

6

組織と従業員・利用者との関係で想定される初動時の主な論点

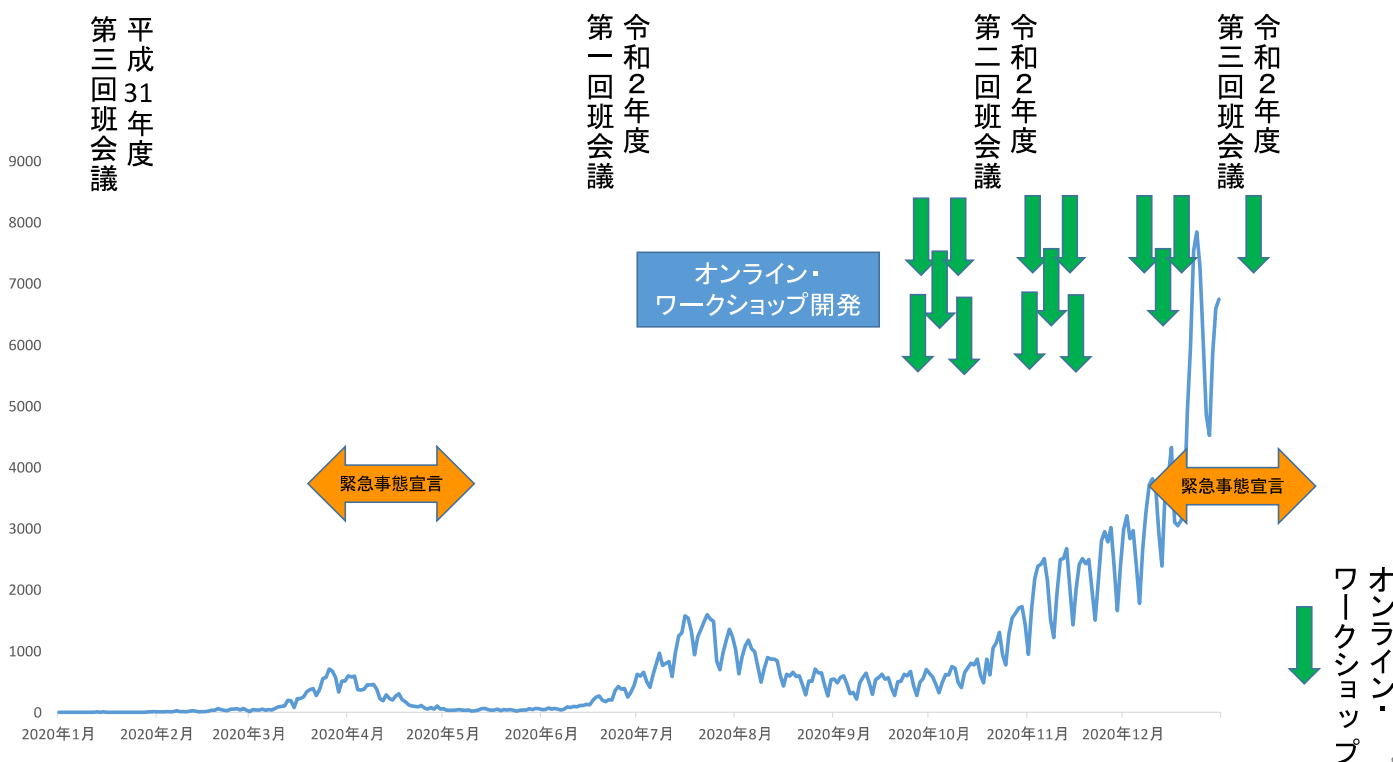
【実態】東日本大震災・原子力発電所事故における医師・看護師の避難

■ 福島県地域医療課によると、福島第1原発の事故の際、同県の初期被災く医療機関6施設のうち、20キロ圏内にあった3施設で、**医師や看護師が避難し、機能を失った。**（毎日新聞 2011年7月15日静岡）

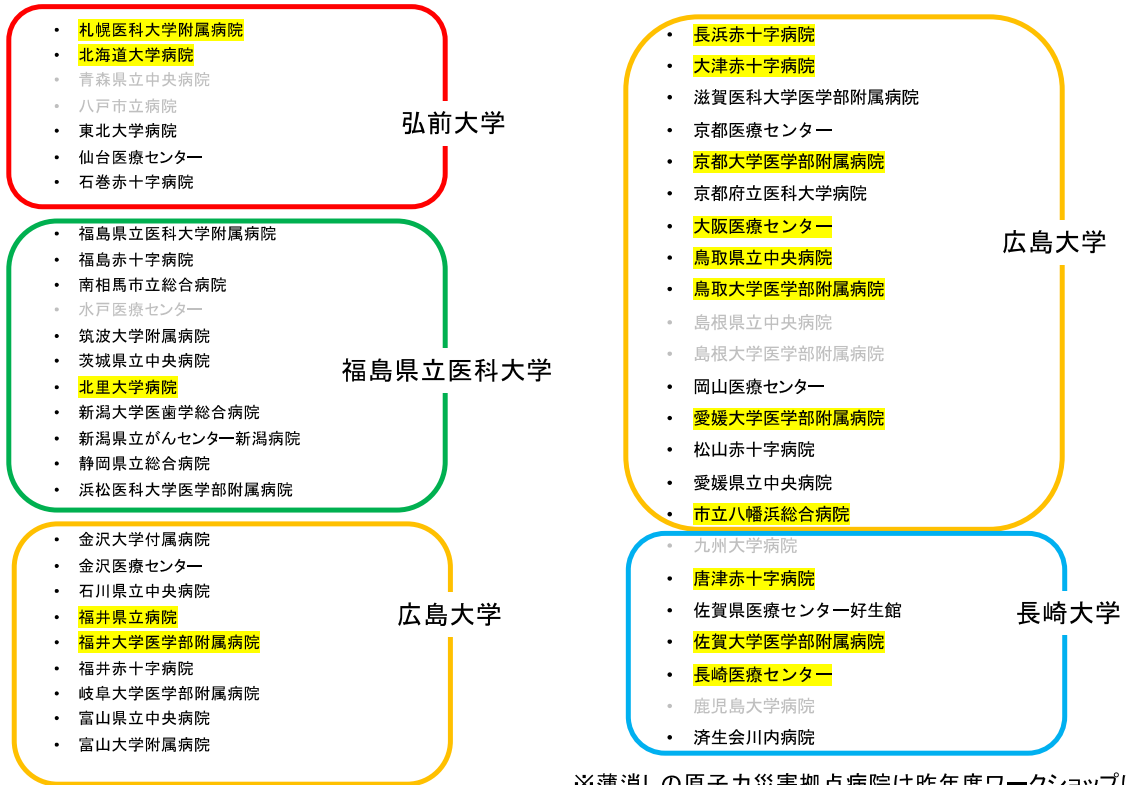
■ 2011年3月、東京電力福島第1原発が爆発した。突然の事故は、原発から約50キロ離れた福島県いわき市の村岡産婦人科医院を大きく揺さぶった。県外への転院希望者が続出し、患者は半減した。その一方で、**医師や看護師が避難して不在となる病院が市内で相次いだ。**同医院もスタッフが不足するなどぎりぎりの状態だったが、可能な限り妊婦の診察にあたった。院長の村岡栄一さん（66）は「当時は妊婦を受け入れ続けることで必死だった」と振り返る。断水のために朝5時に起きて給水所に並んだこともあった。（毎日新聞 2016年6月17日宮城）



令和2年度の研究班の取り組み



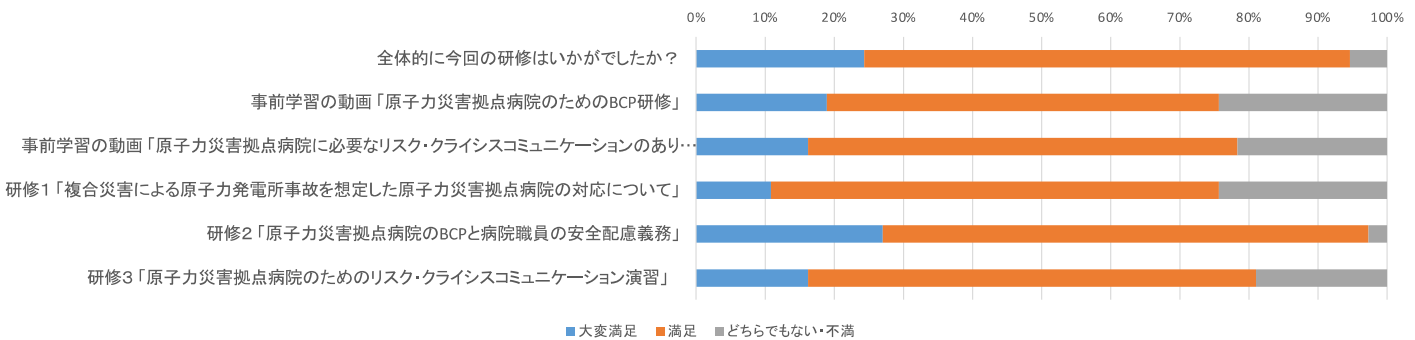
原子力災害拠点病院50施設うちオンライン・ワークショップ実施施設



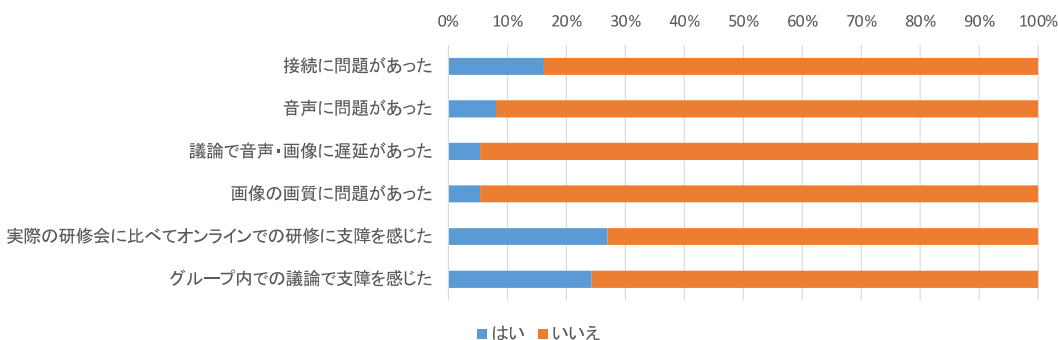
※薄消しの原子力災害拠点病院は昨年度ワークショップに参加した施設

オンライン・ワークショップ参加者からのアンケート1 (n=37)

1. 受講した満足度について



2. ZOOMIにおける技術的問題



ZOOMIによる情報漏洩やセキュリティに関する問題発生は報告されなかった。

- ・ 実際にBCPを考える際の想定ができるためとても有意義な内容と考えます。
- ・ 県の行政や病院の方と合同ですればよい。毎年の原子力災害訓練で使えると思った。
- ・ 当院の実情や立地関係を踏まえたお話でとても実践的でした。
- ・ 原子力災害での当院の役割を詳しく周知していないところもあるので傷病者の受け入れや病院としての準備等職員にしっかり周知をしなければならないと思いました。
- ・ 病院職員の安全配慮義務は重要であるが、強調すると急性期原子力災害医療や救助対応が出来なくなる恐れがある。これまでの実災害の経験でも、リスクを負わない組織は結果的には評価されていない。「避難区域内の病院で活動する医療職は、業務をする義務はないが、救助活動なので労務法規が適応されなくてもしかたない」の説明は新鮮だった。
- ・ 当院のBCPには帰宅する人への配慮がないので是非追加したい
- ・ 法律上の解釈など意識することも無かったので、非常に勉強になりもっと話を聞きたいと思いました
- ・ 事前対策の必要性・マニュアルの周知・訓練・ハザードマップ・避難訓練等しっかり職員に周知(当院も周知・訓練等は実施していますが)することの大切さを改めて感じました。
- ・ 安全配慮義務について、よく理解できた。
- ・ 訴訟例を教えていただき、BCPを再度見直していきたいと思いました
- ・ 実際の会見は当院の場合、病院長等、上層部が行うものと思われるが、日常診療においても心得ておくべきポイントであり参考になった
- ・ 患者を受け入れることに関し、そもそも広報対応が必要を感じていなかったのも、大変参考となった。
- ・ マスコミや住民の理解が得られるような事前の準備資料と対応策が大きな課題である。
- ・ 記者会見をするという立場に立ったことがなかったので、演習でその立場になってみると、正しい情報を迅速に、適切な態度や言葉遣いで伝えることの難しさを実感することができました。
- ・ オンラインでしたが緊張感をもって行うことができました。

