平成 28 年度文部科学省 「課題解決型高度医療人材養成プログラム」
放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域　採択事業
放射線災害の全時相に対応できる人材養成

平成 28 年度年次報告書

RaMSEP 事務局（筑波大学 医学群）
平成 29 年 3 月 31 日

目　次

I.　プログラムの申請内容.....1

1)　申請書.....1

2)　概要と推進委員からの主なコメント.....1

3)　工程表.....1

II.　放射線災害の全時相に対応できる人材養成キックオフミーティング実施報告.....1

III.　ホームページ開設.....4

IV.　放射線健康リスク科学講座教授の採用.....4

V.　プログラム専任助教および事務員の採用.....6

VI.　教育プログラム概要.....6

1)　学類教育シラバス作成.....6

2)　履修証明プログラム　e-learning コンテンツ案作成.....6

3)　大学院科目作成.....7

VII.　放射線健康リスク科学セミナー実施報告.....8

1)　第 1 回放射線健康リスク科学セミナー.....8

2)　第 2 回放射線健康リスク科学セミナー.....12

VIII.　公開シンポジウム実施報告.....16

IX.　外部評価委員会報告.....17

X.　平成 28 年度事業報告会議報告.....19

XI.　RaMSEP 基礎講座実施報告.....20

XII.　原子力災害拠点病院指定講習会実施報告.....21

XIII.　平成 28 年度茨城県「原子力災害時医療研修」.....22

XIV.　学会参加.....24

XV.　総　括.....25

付　録.....26

I.　プログラムの申請内容

1)　申請書

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/08/24/1376244_01.pdf

2)　概要と推進委員からの主なコメント

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/08/24/1376246_01.pdf

3)　工程表

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/12/21/1308421_1.pdf

II.　放射線災害の全時相に対応できる人材養成キックオフミーティング実施報告

1.日　時　　平成 28 年 10 月 12 日（水）18:00～19:00

2.場　所　　筑波大学医学地区臨床講義室 D

3.出席者　　枡（事業責任者）、櫻井、榮、我妻、井上、土屋、南、高屋敷、奥村、鈴木、馬、松田、南木、上妻、磯辺、新藤（横田：代理出席者）、髙田、髙谷（大学院生）、池田、鈴木、松田

4.議　題

1)　公募の概要について

- 事業責任者の枡より、キックオフミーティング開催にあたり開会の挨拶があった。
- 東日本大震災の福島の事故を受け、医学部の中で放射線災害に関する教育を受けるべきだという流れの中で、文科省としては、全国の医学部にその過程を入れることを推進している。そこで、最初に取り組むべき内容として、本 GP の拠点が選ばれた経緯があり、ここで確立した放射線災害の教育が今後日本の医学部のスタンダードになるであろうとのことであった。医学部での教育のほか、今回の申請に関しては、大学院や社会人医療者向けの履修証明プログラムも盛り込んでおり、今後 5 年間の活動について協力をお願いしたいとのことであった。
- 櫻井より配布資料（2～3 頁）に基づき、公募内容についての説明があった。

2)　申請の概要について

- 榮より配布資料に基づき、申請した概要について、以下のような説明があった（申請書は別紙-1 として配布）。

- 採択されたタイトルは【放射線災害の全時相に対応できる人材育成】であり、3 つの柱（学部教育、卒後生涯教育、大学院教育）で構成されている。
- 学部教育は平成 30 年度より開始し、既存のプログラムを大きく変更することなく、必修の基礎モジュールと選択の専門モジュールを追加することで実施する。
- 卒後生涯教育には履修証明プログラムを立ち上げ、平成 30 年度より開始する予定である。その多くは e-learning でカバーする予定で、社会人にも対応できるようにしており、内容については今後検討し整備する予定であること。
- 大学院教育は放射線防護学関連の分野として「放射線健康リスク科学」を新設する予定であること。本大学院教育における履修要件は、配布資料 8 頁のとおりであること。
- 平成 32 年度までの GP 支援期間内における 3 つの教育プログラムでの養成人数は学部教育（選択科目）120 人、卒後生涯教育 50 人、大学院教育 5 人であること。また、支援期間経過後についても、引き続き継続する予定であること。
- 審査において、推進委員会より寄せられたコメント（優れた点、充実を要する点）については、配布資料 10 頁のとおりであること。
- 本プログラムに関連するメンバー表は別紙-2 に、本 GP の組織体制は配布資料 11 頁に示したとおりである。組織内には外部評価委委員会も設置し、委員も選定済みであること。

また，榮より以下 2 点についての提案がなされ、全員から承認を得られた。

- 今回の会議を第 1 回事業推進委員会として位置付けたい。
- 当面の実務作業（事務局設置、広報用 HP 立ち上げ等）について、実務調整委員会を制定し、そこに依頼する形式としてもらいたい。なお、実務調整委員会は櫻井委員長、榮副委員長、磯辺広報委員および末木学内連携委員を軸に、PCME 教員と事務員で構成することとする。

3) 今後の予定と進め方について

榮より配布資料に基づき，今後の予定と進め方について，以下のような説明があった.

- 10 月 13 日（木）：平成 28 年度第 2 回放射線の健康リスク科学教育の必修化 WG が国立大学医学部長会議事務局で開催される予定で、櫻井、磯辺の 2 名が参加する。
- 平成 28 年度 11 月には事務局設置、HP 立ち上げ、外部評価委員への正式な依頼を出す等、実働できる環境を整える必要がある。同時に、測定器等の備品整備、卒後生涯教育のための e-learning の収録環境の整備やシラバス作りも進めていく。
- 平成 28 年度 12 月には事務員の配置や、研修会の実施、卒後生涯教育に関する非常勤講師手配を進める。1 月にはパンフレットの作成、教員配置、大学院教育のシラバス設定、および e-learning の収録を開始する。
- 平成 28 年度 2 月には学部教育のカリキュラム調整を開始し、可能であればシンポジウムを検討する。同 3 月には委員会の開催および自己点検評価を実施する予定である。

- 本年度分の予算については、初年度 2,000 万円となっており、早ければ来週くらいから使用できる見込みである。必要物品等について、可及的速やかに相談してほしい。

全体討議の中、以下の内容が議論された。

- 放射線の健康リスク科学教育の必修化 WG において、GP 採択大学のみならず、必修化に向けた動きが発生する可能性もあるとのこと。ただ、本学としては、選択科目に組み入れることで GP の採択がされているので、その事情を説明しても良いのではないかと思われるとのこと。今後、カリキュラムの中で、無理のない形で導入することも検討していく必要があるのではないかという意見を受け、PCME 担当教員より、まずは、来年度からアドバンストコースで試行してもよいのではないか、という意見があった。

最後に、榮より実務調整委員会を軸として当面の活動を行っていくことが報告され、同時に必要に応じた援助および調整が依頼された。

4.キックオフミーティング開催風景

（a）開催挨拶：枡先生（事業責任者）

（b）公募内容説明：櫻井先生（プロジェクトリーダー）

5.配布資料（巻末付録 1 参照）

付録 1-1 キックオフミーティング資料

付録 1-2（別紙-1）「課題解決型高度医療人材養成プログラム」申請書（URL 参照：http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/08/24/1376244_01.pdf）

付録 1-3（別紙-2）担当者一覧

III. ホームページ開設

https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/

IV. 放射線健康リスク科学講座教授の採用

平成 29 年 1 月より、放射線健康リスク科学講座に教授 1 名を採用した。教授ポスト設置に関する経緯を以下に記載する。放射線災害の全時相に対応できる人材養成として、放射線の基礎、リスクコミュニケーション等、筑波大学ではこれまでに実施していない内容の科目であるため、教育プログラムを拡充するためには新規に科目を立ち上げる必要がある。申請時は一部を選択科目にしようと考えていたが、全科目の必修化を目指す。また、実習についても簡易的なものを想定していたが、実際の災害現場では、管理区域の設定、放射

線測定などが必要となるため、実践に近い実習（内容の充実）を行う。これらの教育プログラムの一部は医学教育モデル・コア・カリキュラムへ一部対応しており、放射線健康リスク科学教育において、全国的なモデル事業となることも視野に入れている。これらを達成するためには申請時よりも人員の拡充が必須であるが、補助金の予算には限度があること、また、予算措置があるときだけの一時的な拡充ではなく、予算措置終了後も教授枠を維持できる仕組みが必要となる。この理由としては、国をあげての大規模な事業であり、GP の成果を全国展開でき、学内外の調整役となり、研究分野として確立できる体制を継続するためである。これを達成しつつ、さらに人員を増やす目的として、本学で取り組んでいるハイブリッドサラリーシステムを活用する。申請時の人員配置は教授 1 名、講師 1 名、事務 1 名であったが、本システムを教授枠に適用することで、教授 1 名、助教 2 名、事務 1 名と運用体制を充実することが可能となる（図 VI-1）。

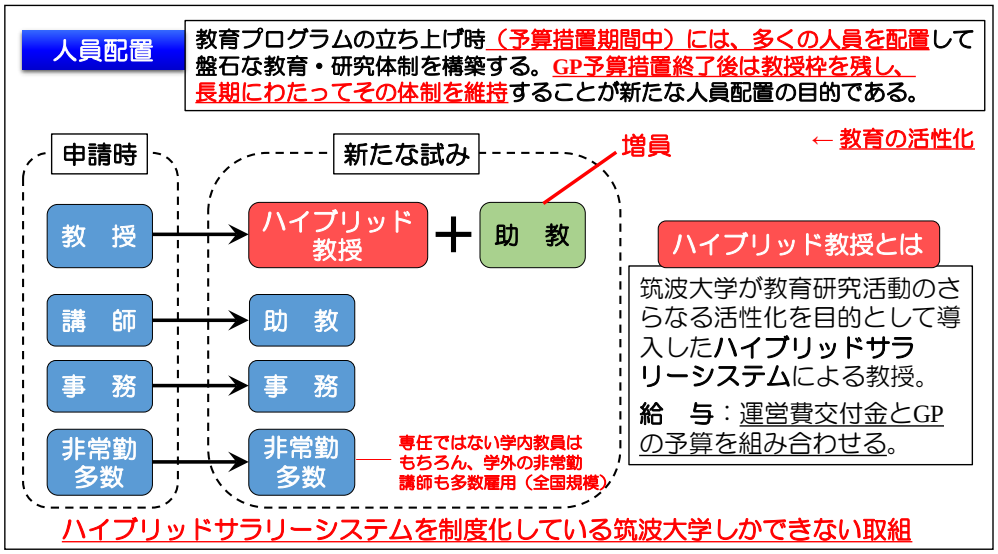


図 VI-1 ハイブリッドサラリーシステムによる運用体制の拡充

また、大学として人員削減を進める中、講座の新設（教授配置）とその長期に渡る継続は難しい。まずは、教授配置の起爆剤として GP 予算を活用し、予算措置終了後は、幾つかの方法論で対応して体制を継続させる。A 案としては、既存の教員枠のポイント制を有効利用し、シニア教員から若手へのポストの振り替えを積極的に実施する。B 案としては、教授の存在により、競争的研究費の獲得に向けた動きをとりやすいことを利用し、外部資金の獲得により体制の継続を図る（図 VI-2）。

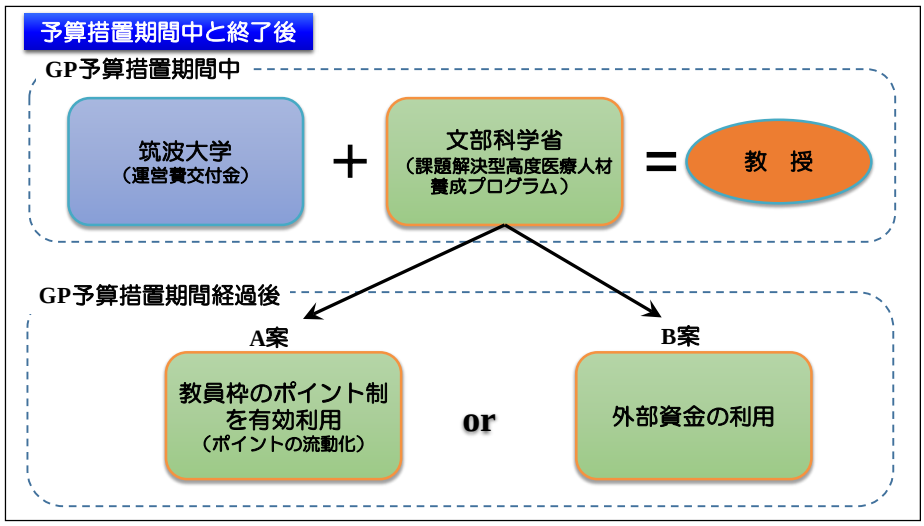


図 VI-2　予算措置終了後の体制維持案

V.　プログラム専任助教および事務員の採用

本プログラム推進のために、e ラーニング収録担当補佐併任の助教を 1 名、平成 29 年 3 月に採用した。また、プログラム専任の事務員を 1 名、平成 29 年 2 月に採用した。

VI.　教育プログラム概要

1)　学類教育シラバス作成

放射線健康リスク科学の学類教育専門モジュールは、臨床疫学、救急医療学、放射線科学から構成される。このうち、放射線科学の講義について、放射線健康リスク科学教育に則した内容となるようシラバスの改変を行った（付録 2）。具体的には、「放射線科学に必要な基礎知識」では放射線の種類と単位、放射線と物質の相互作用、放射線被ばくの形式など、基礎的な内容を網羅する。次に「放射線生物学」の講義で、生体、さらには細胞レベルでの放射線の人体への影響の教育を行う。

2)　履修証明プログラム e-learning コンテンツ案作成

履修証明プログラムでは、専門職種にかかわらず 80 時間を共通で e-learning による講義を行うことで、臨床業務で多忙なメディカルスタッフにとっても対応可能なプログラムを目指している。本年度では、平成 29 年度より本格的に収録を開始する前段階として、必要なコンテンツの素案作成を行った（付録 3）。E-learning コンテンツは、今後学類教育や大学院教育でも活用できるような内容とていることも、重要な点である。

3) 大学院科目作成

大学院教育については、必修科目、放射線健康リスク科学の専門科目、選択科目の 3 つに別れる。必修科目については、本学で規定されている所属するコースの必修科目を用いる。新設するのは主に専門科目で、放射線健康リスク科学に関する領域を「講義」、「集中講義・実習」、「演習」の 3 つで包括的に教育を行う。選択科目ではがんプロの e-learning コンテンツを活用することで、学生にとって過度な負担をかけずかつ、個々の学生に合った教育を実施することが可能となる。来年度では、専門科目の内容について吟味していく予定である。

