

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

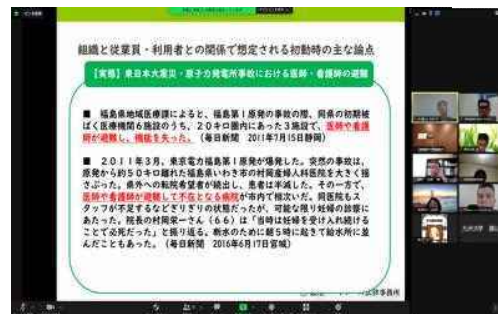
九州大学大学院医学研究院先端医療医学講座
災害救急医学分野 永田高志

2021年2月15日 原子力規制庁成果報告会

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)

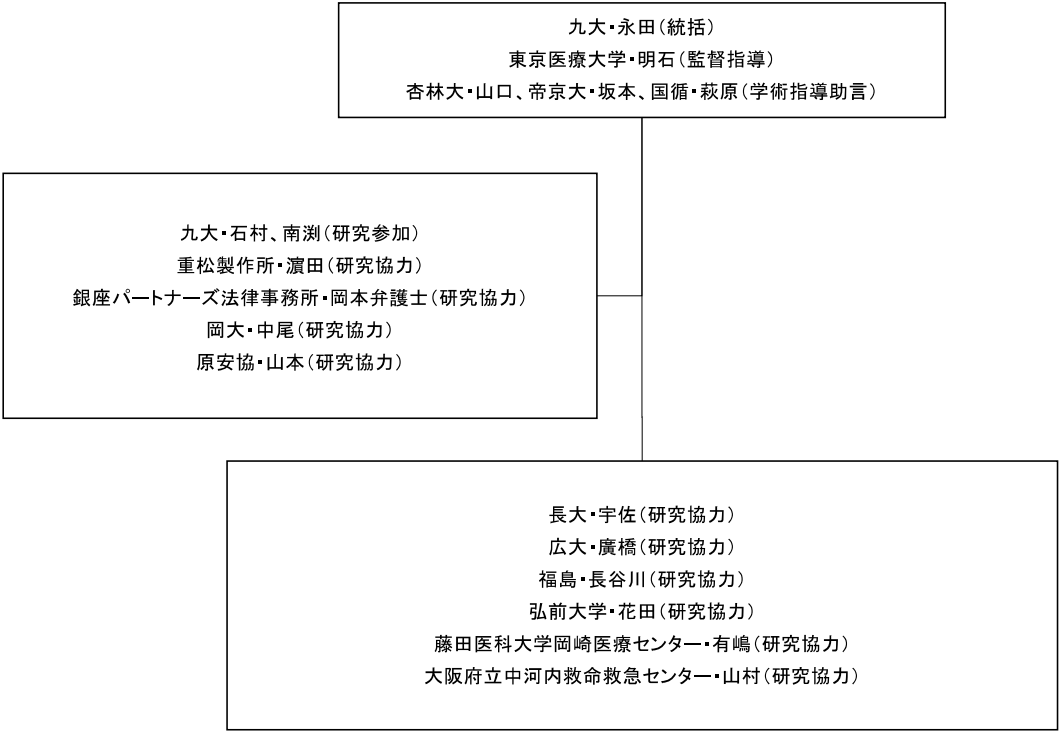
背景・目的：平成30年の新しい原子力災害指針に基づく実効性のある原子力災害医療体制の構築をするため、ワークショップを通じて全国の原子力災害拠点病院が複合災害としての原子力災害を想定した業務継続計画BCP（以下単に「BCP」という。）を策定し、原子力災害時のリスクコミュニケーションのあり方を習得する。

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平成31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。

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
【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	平成31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。
【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	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。
【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	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。
【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	平成31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。

5

今年度の 研究概要③	(1) 事前オンライン学習(動画閲覧) 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 (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) 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 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 研修3 14:20~15:00 「原子力災害拠点病院のためのリスク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 原子力災害拠点病院のためのモデルBCP 重要項目 - 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 - 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 - 原子力災害時のリスクコミュニケーションのあり方 - 職員の安全配慮義務 - その他
---------------	---

6

今年度の
研究概要④

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

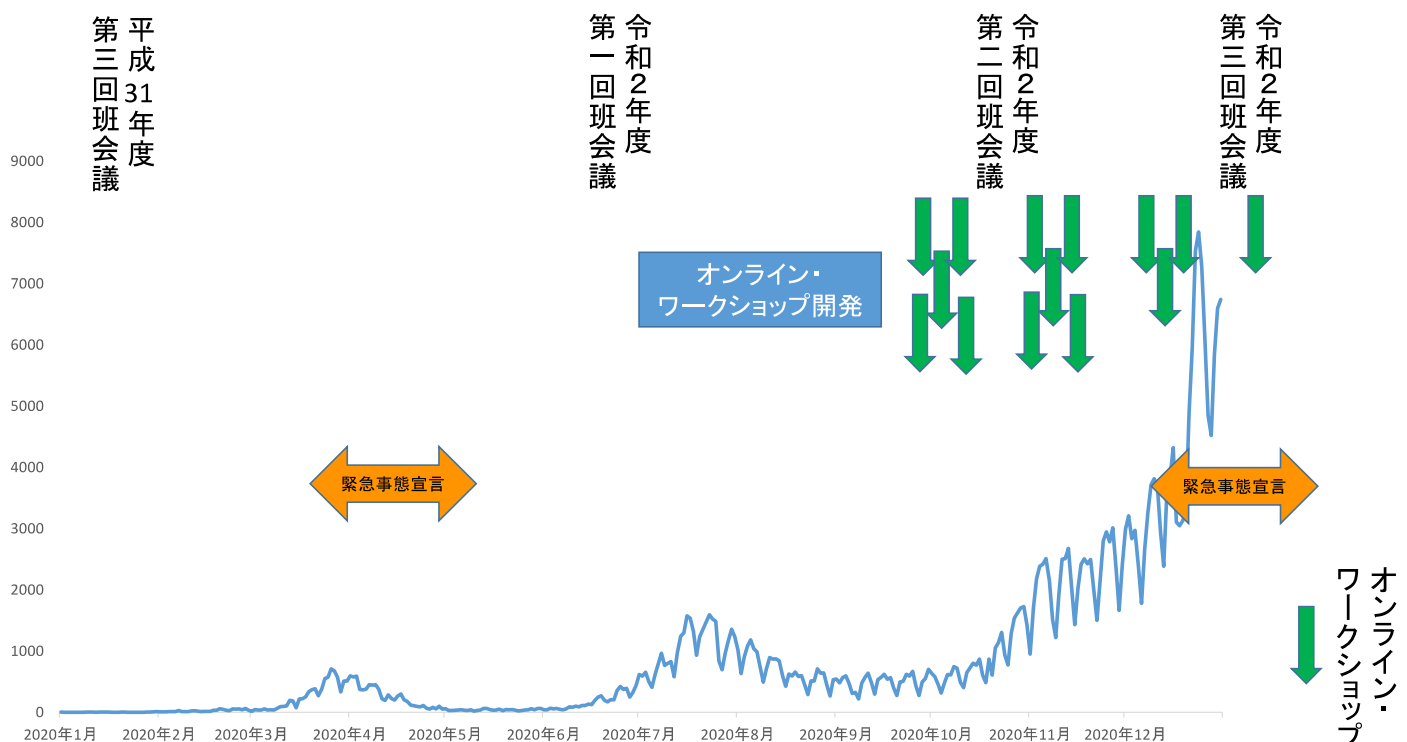
■ 福島県地域医療課によると、福島第1原発の事故の際、同県の初期被ばく医療機関6施設のうち、20キロ圏内にあった3施設で、**医師や看護師が避難し、機能を失った。**（毎日新聞 2011年7月15日静岡）

■ 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）

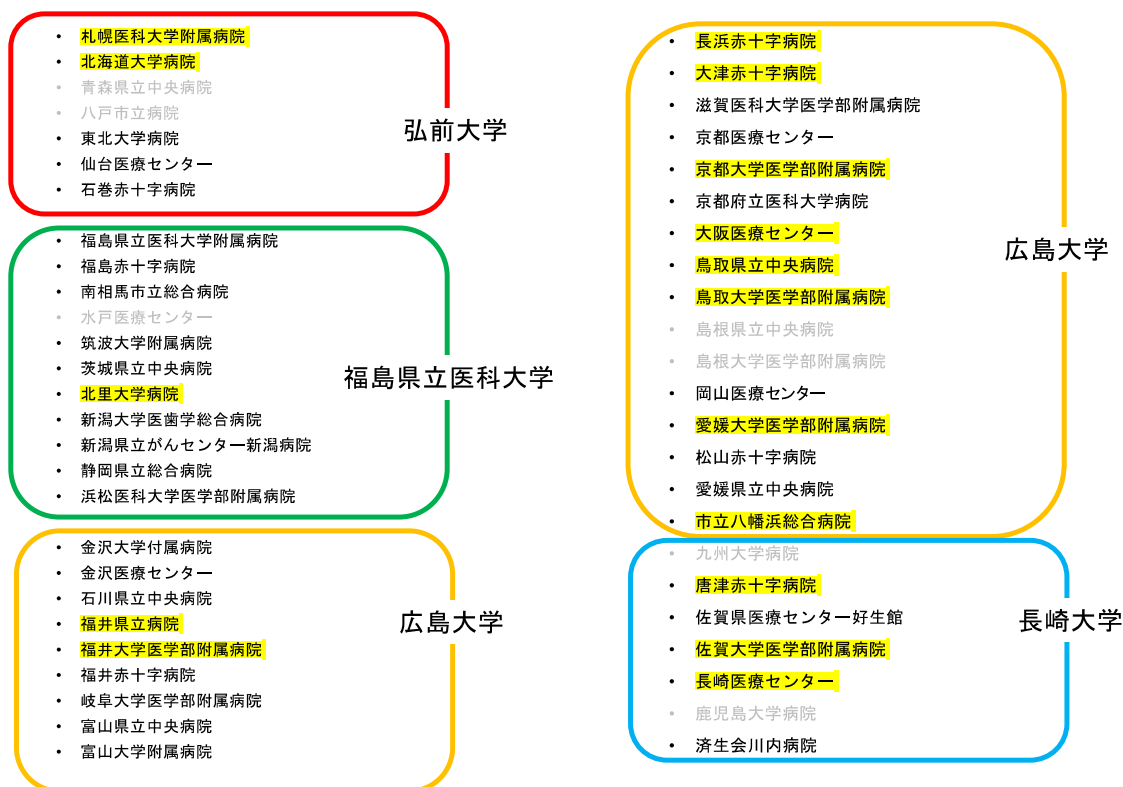


今年度の
進捗①

令和2年度の研究班の取り組み

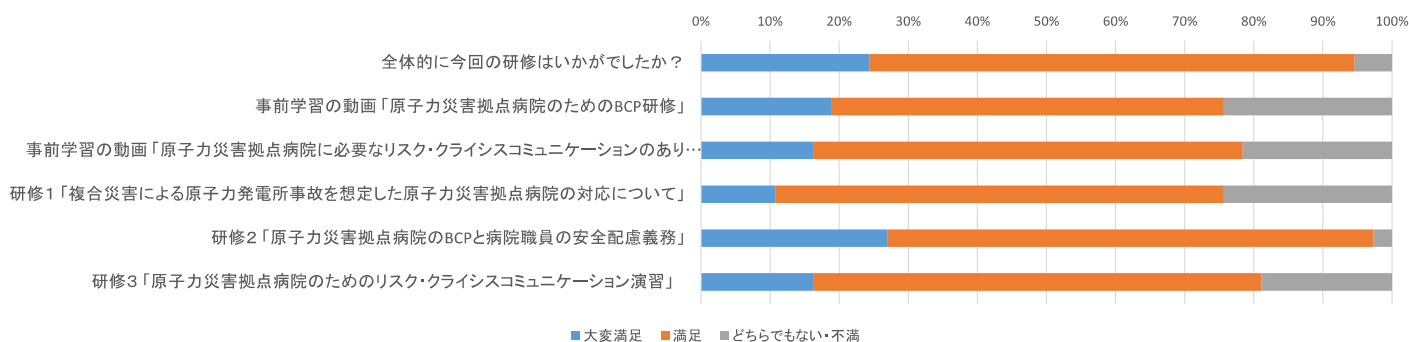


原子力災害拠点病院50施設うちオンライン・ワークショップ実施施設

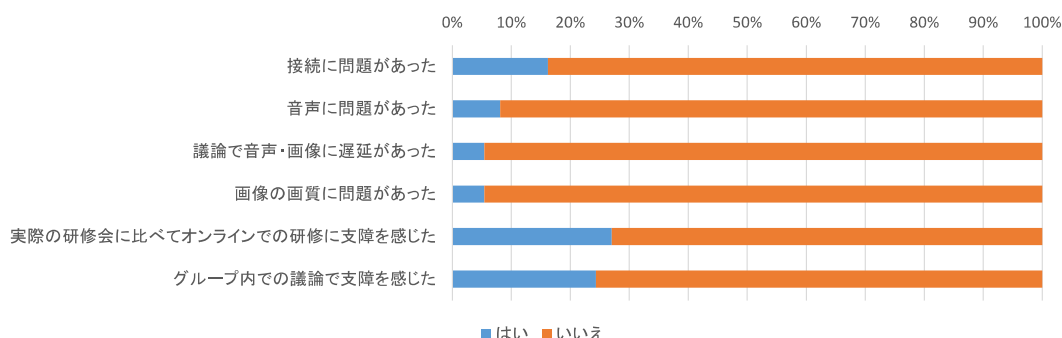


オンライン・ワークショップ参加者からのアンケート1（n=37）

1. 受講した満足度について



2. ZOOMにおける技術的問題



ZOOM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もので、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. 新型コロナウイルス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4施設が策定済み、3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6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、4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、3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

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

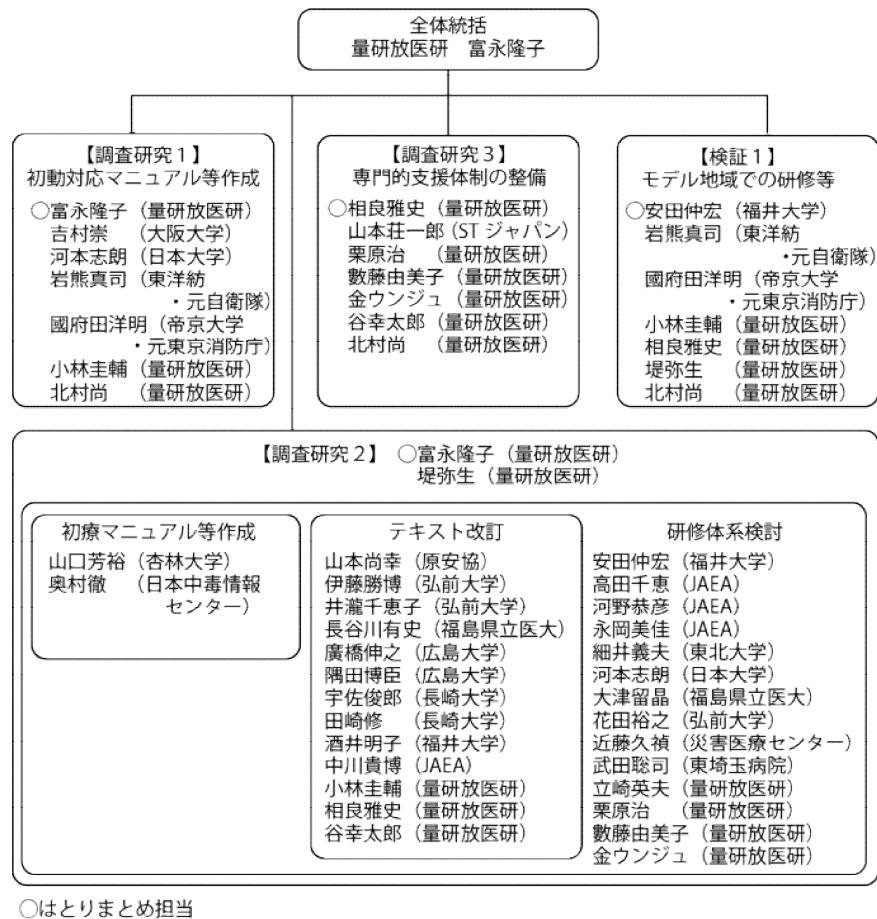
	H30年度	H31年度	R2年度
【調査研究1】 ・迅速、的確な初動対応、関係機関間の連携による実効性向上	・情報を収集 ・課題の比較・抽出・整理	・検知と初動対応手順、スクリーニング等の検討 ・マニュアル、教材等の作成 教材作成 手順フローチャート作成	・マニュアル等を再検証 ・各地域の実状に合わせて改善
【調査研究2】 ・原子力災害時の医療に関する研修の体系化、標準テキスト作成 ・全国の医療機関の被ばく医療診療能力の向上により迅速・適切な被ばく医療を提供する手段の開発	・研修体系化提案 ・標準テキスト作成 ・量研の協力協定病院等から情報を収集 ・課題の抽出・整理	・新研修体系での研修開始（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 体系化案作成、標準テキスト作成、マニュアル作成	・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
【調査研究3】 ・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	・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 ・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	・専門的支援について、具体的手順、方法、器材等を検討 放射線モニタリングシステム等の活用 の検討	・EMIS、H-CRISISとの連携の検討
【検証1】 ・モデル地域での研修等による検証	・モデル地域の選定	・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 研修開催	