今年度の成果

1. 平成31年度に開発した、原子力災害拠点病院のためのBCPとリスクコミュニケーションのあり方、技術的指針類をもとにオンライン・ワークショップを開発した。
2. 新型コロナ感染症の状況に応じて、診療に支障のない範囲で参加可能な原子力災害拠点病院に対してオンライン・ワークショップを実施した。
3. 13回のオンライン・ワークショップにて、13原子力災害拠点病院等から71名が参加した。アンケートによる全体評価では高い評価が得られ、原子力災害拠点病院における課題と方向性が確認できた。
4. 平成31年度にワークショップに6施設、令和2年度のオンライン・ワークショップに13施設が参加した。原子力災害拠点病院としてのBCPは3施設が策定済み、4施設が策定中である。
5. ワorkshopに参画できなかった原子力災害拠点病院に対しては、研究成果を掲載したHPを通じて情報提供したい。

今年度の自己評価 平成31年度報告会での指摘を受けて

指摘1 BCP研修開催回数を増やすことが求められている

原子力災害拠点病院は地域における新型コロナウイルス感染症診療の中核を担っている。そのため、日常診療に支障が無いように配慮し感染の推移を把握しながらBCP研修の開催を行なった。令和2年度において、日常診療に支障のない形で13回のオンライン・ワークショップを実施し、3回の施設訪問による情報提供を実施することができた。

指摘2 効果を検証することが求められている

令和2年度にオンライン・ワークショップを実施した13施設、そして平成31年度にワークショップを実施した7施設では、事後のアンケート調査において、高い満足度と課題を確認することができた。ワークショップに参加した19施設中、3施設において原子力災害拠点病院のためのBCPが策定され、4施設において作成中である。

指摘3 マネジメント層(病院長、事務長等)の参画を促進すべき

オンライン・ワークショップの実施にあたり、マネジメント層への参画をお願いした。その結果、各施設いずれも新型コロナウイルス感染症対応でマネジメント層は多忙であったが、全ての施設において被ばく患者の受け入れ時に重要な役割を担う救命救急センター長や事務長に参画いただくことができた。また、病院長等の施設管理者が直接参加する施設も複数あった。

13

自己評価

評価の視点	自己評価	コメント
評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか	<u>概ね計画どおり</u>	・新型コロナウイルス感染症に伴い、ワークショップのあり方をオンライン形式に変更し、可能な範囲で実施した。原子力災害を想定したBCP策定を何らかの形で取り組んだ原子力災害拠点病院は7施設であった。
今年度の進捗や達成度を踏まえて、次年度の研究計画に変更が必要か	<u>今年度で終了</u>	・本年度作成したHPIに研究成果を掲載することで、他の原子力災害拠点病院がいつでも見ることができ、BCP策定に生かすことができる。

14

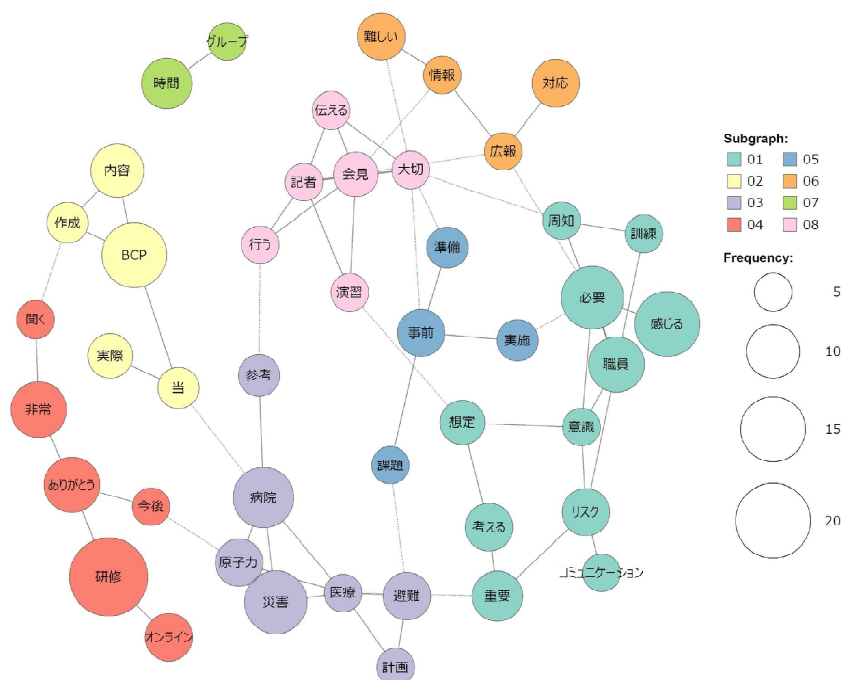
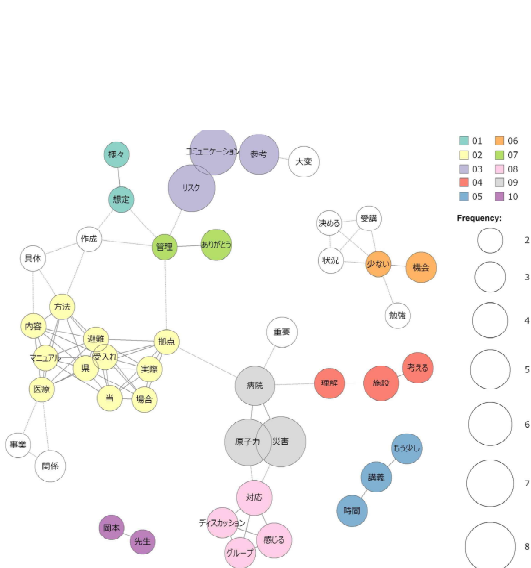
研究評価委員コメントへの対応

コメント	対応
<p>多数の機関の参加を得てモデル BCP の検証を行い、安全配慮義務やリスクコミュニケーション等について参加者の問題意識と関心を引き出した点は高く評価できる。</p>	<p>・平成31年度と令和2年度におけるワークショップ参加者のアンケート結果をKH法によるテキスト解析した共起ネットワーク図を次に示す。比較検討すると令和2年度の方が、原子力災害に関するキーワードが頻出しかつ有機的に繋がっており、ワークショップを通じて関心と問題意識を引き出したことができたと思われる。</p>
<p>今後、本事業で確立した研修がすべての原子力災害拠点病院へ展開され、その中において、マネジメント層の研修への参加の拡大、及び広報・マスコミ・住民への対応の組み込み等の改善に関する取り組みがなされることを期待する。</p>	<p>・新型コロナウイルス感染症対応のため本事業のワークショップに参加できなかった原子力災害拠点病院や原子力災害医療に関心のある医療機関や関係者に対して情報提供できるよう、ウェブサイトにて教育コンテンツを公開することとした。 http://www.cmeit.org/nceh/</p> <p>また、状況が許せば、今後各施設においてワークショップ実施にあたり個別対応の要請があれば可能な限り対応することとしたい。</p>

15

平成31年度自由記載 共起ネットワーク図

令和2年度自由記載 共起ネットワーク図



※キーワードの出現数を示す○の大きさは、左右の図で同スケールになるように調整している

16



オンライン・ワークショップに関する 各種教材をウェブサイトで無料公開

<http://www.cmeit.org/nceh/topics.html>

成果発表

論文

1. Radiation emergency medical preparedness in Japan: A Survey of Nuclear Emergency Core Hospitals in 2018 (Disaster Medicine and Public Health Preparedness, in submission)
2. Zoom-based training of the Business Continuity Plan for Nuclear Emergency Core Hospitals in Japan (Disaster Medicine and Public Health Preparedness, in submission)
3. Coronavirus Politics. The Comparative Politics and Policy of COVID-19. Michigan Press. 2021. <https://www.press.umich.edu/11927713>. Chapter 8. Fighting covid-19 in Japan A Success Story? Takashi Nagata, Akihito Hagihara, Alan Kawarai Lefor, Ryozo Matsuda, and Monika Steffen
4. 東日本大震災と原発事故からの10年 東日本国際大学出版 2021年
5. 余命宣告のストラテジー そのひと手間が訴訟を回避する 金芳堂 2021年
6. 永田 高志:【緊急被ばく医療】緊急被ばく医療の啓発・教育について知る 米国における原子力災害教育. 救急医学 2019; 43: 803-810.
7. 永田 高志, 赤星 朋比古, 田口 智章:【取り組もう!BCP災害に備えて】医療機関に求められるBCPとは 災害拠点病院におけるBCPとオールハザード・アプローチ. 救急医学 2018; 42: 1797-1802.

学会発表

1. 第26回日本災害医学会総会・学術集会(2021年3月)永田高志「原子力災害拠点病院BCPワークショップ開発と実施」(オンデマンド配信)
2. 第48回日本集中治療医学会学術集会(2021年2月)永田高志「原子力災害時における原子力災害拠点病院ICUのあり方について」(オンデマンド配信)
3. 第48回日本救急医学会総会・学術集会(2020年11月18日 岐阜)永田高志、有嶋拓郎、長谷川有史、山村仁、赤星朋比古、廣橋伸之、宇佐俊郎、花田裕之、山口芳裕、坂本哲也、明石真言「原子力災害拠点病院BCPワークショップ開発と実施」(一般演題)
4. 第47回日本救急医学会総会・学術集会(2019年10月4日 東京)有嶋拓郎、永田高志、萩原明人「原子力災害時のリスクコミュニケーション 既知情報の重要性についての実験的検証」(一般演題)
5. 第46回 日本救急医学会総会学術集会(2018年11月20日 横浜)永田高志、有嶋拓郎、長谷川有史、山村仁、赤星朋比古、廣橋伸之、宇佐俊郎、山口芳裕、坂本哲也、明石真言「原子力災害拠点病院のモデルBCP及び外部評価等に関する調査及び開発」(一般演題)
6. 第6回 日本放射線事故・災害医学会 年次学術集会(2018年9月22日 茨城県東海村)永田高志「原子力災害拠点病院のモデルBCP及び外部評価等に関する調査及び開発」(ポスター)

原子力災害拠点病院において複合災害としての原子力災害を想定した業務継続計画BCPを策定する際、以下の4点が含まれていることが望ましいことを示した。BCP策定を通じて、原子力災害拠点病院が実効性のある原子力災害医療を提供する事を目指したい。

- 1.公開情報(内閣府原子力防災、道府県地域防災計画、原子力事業所等)に基づく原子力災害のリスク評価、業務影響分析、業務継続戦略の検討
- 2.原子力災害時の被ばく傷病者受け入れ体制の整備、原子力災害医療チームの派遣
- 3.原子力災害時のリスクコミュニケーションのあり方
- 4.職員の安全配慮義務

令和2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)
 放射線安全規制研究推進事業

包括的被ばく医療の体制構築に関する
 調査研究

研究代表者

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
 富永隆子

課題名 包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究

研究期間：2018年～2020年（3年間）

背景・目的 原子力災害における被ばく医療等の体制の充実、強化が図られている一方で、RI事業所での事故やRNテロ・災害等に対応できる体制については整備が遅れている。
 原子力災害に限らず、RI事業所での事故、RNテロ・災害等に対応可能な被ばく医療体制構築のため、初動対応、医療の手順、マニュアル、専門的支援、人材育成について検証し、対応機関が包括的に被ばく医療を実践できる対処能力の実効性を向上させるための実際の運用方法を明らかにする。