表 XII-1　大学院教育カリキュラム

● 所属するコースの必修科目（13 単位）

● 専門科目（9 単位）

・講　義

放射線健康リスク管理学（4 単位）Radiation Health Risk Management

放射線災害医療学（2 単位）Radiation Disaster Medicine

・集中講義・実習

放射線科学 -その基礎理論と応用-（単位）Basis and Application in Radiological Science

・演　習

課題解決型放射線科学演習（2 単位）Seminar in Radiological Science for Resourceful Skill

● 選択科目（8 単位以上）

ただし、下記の中から 3 単位以上履修すること。

診断医学物理学講義（2 単位）*、治療医学物理学（6 単位）*

臨床研究と統計学（1 単位）*、臨床試験論（2 単位）、医生物統計学概論（1 単位）、

医生物統計学特論（2 単位）、医生物統計学実習（1 単位）、疫学特論（1 単位）、

臨床外科学特論 I（2 単位）、臨床外科学特論 II（2 単位）、

臨床外科学演習 I（2 単位）、臨床外科学演習 II（2 単位）

*がんプロ科目

VII. 放射線健康リスク科学セミナー実施報告

本セミナーは、文部科学省の大型プロジェクト「課題解決型高度医療人材養成プログラム （放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域）」の一環として、放射線健康リスク科学の知識を習得しようとしている方や興味のある方を対象とした講演会という位置づけで実施した。

1) 第 1 回放射線健康リスク科学セミナー

1.日　時　　平成 28 年 12 月 15 日（木）18:30～20:00

2.場　所　　筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター3F 会議室

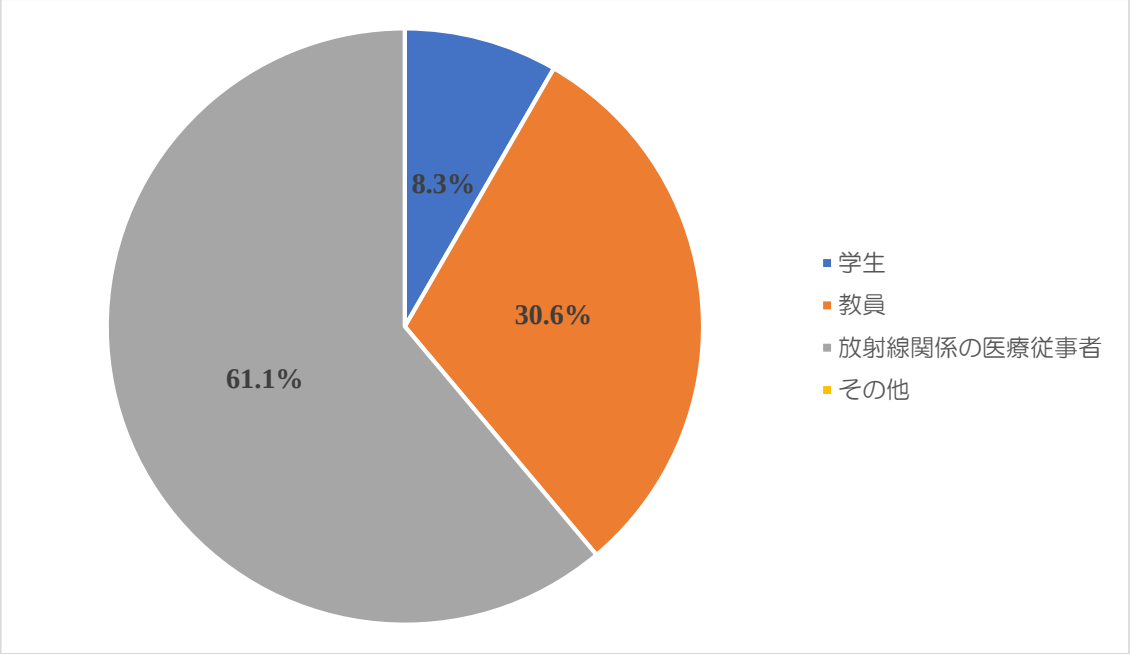
3.タイトル　　福島原発事故直後の線量再構築への取り組み
-経口摂取による内部被ばくと福島県周辺の学部被ばく-

4.講　師　　三菱総合研究所 原子力安全事業部 復興・再生グループ
義澤 宣明 先生

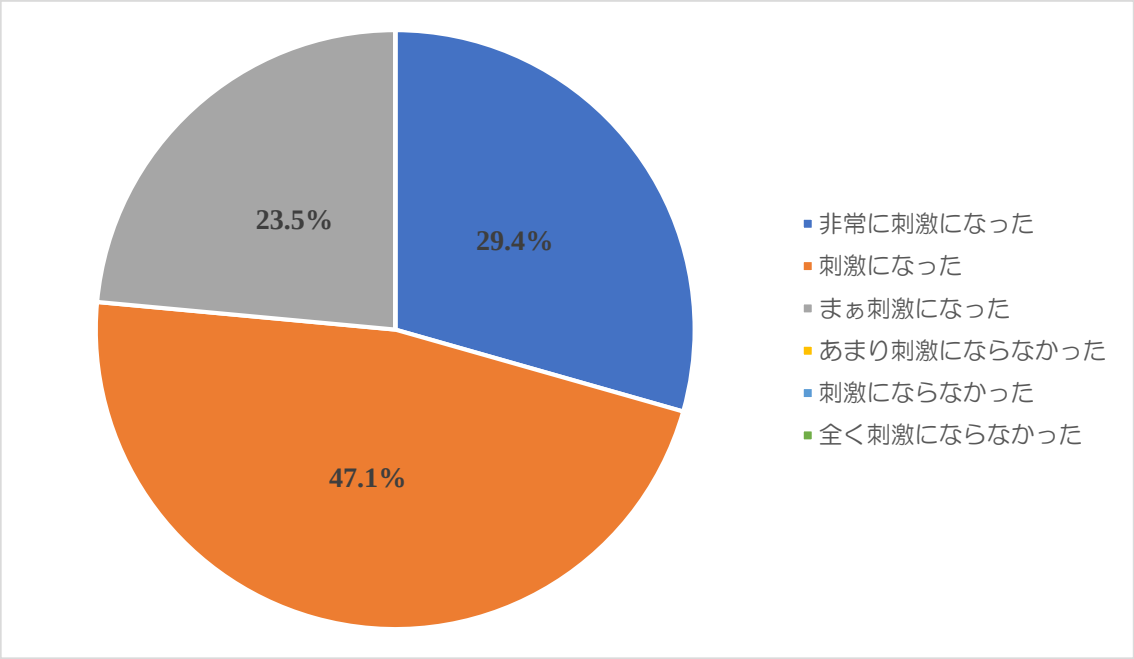
5.参加人数　　39 名

6.アンケート結果

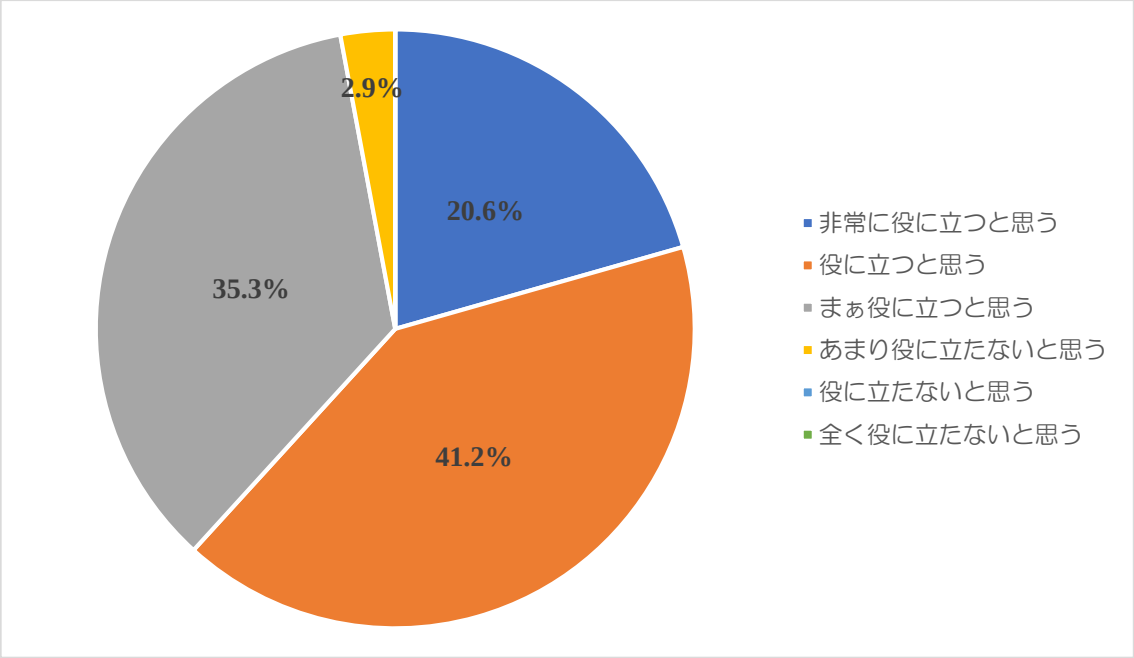
Q1：あなたの現在の仕事（立場）について教えてください。(複数回答者あり)



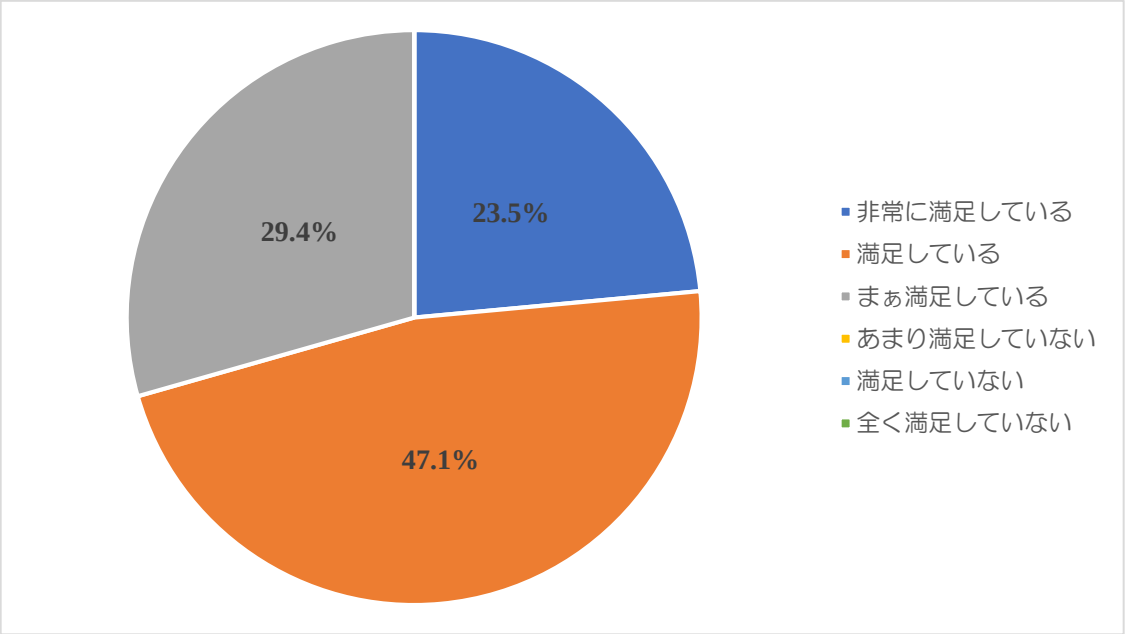
Q2：本セミナーの内容は、あなたにとってどの程度刺激になりましたか？



Q3：本セミナーの内容は、あなたの今後の活動にどの程度役立つと思いますか？



Q4：本セミナーの内容に、あなたはどの程度満足していますか。



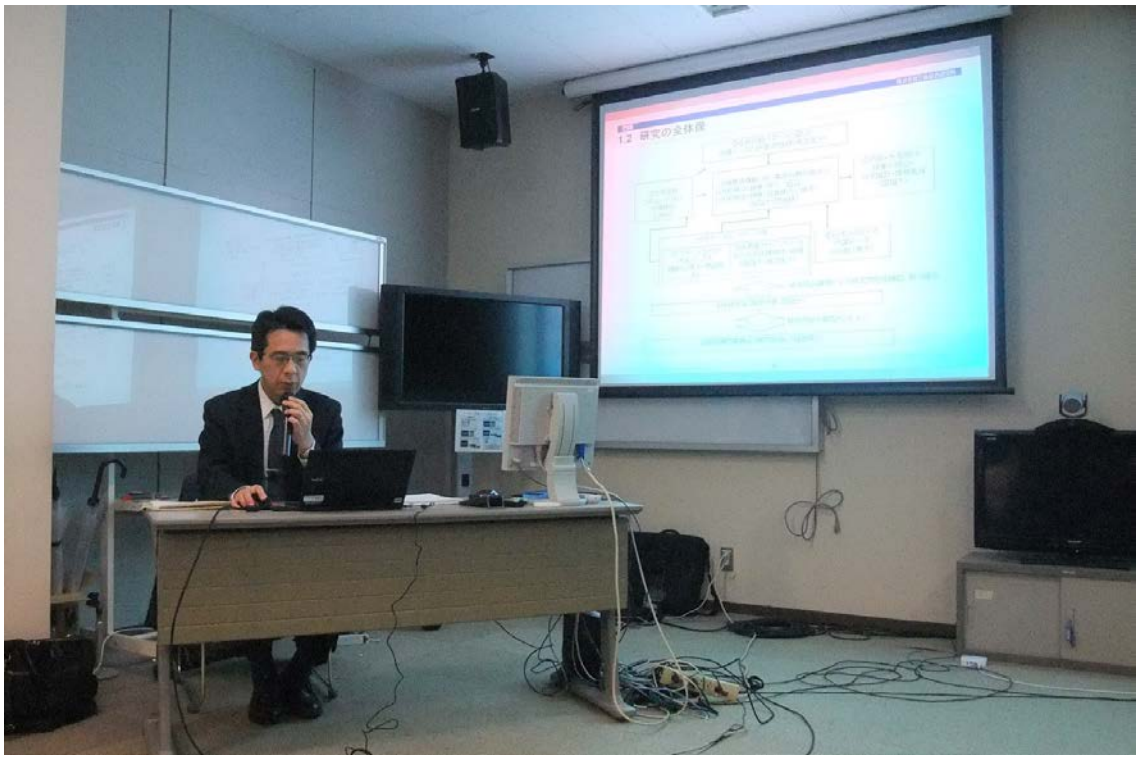
Q5：今回のセミナーについて、ご意見ご感想がありましたらご自由にご記入ください。