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



今年度の研究概要

3 年目

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

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

課題整理

解決の手段

検証・実績

知識の習得

- 研修体系化
- 標準化

技能の習得

- 器材あるが効果的使用方法の検証ができない
- 研修機会が少ない

オンライン研修を含む

- 標準テキスト作成、改定
- 手順、フローチャート作成
- 実習方法、ノウハウの作成

オンライン研修を含む

- 教育：座学
- 机上演習
- 教育：実習

被ばく医療の実効性向上

今年度の研究概要

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に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立地・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

今年度の研究概要

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）
 - 北海道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	R3年度
【調査研究 1】	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	- 情報収集 - 課題の比較・抽出・整理	- 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
			- 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、生物剤テロの統一した教材作成

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組み合わせ
- 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

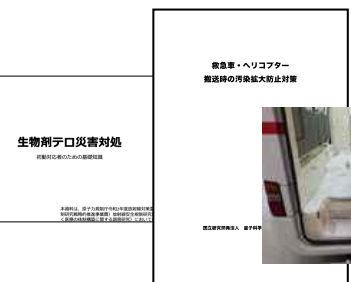
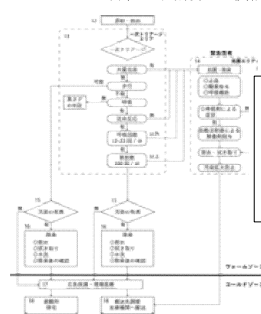
原子力災害以外でも対応するための教育、技能の習得のための資料等

- 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	R3年度
【調査研究 2】	- 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	- 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	- 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
			- 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

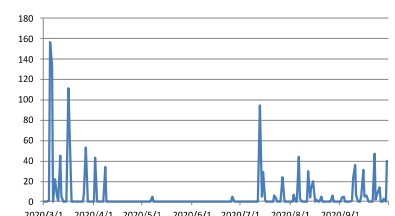
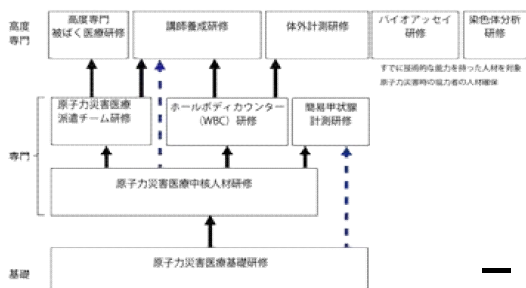
標準テキストのダウンロード実績

- 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	R3年度
【調査研究 3】 ・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	・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	・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	・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

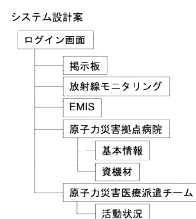
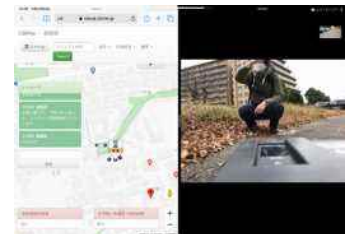


CR警報器をクローラーに設置
リモート会議のアプリを同時起動させ、現場の状況を伝送



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



- ・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が間に合わず、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。

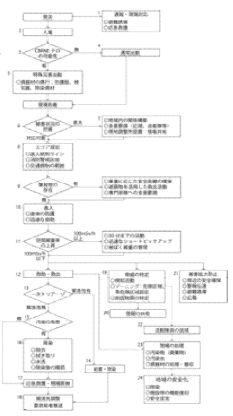
進捗 4：モデル地域での研修等

	H30年度	H31年度	R3年度
【検証 1】 ・モデル地域での研修等による検証	・モデル地域の選定	・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	・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



- ・オンライン研修の開催
 - ・原子力災害医療基礎研修
 - ・原子力災害医療派遣チーム研修
 - ・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実習について検討
 - ・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。

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」

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	・ 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	1 必要ない 2 軽微な変更が必要 3 大幅な変更が必要	本年度は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。

ICRP2007年勧告等を踏まえた遮蔽安全評価法の適切な見直しに関する研究

研究代表者 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 平尾好弘

プログラムオフィサー(PO) 中村尚司

1

課題名 ICRP2007年勧告等を踏まえた遮蔽安全評価法の適切な見直しに関する研究
研究期間: 令和2年～3年(2年間)

背景・目的

ICRP2007年勧告等(以下、新勧告と呼ぶ。)の国内法令取入れで求められる実効線量換算係数等の改訂に対応するため、遮蔽計算で使用されるデータを適切に見直し、最新の知見に基づいて遮蔽線量評価法を拡張する。また遮蔽安全評価における同勧告取入れの効率的な運用に資するガイドラインを作成する。

実施状況

研究期間は2年間で、令和2年度の実績と令和3年度の目標は次のとおり。

- ・令和2年度: 海外の新勧告取入れと遮蔽線量計算の実態を把握するため、米国で規制利用される遮蔽計算コードの仕様調査を行い、国内での実用性や重要度の点から各仕様の受容性を評価した。更に研究協力者ら専門家の意見も踏まえて、新勧告取入れで求められる遮蔽計算法と使用されるデータの見直し範囲を決定した。その見直し範囲に従い、適切なデータの作成手順の検討を行った。実用性の高い遮蔽材料(単元素6種、混合物7種)のうち、鉄と鉛に対して、新勧告に対応した遮蔽計算用データライブラリ(組成・密度、減衰係数、各種線量ビルドアップ係数(遮蔽厚<80MFP))を整備した。出力線量として実効線量、皮膚及び眼の水晶体の等価線量、空気カーマ率に対応し、また高エネルギーガンマ線(<30MeV)に対応するため、光核反応による中性子の線量寄与を簡易に評価するためのデータを整備した。並行して、新勧告に対応したガンマ線遮蔽計算コードの開発を進めており、基本仕様に対してテキストベースの入出力で動作を確認した。
- ・令和3年度: 引き続き、残りの材料に対する遮蔽計算用データの整備と遮蔽計算法の適用性拡張を行い、計算コードの開発が一通り済んだ段階で、それらの見直しの妥当性を評価する。最後に、見直しの手順と根拠をまとめて、新勧告取入れの理解と運用に資するガイドラインを作成する。

期待される成果

- ・ 新勧告に対応した遮蔽計算用データライブラリ(単元素6種、混合物7種)
組成・密度、減衰係数、ビルドアップ係数(実効線量、皮膚・眼の水晶体等価線量、空気カーマ)等
- ・ 新勧告に対応したガンマ線遮蔽線量計算コード(高エネルギー線(<30MeV)対応) → 公開して広く利用

2

研究体制

情報セキュリティ最高責任者

(国研) 海上・港湾・航空技術研究所理事長

情報セキュリティ責任者、担当者

- ・海上技術安全研究所所長
- ・同研究所 海洋リスク評価系系長

規制庁担当

- ・プログラムオフィサー
- ・プログラムオフィサー補佐
- ・担当調査官

研究主任者（研究全体管理）

平尾好弘（海洋リスク評価系 システム安全技術研究Gr）
担当：勧告取入れ海外対応調査、遮蔽計算法の適用性拡張

研究参加者

- ・大西世紀（同Gr）・鎌田創（同Gr）・西村和哉（同Gr）
- 担当：遮蔽線量計算用データの作成手順検討
遮蔽線量計算用データの整備と妥当性評価

人材育成を兼ねた研究協力

（日本原子力学会 放射線工学部会）
簡易遮蔽計算コードレビューWGの若手メンバー
担当：遮蔽計算法の適用性拡張
遮蔽線量計算用データの整備

海上技術安全研究所 研究業務管理方

- ・研究品質保証主体：研究連係主幹
- ・業務管理責任者：企画部
- ・経理担当：会計課

研究レビュー委員会

- 委員（研究協力者）：成果レビュー
- ・上養義朋（日本アイソトープ協会）
 - ・横山須美（藤田医科大学）
 - ・保田浩志（広島大学）
 - ・中島 宏（北海道大学）
 - ・吉田昌弘（原子力安全技術センター）
 - ・波戸芳仁（高エネルギー加速器研究機構）
 - ・助川篤彦（量子科学技術研究開発機構）
 - ・坂本幸夫（アトックス）
 - ・延原文祥（東京ニュークリアサービス）
 - ・松居祐介（テブコシステムズ）
 - ・高田祐太（三菱重工業）
 - ・吉岡健太郎（東芝エネルギーシステムズ）

外注作業

- ・新勧告取入れを反映した遮蔽線量計算用データの作成支援作業
担当：遮蔽計算用データの作成全般支援
- ・新勧告を反映した簡易遮蔽計算コード開発支援作業
担当：遮蔽線量計算コードの開発全般支援

3

今年度の研究概要

実施項目	令和2年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
(1) 遮蔽線量評価への新勧告取入れに係る海外対応調査	海外規制利用コードの仕様調査、及び新勧告取入れの海外実態調査 ←→★ 新勧告取入れで求められる遮蔽計算法とデータの見直し範囲の決定			
(2) 新勧告取入れによる遮蔽線量評価法の見直し手順の開発	(1)で決定した見直し範囲に対して遮蔽計算用データの見直し手順検討 ←→ 新勧告取入れを反映した遮蔽計算用データの作成(外注) ←→			
(3) 新勧告を踏まえた遮蔽線量評価法の適用性拡張に係る研究	(1)で決定した見直し範囲に対して遮蔽評価法の適用性拡張の手順検討 ←→ 新勧告を反映した簡易遮蔽計算コードの開発(外注) ←→			
(4) 成果の公表	学会発表★			
(5) 事業の進捗管理等	研究班会議 ★	★	★	★
	人材育成活動(学会WG)★			年次報告★
	研究協力者による研究レビュー委員会 ★			★

4

研究概要(1)遮蔽線量評価への新勧告取入れに係る海外対応調査

調査項目	概要 (主な成果)
海外で規制利用されるガンマ線遮蔽計算法の調査	米国で規制利用されるガンマ線遮蔽計算コードを調査 最新の遮蔽計算法とデータの仕様、及びV&V手法を確認
遮蔽安全評価における海外の新勧告取入れ実態調査	遮蔽国際会議に参加して、欧米の新勧告取入れの動向について実態調査 → 同会議が次年度に延期されたため、代わりに欧米の当局へ取入れ状況のアンケート調査を申し入れた。
計算仕様に対する受容性評価	上の調査で得られた遮蔽計算の仕様に対して、本研究の見直し対象として受け入れることが適切か、受容性を評価 (新勧告取入れに求められる遮蔽計算法とその使用データの <u>見直し範囲</u> を決定)
研究レビュー委員会による見直し範囲の確認と意見収集	放射線防護に係る法規と安全性向上の観点から、研究協力者らに幅広く意見を求め、見直し範囲が適切か討議した。

5

研究概要(2)新勧告取入れによる遮蔽線量評価法の見直し手順の開発

新勧告に係る検討項目	小項目
遮蔽材料の遮蔽計算用データ整備 (ICRP Pub.116の線量換算係数に対応)	遮蔽材料の選定 各材料の組成・密度の見直し " 減弱係数の整備 " ビルドアップ係数を出力線量種類毎に整備
出力する線量種類の選定 線束から各線量への換算係数データ整備	・実効線量 (ICRP116, 照射体系6種全て) ・皮膚等価線量(ICRP116、AP照射、男女別) ・眼の水晶体等価線量(ICRP116, AP照射) → 外部被ばく評価に関して、実用量の考慮検討 ・空気カーマ率 (ICRP74, <10MeV)
最新RI核種ライブラリのRI線源データ利用	ICRP Pub.107 (DECDC2)からRI核種のイールドを直接参照
高エネルギーガンマ線への対応	高エネルギーガンマ線(<30MeV)に対応(PET施設等想定) 光核反応による光中性子の線量寄与を考慮

6

研究概要(3)新勧告を踏まえた遮蔽線量評価法の適用性拡張研究

最新の線量計算法に係る検討項目	概要
新勧告に対応したガンマ線遮蔽計算コードの開発	(2)で整備した新勧告対応データを用いた遮蔽計算コードを開発する。次年度、実際に計算を行って妥当な結果が得られるか評価する。
下記について、遮蔽計算法の適用性拡張を試み、計算コードに取り込んで妥当性を確認する。	
高エネルギーガンマ線の光核反応による光中性子の線量計算	光中性子をガンマ線と分けて遮蔽計算用データを整備しておき、個別に線量寄与を計算して合算する。
特定の二重層遮蔽対応	次年度予定。コンクリートと鉄板等、特定の頻出材料を重ねた二重層遮蔽体の透過線量を計算する。
スラブ遮蔽に対する斜め透過線量計算	次年度予定。スラブ遮蔽体に対して、従来の垂直入射だけでなく、斜め方向に透過する場合の線量を計算する。

7

研究進捗(1)新勧告取入れによる適切な遮蔽計算法の見直し範囲決定

新勧告取入れの海外対応調査と専門家意見を踏まえて、遮蔽計算法とデータの見直し範囲を決定

大項目	中項目	概 要	GUIのサポートツール
動作・開発環境	プラットフォーム、言語等	WindowsPC、オンプロミス設計、OpenMP対応、C系言語(C++)	—
計算入力作成 ・遮蔽体系 ・材料情報 ・線源情報 各入力データは、個別にファイルで管理し、再利用	遮蔽体系入力	体系要素(線源・遮蔽体・線量評価点)の形状と座標を定義し、各要素に線源情報と材料情報を割り当てる。 体系要素の空間投影図を対話的に表示しながら入力	CGによる形状設定 体系の投影図表示
	材料情報入力	体積線源・遮蔽体に割り当てる材料情報(組成、密度、減弱係数、ビルドアップ係数(制動放射含む))を定義する。 任意の組成から成るカスタム材料を定義して、材料情報を自動生成	組込材料データ作成 カスタム材料データ作成
	線源情報入力	線源情報(RI核種、エネルギー毎放出率)を直接入力 または RI核種ライブラリから選択参照して読む 。 体積線源のメッシュ分割手法の選択 (ガウス積分の採用)	線源データ作成 RI核種インポート
	ビルドアップ係数レファレンス 材料選択	散乱ビルドアップ計算する遮蔽体を、線源と線量評価点の間に引いた透過線上に存在する遮蔽体の中から選択する。 透過線上に存在する体系要素の情報を表示して、体系要素の位置関係や、使用される材料情報が想定どおりか確認する。	透過線の通過領域情報
	遮蔽計算法の適用性拡張	- 高エネルギーγガンマ線に対応、光中性子の寄与考慮 - 特定の二重層遮蔽に対応 - スラブ遮蔽の斜め透過に対応	関係するデータの作成
計算出力表示	計算出力のサマリー	非衝突線フルエンス、各線量種類の出力、 計算に用いたデータや自動作成した情報の表示・ グラフ化	—