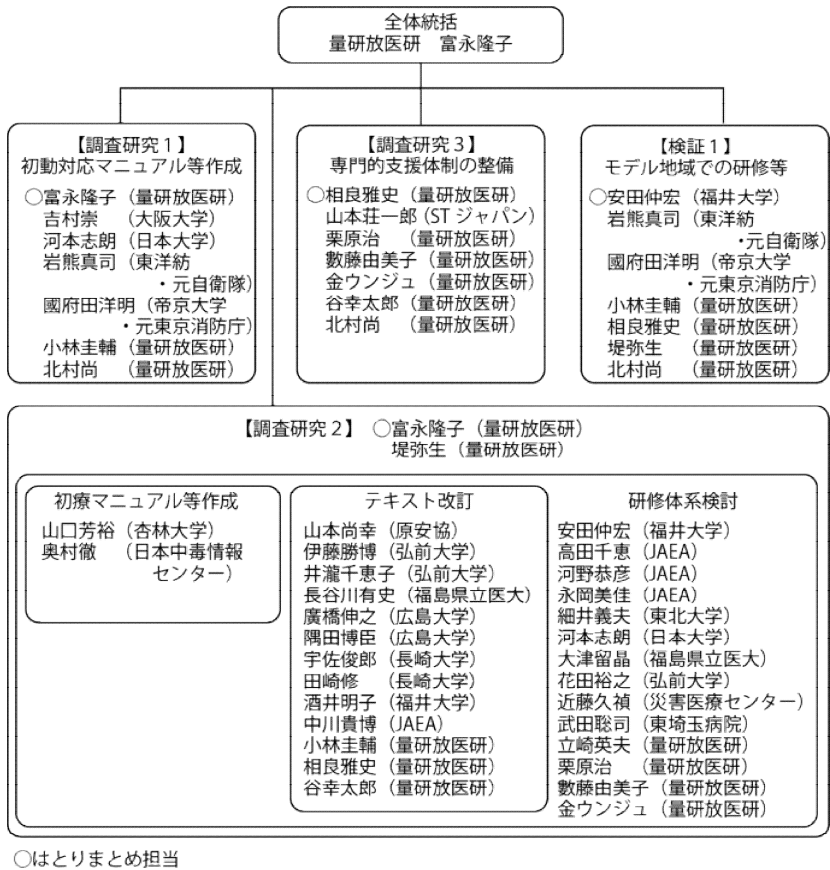
実施状況	H30年度	H31年度	R2年度
<p>【調査研究1】</p> <ul style="list-style-type: none"> 迅速・的確な初動対応、関係機関間の連携による実効性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 情報を収集・整理 検知と初動対応手順、スクリーニング等の検討 課題の比較・抽出 マニュアル、教材等の作成 	<p>教材作成 手順フローチャート作成</p>	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル等を再検証 各地域の実状に合わせて改善
<p>【調査研究2】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力災害時の医療に関する研修の体系化、標準テキスト作成 全国の医療機関の被ばく医療診療能力の向上により迅速・適切な被ばく医療を提供する手段の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 研修体系化提案 標準テキスト作成 量研の協力協定病院等から情報を収集 課題の抽出・整理 	<ul style="list-style-type: none"> 新研修体系での研修開始(パイロットコース) 多人数の被災者対応を含めた、医療機関での初療マニュアル、教材等作成 効果的研修法を検証 <p>体系化案作成、標準テキスト作成、マニュアル作成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 新研修体系の再検討 マニュアル等を再検証 医療機関の実状に合わせて改善
<p>【調査研究3】</p> <ul style="list-style-type: none"> 専門的支援の充実による初動対応、被ばく医療の実効性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 専門機関、NWを活用した専門的支援に必要な項目、課題の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 専門的支援について、具体的手順、方法、器材等を検討 	<ul style="list-style-type: none"> EMIS、H-CRISISとの連携の検討
<p>【検証1】</p> <ul style="list-style-type: none"> モデル地域での研修等による検証 	<ul style="list-style-type: none"> モデル地域の選定 	<ul style="list-style-type: none"> モデル地域で効果的な現場運用のための研修法を検討 調査研究1～3へ反映 <p>研修開催</p>	

期待される成果

- 原子力災害に限らず、RI事業所での放射線事故、RNテロ・災害における全国の初動対応、医療機関での迅速で最善の対応を実現、対応能力の向上、施策等への活用が期待される。
- 原子力災害時の初動対応、医療対応についても、原子力災害対策重点区域（24道府県）のみでなく、それ以外の地域（23都県）を含めた全国の応援および支援態勢が充実することが期待される。

研究体制

研究協力者：26名
研究参加者：9名



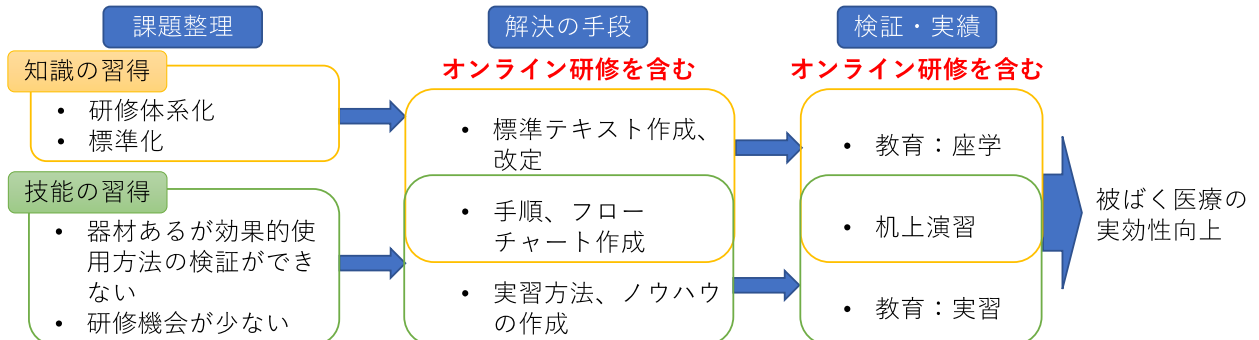
令和2年度の研究概要

1～2年目

- 初動対応手順の検討とマニュアル等の作成**
- All Hazard Approachでの初動対応フローチャートと解説の作成
 - 放射線テロ災害対応等の教材作成
- 医療機関での受け入れ体制整備**
- 研修体系化提案
 - 標準テキスト作成、ウェブ公開
 - パイロットコース開催
 - 医療機関での初療マニュアル作成
- 専門的支援体制等の整理**
- 染色体分析の人材確保の検討、研修実施
 - 情報共有システムの課題整理
 - 東京DMATとの合同研修実施

3年目

- 新たな研修方法の検討**
- All Hazard Approachでの初動対応マニュアル作成
- 放射線テロ災害対応等の教材の改定
- 救急車養生の資料作成
- 標準テキストの利用状況調査
- 高度専門研修（講師養成研修）のパイロットコース開催
- *研修体系化による研修は高度被ばく医療支援センターの委託事業として実施
- 物理的線量評価の専門家支援体制の課題整理
- QSTの情報共有システムを使用した試行



令和2年度の研究概要

昨年度の評価コメント

原子力災害及びテロ災害等への対応が明らかにされ、また、医療職だけでなく事務職人向けの資料を作成していることは評価できる。但し、これまでに公表された同種の研修用テキストとの相違点や改善点を明確にされたい。

過去の研修用テキスト

- 過去に他組織で作成されたテキストは原子力災害対策重点区域を設定する道府県の関係者のみに限定公開されている。
- 原子力防災のためのテキストであり、RNテロ災害やCBRNEテロ災害の教材はない。

相違点・改善点

- 量研機構のWebページで公表しており、**全国の教材を必要とするすべての人**がダウンロードして使用できる。
- 原子力災害時の医療のテキスト以外にも、RNテロ災害やCBRNEテロ災害の教材を作成した。
- 原子力災害時に重点区域以外の広域からの関係者も活用できるように包括的被ばく医療のテキストとした。
- 現状の原子力防災体制、法令等に合わせて改善した。
- テキスト以外にも初動対応、医療対応のフローチャート、マニュアルを作成した。

原子力災害医療に関わる基礎研修eラーニング

原子力災害医療体制の維持・向上には実際に活動する人材の確保が重要です。原子力災害医療に関する研修を実施するためには、多くの対象者が参加できるための会場や日時などの制約もあるため、eラーニングで実施することでこれらの制約もなく、受講者も自分の都合で受講することが可能となります。このeラーニングでは「イントロダクション」「放射線の基礎知識」「人体への影響と放射線防護」の3つの項目があります。これら3つの項目を今後のために役立ててください。

【原子力災害医療に関わる基礎研修eラーニング】

なお、このeラーニングは原子力施設等の地・隣接道府県の原子力災害医療に関係する方が対象となっております。また、施設単位で管理しているため、新規に受講する方は下記の問い合わせ窓口までお問い合わせください。

問い合わせ窓口：hibaku-elearning@qst.go.jp

令和2年度の研究概要

1. 初動対応手順の検討とマニュアル等の作成

- 昨年度までに作成した教材を使用した初動対応機関との研修・訓練実施
 - CBRNE災害対処千葉連携研修会（オンライン研修、2回）
 - 警察本部機動隊特殊災害教育訓練
- 教材の見直し、改訂
 - 講義資料（放射線テロ、化学テロ、爆発物テロ）の短縮版作成（20～25分）
- 新規作成
 - 生物剤テロ災害対処
 - 初動対応のためのフローチャートの改訂、マニュアル作成
 - 一次トリアージ・除染のフローチャート作成
 - 救急車・ヘリコプター 搬送時の汚染拡大防止対策 資料作成
- 研究協力者との打合せ：リモート会議で開催
- 検討会はリモート会議で実施

3. 専門的支援体制等の整理

- CR警報器（化学剤と放射線の同時に検知）、放射線モニタリングシステムの活用方法の検討

2. 医療機関での受け入れ体制整備

- (1) 初療マニュアル、受け入れ体制、教育等の検討
 - 双方向型オンライン研修の具体的実施方法の検討（実習のオンライン研修の検討）
 - 初期診療マニュアルの活用：量研高度被ばく医療センターで作成中の「被ばく医療診療手引き」へ掲載予定
- (2) 研修体系のフォローアップ
 - 中核人材研修、派遣チーム研修をウェブ配信し、研究協力者と検証
 - 研修体系の改訂案作成
 - ステップアップなどの制度設計と提案
- (3) テキストの改定
 - 避難所や救護所等での感染症対策を追加
 - 放射線管理要員の役割
 - 標準テキストの利用状況調査
- 検討会はリモート会議で実施

4. モデル地域での研修等

- 原子力災害医療に関する研修：双方向型オンライン研修の実施
- 初動対応機関の研修：オンライン、集合型の実施
- 講師養成研修パイロットコース：オンラインで実施

進捗 1：初動対応手順の検討とマニュアル等の検討

	H30年度	H31年度	R2年度	
【調査研究 1】	<ul style="list-style-type: none"> 迅速、的確な初動対応、関係機関間の連携による実効性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 情報収集 課題の比較・抽出・整理 	<ul style="list-style-type: none"> 情報収集、課題整理 検知と初動対応手順、スクリーニング等の検討 マニュアル、教材等の作成 	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル等を再検証 各地域の実状に合わせて改善 オンラインでの研修の検討

- 原子力災害、CBRNEテロ災害に関連する教材の改訂・作成**
- COVID-19感染症対策のためオンラインでの開催を検討
 - 生物剤テロへの関心の向上
- 原子力災害、CBRNEテロ災害に関連する研修の開催・参加**
- NIRS放射線事故初動セミナー
 - 国民保護CRテロ初動セミナー
 - 消防、警察とのCBRNEテロ災害研修・訓練 etc.
- 原子力災害、CBRNEテロ災害*の初動対応手順等の検討**
- 検知と初動対応手順のフローチャートの再検討
 - 一次トリアージと除染のフローチャートの作成
 - 搬送時の汚染拡大防止対策の資料の検討

- 放射線テロ、化学剤テロ、生物剤テロの統一的な教材作成
- オンラインでの研修実施
 - 1 講義；20～30分
 - 放射線測定器の実習；デモンストレーションと測定の見合わせ
 - 効率的な研修；1回の研修に約300名が参加
- フローチャートの作成と検証
 - 早期の医療介入につながることを重視して作成
 - 保有する資器材、各組織のマニュアルとの整合性と実効性の検証