- 質疑応答が役に立つ内容だった
- 自分の知らないところでしっかりと研究されているということがわかりました。物理的な性質と医学的な性質は異なると思いますが（影響は小さくなる）事実をまずは把握することは大事だと思いました。
- 大変 rigid な内容で分かりやすかった。
- 大西康夫（ワシントン大学名誉教授, IAEA 委員）の講師として話が聞きたい。

7.セミナー風景

（a）全体風景

（b）講師



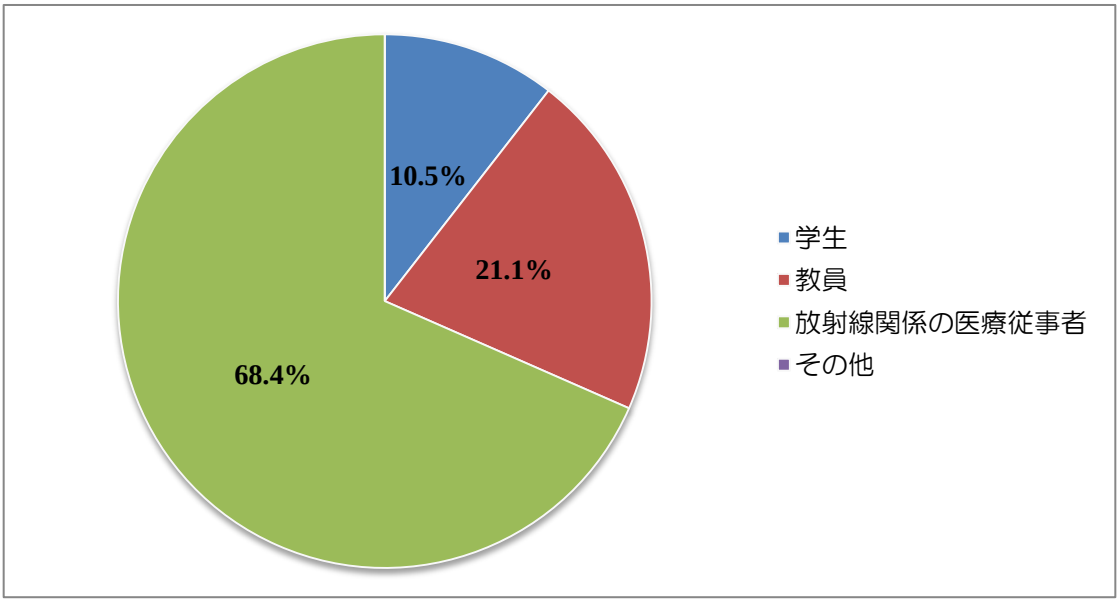
8.セミナー案内チラシ（https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/archives/410）

2) 第 2 回放射線健康リスク科学セミナー

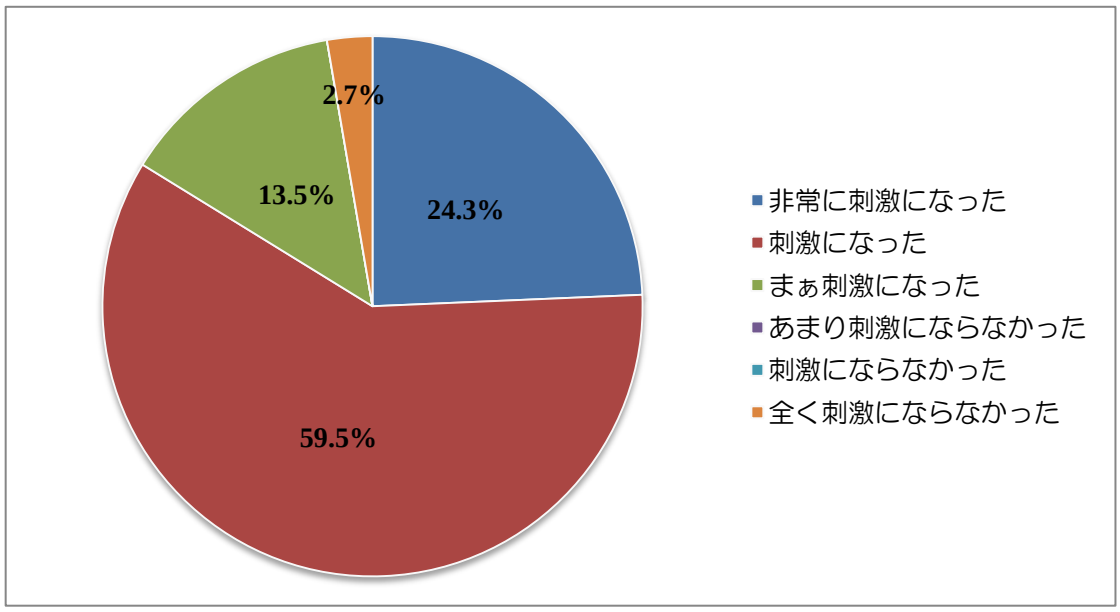
1.日　時	平成 29 年 1 月 26 日（木）18:30～20:00
2.場　所	筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター3F 会議室
3.タイトル	まずは基礎から、放射線被ばくによる人体影響とそのリスク ―ネット情報に振り回されない知識の構築―
4.講　師	セントメディカル・アソシエイツ LLC 名古屋医療センター・臨床研究センター 広藤 喜章 先生
5.参加人数	52 名

6.アンケート結果

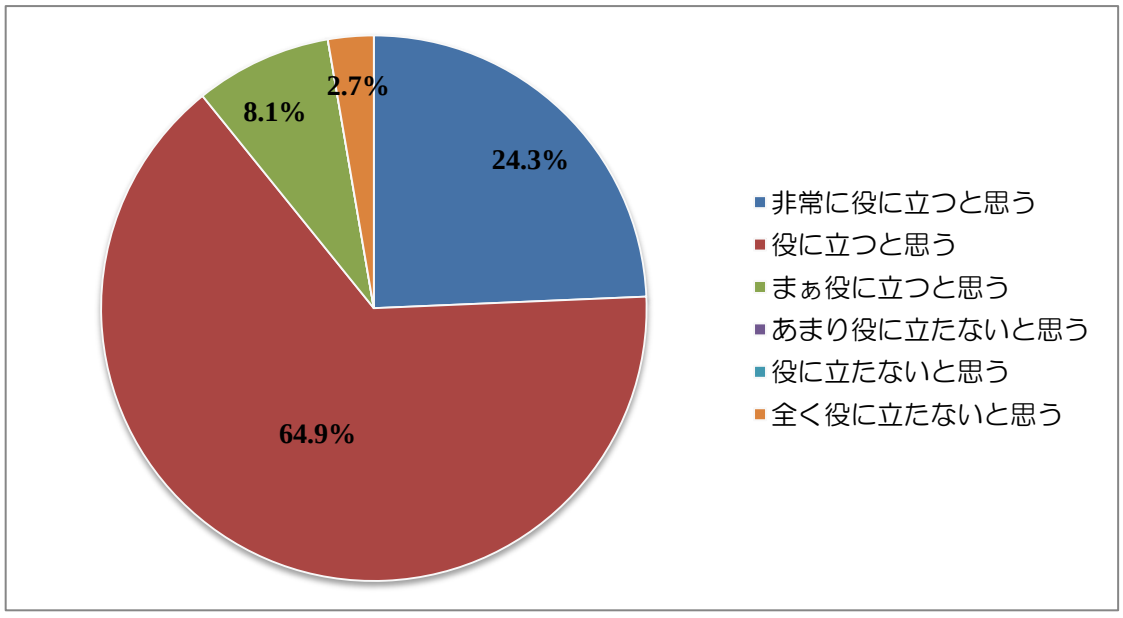
Q1：あなたの現在の仕事（立場）について教えてください。(複数回答者あり)



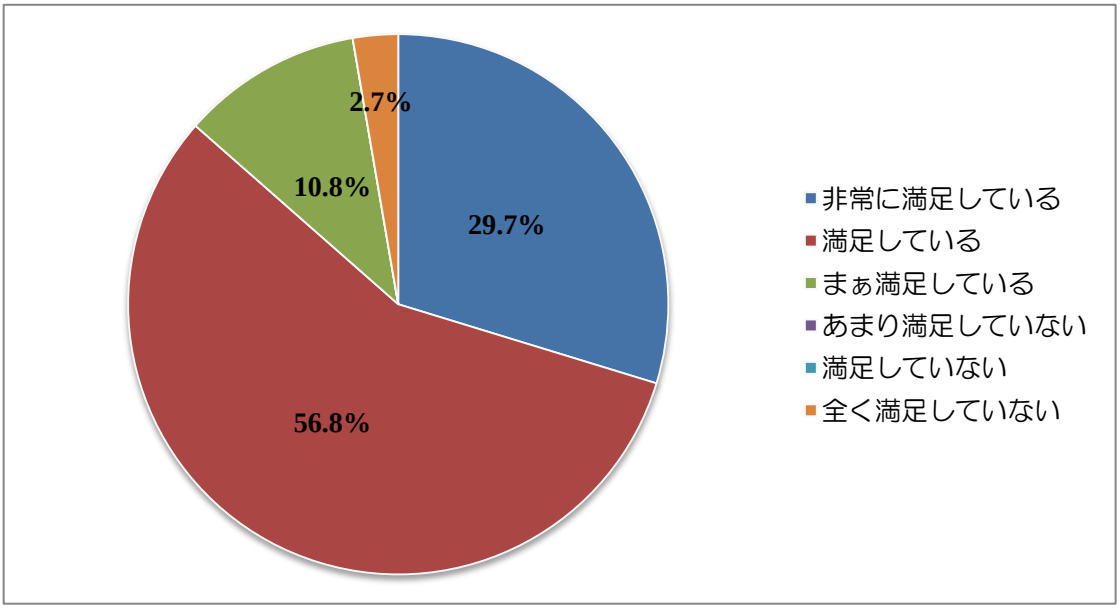
Q2：本セミナーの内容は、あなたにとってどの程度刺激になりましたか？



Q3：本セミナーの内容は、あなたの今後の活動にどの程度役立つと思いますか？



Q4：本セミナーの内容に、あなたはどの程度満足していますか。



Q5：今回のセミナーについて、ご意見ご感想がありましたらご自由にご記入ください。

- 食品などの放射能量や人体への影響、具体的な数値、データが多くイメージが付きやすかった。一般の方への説明にも非常に役に立つと思います。
- リスクコミュニケーションのことをもっと時間をとって勉強会をしてください。
- 放射線のリスクを他のリスクと比較できるということが大変役に立ちそうです。
- 放射線を知らない人に聞かれたときに参考にしようと思った。
- 福島でのお仕事は、大変苦労されたと思います。勉強になりました。
- このようなセミナーで教科書に書いてあることを説明する必要はないと思います。主催者はどのよう内容が望ましいか、講師と調整する必要があるのではないでしょうか。
- とても分かりやすく勉強になりました。ありがとうございました。
- 大変勉強になりました。今回とばした内容も聞きたかったです。

7.セミナー風景

（a）全体風景

（b）講師

8. 付録 5-1：セミナー案内チラシ（https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/archives/405）
   付録 5-2：セミナー資料

VIII. 公開シンポジウム実施報告

1.日　時　　平成 29 年 2 月 11 日（土）13:00～17:00

2.場　所　　オークラフロンティアホテルつくば本館 3 階ジュピター

3.タイトル　　放射線健康リスク科学分野を支えるメディカルスタッフ
放射線災害の全時相に対応できる人材養成

4.プログラム　　13:00~13:10　開会の挨拶
筑波大学医学医療系長　原　晃
13:20~14:50　第 1 部
放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域の人材養成
座長：筑波大学医学医療系 教授 櫻井英幸（プロジェクトリーダー）
課題解決型高度医療人材養成プログラムについて
文部科学省 高度教育局 医学教育課 医学教育係　高木涼香
放射線災害の全時相に対応できる人材養成
筑波大学医学医療系 教授　榮 武二（サブプロジェクトリーダー）
放射線健康リスク科学人材養成プログラム
長崎大学医学部医学科 先端医療センター 助教　浦田芳重
卒前教育プログラムの導入のプロセスと今後の課題
筑波大学医学群医学教育企画評価室 講師　高屋敷明由美
14:50~15:10　休　憩
15:10~16:30　第 2 部
放射線とリスクコミュニケーション
座長：筑波大学アイソトープ環境動態研究センター 教授 末木啓介
基礎講演
今日から始める放射線健康リスク科学 ー放射能・放射線の基礎知識ー
筑波大学医学医療系 教授　磯辺智範
特別講演
放射線災害におけるリスクコミュニケーション
量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所
放射線防護情報統合センター長　神田玲子
16:30~16:50　講　評
外部評価委員
量子科学技術研究開発機構 理事　島田義也
群馬大学重粒子線医学研究センター 教授　大野達也
首都大学東京健康福祉学部 教授　福士政広
量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所　米内俊祐
16:50~17:00　閉会の挨拶

5.参加人数　　53 名

6.シンポジウム風景

7.シンポジウム案内チラシ（付録 6 参照）

IX.　外部評価委員会報告

外部評価委員会を設立し、事業内容報告会議を実施した。外部評価委員へのアンケート結果を以下に示す。

【選択肢】1.優れている 2.やや優れている 3.普通 4.やや劣っている 5.劣っている

① 採択事業におけるコンセプト・活動方針・計画
　島田先生：2　大野先生：2　福士先生：1　米内先生：1

② 採択事業におけるコンセプトを生かした運営がされている
　島田先生：2　大野先生：2　福士先生：2　米内先生：1

③ 採択事業における達成度について
　島田先生：2　大野先生：2　福士先生：2　米内先生：2

④ 採択事業における広報活動・啓蒙活動について
　島田先生：1　大野先生：2　福士先生：2　米内先生：2

⑤ 本事業（RaMSEP)終了後も継続的発展が期待できる
　島田先生：1　大野先生：3　福士先生：1　米内先生：1

⑥ ご意見、ご感想や採択事業についてのご意見等がありましたらご自由に記入してください

【島田先生】

- 事故後全時相に対応できる人材養成は評価できる。
- 社会人教育は重要である。
- 「教育のつくば」らしい教育を期待する。
- プログラムを欲張りすぎていないか？規模を縮小してはどうか？
- 学外講師やクロスアポイントメントを利用してはどうか。
- e-learning の公開を望む。80 時間は長くないか？
- 放射線リスクの新しい講座を作ったのには高く評価できる。
- 新しい分野なので、学生を集めるのに「動機づけ」が必要。
- 評価の視点を何にするか？