太字は、これまで利用されてきたQAD系の遮蔽計算コードで対応していない新設仕様

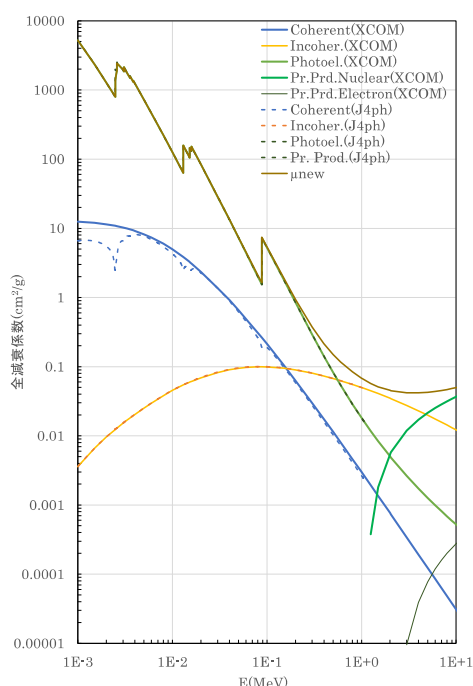
8

研究進捗(2)新勧告取入れによる遮蔽線量評価法の見直し手順の開発

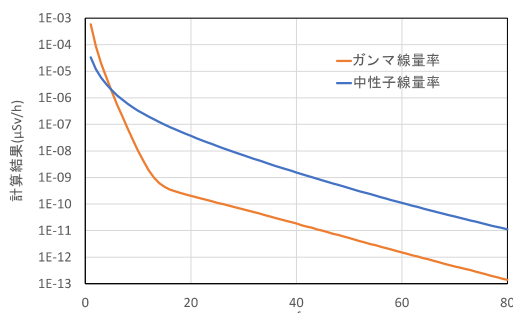
新勧告に係る検討の小項目	進 捗
遮蔽材料の選定 (組込材料リスト) 各材料の組成・密度の見直し // 減弱係数の整備 // ビルドアップ係数を線量種類毎に整備 // 光中性子の線量寄与を整備	実用性の高さから単元素6核種、混合物7種に決定 ・ 空気、水、コンクリ、鉛ガラス、アクリル樹脂、PE、土壌、SUS それらの組成・密度を決定し、根拠資料を作成 減弱係数のデータ整備了 (<30MeV) モンテカルロ法(PHITS-EGS)による計算手順の検討了 鉄と鉛について係数の整備了 (<30MeV、<80MFP) 中性子の線量寄与をガンマ線と分けてデータ整備。捕獲ガンマ線の寄与は一次ガンマ線の寄与と合算して扱う。
線束から各線量への換算係数データ整備	下記の勧告・標準を参照し、ガンマ線の換算係数データ整備了。 (ICRP 116) 実効線量、眼の水晶体及び皮膚の等価線量 ($\leq 30\text{MeV}$) (ICRP 74) 空気カーマ ($\leq 10\text{MeV}$) (IEC62387, JIS4345) 眼の水晶体評価に係る実用量Hp(3)
ICRP 107 (DECDC2ベース)からRI核種のイールドデータを直接参照してRI線源データに変換	今年度中に対応。 計算コードに対する線源等の入力データテーブル設計了。

9

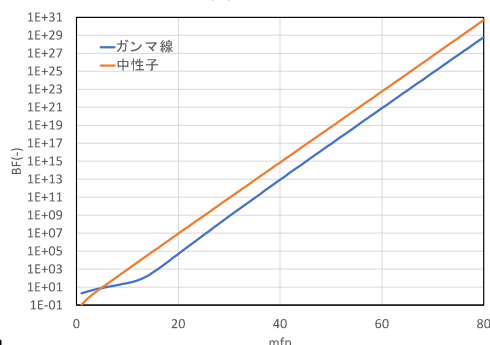
遮蔽計算用データの整備の例 (遮蔽材:鉄、または鉛)



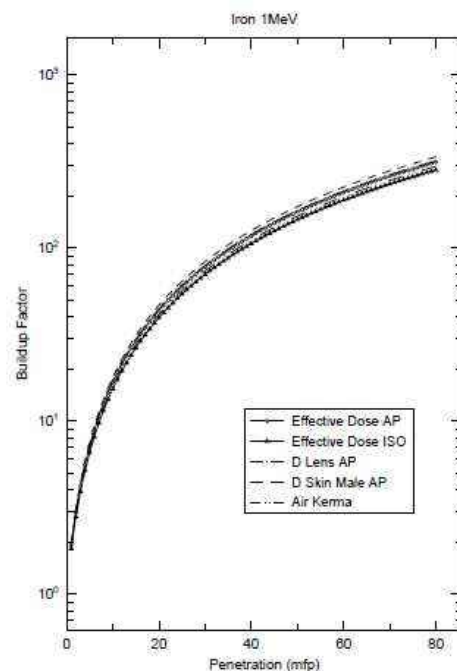
μnew: 減弱係数の整備に使用した鉛の断面積(XCOM) → 吸収端を再現



(1)線量減衰曲線 度



(2)ガンマ線と光中性子のビルドアップ係数
30MeVのガンマ線に対する鉄のデータ



鉄に対する線量ビルドアップ係数
(PHITS-EGSによる計算、
1MeVガンマ線、遮蔽厚<80mfp)

研究進捗(3) 新勧告に対応したガンマ線遮蔽計算コードの開発

	項目	詳細項目	進捗	備考
テキストベース (cu)	計算入力ファイル読込	幾何形状	完了	直方体、球、円筒、組み合わせ立体
		線源	完了	点、直方体、球、円筒
		線量評価点	完了	任意点、2次元メッシュ、3次元メッシュ
	データライブラリ読込	減弱係数ファイル	完了	
		ビルドアップ係数ファイル	完了	
		換算係数ファイル	完了	眼の水晶体の被ばく評価に実用量の考慮が追加
		RI核種ライブラリ	今年度	
		材料組成ライブラリ	完了	
	エネルギー補間	減弱係数、ビルドアップ係数、換算係数	今年度	任意のエネルギー群構造に対してデータを内挿
	線量計算	線源分割	今年度	
		直達線の減弱計算	今年度	
		ビルドアップ係数の散乱寄与	今年度	
		線量計算	今年度	
	結果出力	計算入力エコー	今年度	
		使用ライブラリデータ表示	今年度	
		計算結果表示	今年度	グラフ化、可視化は次年度
グラフィック (cu)	計算入力編集	幾何形状	完了	直方体、球、円筒、組み合わせ立体
	計算結果可視化	線源、及び線量評価点	次年度	
	サポートツール	2次元、3次元	次年度	
				体系の簡易投影図表示のみ完了
				れた線源のある遮蔽体系例 11

今年度の成果

- ・ (1) 遮蔽線量評価への新勧告取入れに係る海外対応調査の成果
 - ・ 新勧告取入れで求められる遮蔽計算法、及び使用データの見直し範囲の決定
- ・ (2) 新勧告取入れによる遮蔽線量評価法の見直し手順の開発の成果
 - ・ 新勧告に対応した遮蔽計算用データライブラリの整備（鉄及び鉛から整備、残りの材料については次年度）
 - ・ 高エネルギーガンマ線 (<30MeV) に対応。光核反応による中性子線量寄与を簡易的に考慮
- ・ (3) 新勧告を踏まえた遮蔽線量評価法の適用性拡張に係る研究の成果
 - ・ 新勧告に対応して適用性を拡張したガンマ線遮蔽計算コードの開発
 - ・ 現状、基本仕様に対してテキストベースの入出力による動作を確認（グラフィックスベースの仕様開発は次年度）
- ・ (4) 成果の公表
 - ・ 日本原子力学会2021年春の年会において概要と進捗を発表（2021年3月）
 - ・ 関連論文投稿：二重層遮蔽に対応するガンマ線簡易透過線量計算法 (The forward-transmission spectrum method)
- ・ (5) 事業の進捗管理等
 - ・ 眼の水晶体の外部被ばく評価、及び線量限度に関する講演会（2021年1月）
 - ・ 水晶体の等価線量算定に使用する実用量として、従来のHp(10)又はHp(0.07)に加えて、Hp(3)を法令に位置づけて算定可能にすべき。
 - ・ 研究協力者による研究レビュー委員会の開催（2020年12月及び2021年3月）
 - ・ 日本原子力学会放射線工学部会のワーキンググループを通じた人材育成活動（2020年12月）

今年度の自己評価

研究代表者による自己評価

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	2020年9月に予定されていた放射線遮蔽国際会議がCOVID-19のパンデミックにより2021年9月に延期されたため、同会議に参加して行う調査の一部が未達となった。ただし、その代替として、欧米の当局に対して電子メールによるアンケート調査の申し入れを行い、今年度の目標を概ね達成することができた。
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 必要ない 2. 軽微な変更が必要 3 大幅な変更が必要	上記のとおり、遮蔽国際会議が次年度に延期されたことから、改めて次年度に同会議に参加して補助的な実態調査を実施する。特に欧州主要国の動向について調査し、今年度に決定した遮蔽計算法とデータの見直し範囲が適切であることを確認する。 全体の研究計画に対する影響はない。

エフォート: 20%

13

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

染色体線量評価のための
AI自動画像判定アルゴリズム(基本モデル)の開発

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
数藤由美子 (主任研究者)

1

課題名: 染色体線量評価のためのAI自動画像判定アルゴリズム(基本モデル)の開発

研究期間: 令和2年～令和3年(2年間)

背景・目的:

- 染色体異常を指標とする被ばく線量評価において、染色体異常の画像判定の標準化および効率化を目指して、人工知能(AI)技術のひとつである深層学習法を基盤とした染色体画像自動判定モデルの開発を行う。
- 本事業で開発するモデルは、量子科学技術研究開発機構の基本モデルとする。令和3年度には他機関での使用を考慮した汎用化に向けて、ギムザ染色画像や多様な品質の画像に対応するための技術検討やアプリケーション化のための技術検討を行う。

実施状況:

- 精度の高い線量評価の指標となる染色体異常の条件を明らかにした。
 - ・ 1回目分裂細胞の二動原体染色体
 - ・ 1回目分裂細胞の染色体断片 (世界で初めて証明 → Y. Suto et al., 2021, in press)
- PNA-FISH教師画像を作成中(1月末で13,197枚)。
- 同一標本でギムザ染色とPNA-FISHを行う技術、および同一細胞のギムザ画像とFISH画像を検出するための画像マッチング技術を確立した。
ギムザ画像とFISH画像を作成中(1月末で1,510組)。
- AIのアルゴリズムを検討・開発中(各種評価値が向上)。

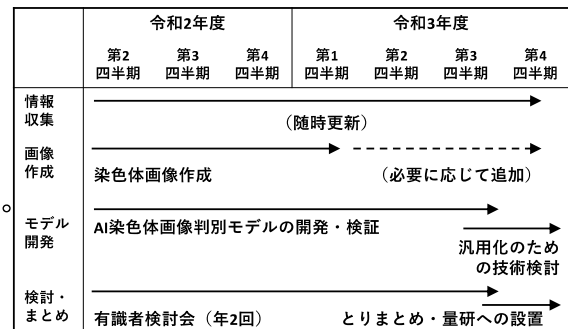
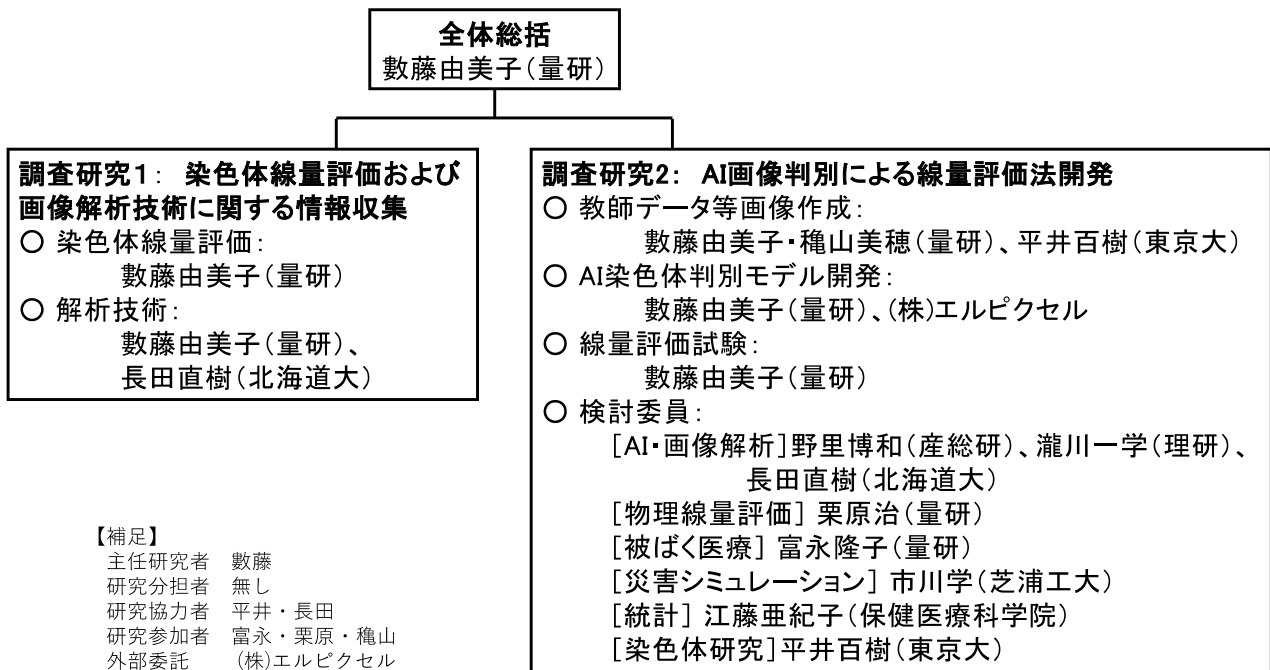


図1. ロードマップ

期待される成果:

- AIの導入により、画像判定が1検体につき約10分で可能となることが期待できる(コンピュータ並列化等によりさらに短縮)。大規模放射線事故での多検体トリアージ診断支援の大きな力となる。

研究実施体制



3

研究概要(1) 背景と目的

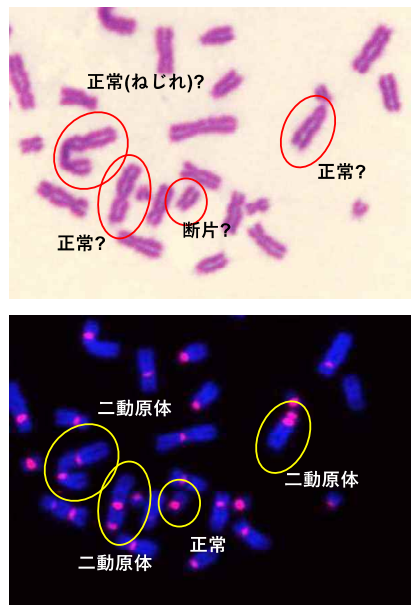
染色体線量評価では、あらかじめ線量と染色体異常頻度から成る検量線を作成し、患者の末梢血リンパ球の染色体異常頻度を当てはめて被ばく線量を推定する。染色体画像の作成までは装置の自動化により高速化されたが、画像判定は依然、検査者の目視観察による(患者1人当たりの判定に高度熟練者で実質30時間にかかる)。熟練者養成は困難で、また、検査者により判定基準にブレが生じている。大規模原子力災害等に備え、染色体異常の画像判定の標準化と効率化が最大で喫緊の課題である。

一方、近年、分子細胞遺伝学の発展により染色体の染色方法の選択肢が増えた。並行して人工知能(以下、AI)による画像識別手法の開発には目覚ましいものがある。主任研究者らは平成30・31年度本研究事業において、染色体画像判定におけるAI導入の有効性の検証を行い、この分野での先鞭をつけた(以下、フィージビリティスタディ)。染色体線量評価において、PNA-FISH法を適用することにより、AI利用による染色体画像判定アルゴリズム開発が非常に有望であることが示された。(スライド5、参考図1・2参照)

以上の背景をふまえ、本研究では2年間で、AI技術のひとつである深層学習法を基盤とした染色体画像自動判定モデルの開発を目標とする。本事業で開発するモデルは、量子科学技術研究開発機構の基本モデルとし設置する。これによりトリージのための線量評価の画像判定が1検体につき約10分以下で可能となる。加えて2年目後半には、汎用化に向けて、様々な品質の画像に対応するための技術検討、および、他機関での利用を容易にするギムザ染色画像の適用とアプリケーション化のための技術検討を行う。

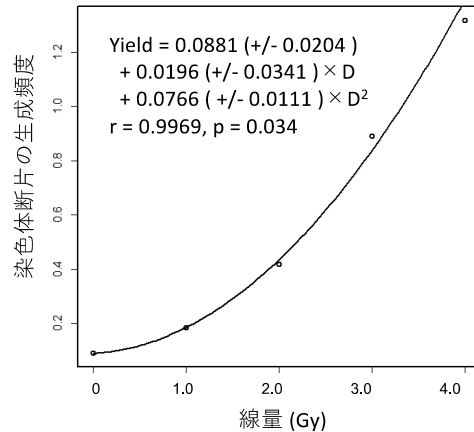
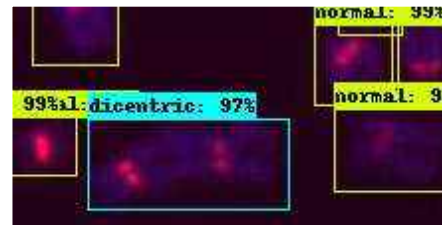
4