成果

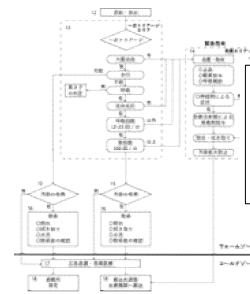
原子力災害以外でも対応するための教育、技能の習得のための資料等

- 初動対応マニュアル・フローチャート
- 搬送時の汚染拡大防止対策の資料
- 生物剤テロ対処の教材
- 化学剤テロ対処、放射線テロ対処の教材改訂
- オンライン用の短縮版教材



オンラインでの研修

*CBRNEテロ災害とは、化学剤 (Chemical)、生物剤 (Biological)、放射線 (Radiation)、核 (Nuclear)、爆発物 (Explosion) によって引き起こされるテロ災害。対応には各脅威の性質、防護方法、除染方法、処置等について特殊な知識、技術的、資器材が必要となる。



進捗 2：医療機関での受け入れ体制整備

	H30年度	H31年度	R2年度	
【調査研究 2】	<ul style="list-style-type: none"> 原子力災害時の医療に関する研修の体系化、標準テキスト作成 全国の医療機関の被ばく医療診療能力の向上により迅速・適切な被ばく医療を提供する手段の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 研修体系提案 標準テキスト作成 量研の協力協定病院等から情報を収集 課題の抽出・整理 	<ul style="list-style-type: none"> 新研修体系での研修によるテキスト内容の検証 テキストの改定案の提案 課題整理 被ばく医療対応マニュアルの作成 効果的研修法を検証 	<ul style="list-style-type: none"> 新研修体系の再検討 新研修体系での研修によるテキスト内容の検証 テキストの改定案の提案 オンラインでの研修開催の検討 マニュアルの活用方法の検討

新研修体系の再検討

- 新研修体系での習熟のステップアップの具体的な制度を検討
- 甲状腺簡易計測研修の見直し

新研修体系での研修開催

- COVID-19感染症対策のためオンラインでの開催を検討
- 原子力災害医療中核人材研修、原子力災害医療派遣チーム研修でのテキストの検証
- 感染症対策を考慮したテキスト内容の検討

標準テキストの公開

- 量研機構Webページで公開

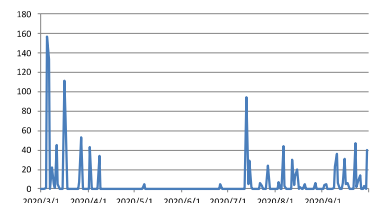
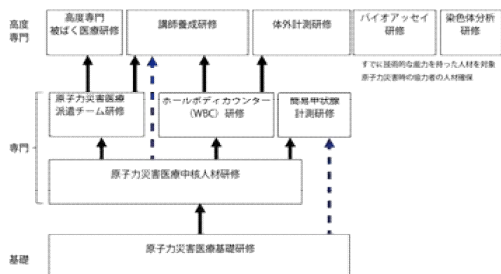
- 研修のウェブ配信
 - 標準テキスト及び研修内容の検討
 - 研修講師で検証、改訂
- 新研修体系のステップアップ案の作成
 - 基礎研修から簡易甲状腺研修へのステップアップ
 - 中核人材研修から講師養成研修へのステップアップ

- 甲状腺簡易計測研修の内容を見直し
- 初期診療マニュアルの活用
 - 量研高度被ばく医療センターで作成中の「被ばく医療診療手引き」へ掲載予定
- 標準テキストのダウンロード実績
 - 7月以降にDL件数が増加
 - 2019.3~2020.12まで827件

成果

新研修体系での研修実施に必要な制度設計の提案、教材の提案

- 量研高度被ばく医療センターの被ばく医療研修認定委員会へ提案
- 標準テキストの改訂
- 甲状腺簡易計測研修の実習ハンドアウト作成
- オンライン研修の実施方法の提案
- 除染実習キットの作成



進捗 3 : 専門的支援体制等の検討

	H30年度	H31年度	R2年度
【調査研究 3】			
<ul style="list-style-type: none"> 専門的支援の充実による初動対応、被ばく医療の実効性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 専門機関、NWを活用した専門的支援に必要な項目と課題の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 専門的支援について、具体的手順、方法、器材等を検討 平常時、災害時に活用できる専門的支援における情報共有システムについて課題等の整理、システム設計 情報共有システムを使用した訓練等での検証 	<ul style="list-style-type: none"> EMIS等との連携の検討

事故等の対応における専門的支援の検討

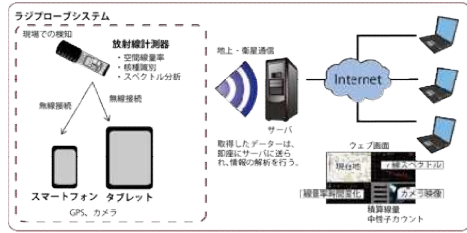
- CR警報器（化学剤と放射線の同時に検知）、放射線モニタリングシステムの活用方法
- 初動対応機関と専門機関の情報共有
- 複数の専門機関の連携
- 多機関での情報共有

検討結果

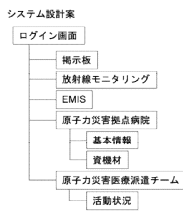
- リモート会議ツールなど市販の器材を用いることが可能
- 放射線や化学剤の検知結果だけでなく、現場の状況をリアルタイムで共有、確認できることでより具体的な専門的助言が可能である



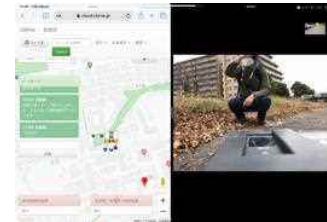
CR警報器をクローラーに設置しリモート会議のアプリを同時起動させ、現場の状況を伝送



CR警報器で先行して現場検知による安全管理、危険情報の取得を検証



- 統一した規格での情報（データ）の共有が必要
- 専門が異なる機関間の連携、相互理解が必要
- 原子力災害医療体制と災害医療体制の情報共有が必要
 - EMISのポータルサイトに原子力災害拠点病院等の情報を掲載するにはEMISの改訂が必要であることが判明
- 量研機構が保有する情報共有システムの改修作業に間に合わず、専門的支援体制での使用について検証できていない
- 情報共有システムは原子力災害拠点病院と原子力災害医療派遣チームの活動状況の機能を含めたWebページの構成の設計案を作成



*広域災害救急医療情報システム（EMIS）：災害時に被災した都道府県を超えて医療機関の稼働状況など災害医療にかかわる情報を共有して、被災地域での迅速かつ適切な医療・救護に関わる各種情報を集約して提供するシステム。平時、災害時を問わず、災害救急医療のポータルサイトの役割も担う。

進捗 4 : モデル地域での研修等

	H30年度	H31年度	R2年度
【検証 1】			
<ul style="list-style-type: none"> モデル地域での研修等による検証 	<ul style="list-style-type: none"> モデル地域の選定 	<ul style="list-style-type: none"> モデル地域で効果的な現場運用のための研修法を検討 パイロットコース（災害医療等）の開催 調査研究 1～3へ反映 	<ul style="list-style-type: none"> モデル地域での研修実施による研修法の検討

モデル地域での研修法の検討と実施

- COVID-19対策のため従来の研修実施に制約あり
- オンラインによる研修が今後も継続される可能性あり
- 初動対応機関、医療機関でもオンラインによる研修のニーズの高まり
- 作成したテキスト、マニュアル、フローチャートの検証（早期の医療介入につながることを重視した検証）

- 感染対策を講じての研修開催
 - 警察機動隊のCBRNE教育訓練
 - CBRNEテロ対処の除染訓練
 - CBRNEテロ災害図上訓練



- オンライン研修の開催
 - 原子力災害医療基礎研修（修了者25名）
 - 原子力災害医療派遣チーム研修 参加者7名
 - 講師養成研修 参加者16名
 - 初動対応のCBRNEテロ災害研修
- オンラインでの実習方法の提案
- オンライン用実習キット
 - 市販の器材を活用して除染実習に必要な模擬汚染創傷を作成
 - 受講生に事前に郵送し、双方向で実習を実施
 - 測定器の準備が必要



- オンラインでの机上演習について検討
 - リモート会議ツールの活用の可能性
 - 講師側の習熟が必要

調査研究1～3へ反映
初動対応から医療機関での対応まで、包括的な被ばく医療のテキスト、資料等を完成させた。

- テキストの改訂、新規作成
- マニュアルの改訂
- フローチャートの改訂、作成
- 専門的支援の検討と提案

- オンライン研修の課題
 - 受講状況の確認
 - 学習効果を得るにはリアルタイムでの質疑応答が必要
 - オンデマンド型では習熟度が判断できない、別の判断手段が必要
 - 実習はオンラインでの準備と対面での実習の組み合わせが効果的である可能性

来年度以降の研修実施に向けて実効性ある提案ができた。

令和2年度の成果

【教材】

- 原子力災害時医療研修の標準テキスト改訂；6講義分
- 初動対応者向け研修教材；新規作成3講義分、改訂3講義分
- 甲状腺簡易計測研修 実習ハンドアウト

【オンライン研修教材】

- オンライン原子力災害医療研修の実習教材
- オンラインCBRNEテロ災害対処研修の教材

【資料】

- 初動対応のためのフローチャートの改訂、マニュアル作成
- 救急車・ヘリコプター 搬送時の汚染拡大防止対策 資料作成

【発表】

- 第23回日本臨床救急医学会総会・学術集会「CBRNEテロ対処研修の取り組み」

本事業での成果

量研機構のWebページで公開中

【教材】原子力災害医療の研修の標準テキスト、CBRNE災害対処の基礎知識のテキスト

原子力災害医療基礎研修（8講義）

1. 原子力防災体制
2. 放射線の基礎
3. 放射線の影響
4. 放射線防護
5. 汚染検査・除染
6. 安定ヨウ素剤
7. 避難退域時検査
8. 避難と屋内退避の支援

原子力災害医療中核人材研修（7講義）

1. 医療機関の原子力災害対策
2. 医療機関での初期対応
3. 放射線障害の診断と治療
4. 外部被ばくと内部被ばくの線量評価
5. 原子力災害時のメンタルヘルス
6. 放射線管理要員の役割
7. 原子力災害事例

原子力災害医療派遣チーム研修

1. 原子力災害医療派遣チーム
2. 原子力災害医療派遣チームの活動
3. 原子力災害時のリスクコミュニケーション

専門研修 WBC・甲状腺

1. 線量評価の概念
2. 体外計測法
3. バイオアッセイ法
4. 公衆の線量評価
5. 原子力災害対応
6. 甲状腺簡易検査
7. 実習ハンドアウト（甲状腺簡易検査）

医療機関向け研修

1. 原子力災害拠点病院等 研修資料

CBRNE災害対処の基礎知識のテキスト

1. 放射線テロ災害対処
2. 放射線テロ災害対処（短縮版）
3. 化学剤テロ災害対処
4. 化学剤テロ災害対処（短縮版）
5. 爆発物テロ災害対処
6. 生物剤テロ災害対処

【資料】初動対応、初期診療に関する資料

1. CBRNEテロ災害初動対応 マニュアル
2. 原子力災害・放射線テロ災害医療対応マニュアル
3. 救急車・ヘリコプター搬送時の汚染拡大防止対策資料

自己評価

評価の視点	自己評価	コメント
評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか	1 計画を上回る 2 概ね計画どおり 3 計画を達成できない 4 計画を達成できないが代替手段によって今年度の目標を達成した	<ul style="list-style-type: none"> 核攻撃、放射線テロ災害等を含めた迅速、的確な初動対応、医療機関での診療、関係機関間の連携による実効性向上に必要な情報収集、課題整理、対応手順（フローチャート）、マニュアル、教材の作成は計画通り実施できた。 コロナ禍での事業実施により、一部オンラインでの研修となり、オンライン研修用にテキストの改訂や研修資器材を作成した。 昨年度までに作成した標準テキストを使用し実効性を確認した。 標準テキストを改定、新規作成し、被ばく医療研修認定委員会に提案した。 コロナ禍で研究協力者の集合に制約があり、また量研機構が保有する情報共有システムを利用予定だったが改修が間に合わず、専門的支援のための情報共有システム等を用いた検証が不十分であった。
今年度の進捗や達成度を踏まえて、次年度の研究計画に変更が必要か	今年度で終了	令和2年度が最終年度であり教材、資料を完成させた。これら資料は量研機構のWebページで公開し、広く活用できるようにすることで、各地域の原子力災害、NRテロ災害に関する対処能力の実効性向上に貢献する。また、研修や訓練で教材や資料の活用を図る。