【大野先生】

- コンセプトを生かした体制づくりと運営が着実に進められている
  これまでの筑波大学関係者のご尽力に敬意を表します。
- 既存カリキュラムをリフォームした学部教育プログラムの改良や大学院プログラムの設置など期待できる。
- 生涯教育については、病院の患者支援・相談部門や総合診療部門等にも門戸を広げるなど、機会を増やす一方で、達成目標もそれぞれに応じて設定するなど工夫を検討してはどうか？
- 県や県の放射線関連施設との連携を引き続き進めてください。本プログラムの持続的発展に繋がると思います。

【福士先生】

- 「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」に対して、学部教育、履修証明プログラム、大学院教育の 3 つの教育システムは良く考えられていると思います。
- 教育の筑波大学の強みをしっかりと活かした人材教育プランであると思います。特に e ラーニングを活用した教育システムはがんプロフェッショナルプログラムで培われたノウハウをこのプログラムでもしっかりと活用していると思います。
- 若干気になるところは、講義時間に比べて実習時間の十分な確保がされていないと感じるところと測定器の数量の確保に努めて欲しい。

【米内先生】

- 福島第一原発事故後、明らかとなった課題に対し、その問題を解決するための重要な取組であり、今後本 GP で教育を受けた学生が、正しい知識、技術を持って活躍されることを願うとともに、より良いものになるよう、微力ながらご協力できればと思います。
- 長崎大（広大、福島医大）では、歴史的背景や現在の状況を考えれば、地域の

医療に関わる上で、放射線医対する知識は必須であろうと推測できる。よって、受講者の目的が明確で、意識が高いのではないかと思う。

- 本 GP において、学生への説明（本 GP の重要性）を慎重に、丁寧に行っていただきたい。（モチベーションに大きくつながると思います）
- 本 GP の課題は、理工系でも同じと思います。アドバンストコースの紹介があったが、理工系の学科とも連携していただき、理工系学科の本 GP への興味を増加され、将来的には本 GP の取り組みを理工系でも広げていただきたい。

X. 平成 28 年度事業報告会議報告

事業推進委員会およびコア委員会（実務調整委員会）で平成 28 年度事業報告を実施し、本報告書について、両委員会の承認を得た。

XI. RaMSEP 基礎講座実施報告

本事業の教育および社会貢献の一環として、放射線健康リスク科学の知識を習得しようとしている方や興味のある学生および教員を対象とした勉強会という位置づけで RaMSEP 基礎講座を本年度 6 回開催した（表 X-1）。開催に伴い、本講演の内容は e-learning で収録を実施し、今後履修証明プログラムや学部・大学院教育用のコンテンツとしても利用を考えている。本勉強会に関するパンフレットについては、付録 7 を参照いただきたい。

表 X-1 RaMSEP 基礎講座リスト

	開催日時	講演タイトル	講　師
第 1 回	平成 29 年 3 月 8 日 14:00～17:00	核医学物理学の基礎 ― 放射性医薬品の取扱，PET 検査 ―	つくば国際大学 診療放射線学科 津田 啓介 先生
第 2 回	平成 29 年 3 月 9 日 13:00～16:00	医療放射線防護 ― 各モダリティにおける DRLs の測定方法 ―	東京慈恵会医科大学 附属柏病院 庄司 友和 先生
第 3 回	平成 29 年 3 月 9 日 16:00～19:00	放射線防護 ― ICRP2007 年勧告，デトリメント ―	セントメディカル・ アソシエイツ LLC 広藤 喜章 先生
第 4 回	平成 29 年 3 月 10 日 13:00～16:00	放射線管理 ― 関連法規，遮蔽設計，放射化物，クリアランス等 ―	九州大学医学研究院 保健学部門 医用量子線科学 藤淵 俊王 先生
第 5 回	平成 29 年 3 月 15 日 13:00～16:00	各種放射線診断装置の被ばく線量指標とその評価法 放射線による人体への影響 ― 急性障害と晩発障害 ―	金沢大学医薬保健研究域 保健学系 量子医療技術学講座 松原 孝祐 先生
第 6 回	平成 29 年 3 月 15 日 16:00～19:00	放射線被ばくのリスクコミュニケーション ― 原子力災害時のリスコミと医療被ばくにおけるリスコミ ―	浜松医科大学医学部 附属病院 放射線部 竹井 泰孝 先生

XII. 原子力災害拠点病院指定講習会実施報告

本学附属病院が原子力災害拠点指定病院に認定されていることに伴い、指定講習会を平成 29 年 2 月 6 日に開催した。本講習会のプログラムは表 VII-1 に示すように 2 部構成で、第一講演では本事業広報委員である磯辺教授が、RaMSEP の事業概要の講演を行った。原子力災害拠点病院指定講習会のパンフレットを付録 8-1、第一講演の講演資料については付録 8-2 を参照いただきたい。

表 VII-1　講習会プログラム

開閉会挨拶	副病院長	南　学
進　行	救急・集中治療部	井上 貴昭
第一講演	「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」 放射線健康リスク科学分野を支えるメディカルスタッフの養成 ※課題解決型高度医療人材養成プログラム 医学医療系　教授 磯辺 智範	
第二講演	「原子力災害医療の概略」 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 被ばく医療センター長 立崎　英夫	

XIII. 平成 28 年度茨城県「原子力災害時医療研修」

本学附属病院が原子力災害拠点指定病院に認定されていることに伴い、茨城県との連携事業として、平成 28 年度茨城県「原子力災害時医療研修」を開催した。本研修では、原子力災害医療に関する知識の習得と実際に傷病者を受け入れる際の実技等を習得することを目的とした。

1.日　時　　平成 29 年 3 月 4 日（土）9:30～16:25

2.場　所　　国立大学法人筑波大学附属病院けやきプラザ

3.対象者　　原子力災害医療を担当する職員（医師、看護師、診療放射線技師、医学物理士、薬剤師、事務員等）

4.プログラム　9:30～ 9:35 開会、オリエンテーション

原子力安全研究協会　神　裕

9:35～ 9:55 イントロダクション

原子力安全研究協会　神　裕

9:55～10:45 講義 1「被ばく医療対応」

岩手医科大学　有賀久哲

10:45～10:55 休　憩

10:55～11:45 講義 2「原子力災害時（汚染・被ばく者）の対応事例」

原子力安全研究協会　神　裕

11:45～12:45 休　憩

12:45～13:15 医療実習ガイダンス

原子力安全研究協会　神　裕

13:15～13:20 休　憩

13:20～15:40 実習「被ばく医療実習」

原子力安全研究協会　神　裕

岩手医科大学　有賀久哲

国立国際医療研究センター病院　武田聡司

15:40～15:50 休　憩

15:50～16:20 被ばく医療実習検証（振り返り）

国立国際医療研究センター病院　武田聡司

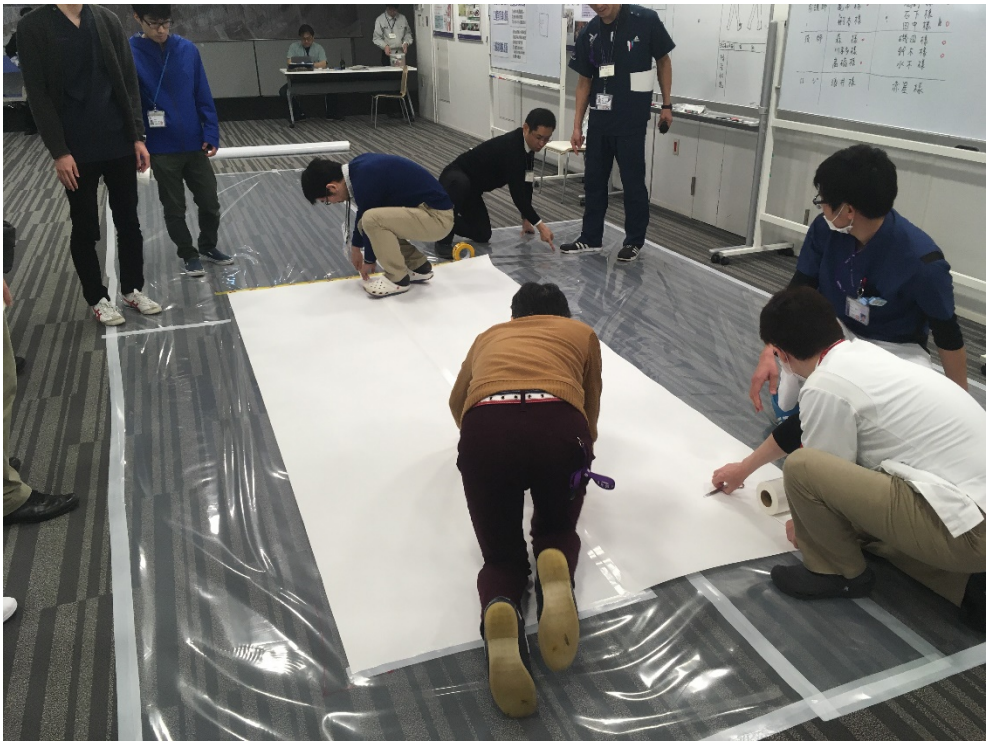
16:20～16:25 閉　会

原子力安全研究協会　神　裕

5.参加人数　　20 名

6.セミナー風景

（a）汚染防止拡大措置（養生）



（b）手術用ガウン等の更衣

（c）サーベイメータの汚染保護

XIV. 学会参加

本年度に情報収集として参加した学会を以下に示す。第 75 回日本公衆衛生学会総会および第 27 回日本疫学会学術総会では、放射線健康リスクに関するメンタルヘルスケアや医療統計、疫学に関する情報収集を行った。日本放射線影響学会第 59 回大会および日本放射線技術学第 63 回関東支部研究発表会では、放射線健康リスクに関する生物学、防護学、計測学の情報収集を行った。

表 XIV-1 学会参加一覧

参加者	学会名	開催日	開催場所
我妻 ゆき子（教授）	第 75 回日本公衆衛生学会総会	2016 年 10 月 26 日 ～28 日	大　阪
榮 武二（教授） 磯辺 智範（教授）	日本放射線影響学会第 59 回大会	2016 年 10 月 26 日 ～28 日	広　島
馬 恩博（助教）	第 27 回日本疫学会学術総会	2017 年 1 月 25 日 ～27 日	山　梨
磯辺 智範（教授）	日本放射線技術学会 第 63 回関東支部研究発表会	2017 年 1 月 28 日 ～29 日	栃　木

XV.総　括

本年度の放射線災害の全時相に対応できる人材養成では、事業推進委員会の立ち上げ、事務局の設置と事務員の配置、広報のためのホームページの立ち上げ、e-learning 収録環境の整備等、予定通りに計画を実施することができた。また、ハイブリッドシステムを利用した放射線健康リスク科学の教授を設置出来たことは、本事業終了後も継続して放射線健康リスク科学教育を実施する上で意義は大きいと考える。

放射線健康リスク科学の情報発信としては、院内のメディカルスタッフおよび教員を対象とした放射線健康リスク科学セミナーを 2 回、学内の学生および教員を対象とした RaMSEP 基礎講座を 6 回、近隣地域のメディカルスタッフや教員、さらには一般市民を対象とした放射線健康リスク科学シンポジウムを開催することで、最新の情報を提供することができた。来年度も引き続き、これら 3 つの研修会を企画実施する予定である。

本年度事業内容については、外部評価委員会を設立し、事業内容報告会議を実施することで、客観性及び妥当性を担保するとともに、諸活動全般の改善案を議論することができた。これにより、来年度へ向けてより充実した事業運営に繋がると考える。

付　録

- キックオフミーティング

付録 1-1　キックオフミーティング資料

付録 1-2　（別紙-1）「課題解決型高度医療人材養成プログラム」申請書（省略）

（URL 参照：http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/08/24/1376244_01.pdf）

付録 1-3　（別紙-2）担当者一覧

- 学類教育プログラム

付録 2　放射線科学シラバス

- 履修証明プログラム

付録 3　履修証明プログラムコンテンツ案

- 第 1 回放射線健康リスク科学セミナー

付録 4　パンフレット：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/archives/410

- 第 2 回放射線健康リスク科学セミナー

付録 5-1　パンフレット：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/archives/405

付録 5-2　講演資料

- シンポジウム

付録 6　パンフレット

- RaMSEP 基礎講座

付録 7　第 1 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/43ddc95b95123c9c9bc8948df10bf719.pdf

第 2 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/cd7ecec14847caacd055f3cb0bbc28eb.pdf

第 3 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/8c8d769dc41a3525cfbb477410b683e6.pdf

第 4 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/46ada4905e1c5b4e64dffac97f861a44.pdf

第 5 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/dc14b18478d6439aec84462b3b4b948e.pdf

第 6 回：https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/wp-content/uploads/sites/17/2017/04/b4016a446e24bdd34ca166ade9887d42.pdf

- 原子力災害拠点病院指定講習会

付録 8-1　パンフレット

付録 8-2　講演資料

第1回事業推進委員会　　2016.10.12　キックオフミーティング

課題解決型高度医療人材養成プログラム

「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」

公募の概要

特に人材が不足している領域の医師等の養成について（拡充）

平成28年度予定額：０８億円（課題解決型高度医療人材養成プログラム　平成28年度予定額：9億円の内数）

領域①　放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域

課　題	教育の現状	対応策
放射線や放射線同位元素は、医学・医療領域で広く利用されているにもかかわらず、その人体への影響や防護に関して医療現場で十分に理解されているとは言えない。	放射線の人体への影響や、放射線防護と安全管理等については、コアカリ（※）に明記し、教育が行われているが、これらを専門として教える基礎系の講座を設置する大学は限られている。	医師養成の卒前・卒後教育において、放射線による人体への影響・リスク・防護についての知識を十分修得できるように、放射線に関する教育を強化することが必要。

領域②　慢性の痛みに関する領域

慢性の痛みとは　平成22年9月「慢性の痛みに関する検討会（提言）」より

- 患者数が多い疾患に伴う慢性的な痛み（関節リウマチ・椎間板ヘルニア等）
- 原因や病態が十分に解明されていない慢性的な痛み（脳卒中後疼痛等）
- 機能的要因が主な原因となって引き起こされる上記以外の慢性の痛み（慢性頭痛等にみられる痛みの一部）　等