研究概要(1) 背景と目的 参考図



参考図1. 同一メタフェーズの部分図

ギムザ染色像(上)とPNA-FISH像(下)。PNA-FISHを用いれば、ギムザ染色より正確に染色体異常の判定ができるため、正確な教師画像が作成できることを示している。



参考図2. AI自動画像判定によりメタフェーズ(上)(部分表示)から検出された染色体断片を指標とした検量線(下)
dicentric: 二動原体; normal: 正常; %表示: 確度。染色体断片を指標にすることができれば、二動原体染色体を指標とした場合より精度が高い可能性が示された。

「染色体線量評価手法の標準化に向けた画像解析技術に関する調査研究」令和元年度報告書より改変

5

研究概要(2) 令和2年度実施事項

(1) 線量推定のための指標としての染色体断片の評価(事業計画書2/4)

* フィージビリティスタディにおいて、染色体断片の有用性が示唆された。AI利用にあたって、線量推定理論への適合性と利用条件を明らかにした。

[材料] ^{60}Co -ガンマ線2.0 Gy照射末梢血リンパ球(線量率0.5 Gy/min)

[方法] 48~72時間培養 → [Fluorescent plus Giemsa (FPG)染色改変法]を併用した FISH解析から、細胞分裂回数ごとの染色体異常生成頻度を調べた。

(2) 教師画像データ作成(同 2/4)

* フィージビリティスタディにより、教師データの量と質が重要であることが示された。今年度、PNA-FISHの教師画像を作成した(増やした)。

* 汎用化検討に備え、同一細胞のPNA-FISH画像・ギムザ染色画像作成技術を開発し、作成を開始した。

(3) AIアルゴリズムの開発と検証(同 2/4)

* 2020年7月のAI学習モデルと人の目視観察の成績を比較した。

* フィージビリティスタディに基づき、アルゴリズムのさらなる検討・開発を進めた。

(4) 情報の更新(同 1/4)、成果の公表(同 3/4)、進捗管理(同 4/4)

* 本研究の推進にあたり、適宜、AI・画像解析技術・染色体線量評価法に関する情報収集、成果発表、進捗報告(月末報告書提出)を行っている。

研究の進捗(1)

[Y. Suto et al., 2021, in press]

(1) 線量推定のための指標としての染色体断片の評価

- 1細胞当たりの染色体断片生成数の分布はポアソン分布にしたがうか？

① カイ二乗適合度検定 ② 分散比 (1,000細胞を解析)

- 第1回目分裂細胞

① $0.10 < p < 0.25$ ② 1.05 (ポアソン分布にしたがう)

- 第2回目分裂細胞

① $p < 0.05$ ② 1.72 (過分散)

→ 染色体断片は二動原体(図2-a)だけでなく、欠失(図2-b)や環状染色体(図2-c)の生成等でも生じる。また、第2回目分裂細胞では、染色体不分離によりツインの染色体断片が生じたり(図2-a, b)、染色体断片が非同調複製/凝縮を起こしてイレギュラーな形態をもったり(図2-c)することがわかった。それらが原因の一部であると考えられる。

【結論】

* 第1回目分裂細胞の染色体断片は線量推定のための指標に使える。本研究で本格的に導入する(二動原体と併用する)。

→ 二動原体と違い、染色体断片は染色体技術の格差の影響が抑えられるので、汎用化に有用。

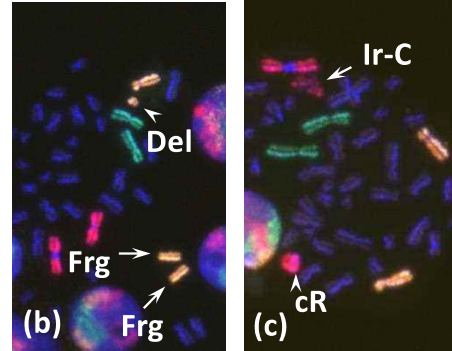
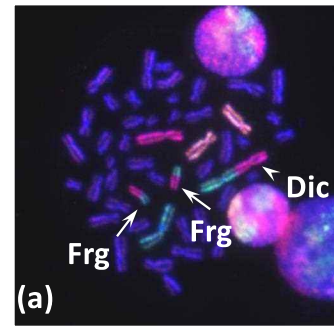


図2. 第2回目分裂細胞の3-color FISH像
赤: 1番染色体; 緑: 2番染色体; 黄: 4番染色体; 青: 対比染色。Dic: 二動原体; Frg: 染色体断片; Del: 欠失; cR: 環状染色体; Ir-C: イレギュラーな形をとったクロマチン。

(参考) 二動原体染色体の場合、第1回目分裂細胞: ① $0.50 < p < 0.75$ ② 1.02; 第2回目分裂細胞: ① $0.25 < p < 0.50$ ② 1.07

7

研究の進捗(2)

(2) 教師画像データ作成

* 画像検討会10回実施 (2月、3月分予定を含む)

- ^{60}Co -ガンマ線0~4.0 Gy照射末梢血リンパ球染色体標本を用いてメタフェーズ教師画像を作成中

1) PNA-FISHの教師画像作成

* 13,197枚の画像を準備 → 自動アノテーション・目視修正を実行中(現在 2,700枚: 0 Gy (12%), 0.50 Gy (14%), 1.0 Gy (16%), 2.0 Gy (32%), 3.0 Gy (17%), 4.0 Gy (9%); 二動原体染色体数1,080個、染色体断片数1,849個で、昨年度比各1.9倍)。目視で高品質と判断した画像割合は0~3.0 Gyで平均 0.80 ± 0.05 、4.0 Gyで0.59であった。

2) 同一細胞のPNA-FISH画像・ギムザ画像作成 (特許申請のため非公開) (現在 1,510組)

(3) AIアルゴリズムの開発と検証

- 人の目視判定結果とAI判定結果の成績比較

^{60}Co -ガンマ線3.0 Gy照射末梢血由来染色体標本のPNA-FISH画像200枚を用い、人5名とAI(2020年7月版モデル2種*)で判定成績を比較した(図3)。さらにそれぞれの検量線を用いて線量推定を行った。

【人】 $2.6 \pm 0.24 \sim 3.1 \pm 0.24$ Gy(二動原体)

【AI】 2.5 ± 0.43 Gy(二動原体)
 3.0 ± 0.27 Gy(染色体断片)

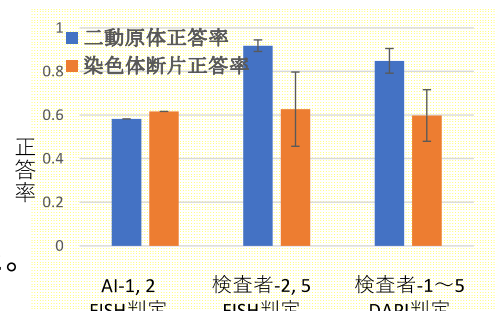


図3. AI(2種)および人(5名)の染色体異常検出正答率
人ではギムザ染色の代替としてDAPI画像の観察も行った。

※ フィージビリティスタディ試作版と同様のFaster-RCNNを用いたモデルで、染色体を正常・二動原体・断片・その他の4つに分類して試作したもの、全ての染色体異常を区別し分類して試作したもの、の2種を用いた。

研究の進捗(3)

(3) AIアルゴリズムの開発と検証 (つづき)

* 研究会合2回実施 (2月、3月分予定を含む)

● アルゴリズム開発(進行中)

フィージビリティスタディで使用したFaster-RCNN以降に登場した3つの手法を加え、検討と改良を進め、全体的に向上しつつある。ここでは**モデルA [Faster-RCNNの改良型 (2020年12月版)]**、B、C、Dのうち、平均絶対誤差が良好と判明した、昨年度フィージビリティスタディ・試作版の更新版であるAと、Bを例に挙げる。

- 1) 平均絶対誤差 (AIが自動検出した1細胞中の染色体数と真の値との差の絶対値)
→ Bで誤差が半減した(図4)。
- 2) 精度 (Precision; 陽性の信頼度) と 感度 (Recall; 陽性を見逃さない割合) (図5)
→ ニ動原体検出の感度が大きく向上、染色体断片でも向上した。
- 3) AI自動判定による線量推定試験(70メタフェーズ×3組)(図6)
→ 染色体断片はA・B同傾向で良好。ニ動原体はBで改善された。

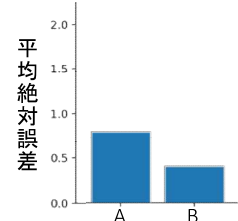


図4. モデルAおよびBの平均絶対誤差

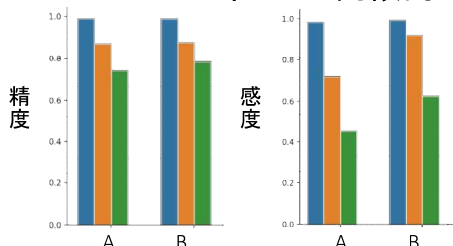


図5. モデルAおよびBの精度と感度の比較

■ 正常染色体; ■ 染色体断片; ■ 二動原体

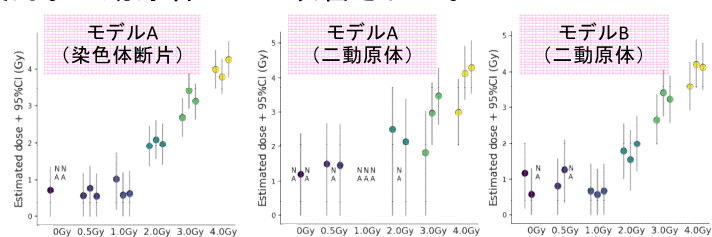


図6. モデルAおよびBによる線量推定試験(スライド10の補足図参照)

メタフェーズ70個を1組とし、3組をテストした。NA: CI下限値が0以下で適用外。

9

研究の進捗(3) 図6の補足(拡大・補足図)

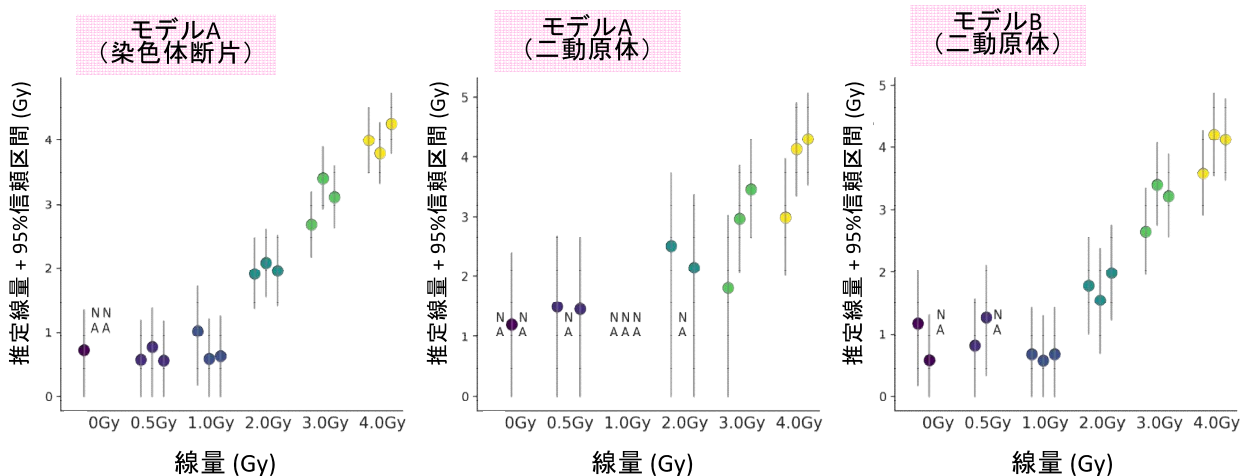


図6. モデルAおよびBによる線量推定試験

メタフェーズ70個を1組とし、3組をテストした。NA: CI下限値が0以下で適用外。

研究の進捗(4)

(4)情報の更新、成果の公表、進捗管理

● 情報収集

- ① 日本人類遺伝学, 第65回大会(ウェブ開催、令和2年11月18日～12月2日)
- ② Radiation Research Society, 66th annual meeting, Symposium 17 (Biodosimetry), USA (ウェブ開催、令和2年10月20日)
- ③ Incident and Emergency Centre, IAEA, Webinar: Biodosimetry: from fundamental science to practical application in response to nuclear and radiological safety or security related emergencies (令和2年10月15日).
- ④ ISO/TC85/SC2 (Radiological Protection) 会議; WG-18(被ばく事故発生時の二動原体分析手順書の策定)、WG-25会議(被ばく事故・住民等対応手順書の策定)(令和2年11月10日～11月14日)
- ⑤ 文献・ウェブ情報探索(米国グループによる二動原体解析自動化検討など)

(注) 参加予定していた他の研究会合(Biodosimetry関連1件、AI・画像解析関連2件)は新型コロナウイルスの影響により来年度に延期)

- 成果の公表 → スライド12参照(スライド8・9の成果は特許申請を検討中)
- 進捗管理 → 毎月末、POおよびPO補佐に報告書を提出

11

成果

【原著論文】

- 1) Yumiko Suto, Takako Tominaga, Miho Akiyama, Momoki Hirai: Revisiting Microscopic Observation of Chromosomal Aberrations in Cultured Human Peripheral Blood Lymphocytes at the Second Mitotic Division after Gamma Irradiation In Vitro. Cytologia 86(1), 2021, in press.(令和3年3月刊行予定)

【招待講演】 (本研究および前事業フィージビリティスタディの両方の成果を含めて発表した)

- 1) Yumiko Suto: Cytogenetic biodosimetry of radiation accidents. Symposium 17: Biodosimetry, Radiation Research Society's 66th annual meeting. (2020年10月20日、ウェブ開催)
- 2) Yumiko Suto: Effective utilization of biodosimetry at Fukushima Daiichi Accident. Webinar: Biodosimetry: from fundamental science to practical application in response to nuclear and radiological safety or security related emergencies. (Incident and Emergency Centre, IAEA, 2020年10月15日、ウェブ開催).
- 3) 数藤由美子: 放射線被ばくによる染色体異常. 第27回 臨床細胞遺伝学セミナー.(日本人類遺伝学会、ウェブ開催、2020年10月16日～11月1日配信)

関連の成果

【国際的評価】

- ① 国際標準化機構ISO WG-18(生物線量評価ワーキンググループ)、2020年11月会議にて、本研究事業の予備研究である令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業の成果論文を米国委員が採り上げ、議題となった。手順書 19238 および ISO 21243 の次回改訂において採用する方向で検討に入った(各国ラボで追試中)。

* Yumiko Suto, Takako Tominaga, Miho Akiyama, Momoki Hirai: Cytogenetic Examination of Human Peripheral Blood Lymphocytes Cryopreserved after Gamma Irradiation: A Pilot Study. Cytologia 85(1): 71-77, 2020.

- ② 図説提供(本研究事業関連の染色体技術による)

1) Genetik, 7th Ed. Springer, Germany(2021, in press, 3月刊行予定)
(ISBN 978-3-662-60909-5).