放射線規制及び放射線防護分野への活用

1. 標準テキストとしての使用

- 放射線医学研究所に設置された被ばく医療研修認定委員会により標準テキストとして承認された。
- 令和3年度から原子力災害対策重点区域、高度被ばく医療支援センターで実施される原子力災害医療に関する研修において標準テキストとして使用される。
- テキストが標準化され、統一されたことで、研修の質が担保されるようになった。

2. テキスト・マニュアル・資料の公開

- 本事業で作成したCBRNEテロ災害対処の基礎知識に関する各テキスト、原子力災害医療に関する各テキスト（標準テキスト）、CBRENテロ災害初動対応 マニュアル、原子力災害・放射線テロ災害医療対応マニュアル、救急車・ヘリコプター搬送時の汚染拡大防止対策資料を量研機構Webページで公開し、全国の教材や資料を必要とする人たちが誰でも利用できる。
- <https://www.qst.go.jp/soshiki/101/37231.html>
- 2021年4月のダウンロード合計数；1,482件



放射線規制及び放射線防護分野への活用

3. 新研修体系における研修制度としての活用

- 本研究事業で検討し、提案した研修制度を基に、被ばく医療認定委員会で研修制度として運用されることとなった。
- 令和3年度から新研修体系での研修制度による原子力災害医療に関する研修が、原子力災害対策重点区域、高度被ばく医療支援センターで実施される。
- 被ばく医療認定委員会において、オンラインでの研修実施の検討について、本研究事業で実施した内容を基に検討がなされ、基礎研修はオンラインでの実施が可能となった。また、他の研修のオンラインでの実施についても、オンラインでの実習の実施方法など、検討材料を提供できた。

4. 被ばく医療診療手引きに収載

- 原子力災害時の医療の診療方法等を記載した手引きが作成される予定である。
- 被ばく医療診療手引き編集委員会（放医研）が作成中の被ばく医療診療手引きに、本研究事業で平成31年度に作成した「原子力災害・放射線テロ災害医療対応マニュアル」の内容が収載される予定である。

研究評価委員会

評価 B

総合コメント

CBRNEテロ災害に関連する教材の改訂及び初動対応マニュアルの作成が行われ、これらを用いてオンライン研修を実施したことは評価できる。但し、マニュアル自体の質を確保するために、第三者評価及び放射線施設関係者や受講者からのフィードバックによる見直しと改訂を図っていただきたい。

対応

複数の消防機関において本マニュアルに基づいたCBRNEテロ災害対処訓練、机上演習を実施し、フローチャートや記載内容に関する評価、意見を聴取した。その後、マニュアルを改訂し、成果物として令和2年度の報告書に記載した。

本事業は令和2年度で終了するが、資料は公表していることから、多くの組織や機関で活用され、第三者による評価とフィードバックと最新の知見や状況に応じた改訂ができるように関連する事業等で継続することも図る。



短寿命アルファ線放出核種等の合理的な安全規制のためのガイドライン等の作成

大阪大学放射線科学基盤機構
 附属ラジオアイソトープ総合センター
 吉村 崇

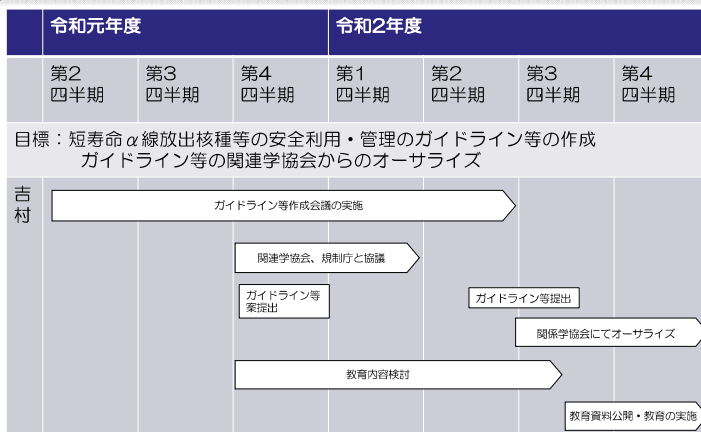
研究全体の概要

課題名

短寿命アルファ線放出核種等の合理的な安全規制のためのガイドライン等の作成
 (H31~R2年度)

目的

放射性同位元素等の規制に関する法律に基づく各放射線事業所での短寿命核種等の許可使用量を算定する評価についての新しい方法をまとめるために、ガイドライン等を作成する。



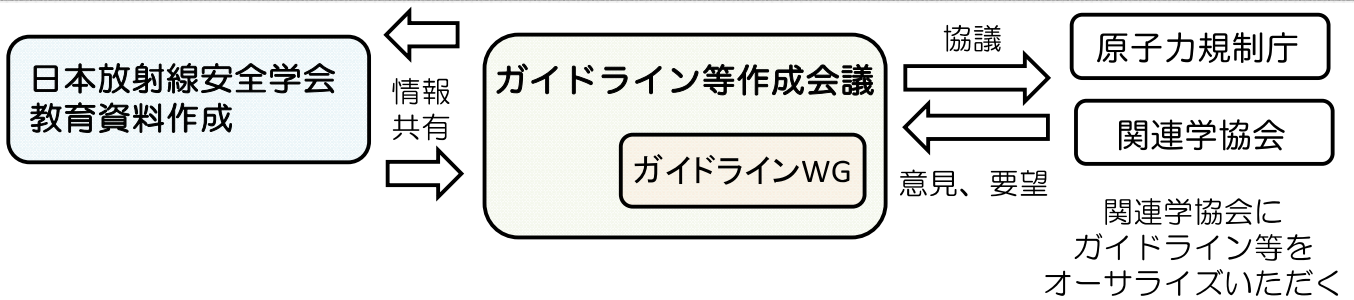
実施状況：

- ・作成会議（4回、メール会議）
- ・WG会議（随時、メール会議）
- ・原子力規制庁との打ち合わせ（3回、オンライン）
- ・関係学協会からの意見（6団体（特に意見無しを含む））
- ・関係学協会からのオーサライズ（6団体）
- ・ガイドラインはR3年3月公開
- ・教育資料内容検討会議（5回）及び日本放射線安全管理学会アドホック委員会（1回）、教育資料は日本放射線安全管理学会ホームページにてR3年3月公開

期待される成果

本研究により作成されたガイドライン等は、放射線規制の運用に直接寄与し、各事業所では、合理的な安全性が担保された状態で短寿命アルファ線放出核種等を使用することが可能になる。

研究体制



ガイドライン等作成会議メンバー 赤：ガイドラインWGメンバー

全体取りまとめ：吉村崇（阪大）

PO：古田定昭（ペスコ）

助言：米倉義晴（RI協会）

畑澤順（RI協会）

PO補佐：西尾貴史（原子力規制庁）

古賀匡祥（原子力規制庁）

中島覚（広島大）

久下裕司（北大）

渡部浩司（東北大）

白崎謙次（東北大）

永津弘太郎（量研機構）

羽場宏光（理研）

山村朝雄（京大）

藤堂剛（阪大）

巽光朗（阪大）

兼田加珠子（阪大）

渡部直史（阪大）

山口和也（阪大）

神谷貴史（阪大）

川口修平（阪大）

篠原厚（阪大）

豊嶋厚史（阪大）

大江一弘（阪大）

永田光知郎（阪大）

オブザーバー

白神宣史（阪大）

伊藤拓（日本メジフィジックス）

中村吉秀（千代田テクノル）

オレンジ：若手研究者

研究の概要（1） 研究の進め方

令和元年度

○ガイドライン等作成会議の開催
前年度まで実施された放射線安全規制研究、放射線対策委託費での研究成果をもとに、内容及び課題について議論、検討し、ガイドライン等の案を作成（ガイドライン等作成会議での議論に必要な有識者がいれば、参加いただく）

ガイドライン等の作成に必要な新たな実験的なエビデンス等の取得

各関連学協会等及び原子力規制庁と協議を実施

令和2年度

引き続き、各関連学協会等及び原子力規制庁と協議を実施

第二四半期後にガイドライン等の内容を確定

関連学協会からのオーサライズを得る

- ・ガイドライン等の内容の公開
- ・短寿命放射性核種の安全取扱教育資料の公開

研究の概要（2）

○教育資料の作成

各事業所が規定する行為等を従事者に遵守させるためには、教育の実施が必須である。本研究では、日本放射線安全管理学会と協力して、短寿命核種等の安全取扱を教授するために必要な教育内容を検討する。

・日本放射線安全管理学会に外注
短寿命放射性核種の安全取扱のための教育資料作成アドホック委員会
がパワーポイントの資料作成

委員長：久下裕司（北大）

委員：渡部浩司（東北大）、柴和弘（金沢大）、桧垣正吾（東大）、
西弘大（長崎大）、右近直之（福島県立医大）、大江一弘（阪大）、
渡辺茂樹（量研機構高崎）、古澤哲（東京ニュークリア・サービス）

赤字：若手研究者

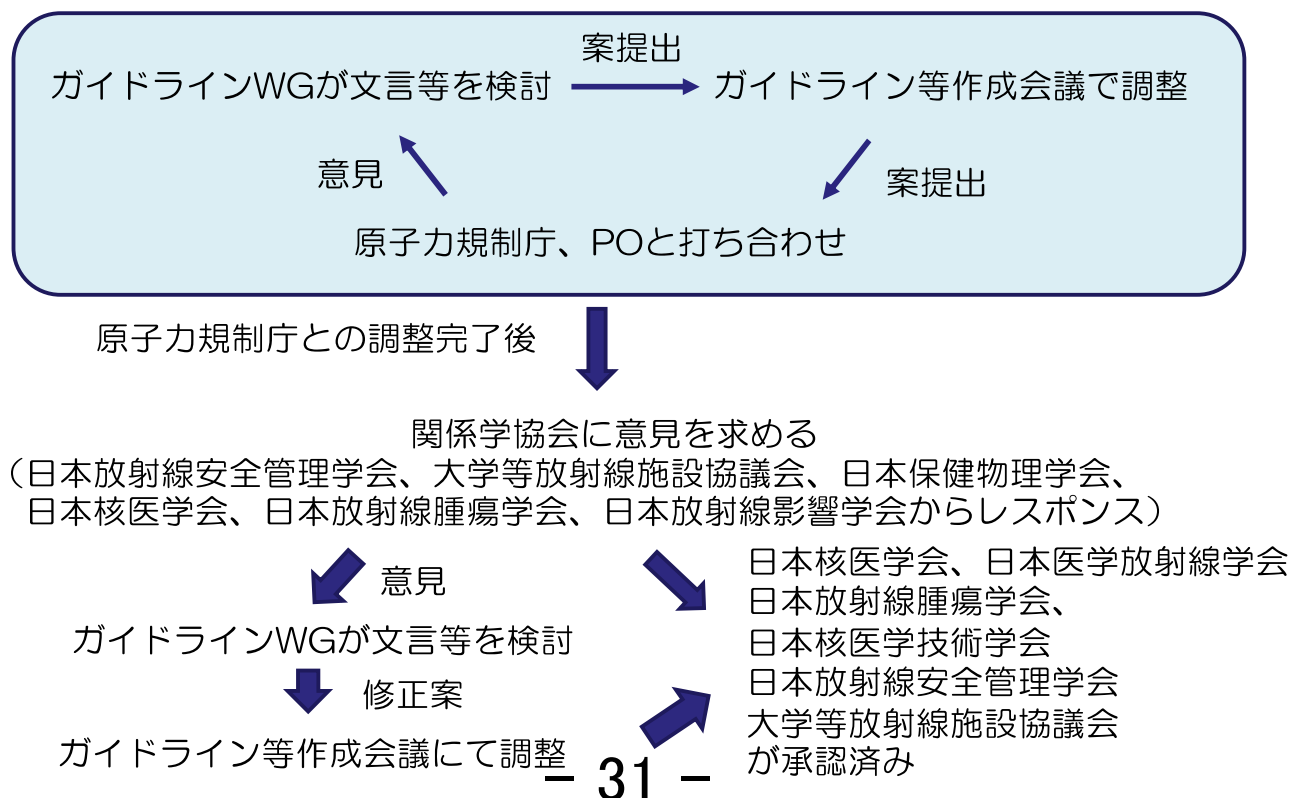
・ガイドラインの概要を説明するパワーポイントも教育資料
（補足資料：安全管理担当及び講師用）として作成
ガイドラインWGのメンバーが担当