課　題	教育の現状	対応策
・慢性の痛みを持つ患者は、生活の質が著しく低下し、就労困難を招く等、社会的損失が大きい。 ・痛みを対象とした診療に従事する人材が不足している。	慢性疼痛の基本を学ぶことや、治療の問題点を概説できることをコアカリ（※）に明記し、教育が行われているものの、慢性の痛みに関するそれぞれの専門的知見を踏まえた統合的な教育が十分に実施されているとは言い難い。	医師・看護師等の医療従事者の育成において、慢性の痛みに関する診断法や対処法等を、統合的に教えることが必要。

※医学教育モデル・コア・カリキュラム・・・卒業時までに学生が身に付けておくべき必須の実践的能力（知識・技能・態度）の到達目標をわかりやすく提示したもの。

本事業における取り組みの例（イメージ）

【領域①の取組例】　領域①：2件×20000千円（拡充）

放射線健康管理やリスクの概念、放射線と化学物質とのリスク比較等に関して体系的に学修することのできる新たな教育プログラムを構築し、普及を図るとともに、事業の継続的な実施による専門人材の養成に取り組む。

【領域②の取組例】　領域②：2件×20000千円（拡充）

医学部又は附属病院等において、慢性の痛みに関する新たな教育プログラムや研修コース等を構築し、教育を行うとともに、取組の各大学への普及に向けて、関係職種を含めた専門人材の養成等に取り組む。

テーマ①　放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域

放射線健康管理やリスクの概念、放射線と化学物質とのリスク比較等に関して体系的に学修することのできる新たな教育プログラムを構築し、普及を図るとともに、事業の継続的な実施による専門人材の養成に取り組むもの。

本プログラムは、今後の医療提供体制のあり方を見据えて、これまでの専門教育にとらわれず、新しい枠組みで医療業種を養成するものであることから、以下の項目を全て満たす事業を対象とします。

- 上記（1）に記載の各テーマの趣旨に沿った新たな教育プログラム・コースを構築すること。
- 本プログラムにより養成する職種は医師とし、医師以外の関係職種（歯科医師、看護師、薬剤師など）も養成することができることとする。
  ただし、テーマ②慢性の痛みに関する領域については、関係職種を必ず加えることとする。
- 教育プログラム・コースは、養成する人材に求められる資質や能力を涵養するために必要な教育内容を複数の科目等により体系的に編成したものとし、効果的に教育を行うこと。
  なお、テーマ②慢性の痛みに関する領域については、教育内容に多職種の協働を学ぶためのチーム医療教育を必ず含むこと。
- 新たな教育プログラム・コースを置く過程は学士課程とする。
  なお、補助期間の中間年度（平成30年度）中までに、当該教育プログラム・コースの履修により単位の取得が可能となるよう、正規の教育課程に位置付けること。
- 学士課程における教育の他に、大学院における授業科目の開設や、現職の病院等の職員を対象にした研修の開催など、現職の医療従事者の資質向上にも取り組むこと。

申請と採択

テーマ①　放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域
申請件数：7件（単独事業6件、共同事業1件）【国立6件、公立0件、私立1件】

No.	区分	申請担当大学名	連携大学名	事業名
1	国	北海道大学		放射線健康リスク科学教育プログラム
2	国	東北大学		放射線健康リスク科学教育コンソーシアム
3	国	筑波大学		放射線災害の全時相に対応できる人材養成
4	国	群馬大学		国民を守る放射線リスク管理責任者養成
5	国	福井大学		緊急被ばくに対応するチーム医療の卒前教育
6	国	長崎大学	広島大学、福島県立医科大学	放射線健康リスク科学人材養成プログラム
7	私	慶應義塾大学		放射線の人体影響に関する専門医療人の育成

①放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域　申請件数：7件　選定件数：2件

No.	区分	申請担当大学名	連携大学名	事業名
1	国	筑波大学		放射線災害の全時相に対応できる人材養成
2	国	長崎大学	広島大学、福島県立医科大学	放射線健康リスク科学人材養成プログラム

申請の概要

申請書

別紙参照

平成２８年度大学教育再生戦略推進費
「課題解決型高度医療人材養成プログラム」
申請書

【様式１】

事業の構想等

申請担当大学名 （連携大学名）	筑波大学		
テーマ	テーマ①	申請区分	単独事業
事業名 （全角20字以内）	放射線災害の全時相に対応できる人材養成		

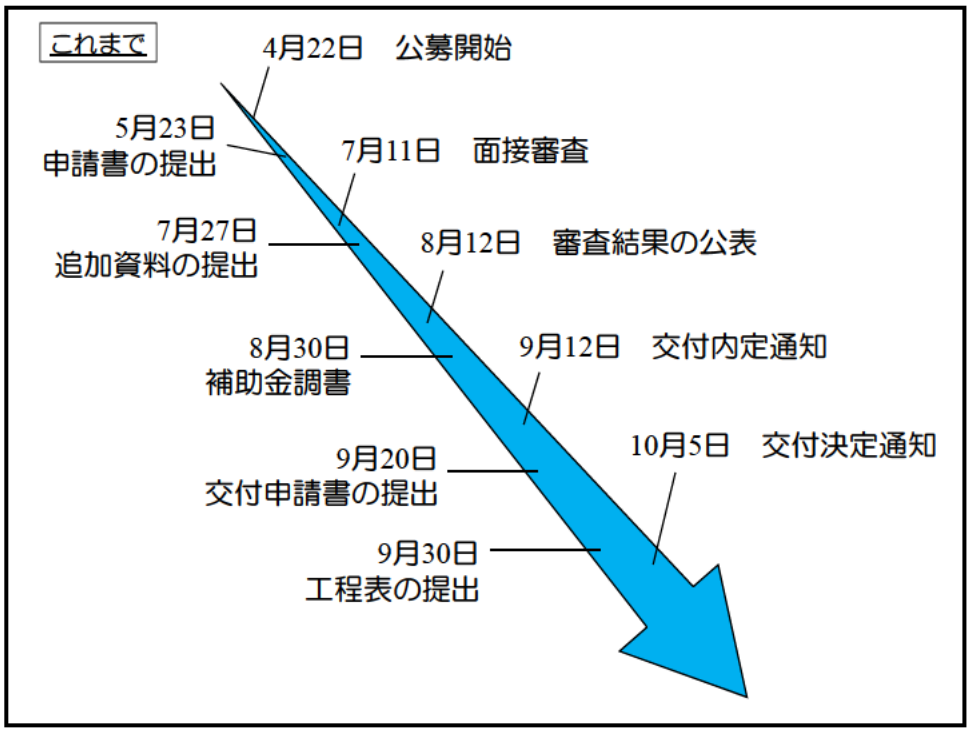
１．事業の構想　※事業の全体像を示した資料(ポンチ絵A4横1枚)を末尾に添付すること。

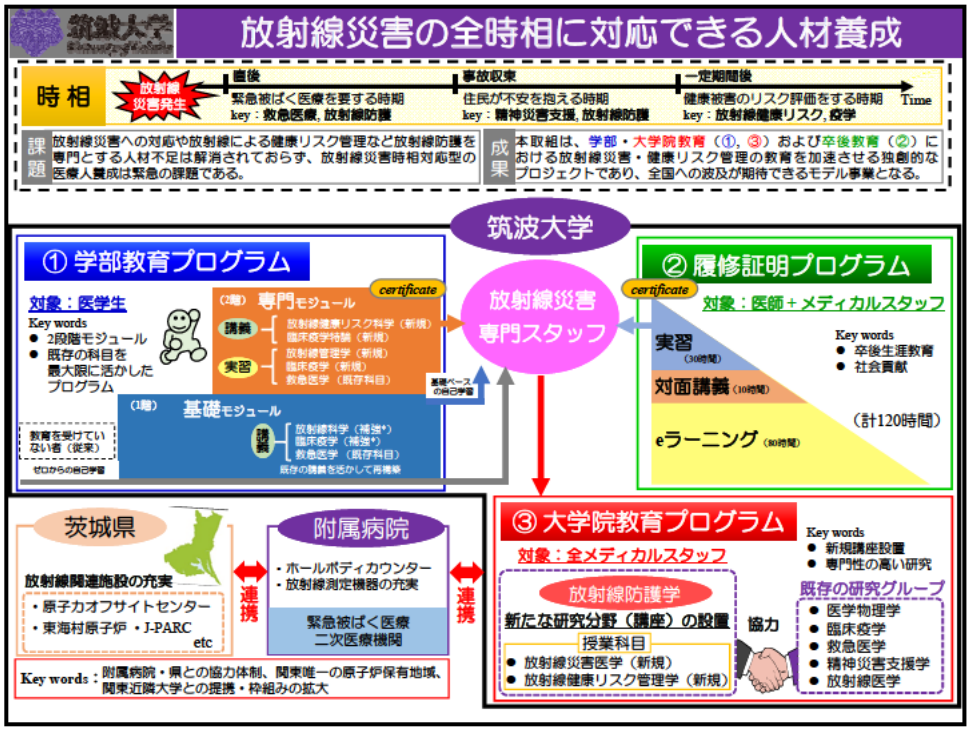
（１）事業の全体構想

①事業の概要等

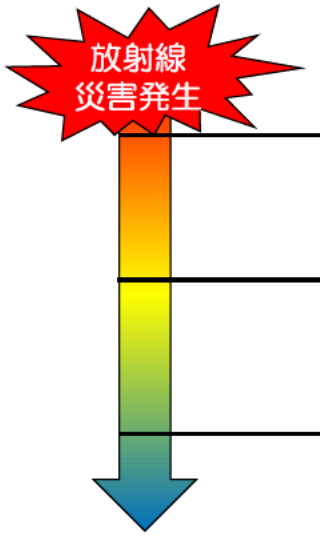
〈テーマに関する課題〉
医学における放射線の専門グループとしては、古くから画像診断を専門とする放射線診断科があり、近年ではがんプロフェッショナル養成および基盤推進プランの成功により放射線治療専門医も増加している。これらのグループは放射線を扱う専門家であるが、放射線の人体への影響・放射線から身を守る手段・リスクコミュニケーションなどの知識と技術を有する放射線防護の専門家ではない。そのため、福島第一原子力発電所の事故において、放射線というkey wordが合致するという理由だけで**放射線診断医や放射線治療医が専門外である放射線防護に関する活動を余儀なくされ、独学で学習しながら対応**にあたっていた。この事例を通し、**従来の医学教育では放射線の基礎教育が不足**していたことが浮き彫りとなった。福島原発事故から5年を経過した現在は、災害からの復興期に入っている。しかし、疫学が必要な**放射線による健康リスク管理を専門とする医師はさらに少ない**状況であり、放射線災害の全時相に対応できる人材養成は喫緊の課題となっている。

〈事業の概要〉（４００字以内厳守）
放射線災害には、災害発生時の「あらゆる被ばく・汚染を伴うあらゆる傷病者」に対する緊急被ばく医療から、復興期の継続的な放射線に対する健康管理まで、**各災害時相に対応する人材が必要**となる。本プログラムは、この分野を担う主に医師を養成するための**教育システムを構築**することを目的とする。具体的には下記の3本立てとする。
① **学部教育**：既存の科目を最大限に活かしたプログラム
② **卒後生涯教育**（履修証明プログラム）：既に資格を有している医師とその他のメディカルスタッフを対象としたプログラム（医療従事者の資質向上）
③ **大学院教育**（新たな研究分野の設置）：学部および卒後教育の延長線上で研究も視野に入れたプログラム


これまで
4月22日　公募開始
5月23日
申請書の提出
7月11日　面接審査
7月27日
追加資料の提出
8月12日　審査結果の公表
8月30日
補助金調書
9月12日　交付内定通知
9月20日
交付申請書の提出
10月5日　交付決定通知
9月30日
工程表の提出


筑波大学
放射線災害の全時相に対応できる人材養成
時相
放射線災害発生
直後
緊急被ばく医療を要する時期
key：救急医療, 放射線防護
事故収束
住民が不安を抱える時期
key：精神災害支援, 放射線防護
一定期間後
健康被害のリスク評価をする時期
key：放射線健康リスク, 疫学
Time
課題
放射線災害への対応や放射線による健康リスク管理など放射線防護を専門とする人材不足は解消されておらず、放射線災害時相対応型の医療人養成は緊急の課題である。
成果
本取組は、学部・大学院教育（①, ③）および卒後教育（②）における放射線災害・健康リスク管理の教育を加速させる独創的なプロジェクトであり、全国への波及が期待できるモデル事業となる。
筑波大学
放射線災害専門スタッフ
① 学部教育プログラム
対象：医学生
Key words
● 2段階モジュール
● 既存の科目を最大限に活かしたプログラム
certificate
(2階) 専門モジュール
講義
放射線健康リスク科学（新規）
臨床疫学特論（新規）
実習
放射線管理学（新規）
臨床疫学（新規）
救急医学（既存科目）
基礎ベースの自己学習
(1階) 基礎モジュール
講義
放射線科学（補強*）
臨床医学（補強*）
救急医学（既存科目）
既存の講義を活かして再構築
教育を受けていない者（従来）
ゼロからの自己学習
② 履修証明プログラム
certificate
対象：医師＋メディカルスタッフ
実習 (30時間)
対面講義 (10時間)
eラーニング (80時間)
(計120時間)
Key words
● 卒後生涯教育
● 社会貢献
茨城県
放射線関連施設の充実
・原子力オフサイトセンター
・東海村原子炉 ・J-PARC
etc
連携
附属病院
・ホールボディカウンター
・放射線測定機器の充実
緊急被ばく医療
二次医療機関
連携
Key words：附属病院・県との協力体制、関東唯一の原子炉保有地域、関東近隣大学との提携・枠組みの拡大
③ 大学院教育プログラム
対象：全メディカルスタッフ
放射線防護学
新たな研究分野（講座）の設置
授業科目
● 放射線災害医学（新規）
● 放射線健康リスク管理学（新規）
協力
既存の研究グループ
● 医学物理学
● 臨床疫学
● 救急医学
● 精神災害支援学
● 放射線医学
Key words
● 新規講座設置
● 専門性の高い研究