2) BBC Horizon, BBC, UK. (使用許可期間 2020年～2030年)

13

自己評価

1. 研究代表者(主任研究者)による自己評価

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	2. 概ね計画通り	1) フィージビリティスタディで示唆された染色体断片の有用性について、正式に染色体断片が線量評価の指標として使用できることを証明し、使用条件を明らかにした(Ⅱ 評価時までの研究成果、【原著論文】参照)。以上の結果をAI画像判定に適用することとした。 2) 機械学習(深層学習)モデルを複数検討した。二動原体・染色体断片ともに検出性能が向上しつつある。来年度、染色体が正しく検出できていない事例の原因探索と染色体検出性能のモデル差の原因探索により、更に性能を向上させる。 3) PNA-FISHの教師画像作成を行った(13,197枚)。また、他機関への汎用化検討の準備として、同一細胞のPNA-FISH画像・ギムザ染色画像作成技術を確立した(1月末時点で1,510組作成)。来年度も引き続き教師画像を作成し、トレーニング量を増やすことでも、更にAI判定の性能を向上させる。
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	2. 軽微な変更が必要	令和3年度も引き続き研究会合は原則としてウェブ開催とする。そのために予定していた旅費は、教師画像作成のための画像データ検討会に充当し、可能な限り画像を増やす。

2. 分担研究者による自己評価 → (分担研究者 無し)

14

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

東北大学

サイクロترون・ラジオアイソトープセンター

渡部 浩司

課題名: 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

研究期間: 平成29年～令和3年(5年間)

背景・目的

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

実施状況

平成29年度～令和1年度:

放射線利用及び安全管理等に係る課題解決のためのワーキンググループを設置し、「RI施設連携」「管理区域な柔軟な運用」「従事者管理」「放射線教育」の4テーマについて課題の洗い出しと解決策の検討を実施した。また、放射線安全管理担当教職員を対象にした高度な技術習得のための実習プログラムの開発、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の開発、及び若手管理教職員の育成等を行ってきた。大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理について、システム開発と専用ネットワークによる接続を行い、課題の洗い出し及び解決方法の検討を行ってきた。

令和2年度～:

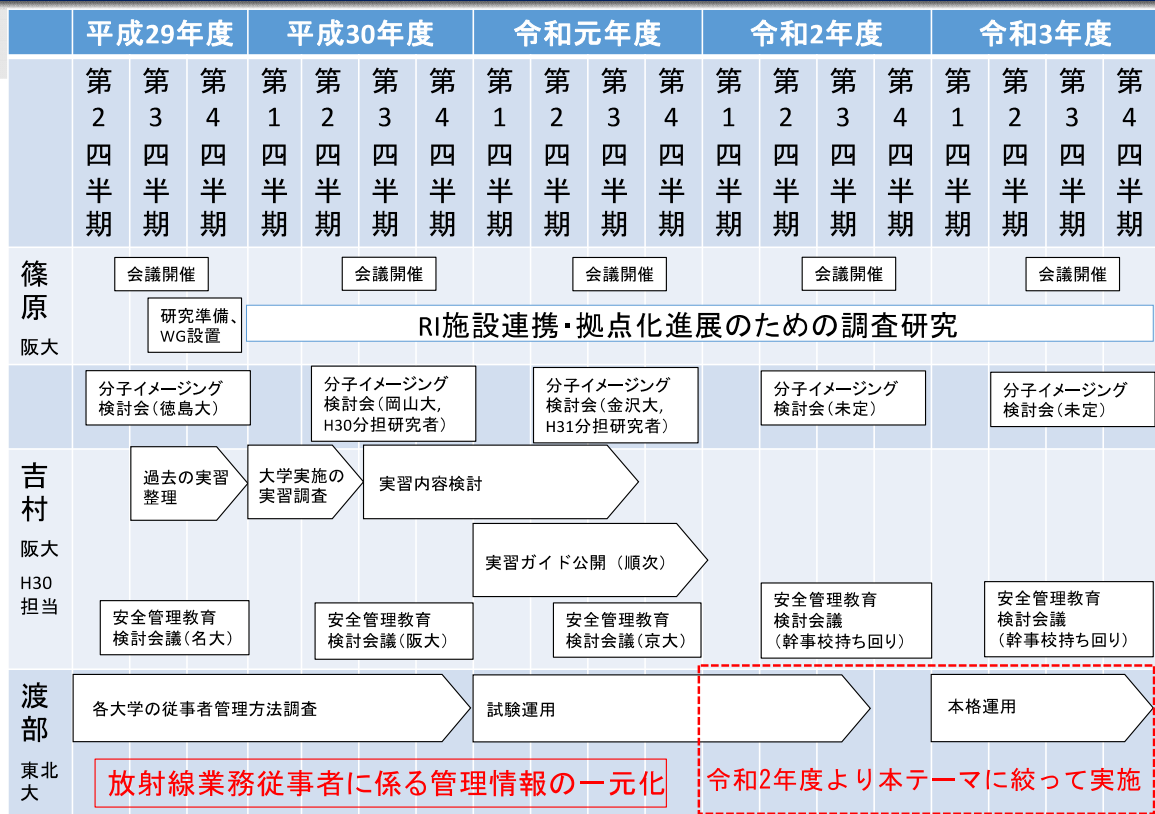
テーマを放射線業務従事者情報の共有化と一元管理に絞って実施している。

各大学で使われている従事者証明書の様式を調査し、共通の項目を抽出、法令の要求項目を検討し、標準的な「共通フォーマット」を提案した。この共通フォーマットに基づく従事者情報共有のためのシステムを開発し、SINETを利用した放射線管理のための専用ネットワーク上で稼働させ、21大学での試用を行った。

期待される成果

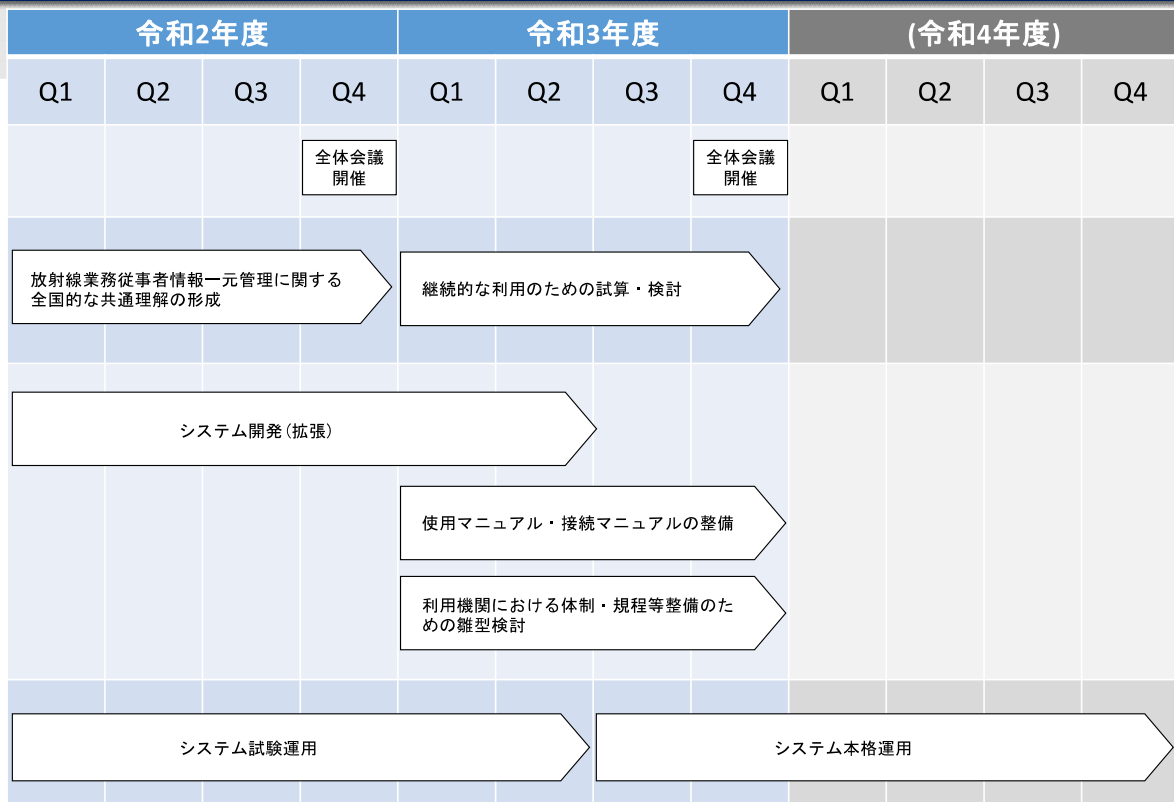
- ・安全利用検討会議等の開催、実習ガイド公開により、作業員の安全への知識と意識の向上
- ・放射線利用及び安全管理に係る課題及びの洗い出し、課題解決方法の提案
- ・作業員情報一元化に向けた課題洗い出し、課題解決方法の提案

平成29年度～令和3年度事業計画（マイルストーン）



3

令和2・3年度事業計画（マイルストーン、事業追加項目を含む）



4

研究体制

研究代表者： 渡部 浩司 (東北大学)

研究参加者： 21大学国立大学アイソトープ総合センター



今年度の研究概要(1)

1. ネットワーク全体会議の開催

21大学国立大学アイソトープ総合センターによるネットワーク全体会議を年度内に1回以上開催し、今年度の事業の内容を報告するとともに、今後、本事業の成果をどのように展開していくかを議論する。

2. 大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理

2.1 放射線業務従事者情報一元管理に関する全国的な共通理解の形成

これまで本ネットワークを中心に行ってきた運用状況調査及び共通管理項目(様式)の検討を、全国の大学及び共同利用機関に広げる。これまでの議論をふまえ、関連学協会におけるシンポジウムを開催し、広く意見を集めるとともに、大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理について共通理解の形成し、本プロジェクトが目指すシステムの普及につなげる。特に以下の項目について議論を行い、合意形成を図る。

今年度の研究概要(2)

2.2 大学以外の機関を含めた連携ネットワークの構築

大学からの利用者が多い放射光施設・大型加速器施設のような共同利用機関との連携を推進する。4つの共同利用機関(KEK, Spring-8, J-PARC, 理研仁科加速器センター)にどのように外部からの従事者を受け入れているか、それらの管理方法等に関して現地調査を行う。また、2017-2018年度に構築した、21大学を結ぶ仮想イントラネット(UMRIC-L2)に、共同利用機関を接続し、システムの利用実験を行う。(2020年度の接続機関は2施設を予定。)

2.3 システムの拡張

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

2.3 ワーキンググループ会議の開催

ワーキンググループを構成し、年度内に3回程度の会議を行う。ワーキンググループには共同利用施設からもオブザーバ参加を求める。

今年度の研究概要(3)

3. 事業進捗のPDCA

プログラムオフィサーに対し進捗報告を月に1回程度行うほか、事業実施内容について疑問が生じた場合、その都度助言を仰ぐ。本事業における検討会その他の会合の委員を選定するときは、あらかじめ原子力規制庁担当官の確認を受けるほか、会合を開催する際には原子力規制庁に通知し、その職員の出席を認めることとする。

今年度の進捗(1)

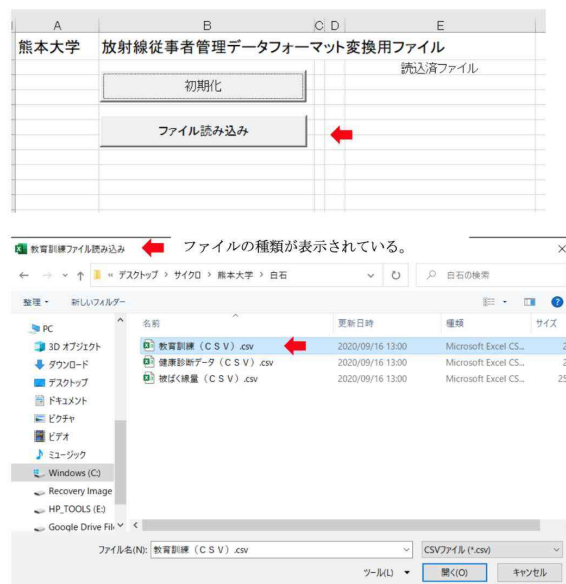
1. システムの開発と試験運用

これまで開発したシステムについて、WG及び21大学による試験運用を行い、問題点を洗い出し、ソフトウェアの修正等を行った。

2. ファイルコンバータ開発

大学ごとに異なる個人管理システムの仕様を吸収するため、それぞれの大学の個人管理フォーマットを、共通フォーマットに変換するコンバータの開発を行い、マニュアルを整備した。

コンバータの動作イメージ(マニュアルより抜粋)



開発済(15大学)

- | | | |
|----------|---------|------------|
| • 金沢大学 | • 九州大学 | • 熊本大学 |
| • 広島大学 | • 鹿児島大学 | • 新潟大学 |
| • 神戸大学 | • 千葉大学 | • 大阪大学 |
| • 筑波大学 | • 長崎大学 | • 東京医科歯科大学 |
| • 東京工業大学 | • 東北大学 | • 徳島大学 |

千葉大学はWordの文書ファイルに対応。その他はExcelとCSVに対応。

今年度の進捗(2)

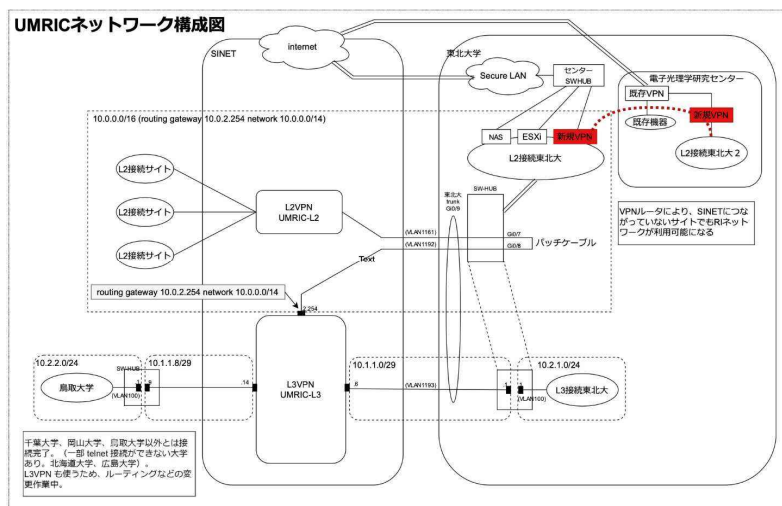
3. サイト接続

次の2事業所について、本システムのネットワーク(SINET L2-VLAN)への接続を行った。

- 大阪大学 核物理研究センター(RCNP)
- 東北大学 電子光物理学研究センター(ELPH)

電子光物理学研究センターの接続では対向するルータを用いたVPNトンネリングによる接続を採用した。この方法を用いれば、SINETのL2-VLANを延伸することが困難なサイト(民間企業、医療機関等)も安全に本ネットワークに参加することができる。本システムの利用拡大に寄与する技術として期待できる。

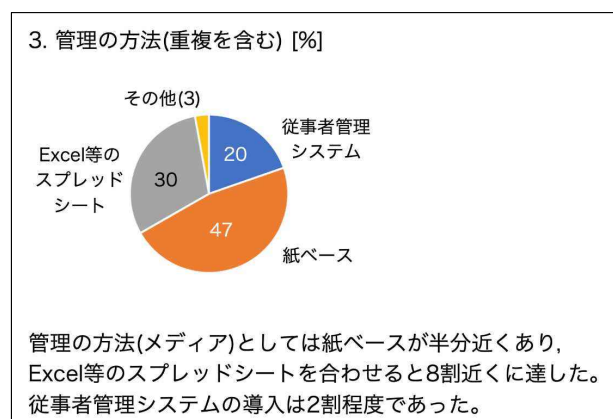
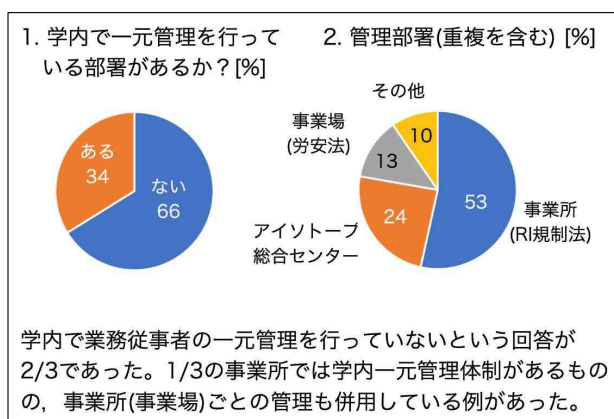
ネットワーク接続図 (VPNトンネリングによる接続)



今年度の進捗(3)

4. 従事者管理体制に関するアンケートの実施

「学内の放射線業務従事者情報管理体制に関するアンケート」を行った(実施は大学等放射線施設協議会, 中間集計結果)。このアンケートはそれぞれの大学における従事者管理の現状を調査し, 本事業が目指す全国一元管理の参考とするものである。学内における一元管理体制が整備されている大学が少ないこと, また「紙ベース」での管理が50%近くありデジタル化が進んでいないことがわかり, これらが情報共有の障害になっていることが示唆された。



今年度の成果

(1) 第53回日本保健物理学会研究発表会 WEB 大会 企画シンポジウム

放射線防護の喫緊課題への提案 ～職業被ばくの個人線量管理と緊急時対応人材の確保～
(2020年6月29日)

(2) 第17回日本放射線安全管理学6月シンポジウム (開催中止※)

大学等放射線施設の運用・安全管理に関する課題解決に向けた取り組み
「放射線業務従事者証明書共通フォーマットの提案」
日本放射線安全管理学会誌 19, 106-109 (2020)

※新型コロナウイルス感染症の影響で開催中止となり, 学会誌にプロシーディングスのみ掲載された。

(3) 第19回日本放射線安全管理学会学術大会

大学等放射線施設の運用・安全管理に関する課題解決に向けた取り組み
「放射線業務従事者証明書共通フォーマットの提案」
日本放射線安全管理学会誌 19, 106-109 (2020)

今年度の自己評価

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	概ね計画どおり	新型コロナウイルス感染症の影響で全体会議が対面からオンラインに変更されたが、ほぼ計画通りである
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	必要ない	ほぼロードマップ通りであり、大きな変更は必要ない。