パワーポイントの資料

補足資料含め全12項目、249枚のスライドで構成

研究の概要：今年度のガイドライン作成・承認の流れ

ガイドラインの骨子は前年度に作成済み
今年度は、細かい文言の調整、修正が主



今年度の進捗：ガイドラインのタイトル・目次

タイトル：短寿命の非密封放射性同位元素利用における安全確保のための使用許可の評価・信頼性担保・教育訓練等に関するガイドライン

目次

第1章 ガイドラインの概要、背景、及び目的

第2章 ガイドラインの適用範囲と適用RI

第3章 評価の方法

遮へい、空気中RI濃度、排気口空気中RI濃度、排水中RI濃度評価の方法

第4章 信頼性担保の方法

責任体制の構築、許可後に装備すべきマニュアル等

第5章 教育及び訓練

教育訓練の位置づけ、対象者、内容

附属書 非密封RIの許可使用者以外の者による下限数量以下の短寿命の非密封線源の使用のガイドライン、不確かさの求め方と実測に基づく数値の計算例、責任体制の構築例、等

今年度の進捗：ガイドラインの内容（1）

○ガイドラインの目的・必要性

作業者や公共の安全を確保しつつ、合理的な放射線管理を行うために各放射線事業所での短寿命核種等の許可使用数量を算定する評価についての新しい方法をまとめたガイドラインを作成する。

○ガイドラインの適用範囲

「放射性同位元素等の規制に関する法律」に基づく規制に適用される。

放射性同位元素等の規制に関する法律で密封されていない放射性同位元素を取扱う許可事業所が対象である。

○本ガイドラインでの適用核種の目安

半減期が15日までの短寿命放射性核種対象とする。

○使用等における評価方法の概要

従来から行われている計算による使用数量等の算定のための評価法を使用するが、飛散率等については、実験に基づいた値を適用できるようにする。さらに各核種について、減衰も考慮にいれて評価できるものとする。

評価に用いる実測に基づいた数値は、99.7%信頼区間の上限値を標準とする。

今年度の進捗：ガイドラインの内容（2）

- 実測データの取得及びその管理に必要な事項と責任体制
 - ・各施設が外部有識者を含んだピアレビュー体制を構築して、実験の結果についてレビューする。
 - ・外部有機者を含んだレビューアの任命は実験などに関する事項を承認する委員会等の長。
- 教育及び訓練
 - ・RI規制法に従った教育訓練として実施する。
 - ・対象者は、ガイドラインに基づいて使用許可を得たRIの受入れ、払出し、使用、保管、廃棄を行う放射線業務従事者。
 - ・内容は、必須事項と、必須事項であるが一般の教育訓練で既に実施済みでガイドラインに基づくRIを使用する業務従事者が受講済みならば省略可能な項目に分けて記載。
- 非密封RIの許可事業者以外の者による下限数量以下の短寿命非密封線源の使用
 - ・下限数量以下まで減衰した線源について適用可能。
 - ・払出し事業所（非密封の許可施設）と受入れの施設が事前に覚え書きを交わし、ガイドラインの遵守を徹底。
 - ・受入れの施設が助言を求めた場合、払出し事業所が協力する。

今年度の進捗：短寿命RIの安全取扱の教育資料の作成

教育資料検討会議を5回、日本放射線安全管理学会アドホック委員会を1回をオンラインで開催

○短寿命放射性核種の安全取扱のための教育資料
（パワーポイントスライド計249枚）

1. はじめに
 2. 用語の説明
 3. 放射能・放射線の基礎
 4. 放射線被ばく防護
 5. 取り扱いに関する項目（一般的事項）
 6. 取り扱いに関する項目（動物）
 7. 放射線の測定
 8. 廃棄物の取り扱い
 9. 汚染と除染に関する項目
 10. 法令・予防規程
 11. 核医学診療の概要（核医学診療と治療）
- 補足. 本ガイドラインの概要（安全管理担当者・講師向け）

教育資料は、日本放射線安全管理学会ホームページにてR2年3月に公開
講師が構成を変えることができる形で配布

動物へのRI投与

✓針刺し事故の防止

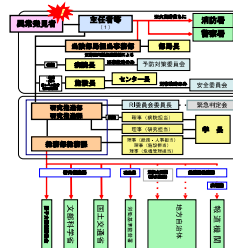


針とキャップを手で持つ

台に置いたキャップを針で引っかけると

緊急時の連絡体制（例）

◆各大学、各事業所によって異なるため、RIを使用する施設のものを必ずあらかじめ確認しておくこと。



本年度の成果

論文発表 3件

- 「短寿命放射線核種の合理的な安全規制のためのガイドライン等作成に向けた検討状況」
吉村 崇、Radioisotopes、69(7)、233-242 (2020)
- 「短寿命アルファ線放射性核種の合理的な安全規制のための研究」
吉村 崇、臨床放射線、65(9)、985-990 (2020)
- 「短寿命放射性核種の安全取扱いのための教育資料の作成」
短寿命放射線核種の安全取扱いのための教育資料作成アドホック委員会、
日本放射線安全管理学会誌、19(2)、98-101 (2020)

□頭発表 4件

- 企画セッション 「短寿命放射性核種の取扱いの実際と教育資料の作成」
「短寿命放射性核種の取扱い教育資料の紹介とアドホック委員会報告」
久下裕司
他、発表2件
日本放射線安全管理学会第19回学術大会、オンライン、12月
- 「Preparation of guidelines for evaluation of ensure safety in the use of short-lived unsealed radioisotopes」
Takashi Yoshimura
京都大学複合原子力科学研究所専門研究会、熊取、2月

自己評価・今後の課題・学協会等からの意見

評価の視点	自己評価	コメント
評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか	1 計画を上回る 2 概ね計画どおり 3 計画を達成できない 4 計画を達成できないが代替手段によって今年度の目標を達成した	新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、計画段階で予定していた対面での会議開催は全く出来なかったが、WGでの活動、メール会議、オンライン会議の併用により、計画された事業を実施することが出来たため、概ね計画どおりとした。
今年度の進捗や達成度を踏まえて、次年度の研究計画に変更が必要か※1	1 必要ない 2 軽微な変更が必要※2 3 大幅な変更が必要※2	今年度で終了する事業のため、該当しない。

今後の課題

- 本ガイドラインの改訂には、「必要に応じて見直しを行う。また必要に応じて、関連学協会の有識者によって改訂内容の検証を行う。」と定めている。改訂の際には、関連学協会とよく相談して進める必要がある。
- 現状、飛散率等の実測データがまだ少ない。今後、これらのデータが様々な核種で多数報告されるようになることを期待する。

ガイドライン等作成会議、関係学協会からの意見

- 近年、PET4核種以外のPET核種がよく利用されるようになってきている。現状のPET4核種に対する法令の内容を見直し、他の核種も適用できるようにしてほしい。その際に、短寿命の診断・治療用核種も追加してはどうか。
- 使用数量に応じたGraded approachの考え方を導入する等により、柔軟な対応も可能にしてはどうか。例えば、スウェーデンに施設で実施されている使用実績と規制当局の対話による使用数量決定の方法の導入が挙げられる。
また、今回のガイドラインの適用核種は、ニーズの観点を重視して半減期15日以内としたが、ガイドラインの内容は半減期15日以上核種にも当てはめることが可能である。本ガイドラインの内容を半減期15日より長いRIの評価にも適用できるとも一案と思われる。

研究評価委員会総合コメントと成果報告書への対応

○総合コメント

減衰を考慮した短寿命 RI 安全取扱いのガイドライン作成という目標は概ね達成できたと評価する。本ガイドラインが、現場の使用者の安全管理に役立つことを期待したい。本研究で得られた成果を踏まえ、関係者の間において graded approach の導入など、今後の方向性について議論されることを期待する。なお、成果報告書には、ガイドラインの内容、アルファ線放出核種に特有なポイント、及び関連学協会からのコメントとそれらへの対応を書き込んで頂きたい。

○総合コメントに対する成果報告書への対応

- ガイドラインの内容について
ガイドライン全文を報告書に資料として添付した。
- アルファ線放出核種に特有なポイント
教育資料に関するスライド全てを報告書に資料として添付するとともに、アルファ線放出核種の安全取扱いに関する教育資料スライドを抜粋して、報告書に記載した。
- 関連学協会からいただいたコメントは、関連学協会へのコメントへの返信とともに報告書に記載した。

研究成果の放射線規制及び放射線防護分野への活用方針

- 本ガイドラインは、短寿命RIの使用等に関する許可届出申請を行う際に用いるガイドラインであるため、放射線規制の運用に直接寄与することが期待できる。
- 教育資料については、日本放射線安全管理学会のホームページを通じて公開している。放射線安全管理に携わる者、放射線安全教育に携わる者に広く利用していただくことを期待している。この教育資料の維持管理については、日本放射線安全管理学会が実施する。
- 今はまだ数少ない放射線安全管理に関係する実測データの報告例の増加等、放射線安全管理に関係する研究の発展が期待できる。このことにより、新たな放射線安全管理手法の開発や放射線規制の方法の改善への貢献が期待できる。

加速器施設に対するクリアランス制度運用のための研究

加速器施設の廃止措置に係わる 放射化物の測定、評価手法の確立

2019年度、2020年度 2年計画
(2017年度、2018年度 2年計画済み)

高エネルギー加速器研究機構(KEK)
放射線科学センター
松村 宏

課題名 加速器施設の廃止措置に係わる測定、評価手法の確立

研究期間：2019年～2020年（2年間）

背景・目的

加速器放射化において、これまでの評価が進んでいない施設に着目し、法令を踏まえながら、実際に廃止措置を進めるうえで欠くべからざる課題を抽出し、放射化物評価手法の開発を行うことを目的とする。最終的に測定評価マニュアルを作成し、研究内容を反映させる。

実施状況

（1） 加速器施設の放射化／非放射化区分の明確化

2020年度は、陽子線治療施設の放射化調査による放射化／非放射化区分の明確化の内、シンクロサイクロトロンタイプの調査を北海道大野記念病院で行う。新型コロナウイルスの影響で現地入りしての調査ができず、病院職員に検出器設置を依頼して中性子発生量調査を行い、放射化／非放射化区分を行った。