放射線災害の全時相



直　後

緊急被ばく医療を要する時期

key：**救急医療、放射線防護**

事故収束

住民が不安を抱える時期

key：**精神災害支援、放射線防護**

一定時間後

健康被害のリスク評価をする時期

key：**放射線健康リスク、疫学**

放射線災害への対応や放射線による健康リスク管理など放射線防護を専門とする人材不足は解消されておらず、放射線災害時相対応型の医療人養成は緊急の課題である。

3つのプログラム

課題解決型高度医療人材養成プログラム

「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」

学部教育	卒後生涯教育	大学院教育
放射線災害専門スタッフ養成コース（学類） 【対象】 学類（部）生	放射線災害専門スタッフ養成プログラム（履修証明プログラム） 【対象】 医師、診療放射線技師、臨床検査技師、医学物理士等のメディカルスタッフ	「放射線防護学」分野（博士課程（医学）） 【対象】 筑波大学の博士課程に入学できる資格を有する者
6年	1年	4年

学類のプログラム

H30年度開始

申請時　→　要検討！

専門モジュール

リスクコミュニケーションなどを含む放射線災害時に対応できる高度な知識

講義
- 放射線健康リスク科学（新規）
- 臨床疫学特論（新規）

実習
- 放射線管理学（新規）
- 臨床疫学（新規）
- 救急医学（既存科目）

選　択

放射線災害時に必要となる最低限の知識

講義
- 放射線科学（補強*）
- 臨床疫学（補強*）
- 救急医学（既存科目）

*既存の講義を活かして再構築

必　修

基礎モジュール

既存のプログラムを大きく変更することなく-----

卒後生涯教育（履修証明プログラム）

H30年度開始、H29年募集
→　内容の検討、パンフの作成
　　準備（eラーニングの収録等）

［計120時間］

- 120時間中80時間をeラーニングでカバー（社会人対応型のプログラム）
- 実習の一部と対面講義は各職種に特化した内容とする。
- 「多職種で共通する内容」と「職種に特化した内容」に関しては、採択後に精査する。

大学院のプログラム

放射線健康リスク科学

- 放射線災害時の全時相に対応できる人材を養成するための指導者コースとして位置づけ
- 研究分野（講座）として「放射線防護学」を新設
- 教授と講師を配置する予定であるが、幅広い視野での研究を進めるため、既存の研究グループを有効活用する。

H30年度開始、H29年募集　→　募集要項

（履修要件）

- 所属するコースの必修科目（13単位）
- 専門科目（9単位）

講　義

放射線健康リスク管理学（4単位）　Radiation Health Risk Management

放射線災害医療学（2単位）　Radiation Disaster Medicine

集中講義・実　習

放射線科学－その基礎理論と応用－（1単位）　Basis and Application in Radiological Science

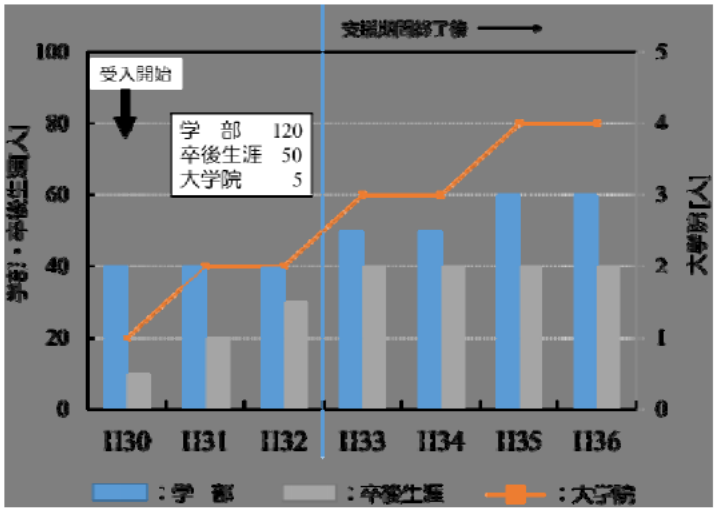
演　習

課題解決型放射線科学演習（1単位）　Seminar in Radiological Science for Resourceful Skill

- 選択科目（8単位以上）ただし、下記の中から3単位以上履修すること。

診断医学物理学講義（2単位）*、治療医学物理学（6単位）*
臨床研究と統計学（1単位）*臨床試験論（2単位）、医生物統計学概論（1単位）、
医生物統計学特論（2単位）、医生物統計学実習（1単位）、疫学特論（1単位）、
臨床外科学特論Ⅰ（2単位）、臨床外科学特論Ⅱ（2単位）、
臨床外科学演習Ⅰ（2単位）、臨床外科学演習Ⅱ（2単位）

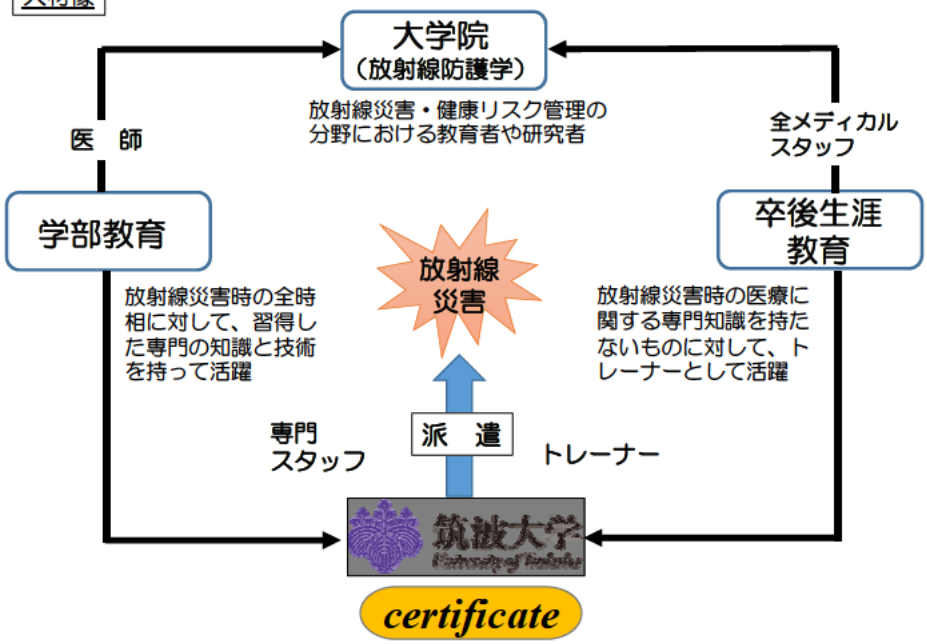
*がんプロ科目



支援期間内
- 学　部　：120人
- 卒後生涯：　50人
- 大学院　：　 5人

支援期間後
- 学　部　：40~60人/年
- 卒後生涯：　40人/年
- 大学院　：　3~4人/年

人材像



推進委員会からの主なコメント

〇：優れた点等、●：充実を要する点等

〇放射線災害の急性期、収束期、復興期の特徴のいずれにも対応できる人材養成を目標とし、**臨床疫学教育を重要視している点が特徴的**である。

〇放射線災害全時相を学習できるカリキュラムを学部教育、卒後生涯教育、大学院教育という3本立てで教育システムを構築する点は、基礎教育、実践、研究をつなぐことにもなり、高く評価できる。

〇**現行の学部教育を基盤に教育プログラム内容を改正していく点は、実現可能性が高いと評価**できる。また、卒後生涯教育をeラーニングで支援することにより、実践現場の人材育成と発展につながることが期待される。

〇**放射線防護学関連の講座を新設することにより、研究のさらなる継続と発展が期待**される。

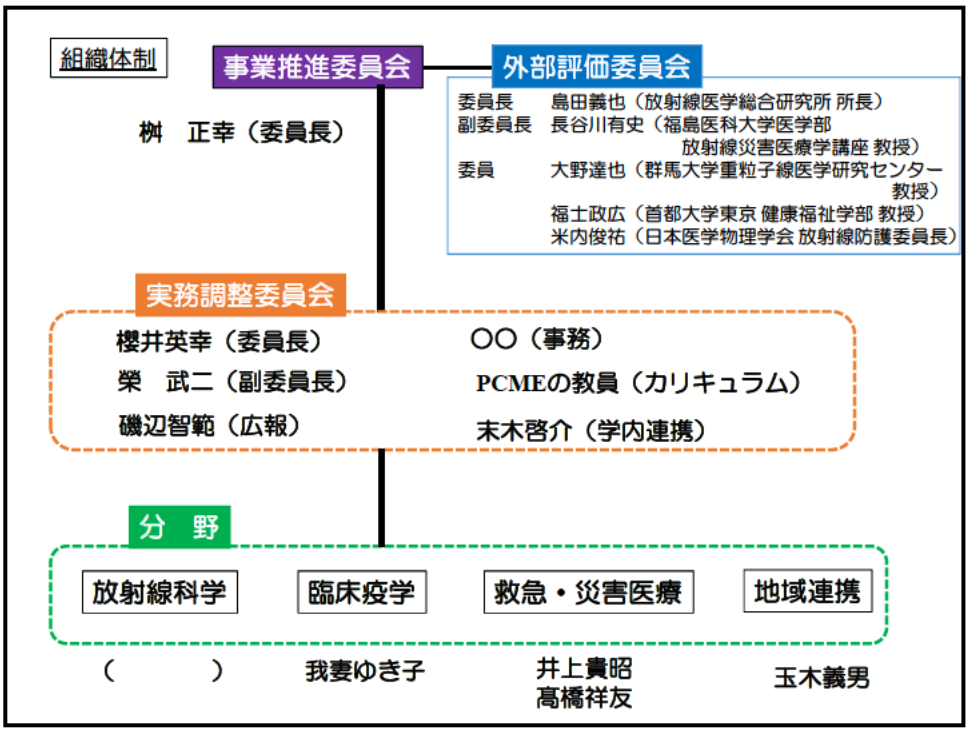
●茨城県等との緊密な連携体制を構築するとともに、地域を巻き込んだ被ばく対策等について、具体的な検討が望まれる。

●補助期間終了後も本事業を確実に継続するための計画を具体的に検討する必要がある。

●他大学等の参考となるよう本事業に係る取組や成果等を積極的に情報発信するなど、事業の普及・展開に努める必要がある。

メンバーリスト

別紙参照



今後の予定

今後のスケジュール

平成28年度

	10月	11月	12月
全　体	キックオフ	事務局設置 HP立ち上げ 外部評価委員の先生への正式依頼	事務員配置 研修会（外部講師）
学　類		測定器などの設備備品	
大学院	科目の決定		
履修証明		eラーニング収録環境 シラバス	技術補佐員配置 非常勤講師の手続き

今後のスケジュール

平成28年度

	1月	2月	3月
全　体	教員配置 パンフレットの作成	シンポジウム開催	自己点検評価 年次報告書の作成 委員会の開催
学　類		カリキュラム調整に着手	
大学院	シラバス		
履修証明	eラーニング収録開始		

平成29年度

- 募集：大学院、履修証明プログラム
- 講義、実習：本格準備
- カリキュラムの調整（特に学類）
- 委員会の開催
- ホームページの改訂
- シンポジウムの開催
- 自己点検評価の実施
- 年次報告書の作成

平成30年度

- 学生受け入れ

予　算

28 受文科高第 1221 号

平成 28 年度大学改革推進等補助金「大学・大学院及び附属病院における人材養成機能強化事業（課題解決型高度医療人材養成プログラム）」交付決定通知書

国立大学法人筑波大学長　殿

さきに交付申請のありました平成 28 年度大学改革推進等補助金「大学・大学院及び附属病院における人材養成機能強化事業（課題解決型高度医療人材養成プログラム）」については、大学改革推進等補助金交付要綱第 5 条第 1 項の規定に基づき、下記のとおり交付することに決定しましたので、通知します。

平成 28 年 10 月 5 日

文部科学大臣　松 野　博

記

1．補助金の交付の対象となる事業名称は次のとおりであり、その内容は交付申請書に記載のとおりとする。

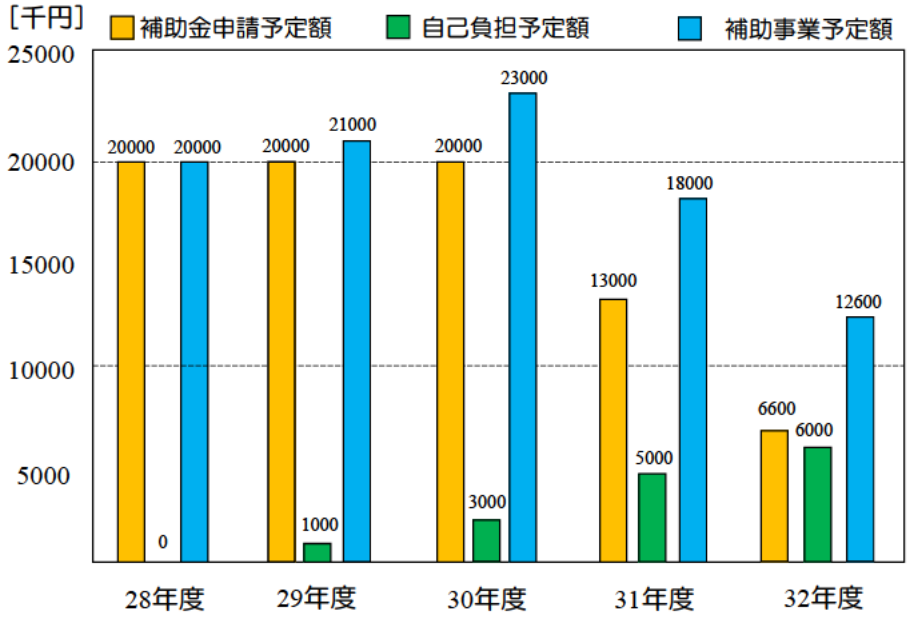
事 業 名 称：放射線災害の全時相に対応できる人材養成

2．補助対象経費及び補助金の額は次のとおりであり、各補助対象経費の額は交付申請書記載のとおりとする。

補助対象経費の総額：20,000 千円
補助金交付決定額：20,000 千円

予　算

事業実施期間に係る補助事業予定額



今年度（ざっくり）

- 設備備品（670万）：eラーニング収録システム、放射線測定器
- 消耗品（240万）：事務運営、授業の準備 等
- 人件費（680万）：教員2、事務員1、技術補佐1
- 謝金（60万）：eラーニング、シンポジウム、研修
- 旅費（100万）：国内学会、eラーニング、シンポジウム、研修
- その他（200万）：外注、印刷、通信運搬、諸経費