今後の課題

放射線業務従事者の一元管理を普及させるには、個人情報取り扱いに関する問題、運用経費の負担、それぞれの大学における規程の整備、マニュアルの作成等が課題となる。最終年度はこれらについて具体的に検討する。

放射線安全規制研究戦略的推進事業費 『放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークと アンブレラ型統合プラットフォームの形成』

成果報告

ネットワーク形成事業代表者

量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 神田 玲子

ネットワーク形成事業分担者

日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門 百瀬 琢磨
日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 吉澤 道夫
原子力安全研究協会 杉浦 紳之

1

研究事業全体の概要

課題名 放射線防護研究分野における課題解決型ネットワーク(NW)
とアンブレラ型統合プラットフォームの形成

研究期間：平成29年～令和3年（5年間）

背景・目的

- 近年、放射線防護方策の決定に、**ステークホルダーの合意形成**が必要な場面が増えているが、課題が生じた際に、専門家が適切にステークホルダーの合意形成に関与するためには、事前に「**情報共有**」「**連携の場**」「**協調関係**」という条件が整っている必要がある。
- 上記の条件を満たす環境を整えるため、様々な性格のネットワーク（NW）を統合したアンブレラ型プラットフォーム（＝アンブレラ）を形成するとともに、特定の課題を調査・分析するNWを設置し、ステークホルダーとともに議論し、解決案を提示する。

実施状況

	H29	H30	H31 (R1)	R2	R3
1. 放射線防護アカデミアの立ち上げと運営	関連4学会の参画 研究の重点テーマ提案	他学会の参画によるアカデミアの拡充 放射線防護研究の国内状況調査結果報告	アカデミアの自発的政策提言や調査機能強化	自発的共同研究の提案と実践	
2. 課題解決型NWの立ち上げと運営	新規NWを2つ設置 放射線防護アカデミアと協調して 課題の明確化	「医療被ばく研究情報NW」「物理学的線量評価NW」 会議」との連携検討（必要に応じて新規NW設置）	緊急時対応人材確保 の具体的な方策提案	個人線量の登録管理制度案と その展開を提案	NWの自主運営の検討

➤ 各NWの具体的成果

アカデミア：①放射線防護の重点研究のリスト化と学会連携での推進、重点テーマ提案とりまとめ、②放射線防護人材の調査、確保・育成の取り組み
緊急時放射線防護検討NW：①既存のNWと連携して、緊急時に様々な活動を行う専門家の要件のリスト化、知識・技能の認定方法や登録制度の提案
職業被ばく最適化推進NW：①様々な関係者と合意した実効性の高い個人線量登録制度を複数提案、②測定機関の認定の具体的運用・解釈の議論
収集した情報や検討結果は、放射線審議会（2回）、研究推進委員会（3回）、眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会（1回）で発表

➤ 議論・合意形成プロセスの確立

規制サイドとアカデミアの意見交換、異分野の専門家との議論、合意形成の場が定着（代表者会議、報告会、学会合同委員会、学会主催イベント等）
学会員向け調査の実施や既存NWとの連携によりアンブレラの知名度・求心力が向上⇒アカデミアの自発的共同研究やNWの自主運営の必要条件

期待される成果：

放射線規制上、必要な調査や政策提言、およびステークホルダー関与が必要な課題の設定やNWの設置・運営などを、放射線防護の学術コミュニティが自発的かつ学際連携により実施する環境の整備

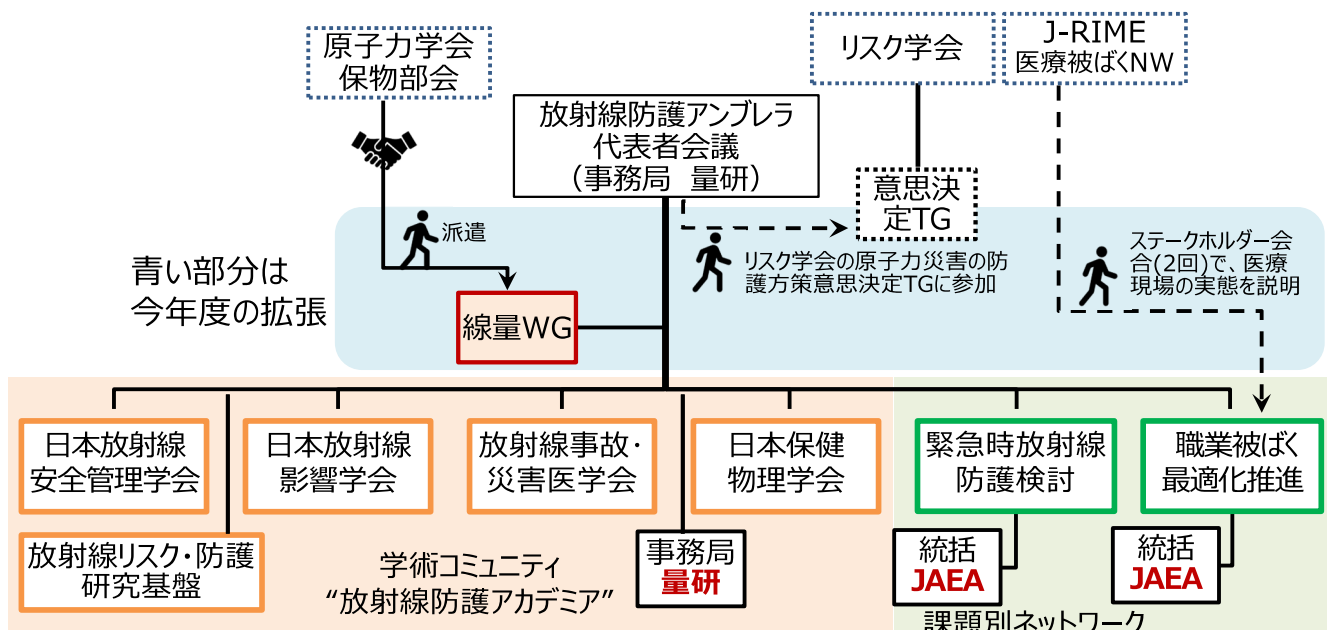
研究事業体制①

事業	担当	会議およびNWに参加する研究協力者
総括	神田玲子（主任研究者）	
1-(1)国内の放射線防護対策の推進に関する検討	神田玲子（主任研究者） 岩岡和輝（研究参加者） 山田 裕（研究参加者）	代表者会議 飯本武志(保物学会)、甲斐倫明（保物学会、PLANET）、児玉靖司（放射線影響学会）、小林純也（放射線影響学会）、酒井一夫（放射線リスク・防護研究基）、富永隆子（放射線事故・災害医学会）、中島 寛（放射線安全管理学会）、細井義夫（放射線事故・災害医学会）、松田尚樹（放射線安全管理学会） 1)実効線量と実用量に関するWG：岩岡和輝(量研)、佐々木道也(電中研)、床次眞司(弘前大)、橋本周(JAEA)、細井義夫(東北大)、保田浩志(広島大) 2)リスク学会・原子力災害の防護方策意思決定タスクグループとの連携
1-(2)緊急時放射線防護に関する検討	百瀬琢磨（分担研究者） 高田千恵（研究参加者） 早川 剛（研究参加者） 栗原 治（研究参加者） 立崎英夫（研究参加者） 吉野直美（研究参加者）	緊急時放射線防護検討ネットワーク 佐藤勝(原安協)、床次眞司(弘前大)、松田尚樹(長崎大)、宮澤晃（東電HD）、渡部浩司(東北大)、木内伸幸(JAEA)、住谷秀一(JAEA)、高崎浩司(JAEA)、石川敬二(JAEA)、中根佳弘(JAEA) 1)環境モニタリングサブGr：主査は中野政尚(JAEA) 2)放射線管理サブGr：主査は吉田忠義(JAEA) 3)個人線量評価サブGr：主査は高田千恵(JAEA)
1-(3)職業被ばくの最適化推進に関する検討	吉澤道夫（分担研究者） 木内伸幸（研究参加者） 小野瀬政浩（研究参加者） 谷村嘉彦（研究参加者） 高橋 聖（研究参加者）	職業被ばく最適化推進ネットワーク 1)国家線量登録制度検討グループ：飯本武志（東大）、伊藤敦夫（放影協）、岡崎龍史（産業医大）、渡部浩司（東北大学） 2)線量測定機関認定制度検討グループ：黒澤忠弘(産総研)、壽藤紀道(個線協)、辻村憲雄(JAEA)、中村吉秀(RI協会)、當波弘一(放計協)、柚木彰(産総研) 3)ステークホルダー会合：上記に加え、J-RIME関係者が参加
1-(1)国際動向に関するアンブレラ内の情報共有	杉浦紳之（分担研究者） 野村智之（研究参加者）	〈国際動向報告会の登壇者〉
2-(2)放射線防護に関するアンブレラ内の意思決定	神田玲子（主任研究者） 岩岡和輝（研究参加者）	代表者会議
2-(3)アンブレラから社会への情報発信	岩岡和輝（研究参加者） 坂内忠明（研究参加者） 渡辺嘉人（研究参加者）	放射線影響・放射線防護ナレッジベース運用委員会 臼田裕一郎(防災研)、岡崎直観(東工大)、酒井一夫(東医保大)、佐々木道也(電中研)、杉浦紳之(原安協)、田内 広(茨城大学)、山口一郎(国保科院) 1) 編集部会(運用委員会委員以外) 石井伸昌(量研)、小野田真(量研)、勝部孝則(量研)、久保田善久(量研)、児玉喜明(放影研)、立崎英夫(量研)、續 輝久(九州大学)、細谷紀子(東大)、橋本 周(JAEA)、吉永信治（広島大学）

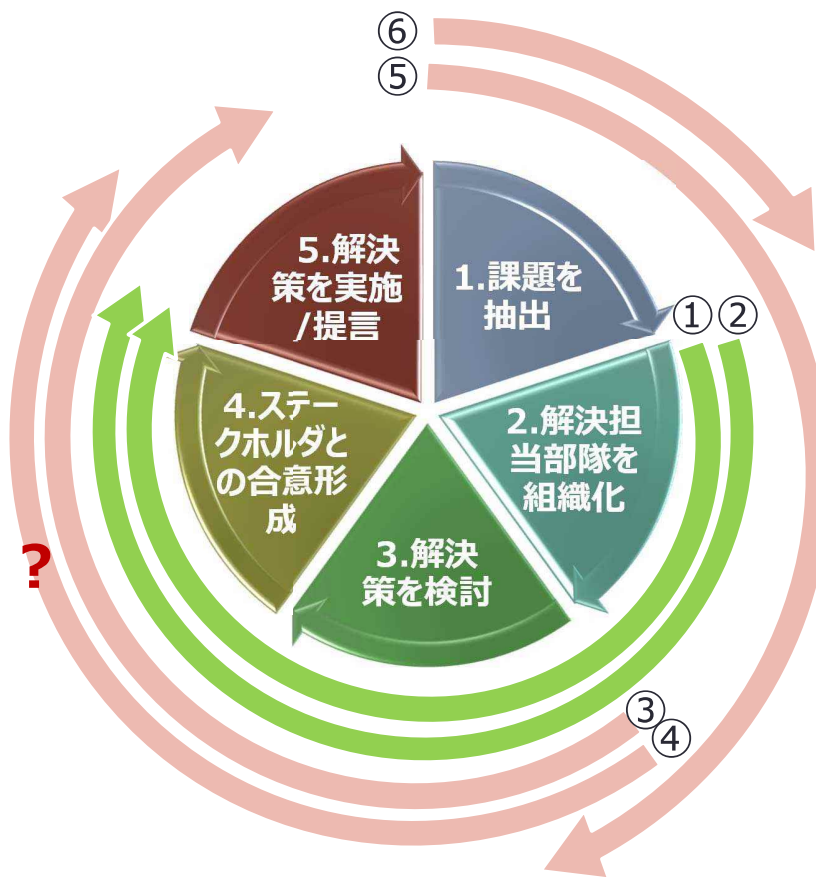
3

研究事業体制②

分野別の組織と課題別に組織されたネットワークを統合し、アンブレラ型プラットフォームを形成
当面の課題として、①放射線安全規制研究の重点テーマ、②緊急時対応人材の育成、
③職業被ばくの個人線量管理、に関する検討を実施
アンブレラ内の情報共有を目的として、年に一度、放射線影響・防護に関係する国際的機関等の動向に関する報告会やネットワーク合同報告会を開催する。



今年度事業の概要①：事業の縦軸



➤ 1年目から継続

NWの活動

- ① 緊急時対応人材の確保・育成
- ② 職業被ばくの一元管理
- ・ステークホルダとの合意形成(今年度)

アカデミアの活動

- ③ 放射線安全規制研究の重点テーマ
- ・研究推進委員会への提案
- ・重点テーマ候補研究の実施(今年度)
- 学会連携／学会単独

➤ 2年目から アカデミアの活動

- ④ 放射線防護人材の不足
- ・現状把握
- ・若手支援策の実施(今年度)

➤ 3年目から アカデミアの活動

- ⑤ 線量に関する諸問題
- ・国際動向報告会の円卓会議
- ・WG組織化、Webinar開催(今年度)

➤ 4年目から アカデミアの活動

- ⑥ 緊急時対応の向上
- ・学会ごとに調査・検討(今年度)
- ・来年度には緊急時NWと連携

今年度事業の概要②：事業の横軸

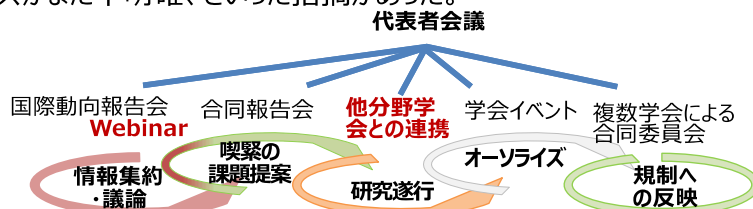
	課題解決側NW		放射線防護アカデミア			
	①緊急時人材確保	②職業被ばく一元管理	③重点テーマ研究	④防護人材の不足	⑤線量に関する諸問題	⑥緊急時対応向上
1.課題を抽出					円卓会議のパネラー	アカデミア参加の各学会
2.解決担当部隊を組織化	NW JAEAが主体	NW 関連機関から参加			代表者会議 アカデミア外からも参加	代表者会議
3.解決策を検討	NW	NW	代表者会議	代表者会議	線量NW	代表者会議
4.ステークホルダとの合意形成(相手先)	緊急時対応の現場	放射線管理の現場	アカデミア規制側	若手研究者各学会		
5. 解決策を実施/提言(実施者/提言先)	NW JAEA	原規委 厚労省	学会連携 アカデミア外各学会	アカデミア各学会	原規委	原規委 関連省庁

アカデミア：安全管理学会、影響学会、事故・災害医学会、保健物理学会、PLANET
青字は来年度（最終年度）の主な活動

今年度事業の概要③:4年目の総括

➤ 事業4年目として

- ・アカデミアによる放射線防護の**課題抽出から解決策の実施/提言までの全ステージを貫通**。
- ・アカデミアの役割を果たす上での「**情報共有・連携・協調の場**」の実効性を検証。今年度はWebinar（情報集約）や他分野学会との連携（研究遂行）の有用性を確認。
- ・規制側からの期待（採択時）であった「分野横断的な共同研究のゆりかご」としては、アカデミアの枠組みは機能する、
- ・事業の項目別に代表者会議メンバーによる自己評価を実施
⇒個々の活動に意義があったとしつつも、**学会間の専門性や考え方の相違**、事業外で実施している同様のイベントとの重複、規制からの期待やニーズがまだ不明確、といった指摘があった。



➤ 昨年度の評価委員会のコメントの反映

- ・社会への発信
⇒実効線量・実用量に関する**Webinar全5回シリーズ**の開催、HPの充実
- ・医療・原子力・リスクなど放射線防護に関与する学会の参画による放射線防護アカデミアの拡大
⇒それぞれ職業被ばくNW、実効線量・実用量に関するWG、重点テーマ候補研究のフォローアップに参加

➤ With/Postコロナとしての対応

- ・5月時点で、アンブレラ主導のイベントは原則Web開催に変更して、イベント開催には影響なし
- ・**若手人材育成のための取り組みには影響あり**。
昨年度のアンケート結果に基づきWebによる進路等個別相談会を実施したが、利用者は1名のみ。国際的機関が主催するイベントへの派遣者も選考はしたものの、Web参加押しなべて「防護人材の確保・育成」については、各学会レベルでの活動の方が効果的。