（2） 非汚染・非放射化の評価手順の検討

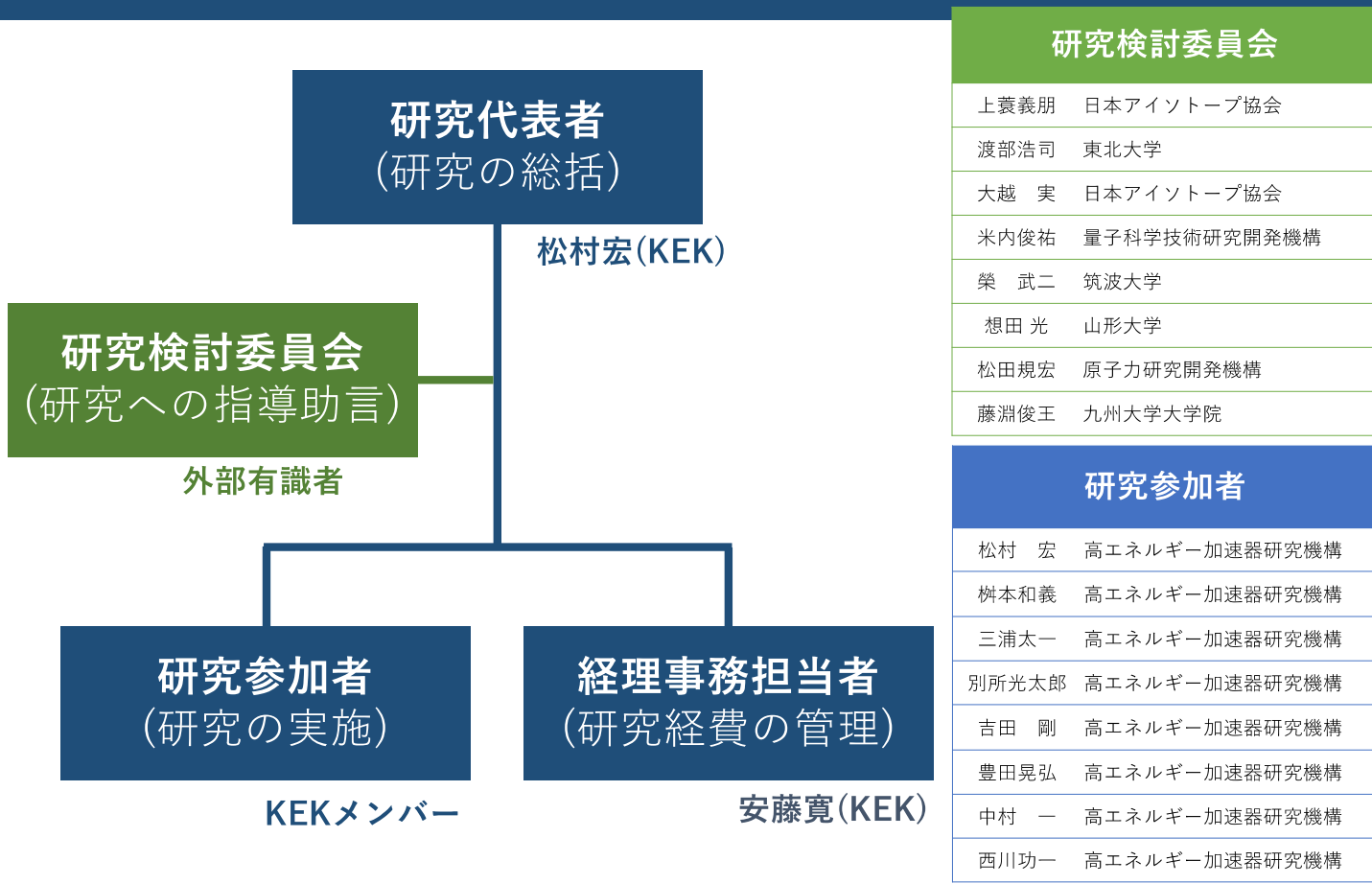
2020年度は金属の評価手順の検討のための電磁石等の放射化調査と放射化イメージングの研究を行う。実際のサイクロトロン放射化電磁石等を試料として、放射能分布やサーベイメータの線量率指示値と放射能の関係を調べる。現在、日本アイソトープ協会滝沢研究所のサイクロトロンをモデルケースとした分析を行っている。また、放射化イメージング研究においては、ガンマカメラを使用した試撮を行い、使用機器が放射化イメージングに適していることを明らかにした。

（3） 測定評価マニュアルの作成

研究評価委員会で内容を確認しつつ、2017-2020年度の4ヶ年の研究成果をもとに、加速器施設の廃止措置時の放射化の評価方法や取り扱いなどを中心にまとめた。

期待される成果

加速器の種類ごとに放射化領域および放射化物管理対象を明確化すること、及び、廃止措置時のコンクリートや電磁石等の金属に対してサーベイメータによる放射化判定法を提案することを行い、「測定評価マニュアル」にまとめることで規制側、事業所側の双方にとって廃止措置の合理化に貢献する。



本事業の3本の柱

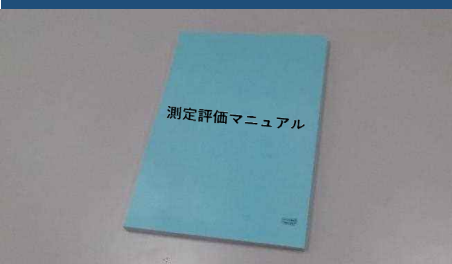
①規制対象施設・規制対象範囲の明確化



②非汚染・非放射化の評価手順の検討



③測定評価マニュアルの作成



2020年度の研究概要

陽子線治療施設の明確化

放射化現地調査

金属の評価手順の検討

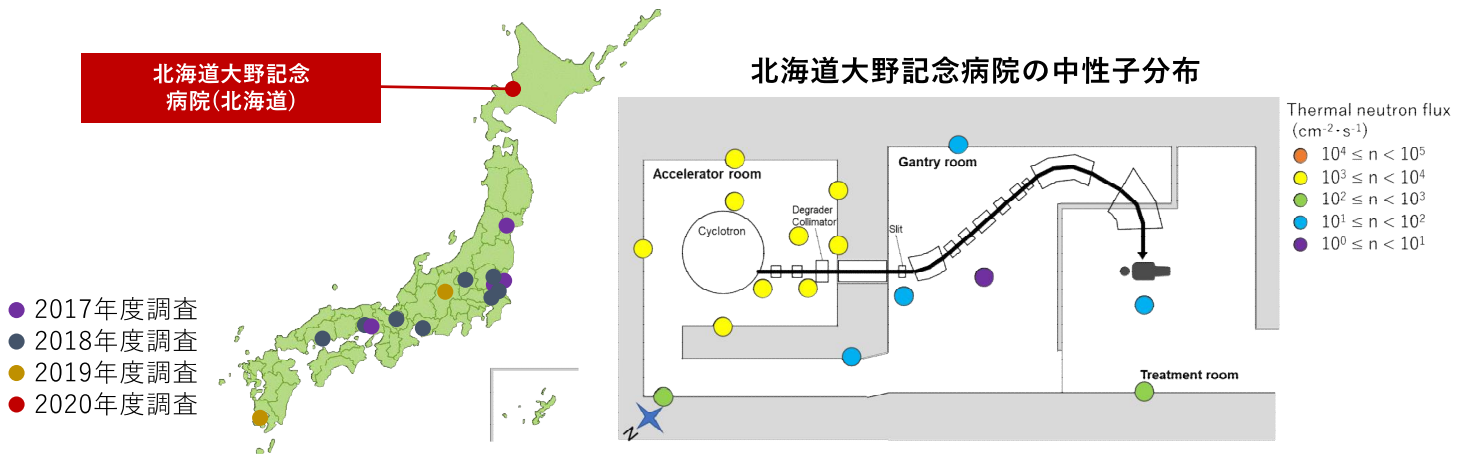
電磁石放射化調査・
イメージング研究

マニュアルの作成方針検討

盛り込む内容の検討

放射化測定・中性子生成量測定を行い、規制対象範囲の区分を行う

2017年度	静電加速器施設
2018年度	放射光施設, 粒子線治療施設
2019年度	陽子線治療施設 シンクロトロンタイプ サイクロトロンタイプ
2020年度	陽子線治療施設 シンクロサイクロタイプ



金属の放射化評価手順を明確にし、効率的な手法を確立する

- A. 表面線量率、放射能と関連づけた定量評価手法の確立のためのデータ収集
- B. 放射化分布のイメージングの検討



2020年度実績

- ・ A: 高エネルギー加速器研究機構所有鉄ブロック
- ・ A: 日本アイソトープ協会滝沢研究所PETサイクロトロン
- ・ A: (参考) 東京都健康長寿医療センターPETサイクロトロン
- ・ B: PHDS GeGI-4 @高エネルギー加速器研究機構

「測定評価マニュアル」の完成

◆ 1. はじめに

- 廃止時において放射性廃棄物でないことを確認するための測定評価手法について記述
 - ・ 放射線発生装置の稼働中に行っておくことが推奨される測定
 - ・ 廃止が決定され廃止措置を進める際に行う測定法について提案

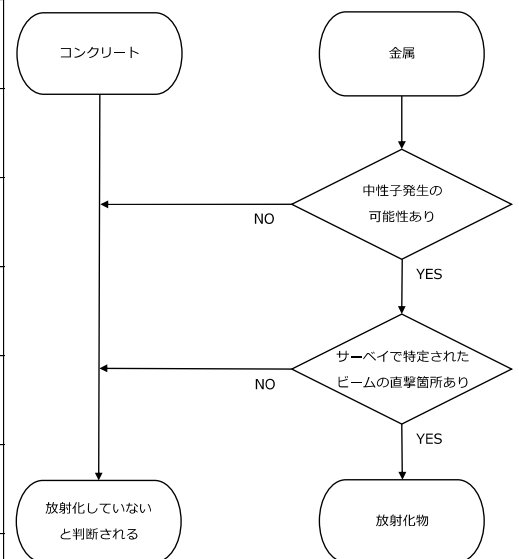
◆ 2. 放射線発生装置使用時における測定と評価手法および評価結果

- 2.1. 放射化の観点による、放射線発生装置および建屋の区分
- 2.2. 放射線発生装置の使用に伴う放射化発生要因
- 2.3. 放射化／非放射化の区分を明らかにするための調査項目
- 2.4. 測定手法 金箔, CR-39, TLD, ガンマ線測定
- 2.5 計算手法 モンテカルロ計算, 実測値からの推定
- 2.6 施設評価結果 静電加速器施設, 放射光実験施設, 粒子線治療施設

施設ごとの放射化区分

放射化判定スキーム例：静電加速器施設

種類	建屋コンクリート	ビームの直撃を受ける金属	ビームの直撃を受けない金属
静電加速器施設 (中性子発生なし)	放射化していないと判断される	放射化していないと判断される	放射化していないと判断される
静電加速器施設 (中性子発生あり)	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
放射光実験施設	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
重粒子線治療施設	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
陽子線治療施設 (シンクロトロン)	放射化していないと判断される	放射化物	放射化していないと判断される
陽子線治療施設 (サイクロトロン及び シンクロサイクロトロン)	加速器室：放射化のおそれがある その他：放射化していないと判断 される	放射化物	放射化していないと判断される



◆ 3. 廃止措置時の測定と評価手法

安全研究の一つの成果である**サーベイメータでの線量率測定**から放射能濃度を決定する手法を活用した、放射化判定対象物の評価の進め方についてまとめる。

対象は、既に複数の施設で廃止措置が実施され、使用状況に大きな相違がなく定式化が可能な**PETサイクロترون施設**である。

- 3.1.用語の定義・・・事前測定，放射線測定，代理放射性核種，IFB
- 3.2.コンクリート構造物の放射化評価・・・コンクリート中の¹⁵²Eu, ⁶⁰Coの評価法
- 3.3.サイクロترون金属の測定と評価手法・・・鉄ヨーク中の⁶⁰Coの評価法

放射化判定対象物のサーベイメータでの表面線量率が**バックグラウンド(BG)と区別できないレベル**(Indistinguishable From Background: IFB)であれば、

放射化判定対象物の放射能濃度はクリアランスレベルを十分に下回っており、「**放射化していないと判断される**」物であるとする。

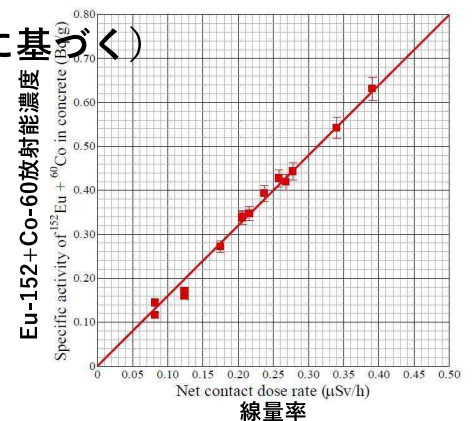
この時、サーベイメータは目的とする放射性核種と対応するクリアランスレベルに対して適切なものでなければならない。