✓ FAIR ----- ひとまず榮
✓ 必要（本事業に関連）に応じて榮まで連絡
  - ➢ 消耗品
  - ➢ 旅　費

その他

国医会議発第 150 号
平成 28 年 9 月 26 日

筑波大学医学医療系
教授　櫻井　英幸　殿

国立大学医学部長会議
教育制度・カリキュラムに関する小委員会
放射線の健康リスク科学教育の必修化 WG
座　長　　下 川　　功　　（公印省略）

平成 28 年度第 2 回放射線の健康リスク科学教育の必修化 WG
開催について（通知）

開催日時　　平成 28 年 10 月 13 日（木）13：15～14：45

開催場所　　国立大学医学部長会議事務局　8 階会議室
〒113-0034　東京都文京区湯島 1-3-11　お茶の水プラザビル 8 階

議　　題　1）必修化に向けた今後の予定と意見交換
2）その他

以上

担当者一覧

	氏名	所属・職名	Eメールアドレス
	（事業責任者）		
1	桝 正幸	医学群長	[redacted]
2	田中 誠	医学類長	[redacted]
3	櫻井 英幸	臨床医学域 放射線腫瘍学 教授	[redacted]
4	榮 武二	生命医科学域 医学物理学 教授	[redacted]
5	我妻 ゆき子	保健医療学域　臨床疫学 教授	[redacted]
6	井上 貴昭	臨床医学域 救急・集中治療医学 教授	[redacted]
7	原 晃	医学医療系長	[redacted]
8	千葉 滋	大学院人間総合科学研究科疾患制御医学専攻長	[redacted]
9	土屋 尚之	大学院人間総合科学研究科生命システム医学専攻長	[redacted]
10	松村 明	附属病院長	[redacted]
11	原 尚人	臨床医学域 乳腺内分泌外科学 教授	[redacted]
12	玉木 義男	茨城県地域臨床教育センター 教授	[redacted]
13	二宮 治彦	医学群医療科学類長	[redacted]
14	坪井 康次	陽子線医学利用研究センター長	[redacted]
15	南 学	臨床医学域 応用放射線医学 教授	[redacted]
16	川上 康	臨床医学域 臨床検査医学 教授	[redacted]
17	新井 哲明	臨床医学域 精神医学 教授	[redacted]
18	高橋 祥友	臨床医学域 精神災害支援学 教授	[redacted]
19	前野 貴美	医学群医学群医学教育企画評価室 講師	[redacted]
20	高屋敷 明由美	医学群医学群医学教育企画評価室 講師	[redacted]
21	奥村 敏之	臨床医学域 放射線腫瘍学 准教授	[redacted]

22	石川 仁	臨床医学域 放射線腫瘍学 准教授	[redacted]
23	鈴木 英雄	臨床医学域 医学教育学 准教授	[redacted]
24	五所 正彦	保健医療学域　臨床試験・臨床疫学 准教授	[redacted]
25	馬 恩博	保健医療学域　臨床疫学 助教	[redacted]
26	上野 悟	保健医療学域　臨床疫学 助教	[redacted]
27	熊田 博明	生命医科学域 医学物理学 准教授	[redacted]
28	安岡 聖	生命医科学域 医学物理学 講師	[redacted]
29	照沼 利之	生命医科学域 医学物理学 助手	[redacted]
30	松田 学	生命医科学域　講師 （医学医療系アイソトープ施設主任者)	[redacted]
31	末木 啓介	アイソトープ環境動態センター アイソトープ基盤研究部門 教授	[redacted]
32	古川 純	アイソトープ環境動態センター アイソトープ基盤研究部門 准教授	[redacted]
33	坂口 綾	アイソトープ環境動態センター アイソトープ基盤研究部門 准教授	[redacted]
34	横田 浩	附属病院放射線部 技師長	[redacted]
35	南木 融	附属病院臨床検査部 技師長	[redacted]
36	上妻 行則	医療科学類 助教	[redacted]
37	磯辺 智範	臨床医学域 医学物理学 准教授	[redacted]

#●-● 放射線の基礎

Coordinator　櫻井 英幸、坪井 康次、
榮　武二
Sub-coordinator　磯辺 智範

１．一般学習目標：ＧＩＯ　（コースの概要）

放射線の基本事項について理解を深めることで、放射線の健康リスクまで科学的に議論できる力を養う。

２．個別学習目標：ＳＢＯｓ（コースにおいて学ぶこと）

１）放射能・放射線の単位、種類、性質を説明できる。
２）放射性崩壊の特徴について説明できる。
３）環境放射線被ばくと医療被ばくの違いについて説明できる。
４）放射線被ばくの形式（内部被ばくと外部被ばく）を説明できる。
５）放射線の人体への影響（急性障害と晩発影響等）を説明できる。
６）生物作用の化学的過程、細胞損傷と応答、細胞死と修復について説明できる。
７）放射線の種類による生物学的影響の違いを説明できる。
８）放射線の臓器による生物学的影響の違いについて説明できる。
９）低線量被ばくの影響について説明できる。

３．学習の進め方

放射線科学を理解するための基礎事項について 3 回の講義形式で行う。
終了後には小テストを行う。

４．リソースパーソン

自習やグループ学習で疑問が解決しない時など、積極的に活用して下さい。

教員名	専門分野	連絡先（PHS または Email アドレス）	場　所
・櫻井 英幸	放射線腫瘍学	[redacted]	陽子線センター
・坪井 康次	放射線生物学	[redacted]	陽子線センター
・榮　武二	医学物理学	[redacted]	陽子線センター
・磯辺 智範	医学物理学	[redacted]	陽子線センター
・奥村 敏之	放射線腫瘍学	[redacted]	陽子線センター
・石川　仁	放射線腫瘍学	[redacted]	陽子線センター
・熊田 博明	医学物理学	[redacted]	陽子線センター
・安岡　聖	医学物理学	[redacted]	陽子線センター
・照沼 利之	医学物理学	[redacted]	陽子線センター
・松本 孔貴	放射線生物学	[redacted]	陽子線センター

５．教科書

参考書：　The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103)
著　者：　International Commission on Radiological Protection (ICRP)
出版社：　―　　ISBN：　―　　価格：　―
コメント：　ICRP がまとめた放射線防護体系にかんする基本原則。
URL: http://www.icrp.org/docs/ICRP%20TG84%20Summary%20Report.pdf

参考書：　叢書(31)図解放射線防護ミニマム基礎知識
著　者：　日本放射線技術学会 放射線防護部会
出版社：　日本放射線技術学会　　ISBN：　―　　価格：　2,300 円
コメント：　これから放射線防護を学びたい初学者や、改めて放射線防護を学びたいという医療従事者を対象とした放射線防護に関する教育書。

参考書： Radiobiology for the radiologist
著　者： Hall EJ, Giaccia AJ
出版社： Lippincott Williams & Wilkins　　ISBN： ―　　価格： ―
コメント： 世界で一番読まれている放射線生物学の教科書。専門医やこれから放射線に関わる医療に携わろうとする人を対象に書かれている。訳本も出ている。

参考書： 放射線医科学 -生体と放射線・電磁波・超音波-
著　者： 大西武雄、松本英樹、近藤 隆、島田義也、田内 広、平岡真寛、三浦雅彦、宮川 清、宮越順二
出版社： 医療科学社　　ISBN： 9784860034818　　価格： 3,000 円
コメント： 本書は、放射線に関する物理学・生物学・化学の基礎医学から、診断・治療への応用という臨床までの最重要項目を、最新の研究成果を踏まえて幅広くカバーしている。

参考書： 虎の巻 低線量放射線と健康影響 先生、放射線を浴びても大丈夫？と聞かれたら
著　者： 土居雅広、神田玲子、米原英典、吉永信治、島田義也
出版社： 医療科学社　　ISBN： 9784860034283　　価格： 2,300 円
コメント： 本書は放射線を安全に利用するために定められている規制の仕組みから健康影響リスクまでを網羅的に解説している。

６．その他の学習リソース

参考書： Communication radiation risks in paediatric imaging: Information to support health care discussions about benefit and risk
著　者： World Health Organization (WHO)
出版社： ―　　ISBN： 9789241510349　　価格： ―
コメント： WHO によりまとめられた小児放射線診断における健康リスクに関する知見。
URL: http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/radiation-risks-paediatric-imaging/en/

参考書： Summary Report of ICRP Task Group 84
著　者： International Commission on Radiological Protection (ICRP)
出版社： ―　　ISBN： ―　　価格： ―
コメント： ICRP がまとめた日本の原子力発電所事故で明らかにされたこと、および放射線防護システムの改善への提言。
URL: http://www.icrp.org/docs/ICRP%20TG84%20Summary%20Report.pdf

参考書： UNSCEAR 2013 Report: “Sources, effects and risks of ionizing radiation”.
著　者： United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
出版社： ―　　ISBN： ―　　価格： ―
コメント： ・第 1 巻「国連総会への報告 および 付属文書 A」
http://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_GA_Report.pdf
http://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_Annex_A.pdf
・第 2 巻　付属文書 B「小児における放射線被ばくの影響」
http://www.unscear.org/docs/reports/2013/UNSCEAR2013Report_AnnexB_Children_13-87320_Ebook_web.pdf

参考書： IAEA Safety Standards / Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards
著　者： International Atomic Energy Agency (IAEA)
出版社： ―　　ISBN： 9789201353108　　価格： ―
コメント： IAEA が定めた電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準(BSS)。
http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf

７．評価

特に指定しない。

８．講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	放射線科学に必要な基礎知識	榮　武二	原子の構造、放射線の種類と単位、放射性崩壊、放射線と物質の相互作用、放射線被ばくの形式、環境放射線と医療放射線
2	放射線生物学１	坪井康次	放射線生物学とはどのような学問か、放射線の細胞への影響、アポトーシスとネクローシス、DNA 損傷と修復
3	放射線生物学２	坪井康次	放射線化学的反応、電離と励起、ラジカル、直接作用と間接作用、酸素効果、粒子線と電離放射線の違い

９．時間割

	月	火	水	木	金
	8 月 28 日	8 月 29 日	8 月 30 日	8 月 31 日	9 月 1 日
1	夏季休業 （7 月 12 日-8 月 31 日）				
2					
3					
4					
5					
	9 月 4 日	9 月 5 日	9 月 6 日	9 月 7 日	9 月 9 日
1					
2					#●-●-3_放射線生物学 2 (坪井(康))
3				#4-5-1_放射線と生活、健康、医療 (櫻井(英))	#4-5-2_放射線腫瘍学の基礎 (石川(仁))
4				#●-●-1_放射線科学に必要な基礎知識 (榮)	#4-5-3_現在のがん診療と放射線腫瘍医の役割り
5				#●-●-2_放射線生物学 1 (坪井(康))	#4-5-4_まとめ (櫻井(英))