進捗:実効線量と実用量に関する課題抽出と検討

2019年度国際動向報告会「実効線量と実用量-改定の概要となお残る課題」



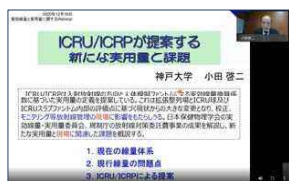
論点の例

- 線質の異なる放射線に対するRBE
- 防護量である実効線量は、その制約を認識して、便利なツールとして今後も活用
- 実用量は理解しやすくなったが、実務上の課題は何か



- 2020年度は、代表者会議の下部組織として、「実効線量と実用量に関するWG」を立ち上げ、アカデミアが**共同研究**の枠組みで**線量に関する諸問題**を検討。

検討のための情報収集	
情報源 1) Webinar ⇒ 情報を広く共有 ⇒ 2) 国際動向報告会 3) 学会の調査や提言、他団体からの情報提供	1回目 10/30 線量の歴史的背景と意味合い-実効線量を中心として-岩井敏 (JANSI)
	2回目 11/24 放射線リスクと実効線量 佐々木道也(電中研)
	3回目 12/28 ICRU/ICRPが提案する新たな実用量と課題 小田啓二 (神戸大)
	4回目 1/25 確定的影響と生物学的効果比 (RBE) 保田浩志 (広島大)
	5回目 2/22 医療に関わる領域での実効線量表記の問題点と課題-線量に関するコミュニケーションの観点から- 細井義夫 (東北大)/パネラー: 3名
参加者の属性と傾向: ・1~4回の参加者は 延べ715名 、一度でも登録した者は全回の動画が視聴可能 ・各回、大学と企業からの参加が半分以上を占める、一般からも少数だが参加もある ・病院からの参加は1割弱だが、 リピート率が最も高い	



今年度のWGの活動

実効線量と実用量に関する国際動向の把握/アンブレラ事業としての課題の整理

来年度の計画: 以下の提案をまとめる(ステージ3まで進める)

国内規制に対して: 新実用量を取り入れるために必要な検討や準備/ 研究現場に対して: 規制ニーズのある研究
国際機関に対して: 日本から提供可能な情報 (粒子線のRBE等) の取りまとめと発信

進捗:最新情報の共有と円卓会議



- ▶ 国際動向報告会：平成29年、30年度の2回は、UNSCEAR、ICRP、IAEA、OECD/NEAなどの国際機関での活動について、各機関の関係者（国内専門家）が報告
- ▶ 昨年度より、一つのメインテーマを決めて、関係者が円卓討議する形式に変更

メインテーマは放射線防護の基礎となる放射線リスク評価に関する国際動向

- ✓ 目的：昨年度は線量に関して日本が今後取り組むべき問題を整理した。今年度はリスクに関して取り組むべき課題を整理する
- ✓ 講演：放射線防護に関連する代表的な国際機関（ICRP、UNSCEAR、IAEA、OECD/NEA、NCRP）における最新の動向や議論の状況を報告
- ✓ パネルディスカッション：最近の動向を踏まえ、今後、どのような知見が変更され、どう取り組んでいくべきかについて、研究・規制面からの意見交換
- ✓ 質疑応答機能を用いた一般参加者からの質問・コメントも受付



令和3年1月8日（金）13:00~17:00
「Zoomウェビナー」によるライブ配信(参加者100名)

パネルディスカッションのテーマ	キーワード
低線量・低線量率のがんリスク評価	DDREF：疫学と動物実験の差異、線量率効果と低線量効果の区別
がんリスクの修飾因子	ゲノムリスク評価での治療率の考慮、自然罹患率が異なるのに世界平均する意味
ラドン・子孫核種の線量評価とリスク評価	ICRPの線量評価手法の変更、ICRPとUNSCEARとの線量換算係数の違い
不確かさ、リスク推定とリスク予測	不確かさの原因の区別、その上での防護のための単純化、真の値の継続的追及
Graded approach、合理性、規制免除	ReasonablenessやWell-beingという概念
リスクコミュニケーション	線量やリスクを伝えるための手法開発と汎用性(誰向け、どの国にとって適当か)

来年度の計画：議論の継続性のため、問題提起の段階で取りまとめて公表する(ステージ1に進める)

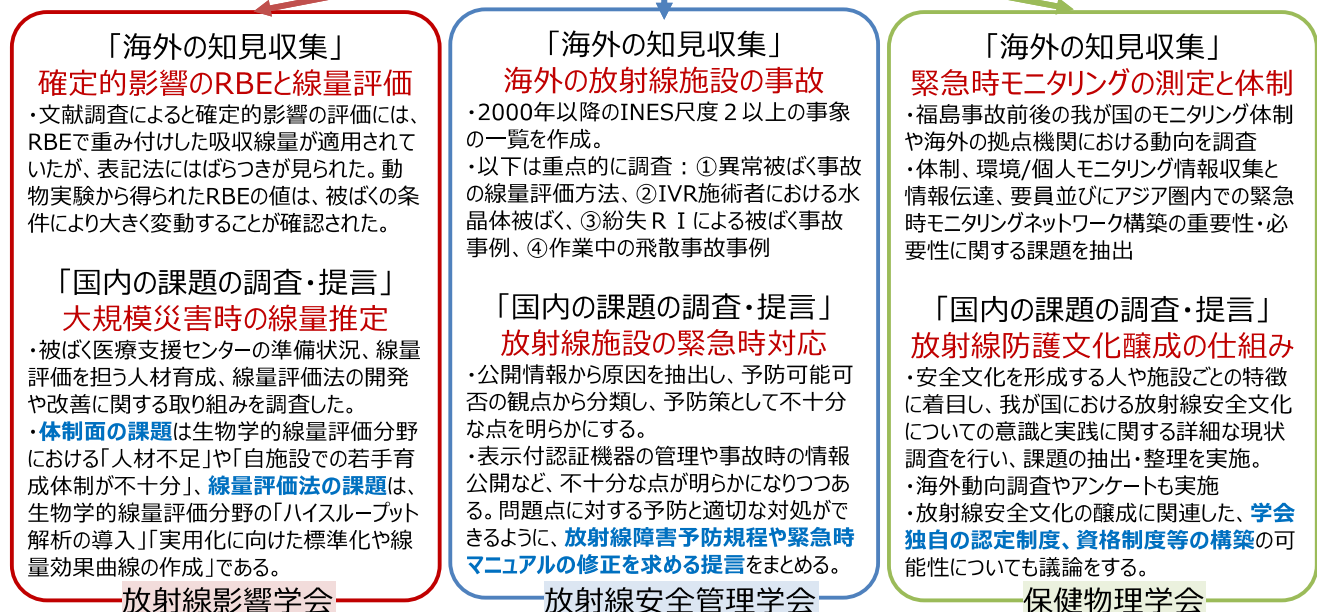
9

進捗:学会による放射線防護の課題抽出



放射線防護アカデミア全体が関わるテーマとして「緊急時対応」を設定

学会の専門性と関心で具体的なテーマを選択



今後、アカデミア参加4学会＋緊急時NWによる回り持ち査読

来年度の計画：「放射線事故や原子力災害対応に関する提言」として取りまとめる(ステージの3に進める)

進捗：放射線安全規制研究の重点テーマのフォロー



I. 放射線の生物学的影響とリスク研究	原子力規制委員会等の対応状況	フォローアップ
低濃度トリウム水による内部被ばく影響に関する調査研究（影響学会と保健物理学会からH31に再提案）		
低線量放射線の長期的影響とバイオマーカーの検出		
がんゲノム医療時代における放射線防護の基準策定		
動物実験データを用いた放射線影響リスク解析と疫学への橋渡し方策の検討		PLANETが着手
線量率効果係数(DREF)推定に必要なデータベース整備と生物学的分析からの洞察		PLANETが提案の一部に着手
放射線業務従事者・放射線治療患者を対象としたバイオバンク構築に関する検討（影響学会がH31に再提案）		
放射線安全規制の基盤となる放射線科学とその認識に関するコンセンサス		保物学会・影響学会が合同で遂行
放射線被ばくによるがんリスク表現の検討		
II. 放射線安全利用		
新しい利用形態への対応-短半減期核種の放射線安全評価法の確立-	H31の重点テーマ研究として採択可	
多種多様な所属の研究者の放射線業務従事者管理についての検討	H31の重点テーマと研究として採択可	
ICRP/ICRUの新しい線量概念の導入に関わる課題への対応研究	R3の重点テーマ研究として採択可	
放射線安全管理方法の最新の知見のサイトの構築		量研がサイトを構築
医療分野の職業被ばくにおける防護の最適化（保健物理学会からH31年度に新規提案）	R3の重点テーマ研究として採択可	職業被ばくNWが学会と連携し対応
III. 原子力・放射線事故対応		
福島第一原子力発電所事故汚染地域における動植物データ相互解析および試料収集組織の構築	原子力規制庁より環境省に情報提供	学会連携の拡張
放射線事故被ばくに対応できる生物学的線量評価の自動化モデルケースの構築	H30の重点テーマ研究として採択可	
放射線緊急時のEPRによるトリアージ手法の研究	H31の重点テーマ研究として採択可	
原子力災害・テロ等における放射線障害の治療の標準化/マニュアル化に関する調査研究	H31の重点テーマ研究として採択可	
内部被ばく線量評価と早期治療介入の手法と体制の開発・調査研究	H31、R2の重点テーマ研究として採択可	
緊急時モニタリング体制の整備に関する調査研究（保健物理学会から再提案）		緊急時NWが学会とも連携して対応
防護措置の正当化、意思決定の正当化（昨年度のNW合同報告会にて規制庁から提案）	R2の重点テーマ研究として採択可	リスク学会と連携して検討
アクチニド分析技術プラットフォームの形成（R2年度に提案）	R3の重点テーマ研究として採択可	
クライシスコミュニケーションのための情報収集・集約・発信の体制整備（R2年度に提案）		学会連携の拡張
IV. 環境放射線と放射性廃棄物		
短半減期核種の減衰保管の導入の是非をどう考えるか？-放射性廃棄物の課題に皆で向き合う-	H31重点テーマ研究として採択可	
短寿命核種（Ra-223、Ga-68）の廃棄に関する研究（放射線安全管理学会からH31年度に新規提案）		
短半減期核種の排気濃度限度管理に関する研究（放射線安全管理学会からH31年度に新規提案）		
NORMの利用や被ばくに関する国内の実態把握 （R2年度に提案）	R3重点テーマ研究として採択可	
V. 放射線測定と線量評価		
放射線の検出技術の施設管理への応用	H31重点テーマ研究として採択可	
自然放射線・医療被ばくによる線量評価データベースの設計（保健物理学会からH31年度に再提案）		保物学会の臨時委員会で実施
粒子線治療施設における作業従事者のための実用的粒子線被ばく防護基準策定を目指すデータ集積		
幅広い分野での放射線管理における線量拘束値の活用の方針に関する研究		
水晶体の医療被ばく管理と合理的な被ばく低減の提案（保健物理学会からH31年度に新規提案）		量研の共同研究等で一部実施
妊婦である職業人の現行基準値とICRP勧告の数値の関係性の検討 （R2年度に提案）	R2、R3の重点テーマとして採択可	
VI. 放射線教育、リスクコミュニケーション		
放射線業務従事者に対する放射線教育の充実と不安軽減評価の調査研究		
e-learningを基盤とした放射線業務従事者教育訓練の全国標準オンラインプラットフォーム開発		安全管理学会の委員会で検討
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の提供		
教育現場における放射線安全管理体制の確立		保健物理学会の専門研究会立ち上げ
義務教育での放射線教育カリキュラム導入を目指した放射線教育担当教員人材育成のモデルケースの構築		
放射線診療における実践的な放射線防護教育に関する研究		
放射線に関するPR活動の国際状況調査		
トリチウム問題の国際的視点からのアプローチ：各国学会との対話（保健物理学会からH31に新規提案）	R2より厚労省が着手	
自然科学と社会科学との融合：サイエンスと防護実務に結び付ける研究 （R2年度に提案）		学会連携の拡張
国際的な放射線防護課題の解決のための研究＝若手育成のための研究 （R2年度に提案）		保物学会のシンポジウムで検討 リスク学会と連携して検討

研究推進委員会での重点テーマに関するヒアリングの対応：H29：専門家90人へのアンケートを実施、H30-31：アカデミアに参加する団体からのボトムアップ⇒代表者会議で決定、R2：放射線審議会の議論や代表者会議メンバーの意見を参考

進捗：アカデミア外の学会との連携



1) 代表者会議の活動への参加・協力

- ◎実効線量と実用量に関するWGに、原子力学会保健物理・環境科学部会からの推薦者がメンバーとしての参加（R2～）

2) NWの活動への参加・協力

- ◎職業被ばくNWに、**日本産業衛生学会**からの推薦者が参加（H30～）
- ◎重点テーマ候補研究である「**医療分野の職業被ばくにおける防護の最適化**」の検討にあたり、**医療放射線防護関連のNW（J-RIME）**に協力依頼⇒職業被ばくNWのステークホルダー会合に医療現場の専門家2名が参加（R2）

来年度の計画：引き続きアカデミア外との連携により、NWと線量WGのそれぞれが設定した課題に対し、提言の取りまとめを進める(ステージ5まで進めることを支援する)

3) 他学会の検討の場にアンブレラ関係者が参加

- ◎重点テーマ候補研究である「**防護措置の正当化、意思決定の最適化**」「**自然科学と社会科学との融合：サイエンスと防護実務に結び付ける研究**」の検討にあたり、**リスク学会のタスクグループ**にアンブレラ関係者が参加。

➤リスク学会の原子力災害の防護方策意思決定タスクグループ(TG)

- ・重点テーマ候補の「防護措置の正当化、意思決定の正当化」とリンク
- ・原子力防災、医療、自然災害、社会影響等の専門家や非専門家が参加

➤TGの活動内容：

- ・先般の原発事故を振り返り、防護方策の判断を正当性、広聴やトレーサビリティなどの要件に照らし合わせて評価する。他の災害の対策の判断や根拠を調査する

リスク学会年次大会（11月）に企画セッション

- ・テーマは、事故時の**避難や除染に関するリスクトレードオフとステークホルダー関与**
- ・原子力防災(行政、研究機関)、健康リスク管理(医師)、廃棄物処理分野の専門家による講演に、福島復興の支援者や社会心理学の専門家らがコメント。

・海外専門家(**アンブレラ関係者による紹介**)に事前インタビューを実施し、セッションで報告



個人ベースのNW化（異分野との出会い、新たな共同研究グループ作り）の良好事例

規制側のニーズがあれば、異分野連携が進みやすい

進捗：若手人材の確保・育成



1. 国際的機関が主催するイベントへの若手の派遣（グローバル人材の育成）

- ・IAEA 主催の放射線安全に関する国際カンファレンス（2020年11月、ウィーン）に派遣する若手を選考 ⇒国際カンファレンスはWeb開催になり、**海外渡航は見合わせ**
- ・ただし、新型コロナと関係なく、これまでも応募者は少なく、**若手の希望**とはマッチしていない。
以前よりも海外渡航助成制度が増えている中で、**アンブレラ事業で派遣を行う意義**
⇒事業として、**グローバル人材の育成を目指すか、すそ野を広げることを優先するか、代表者会議内でも意見が分かれるところ**

2. コロナ禍でのWebによる進路等個別相談会の実施

- ・昨年度のアンケート結果では、「〇〇について聞きたい」とのコメントが若手から多数あった
- ・進学、就職、転職等に関する相談や質問に対応
- ・相談者はアカデミア内に限らない、グループでもOK
- ・どんな人に相談したいかも指定できる
- ・アンブレラHPや学会のニュースでアナウンス／放射線教育に積極的な研究室8か所に直接連絡



◎ 相談者はアカデミア参加学会外から1人のみ

⇒Webは初対面のコミュニケーションには向かず、受動的な活動向き。そもそも若手のニーズに合っていない。

3. 学会単位のイベントは好評

（例）学生を含めた20代若手会員と中堅・シニア会員が、キャリアパスやポスト開拓に関して、オンラインのグループディスカッションを実施。若手から参考になったと好評（放射線影響学会の企画セミナー）