③測定評価マニュアルの検討

コンクリートの場合の例（先端医薬薬学センターの調査に基づく）

特徴

- 深度分布の特徴から表面での線量測定が有効
- 部屋のどこでも核種間の放射能比はほぼ同じ
- Eu-152とCo-60でクリアランスレベルとの比の78%を占める
- 線量率とEu-152, Co-60放射能濃度の関係がわかっている
- トリチウムはクリアランスレベルとの比を考慮すると無視できる



代理放射性核種をEu-152, Co-60としてサーベイメータ（鉛遮蔽4.5cm以上）で線量率を測定する

測定しやすい放射性核種で、測定が困難な放射性核種の存在、放射能、線量などを、2種類の放射性核種の関係から推測するために用いることができる。

得られたEu-152とCo-60の放射能濃度に1.28をかけるとEu-152換算全放射能濃度になる

時定数を30秒に設定するとバックグラウンドの3σ線量値はおおよそ0.02 μSv/hであり、Eu-152に換算した全放射能濃度はおおよそ**0.04Bq/g**である。

→ クリアランスレベルを十分に下回っている

◆ 4. 海外の状況

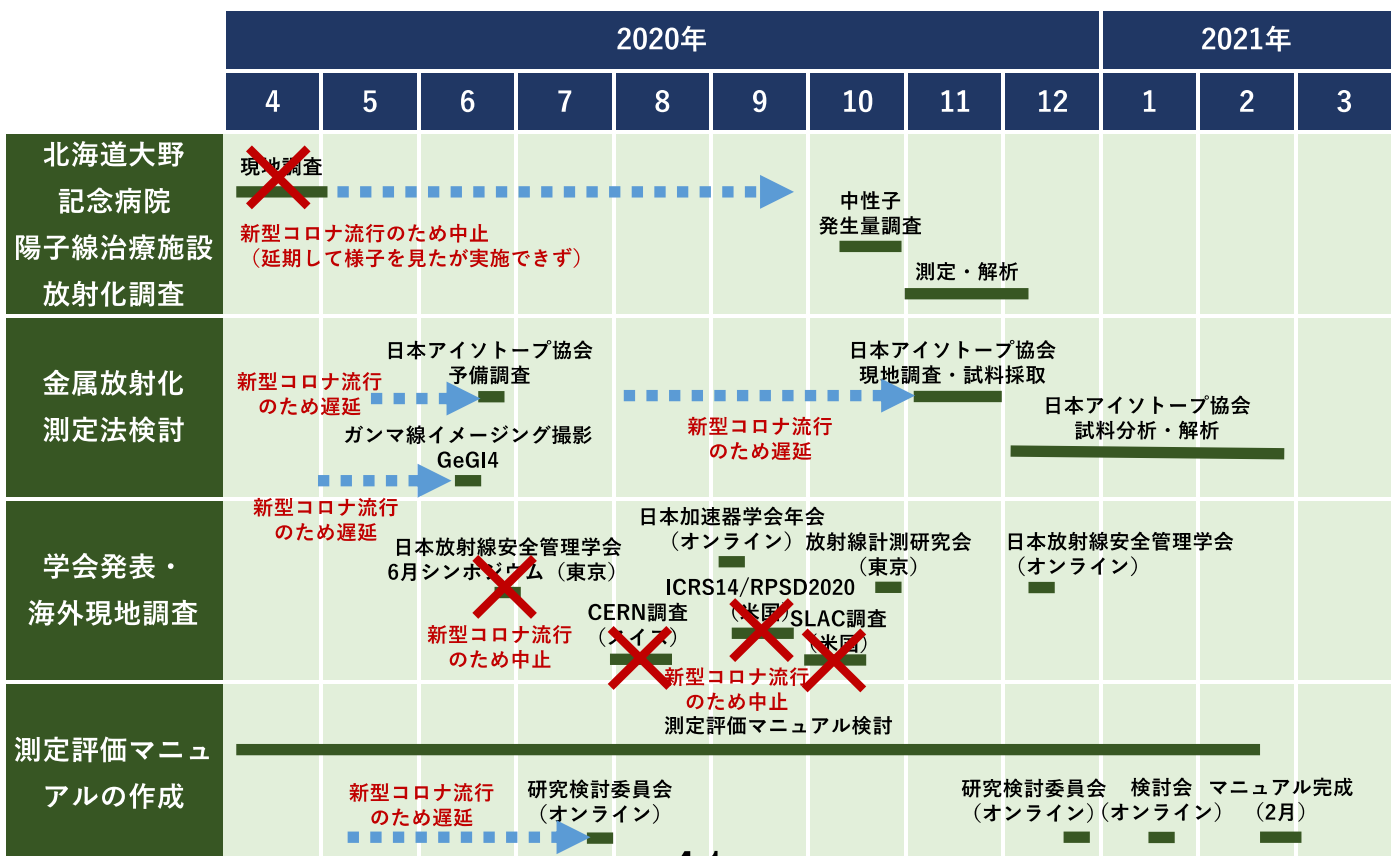
- 加速器施設のクリアランス実施例
CERN（欧州），SLAC（米国）
- 加速器施設に関する廃止措置検討状況
米国ANSI N13.12(2013),
米国DOE Technical Standard



◆ 5. RI 規制法下でのクリアランス制度への取り組みに対する課題

- 放射線発生装置の現状とクリアランス制度の運用
- 小規模事業所におけるクリアランスの進め方
- 放射化物の取扱いに対する課題

年度当初の目標及びマイルストーン



国内学会等 2020年度 5件

- 松村宏, 榎本和義, 吉田剛, 豊田晃弘, 中村一, 三浦太一, 齊藤勝彦, 甲村巖根, 鶴野浩行, 小野正彦, 我妻慧, 「PET サイクロトン本体を用いた金属鉄に対する放射化評価法の検討」, 第19回日本放射線安全管理学会学術大会, オンライン開催, 2020年12月9日~11日
- 榎本和義, 松村宏, 吉田剛, 豊田晃弘, 中村一, 西川功一, 三浦太一, 別所光太郎, 近藤尚明, 榮武二, 想田光, 米内俊祐, 「陽子線治療施設の放射化調査1 (シンクロトンタイプ)」, 第19回日本放射線安全管理学会学術大会, オンライン開催, 2020年12月9日~11日
- 吉田剛, 榎本和義, 松村宏, 豊田晃弘, 中村一, 西川功一, 三浦太一, 別所光太郎, 須釜裕也, 中村大隆, 秋田経理, 勝田昭一, 秋元哲夫, 榮武二, 想田光, 米内俊祐, 「陽子線治療施設の放射化調査2 (サイクロトンタイプ)」, 第19回日本放射線安全管理学会学術大会, オンライン開催, 2020年12月9日~11日
- 松村宏, 「加速器施設の放射化評価」, 第76回放射線計測研究会, 東京都, 三菱総合研究所, 2020年10月24日
- 松村宏, 「加速器施設の廃止措置」, 第17回日本加速器学会年会, オンライン開催, 2020年9月2日~4日

発表を計画していた第17回日本放射線安全管理学会6月シンポジウムは新型コロナウイルスのため中止

論文 2020年度 6件

- K. Masumoto, H. Matsumura, T. Miura, G. Yoshida, A. Toyoda, H. Nakamura, K. Bessho, T. Nakabayashi, F. Nobuhara, K. Sasa, T. Moriguchi, H. Tsuchida, S. Matsuyama, M. Matsuda, A. Taniike, "Evaluation of Activated Area in the Electrostatic Accelerator Facilities," Radiation Protection, to be published.
- G. Yoshida, H. Matsumura, H. Nakamura, A. Toyoda, K. Masumoto, T. Miura, K. Sasa, T. Moriguchi, "Survey Methodology for the Activation of Beamline Components in an Electrostatic Proton Accelerator," Radiation Safety Management, 20, 1-8 (2021).
- G. Yoshida, K. Nishikawa, H. Nakamura, H. Yashima, S. Sekimoto, T. Miura, K. Masumoto, A. Toyoda, H. Matsumura, "Investigation of variations in cobalt and europium concentrations in concrete to prepare for accelerator decommissioning," Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 325, 801-806 (2020)
- G. Yoshida, H. Matsumura, K. Nishikawa, A. Toyoda, Y. Miyazaki, K. Masumoto, H. Nakamura, T. Miura, "In-situ evaluation for activated concrete in accelerator facility with scintillation-type gamma-ray spectrometer," Radiation Protection, 40, 545-549 (2020).
- H. Matsumura, G. Yoshida, A. Toyoda, K. Masumoto, H. Nakamura, T. Miura, K. Nishikawa, K. Bessho, K. Sasa, T. Moriguchi, F. Nobuhara, Y. Nagashima, "Nondestructive High-Sensitivity Measurement Method for Activation Estimation in Accelerator Room Concrete," Radiation Protection, 40, 677-682 (2020).
- 宮崎吉春, 吉田剛, 榎本和義, 松村宏, 田中正博, 「放射化した加速器室コンクリートに対する除染計画とその実施: 先端医学薬学研究センターにおけるPETデリバリー製造用サイクロトン加速器室の廃止措置の研究事例」, RADIOISOTOPES, 69, 365-373 (2020)

国際学会 2020年度 0件

- H. Matsumura *et al.*, "Specific Activity of Floor Concrete in Synchrotron-type Proton Therapy Facilities," 14th International Conference on Radiation Shielding and 21st Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division (ICRS14/RPSD2020), September 13-17, 2020, Seattle, USA.
- G. Yoshida *et al.*, "Survey Methodology for the Activation of Beamline Components in an Electrostatic Proton Accelerator," 14th International Conference on Radiation Shielding and 21st Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division (ICRS14/RPSD2020), September 13-17, 2020, Seattle, USA.

エントリ 受理後
新型コロナウイルス
のため中止

2020年度自己評価

14

研究の実施 評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか

計画を達成できないが代替手段によって今年度の目標を達成した

2020年度は現地調査として,

- (1)北海道大野記念病院の放射化調査,
 - (2)日本アイソトープ協会滝沢研究所放射化調査,
 - (3)海外の廃止措置に関する調査,
 - (4)国内外の学会での議論
- が計画されていた。

新型コロナウイルスの影響

- 病院職員に依頼した規模を縮小した調査
- やや遅れて実施
- 文献とメールでの調査
- 一部会議自体中止も国内学会で議論

必要な情報は収集でき、本研究成果のまとめである「測定評価マニュアル」は予定通り今年度に完成した。

なお、年度途中で新型コロナウイルスの影響による計画の変更の手続きを一度行った。

コメント

コロナ禍にあって現地作業が制限される中、可能な範囲で施設の放射化測定作業を進め、加速器施設の廃止に関わる測定評価マニュアルを作成したことは評価できる。一方、（マニュアルの中に加えるか否かにかかわらず、）現クリアランス制度に関する課題について、現行制度に対する問題提起に留まらず、クリアランスガイドラインまで踏み込んで議論し、それらを報告書に記載されたい。

対応

報告書の別紙として「放射線発生装置廃止のための放射化測定 評価マニュアル」を添付した。当別紙の第5章に「RI規制法下でのクリアランス制度への取り組みに対する課題」を記載した。特に5.2節において、「小規模事業所におけるクリアランスの進め方」を記載し、事前評価手順や評価法に関する方法の提起をしている。

RI規制法下で加速器施設の廃止措置を行う際に、クリアランス制度を取り入れることは、数多くの事業所において難しい状況にある。本研究では、加速器施設の廃止においてクリアランス制度で取り入れられた濃度限度値（クリアランスレベル）を参考にしつつ、廃止措置を行う方法を提案した。本研究で提案した加速器施設廃止のための放射化の測定と評価の手法については、今後、日本の廃止措置時に放射化物を適切に取り扱うための手順の標準となりうる。本研究成果を活用し、規制側、事業所側の双方にとって廃止の際の評価手順の合理化の参考にして行くことを期待する。