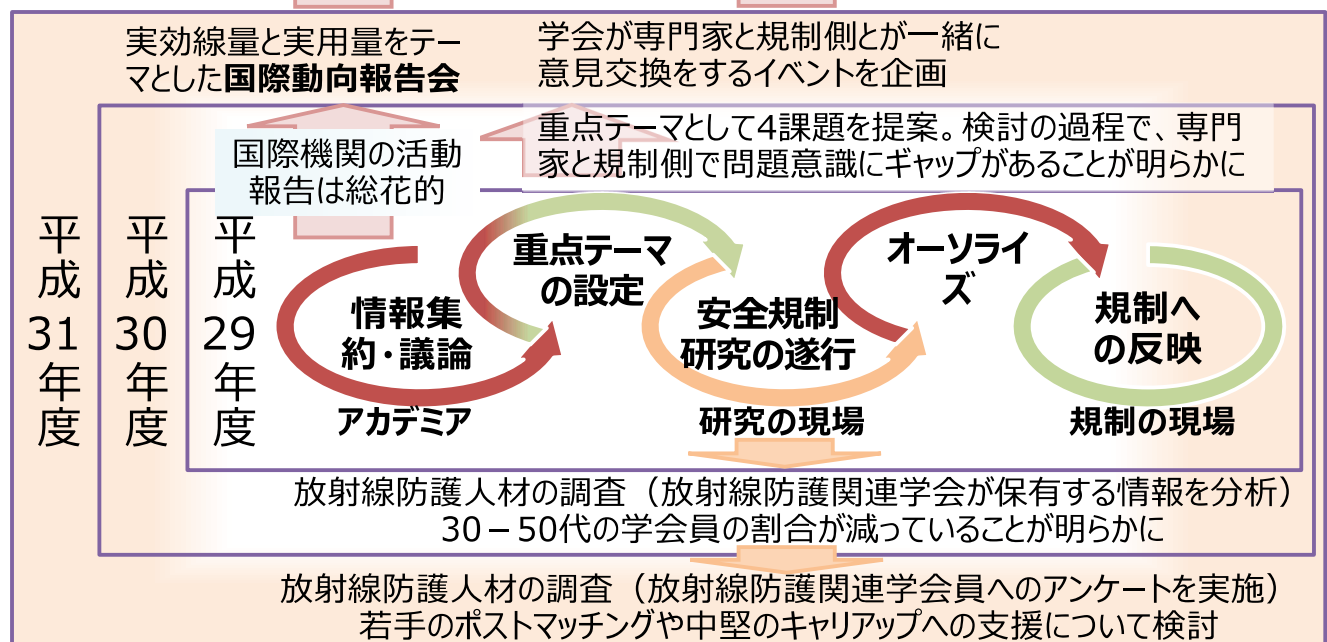
若手会員に対してニーズ調査（アンケート）は実施したものの、若手へは個別対応が中心となるため、合意形成はスキップし、アンブレラ事業で実施可能な方策を実施してきたが、いまだ若手のニーズに合った方策は見つからない。⇒（大学でもなく学会でもなく）**アカデミアができること、すべきことは何か、引き続き検討する**

今年度事業の概要④：放射線

令和2年度

実効線量と実用量WGが検討開始、**Webinar**による情報共有

緊急時対応領域からテーマを選んで各学会が検討
重点テーマ候補研究の遂行を推進
防護アカデミア外との連携



若手人材育成のための取り組みを学会ごとに実施

国際的機関が主催するイベントへの若手の派遣

進捗：緊急時対応人材の育成確保



➢ 近年の問題意識：緊急時に、放射線防護分野の研究者／技術者、放射線管理者が、その専門性を生かして適材適所で災害支援活動を展開するために、**平常時にどのような活動が必要か**

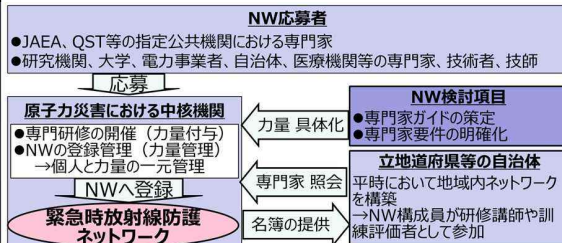
- 検討方針：常設のJAEAの原子力緊急時支援組織をコアとしてNWを形成。
 ・NW構成員(=国内の放射線防護の関係者)は防災対応に係る問題意識を共有し、改善に向けた活動を実践
 ・NW構成員の活動範囲：①環境放射線モニタリング、避難・退域時検査、その他放射線防護の技術的支援

①NW構成員のための手引きの策定
 環境モニタリング、避難退域時検査を支援する専門家が備えるべき力量と教育素材に関する調査を行った。

環境モニタリング分野の手引きの目次案

1.国内法令	1.1 実用炉関係 1.2 RI法及び一般
2.指針・ガイド類	2.1 国内指針(緊急時) 2.2 国内指針(平常時) 2.3 国際指針・ガイド
3.各自治体の協定、指針等	3.1 緊急時の計画・要領・マニュアル 3.2 平常時の計画・結果等
4.モニタリング・被ばく管理に関するスキル	4.1 一般的知識、基本動作 4.2 過去の事故事例 4.3 緊急時モニタリングの知識・経験 4.4 被ばく管理(総論・道府県別)

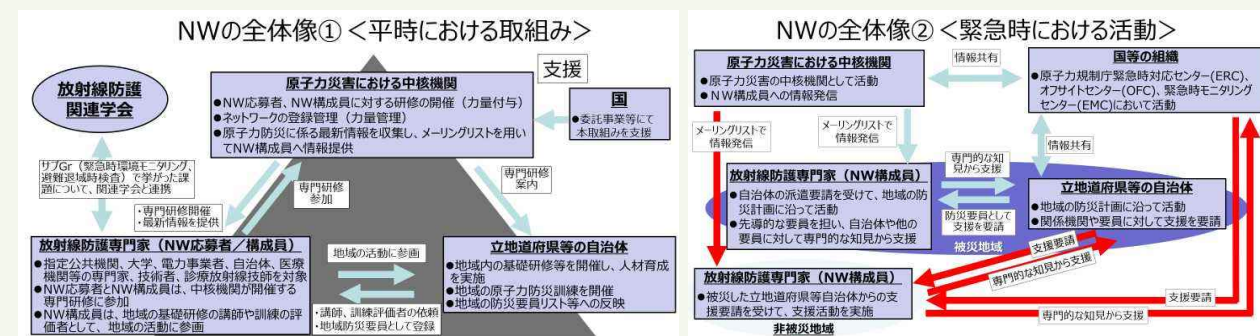
②NWのあり方に関する提言
 ネットワーク活動の全体像について平時の取り組み及び緊急時における活動について取りまとめた。



③本構想に関する関係者からの意見
 (2回のステークホルダー会合)

- ・ローカルでの「顔の見える関係」を構築
- ・要員の力量を継続的に維持・向上させる仕組みが必要
- ・要員の力量を確認できるツールが必要
- ・人材育成には時限なき支援が必要

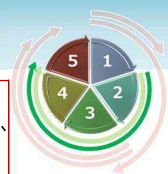
NW構想の完成図



来年度の計画：手引きの作成、教育訓練の試験の実施、防災訓練の反映、人材の登録・認定・管理方法の提案

15

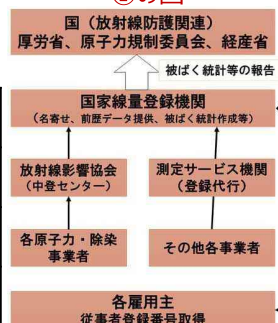
進捗：職業被ばくの個人線量の一元管理



- 近年の問題意識
 ・眼の水晶体の線量限度変更に伴い、特に**大学や医療などの流動性が高く**、複数の施設を利用する放射線作業員に関しては、**線量が合算できるシステムが必要**。
 ・事業者(ステークホルダー)間の議論(合意形成)が進んでいない
 ・線量が合算できるシステムだけでは解決できない問題も(医療従事者の線量計装着率の低さなど)

- 検討方針
 ・国の制度や現場の実態を考慮し、**既存システムをできるだけ活用**した実効性の高い方法を複数提案
 ・具体案のメリット・デメリットを提示／個人識別情報や線量関連情報としてどこまで登録すべきかを検討

①の図



制度	①国家線量登録機関による一括管理	②事業者設置機関による一括管理	③事業者設置機関による管理(対象限定)	④業界・分野別の管理(対象限定)
制度としての完全さ	国としての運用で、完全さは高い	参加状況に依存(規制要求必要)	必要な者に限定。前歴把握に漏れが出るおそれ	必要な者に限定。業界の取り組みに強く依存
役割分担の明確さ	国がどこまで実施する必要性が論点	基本機能の分担が明確	基本機能の分担が明確	管理制度が統一されないため、曖昧さが残る
費用負担	国の負担が大	受益者負担が明確 事業者の負担大	受益者負担が明確。事業者負担②より限定的	管理方式に依存

今年度の進捗1：上記4制度案について意見聴取(保健物理学会第53回研究発表会、放射線安全管理学会第19回学術大会)

- ・Web投票でのアンケート(保学会) 回答者：全70名(原子力分野:19%、研究教育機関:44%、医療:4%、その他:33%)
- ・賛成する制度案：①**国家一括 54%**、②③事業者設置機関 30%、④業界・分野別 14% (回答者の属性の差なし)
- ・主なコメント(両学会共通)としては
事業の継続性や個人情報保護の観点、他国の状況からして、国が実施すべき。
費用負担が課題。大学等では追加費用の負担は無理。

今年度の進捗2：線量登録管理制度構築の進め方の議論

- ・理想としては、①国家の一括管理 ⇔ 実現に向けた関係者のコンセンサスは低い
- ・現実的な路線として、
ステップ1:将来展開を見据えながら④業界・分野別のシステムを作る。原子力・除染分野は既存、大学は検討中、医療分野は今後
ステップ2:業界・分野を統一する形で、②事業者設置機関一括(中央登録センターの拡大)か、①国家一括を目指す。

来年度の計画：

- ・これまでの活動のまとめ：制度案と構築に向けてのアプローチ、ステークホルダー視点での課題の整理、**特にモチベーション、費用**
- ・今後の検討継続に向けた活動：**医療分野へのアプローチ**(検討結果や必要性等の説明)、大学RIセンター連携ネットワークとの連携

今年度の成果

誌上発表 7件

- Wang, B., Yasuda, H. Relative biological effectiveness of high LET particles on the reproductive system and fetal development, Life, 10(11), 298 (2020)
- 川口勇生 他、JHPS国際シンポジウム「トリチウム問題をいかに解決すべきか? -国際的視点および社会的視点から見た放射線防護- 保健物理, 55(4), 173-182 (2020)
- 松田尚樹、中島寛、放射線安全管理人材の確保・育成に関する現状把握のための調査結果報告、日本放射線安全管理学会誌、19(2), 118-121 (2020).
- 神田玲子、放射線防護アカデミアOne team になる、Isotope News 2020年6月号(No769), 3 (2020)
- 神田玲子、飯本武志、甲斐倫明、児玉靖司、小林純也、酒井一夫、富永隆子、中島寛、細井義夫、松田尚樹、杉浦紳之、百瀬琢磨、吉澤道夫、放射線防護関連学会の合同アンケート調査で明らかになった人材確保・育成の課題、日本原子力学会誌ATOMOZ (印刷中)
- 神田玲子、本間俊充、高原省五、坪倉正治、大迫政浩、川口勇生、加藤尊秋、原子力災害の防護方策の意思決定 -リスクトレードオフとステークホルダー関与-、リスク学研究 (印刷中)
- 神田玲子、飯本武志、甲斐倫明、児玉靖司、小林純也、酒井一夫、富永隆子、中島寛、細井義夫、松田尚樹、杉浦紳之、百瀬琢磨、吉澤道夫、放射線防護関連学会会員へのアンケート調査の報告ー緊急被ばく医療人材に関する現状分析ー、日本放射線事故・災害医学会誌 (投稿中)

シンポジウムや学会セッション等の企画 5件

- 国際シンポジウム「トリチウム問題をいかに解決すべきか?」日本保健物理学会第53回研究発表会(Web), 2020年6月29日
- 企画シンポジウム「放射線防護の喫緊課題への提案 ~職業被ばくの個人線量管理と緊急時対応人材の確保~, 日本保健物理学会第53回研究発表会(Web), 2020年6月29日
- 企画セッション「緊急事態対応人材の育成のネットワーク事業」, 日本放射線安全管理学会第19回学術大会(Web), 2020年12月10日
- 企画セッション「職業被ばくの一元化のネットワーク事業」, 日本放射線安全管理学会第19回学術大会(Web), 2020年12月10日
- 企画セッション「若手研究者による放射線に関する研究紹介」, 日本放射線安全管理学会第19回学術大会(Web), 2020年12月11日

審議会等でのプレゼン 2件

- 神田玲子: 放射線安全規制研究戦略的推進事業費(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)事業における放射線防護に関する国際動向報告会の開催について、放射線審議会第149回総会, 2020年7月17日
- 神田玲子: 令和3年度放射線安全規制研究の研究課題について、令和2年度第1回研究推進委員会, 2020年11月20日

特記事項

- 放射線防護に関する国際動向報告会(「Zoomウェビナー」によるライブ配信)を令和3年1月8日に開催。参加者は100名であった。「放射線防護の基礎となる放射線リスク評価に関する国際動向」というテーマに基づき、放射線防護に関連する代表的な国際機関(ICRP、UNSCEAR、IAEA、OECD/NEA、NCRP)における最新の動向や議論の状況について、関係者間での議論を深め、アンブレラ関係者に情報共有できた。
- 2020年10月~2021年2月にかけて、実効線量と実用量に関するWebinar全5回シリーズ(1時間の講演と30分の質疑)を開催した。開催日とテーマは、第1回「線量の歴史的背景と意味合いー実効線量を中心としてー」(講師: 岩井敏氏)、第2回「(放射線リスクと実効線量)」(講師: 佐々木道也氏)、第3回「ICRU/ICRPが提案する新たな実用量と課題」(講師: 小田啓二氏)、第4回「確定的影響と生物学的効果比(RBE)」(講師: 保田浩志氏)、第5回「医療に関わる領域での実効線量表記の問題点と課題ー線量に関するコミュニケーションの観点からー」(講師: 細井義夫氏、パネラー: 赤羽正章氏、立崎英夫氏、甲斐倫明氏)。参加者(第1回から第4回)はのべ715名であった。

自己評価

	評価の視点	自己評価	コメント
事業全体	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	2 概ね計画どおり	①課題抽出から解決策の実施/提言までの全ステージを貫通し、②医療・原子力・リスク分野の学会と連携して検討の幅を広げ、③全5回シリーズのWebinarを開催して社会への発信力を高めるなど、コロナ禍において計画通りの実施した。
	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 必要ない	最終年度であることを意識し、アカデミア内の合意による自発的政策提言や調査の結果を取りまとめるとともに、情報共有・連携・協調のプロセスを定着する。2つのNWは、最終ステージとして、「解決策の実施」あるいは「解決策を実施すべき主体への提言」を行う。
緊急時防護NW	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	2 概ね計画どおり	環境モニタリング、放射線管理、個人被ばく線量測定分野別に、専門家の要件(人材スペック)の明確化、ガイド素案の作成、アンケート調査によるグッドプラクティスの把握を行った。平常時および緊急時のNW活動についてステークホルダーの意見集約を踏まえて、図としてまとめた。
	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 必要ない	事業最終年度には、原子力防災を支援する放射線防護関係者のための手引きの作成をして教育訓練の試験的実施を行うとともに、防災訓練に反映する。また防災体制を支援する専門家ネットワークのあり方に関する提言として、人材の登録・認定・管理方法の提案を行う。
職業被ばくNW	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	2 概ね計画どおり	実現可能性のある線量管理の制度案を複数検討し、その結果を保健物理学会及び本放射線安全管理学会で発表し、ステークホルダーである管理実務者等と議論した。また、登録すべき線量等の情報、職業被ばくの分類等についての文献調査結果をもとに検討を進めた。
	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 必要ない	事業最終年度として、線量登録制度構築に向け、ステークホルダーへの説明・対話(特に医療分野の関係団体等)を通じて課題の整理を進め、検討結果のとりまとめ(制度構築に向けての提言を含む)を行う。
国際動向報告会	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	2 概ね計画どおり	本年度は議論のテーマを「放射線リスク評価」に絞り、幅広い分野の専門家間で横断を刺した議論を行った。その成果、過程をアンブレラ関係者に情報提供でき、当初の計画は満たせた。
	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 必要ない	今年度はウェブ会合となったことから、参加者からの質問を全て拾うことはできなかった。専門家間の議論を円卓討議で深めるといった目的をもっと前面に押し出すか、フロアを含めて議論をするかは、テーマ選定との兼ね合いで検討する。

- 研究費使用実績: 契約額は23,430,591円に対し、予算執行予定額は計画額の92%。
・5月にはアンブレラ事業のイベントは原則Web形式にすることを決定し、旅費の多くをWeb会議の費用に変更する契約変更を行った。