履修証明プログラム コンテンツ案

	大項目	中項目	コンテンツ	担当講師候補	依頼する授業内容（目安）	キーワード
1	放射線物理学	基礎物理学	基礎①	[redacted]	基礎物理（力学、電磁気学、熱力学・統計力学、量子力学、原子核物理学）	基礎物理（特殊相対論、量子論、原子（核）の構造）、放射能・放射線の種類と単位（放射線の種類、単位、放射性崩壊、発生原理）、光子と物質との相互作用（トムソン散乱、レイリー散乱、光電効果、コンプトン散乱、電子対生成、光核反応）、X線の性質（減弱（半価層）、線質、平均自由行程、実効エネルギー、組織における吸収と実効原子番号）、電子線と物質との相互作用（弾性散乱、衝突損失、放射損失、チェレンコフ、減弱曲線、飛程）、重荷電粒子と物質との相互作用（ブラッグ曲線、阻止能、飛程、ベーテブロッホの式）、中性子と物質との相互作用（中性子の分類、相互作用の種類）
2			基礎②	[redacted]		
3			応用①	[redacted]	光子と物質の相互作用	
4			応用②	[redacted]	荷電粒子と物質の相互作用	
5			関連①	[redacted]	中性子の特性	
6			関連②	[redacted]	抜けていて必要なこと（加速器工学?etc）	
7			先端①	[redacted]		
8			先端②	[redacted]	研究関連？放射線の産業利用（よく講義しているらしい）？	
9		治療物理学	基礎①	[redacted]	放射線治療装置	放射線治療装置（放射線発生装置と原理、加速器、ビーム輸送系、照射野形成系、密封小線源、照合システム、呼吸同期システム）、線量計測（線量の定義と単位、原理、方法、線量校正、標準測定法、PDD、TAR、TMR、TPR、OPF、PDI、LET分布、2次元検出器、3次元検出器、γ解析）、治療計画（CT-EDテーブル、CT-RSPテーブル、線量計算アルゴリズム、X線・粒子線・中性子線の線量計算、ICRU体積の定義、外部照射法、SRT、IMRT、TBI、TSEI）、小線源治療と治療計画（HDR、LDR、組織内、腔内、モールド、線源位置照合）、線量分布評価（微分型DVH、積分型DVH、線量指標、体積指標、耐容線量、NSD、TDF、TCP、NTCP）、患者固定（固定具、固定法）、位置照合（線量への影響、X線透視、2D kV/MV画像、CBCT、超音波）、画像レジストレーション（IGRT、フュージョン、デフォーメーション）、モーションマネージメント（4D-CT、ゲーティング、動体追跡、呼吸性移動対策）、QA/QC（アクセプタンステスト、コミッショニング）
10			基礎②	[redacted]	標準測定法12	
11			応用①	[redacted]	線量計算アルゴリズム	
12			応用②	[redacted]	高精度照射技術（IMRTなど、粒子線も）	
13			関連①	[redacted]	QA/QC	
14			関連②	[redacted]	小線源	
15			先端①	[redacted]	BNCT	
16			先端②	[redacted]	セットアップ関連（動体追跡等）、治療計画（fusion、deform）などの研究	
17		診断物理学	基礎①	[redacted]	X線撮影、透視	X線撮影、透視装置（X線の性質、X線装置と付属機器、画像センサ、X線造影剤、X線画像の形成と画質、I I、FPD、IP、NEQ、DQE）、X線CT装置（X線CTの原理、X線CT装置の構成、画像形成、サイノグラム、逐次近似法、FBP法、造影剤、画質特性、空間分解能、線量、画質、アーチファクト）、MRI装置（核磁気モーメント、磁気共鳴信号、MRI画像の形成、周波数エンコード、位相エンコード、k空間、超電導磁石、永久磁石、傾斜磁場コイル、MRA、拡散強調画像、MRS、fMRI、FLAIR、脂肪抑制、SNI比、SAR、アーチファクト）、超音波（音速、波長、音響インピーダンス、反射、散乱、減衰、ドプラ法、プローブ、圧電素子、ビームフォーミング、音響レンズ、アーチファクト、超音波造影剤、ハーモニックイメージング、超音波エラストグラフィ、集束超音波治療）
18			基礎②	[redacted]	CT	
19			応用①	[redacted]	画質評価、画像再構成	
20			応用②	[redacted]	MRI基礎（関連では研究の話もOK）	
21			関連①	[redacted]		
22			関連②	[redacted]	超音波（他に話せる先生がいれば）	
23			先端①	[redacted]	fMRI、MRSなど研究の話も	
24			先端②	[redacted]	画像工学関連研究	
25		核医学物理学	基礎	[redacted]	放射性同位元素、医薬品、SPECT、PET	放射性同位元素（α壊変、β壊変、γ放射、核異性体転移、内部転換、サイクロトロン、原子炉、ジェネレータ、自動合成装置）、放射性医薬品（特徴、単光子放出核種の標識化合物、陽電子放出核種の標識化合物）、測定装置（分子イメージング、ガンマカメラ、シンチレータ、光電子増倍管、アンガー型、SPECT装置、PET装置、同時計数（散乱・偶発）、TOF）、画像処理（フィルタ処理、平滑化、低域通過型、先鋭化、減弱補正、散乱補正、分解能補正、統計解析画像、画像再構成）、トレーサ動態、定量解析（代謝パラメータ、機能情報、コンパートメントモデル、定量解析）、ガンマカメラ（固有・総合性能評価、SPECT装置の性能評価）、PET（性能評価）QA/QC
26			応用	[redacted]		
27			関連	[redacted]	画像再構成、品質管理	
28			先端	[redacted]	研究関連	
29	放射線生物	放射線生物学	基礎①	[redacted]	基礎（確定的影響・確率的影響、分子レベル、細胞レベル、臓器組織レベル）	確定的影響と確率的影響（遺伝的影響と身体的影響を含む）、分子レベルの影響（直接作用、間接作用、ラジカル、希釈効果、酸素効果、保護効果、温度効果、SSB、DSB、塩基損傷、損傷からの修復（NHEJ、HR））、細胞レベルの影響（細胞周期と感受性、アポトーシス、ネクローシス、生存率曲線（1標的1ヒットモデル、多標的1ヒットモデル、LQモデル）、回復（SLD、PLD）、突然変異）、臓器・組織レベルの影響（ベルゴニー・トリボンドーの法則、臓器の感受性、造血臓器の影響、生殖腺の影響、小腸の影響、皮膚の影響、水晶体の影響）、個体レベルの影響と胎児への影響（骨髄死、腸死、中枢神経死、胎児影響）、放射線の修飾要因（LET、RBE、DDREF、放射線防護剤、増感剤）
30			基礎②	[redacted]		
31			応用①	[redacted]	生存率曲線（1標的1ヒットモデル、多標的1ヒットモデル、LQモデル）	
32			応用②	[redacted]	放射線の修飾要因（LET、RBE、DDREF、放射線防護剤、増感剤）	
33			関連①	[redacted]	温熱療法	
34			関連②	[redacted]	放射線治療の腫瘍学（臨床、治療成績など）	
35			先端①	[redacted]	X線・陽子線治療における生物学の研究	
36			先端②	[redacted]	BNCTにおける生物学の研究	
37		施設管理	基礎	[redacted]	放射線防護に関する関連法規を2コマ分	関係法規（原子力基本法、原子炉等規制法、放射線障害防止法、医療法（医療法施行規則）、薬事法（薬事法施行規則、放射線医薬品の製造および取扱規則）、労働基準法、労働安全衛生法（電離放射線障害防止規則）、国家公務員法（人事院規則））、管理区域と施設検査（法定基準値等を含む）、線量モニタリング（空間線量率、空気中濃度、表面汚染密度、排気・排水濃度）、放射線発生装置の安全取り扱い（放射線発生装置の取扱い）、密封・非密封放射性同位元素の安全取り扱い（密封・非密封放射性同位元素の取扱い）、施設設計と遮蔽計算（施設設計、遮蔽計算、シミュレーション）、汚染検査と除染（放射性廃棄物の処理なども含む）、放射化物とその取り扱い（クリアランスレベルなどについても）
38			応用	[redacted]		
39			関連	[redacted]	遮蔽設計（リニアック、粒子線の中性子線量評価など）	
40			先端	[redacted]	放射化物とその取り扱い（クリアランス関連）	
41	放射線計測・防護学	放射線防護学	基礎①	[redacted]	ミニマム講習会で話すような概論を2コマ分に分けて	放射健康リスク科学の基本概念（3原則（正当化・最適化・線量限度の適用）、3つの被ばく状況（計画・緊急時・現存））、放射線防護に関わる国内外の主な組織（国外：ICRP、UNSCEAR、IAEA、WHO、ICRU、国内：原子力規制委員会、医療放射線防護連絡協議会、J-RIME）、放射線被ばく状況と放射線防護に関わる基準値（通常被ばく、潜在被ばく、公衆被ばく、医療被ばく、職業被ばく、線量限度、線量拘束値、診断参考レベル）、被ばくの形式（均等被ばくと不均等被ばく、外部被ばくに対する防護対策（3原則：時間・遮蔽・距離）、託実効線量、内部被ばくに対する防護対策（5原則（3D2C）：希釈・分散・除去・閉じ込め・集中）、健康診断？外部被ばくの測定技術とモニタリング、内部被ばくの評価法（体外計測法、バイオアッセイ法）、預託線量）、放射線防護で扱う3つの量（物理量（フルエンス、照射線量、カーマ、吸収線量、放射能）、実用量（周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量、1 cm線量当量、3 mm線量当量、70 μm線量当量、ICRU球、スラブファントム、数学ファントム、線質係数）、防護量（放射線加重係数、組織加重係数、実効線量、等価線量））、低線量被ばくとその考え方（線量放射線の健康影響推定の難しさ、研究の現状と低線量リスク、DDREF、低線量放射線影響に関する国際機関の考え）、放射線防護のエビデンス
42			基礎②	[redacted]		
43			応用①	[redacted]	ICRPの放射線防護原則	
44			応用②	[redacted]	デトリメントなどトピックス	
45			関連①	[redacted]	小児・女性の被ばくに関するトピックス	
46			関連②	[redacted]	低線量被ばくのエビデンス（チェルノブイリ、広島・長崎など）	
47			先端①	[redacted]	福島関連（災害、復興、職員・住民線量評価など）	
48			先端②	[redacted]	水晶体被ばくの国際的枠組み	
49		放射線計測学	基礎①	[redacted]	放射線概論（線量概念、空洞理論、荷電粒子平衡、気体検出器の紹介：再結合領域、電離箱領域、比例領域、境界領域、GM領域、放電領域）	放射線計測学概論（線量概念（照射線量・吸収線量）、空洞理論、荷電粒子平衡、絶対測定、相対測定、立体角）、電離作用を利用した放射線計測機器（気体の電離作用、印加電圧と収集電荷、電離箱、比例計数管、GM計数管）、発光作用を利用した放射線計測機器（シンチレータ、光電子増倍管）、半導体を利用した放射線計測機器（原理、特性など）、個人被ばく線量計（熱ルミネセンス線量計、OSL、ガラス線量計など）、エネルギー計測（分解能、波高分析器、スペクトル補正など）、放射線防護領域の計測（個人モニタリング、環境モニタリング、試料測定、核種分析）
50			基礎②	[redacted]		
51			応用①	[redacted]	各測定器の詳細	
52			応用②	[redacted]		
53			関連①	[redacted]	各測定器の詳細で足りない部分	
54			関連②	[redacted]	粒子線測定関連研究紹介	
55			先端①	[redacted]		
56			先端②	[redacted]	中性子測定研究紹介	
57		医療放射線防護	基礎①	[redacted]	診断参考レベル概論	放射線診断の目的と診断参考レベル（医療被ばくの最適化、診断参考レベルの概要）、X線撮影（一般撮影、乳房撮影、透視・IVR）での被ばくと評価法（入射表面線量、平均乳腺線量、透視線量率、測定値の解釈を含む）、X線CTでの被ばくと評価法（DLP、CTDIvol、測定値の解釈（k-factorを利用した実効線量への換算等））、核医学での被ばくと評価法（実投与量、各検査における被ばく、PET含む）、放射線治療での被ばく（評価指標（DVH、NTCP等）、二次中性子とその影響、二次発がん（陽子線におけるリスク低減：小児））、医療被ばくシミュレーション計算手法（シミュレーションソフトの分類、取扱い）、患者被ばく線量低減（生殖腺防護（妊婦・妊娠可能な女性）、小児被ばく）
58			基礎②	[redacted]	各モダリティにおける診断参考レベルの測定方法	
59			応用①	[redacted]		
60			応用②	[redacted]	CTのDRLエビデンス（小児も含む）、IVRのDRLなど研究を含む	
61			関連	[redacted]	水晶体被ばく線量測定	
62			先端	[redacted]	その他医療放射線測定に関する研究トピックス	
63	放射線災害医療	放射線災害医療	基礎	[redacted]	通常の災害医療、原子力発電所の仕組み、放射線災害時に取るべき対策など	通常の災害医療、環境放射線（能）とモニタリング（自然放射線（能）も含む）、原子力発電の仕組み（原子力発電の仕組み）、事故の概要（チェルノブイリ原発事故、JCO東海村臨界事故、福島第一原発事故等）、安全対策と環境への影響（事故時の対応、放射線の環境への影響と健康被害）、原子力災害における医療対応（災害時におけるCrisis communication、災害時におけるリーダーシップと集団行動）、緊急被ばく時の医療システム（避難退域時検査、簡易除染方法、緊急被ばく医療システムの構築）、緊急時における内部被ばくの線量評価と治療方法（内部被ばくの線量評価と治療方法）、原子力災害における病院医療対応（医療施設における除染と汚染物の処理、医療施設としての後方支援のあり方）
64			応用	[redacted]		
65			関連	[redacted]	福島での経験、福島の現状	
66			先端	[redacted]	福島を経て今後の課題	
67	エビデンス	疫　学	基礎①			疫学概論（疫学の主な目的と手順、疫学の対象、対象の選定、罹患率、有病率、相対頻度、死亡率、致命率、生存率）、疫学における因果関係（因果関係を判定するための条件など）、疫学調査法（記述疫学、分析疫学（コホート研究、前向き研究、追跡調査、人年法）、介入研究）、疫学研究における倫理（個人情報保護、インフォームドコンセントなど）、疫学におけるスクリーニングの理論（スクリーニング、敏感度、特異度など）、疫学研究デザイン（疫学研究デザイン（実例を用いて））
68			基礎②			
69			応用①			
70			応用②			
71			関連①			
72			関連②			
73			先端①			
74			先端②			
75		医療統計学	基礎①			医療統計学概論（医療分野での統計学の役割）、誤差論（代表値を中心とした基本統計量について、分散・標準偏差などバラつきに関する基本統計量（測定誤差））、統計で扱うデータ（データの種類（量的データ、順序データ、質的データ）、尺度、基本的なデータの分布について）、確率と確率分布（正規分布、ポアソン分布、t分布、χ2分布等）、母集団と標本（母集団、標本）、記述統計と推測統計（度数分布、クロス集計、代表値、散布度、点推定、区間推定、仮説検定）、平均値の検定・分散の検定（Z検定、t検定、区間推定、χ2検定など）、分割表に関する解析・多次元データのまとめ方（クロス集計、対応分析、比率の検定、散布図、相関と相関係数、無相関検定、回帰分析、重回帰分析、相関行列、変数変換）、ノンパラメトリック検定（ウィルコクソンの順位和検定、スピアマンの順位相関係数、ケンドールの順位相関係数など）、多変量解析（重回帰分析、多重ロジスティックモデル、主成分解析、クラスタ解析など）、生存分析（カプランマイヤー法、Cox比例ハザードモデル）
76			基礎②			
77			応用①			
78			応用②			
79			関連①			
80			関連②			
81			先端①			
82			先端②			
83	リスクコミュニケーション	リスクコミュニケーション	基礎	[redacted]	リスクコミュニケーション概論、医療被ばくに対するリスクコミュニケーション	リスクの意味と理論、リスク管理の評価及びリスク対策、リスク認知のとらえ方と付随する理論、ノンテクニカルスキルとテクニカルスキル、言語的コミュニケーションと非言語的コミュニケーション、コミュニケーションの基本技術、相手の心理と対応者の介入法、リスクコミュニケーションとクライシスコミュニケーションの違い、放射線災害におけるリスクコミュニケーション、医療被ばくにおけるリスクコミュニケーション
84			応用	[redacted]		
85			関連	[redacted]	放射線災害時のリスクコミュニケーション、研究や今後の課題など	
86			先端	[redacted]		

平成29年1月26日

平成28年度 第2回 放射線健康リスク科学セミナー

まずは基礎から、放射線被ばくによる人体影響とそのリスク
－ネット情報に振り回されない知識の構築－

セントメディカル・アソシエイツLLC
国立病院機構名古屋医療センター 臨床研究センター
広藤 喜章

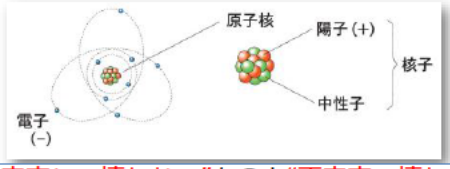
当時ネットでよく見かけた内容…

- 放射線は何より危険、逃げろ！
- 今までこんなに大量の被ばくをしたことはない
- 1Bqでも危ない！福島のものを口にするな！
- 内部被ばくは死に繋がる初めての経験である
- 外部被ばくに比べ内部被ばくの影響は遥かに大
- 数年後、日本で人は住めなくなる
- 奇形児が生まれるので子供は作らない方が良い
- 避難しなかった住民は癌が多発し死亡率上昇

- **放射線・放射能を正しく理解**
- 様々な単位「シーベルト」の取り扱い
- 放射線による人体影響とリスク
- リスクコミュニケーションの大切さ

放射性物質とは？

- あらゆる物質は、とてもとても小さな「原子」から成り立っている。



- “安定して壊れない”ものと“不安定で壊れていく”ものがある。
- **壊れやすい原子のことを「放射性物質」**

物質を細かく見ると…

^{1}H(水素), ^{12}C(炭素), ^{39}K(カリウム)

安定な原子

不安定な原子

^{3}H(水素), ^{14}C(炭素), ^{40}K(カリウム)

主な放射性物質の物理学的半減期

放射性物質	半減期	放射性物質	半減期
ラドン 222	3.8日	セシウム 137	30年
ヨウ素 131	8.0日	炭素 14	5730年
セシウム 134	2.1年	カリウム 40	約13億年
ストロンチウム 90	29年	ウラン 238	約45億年

一般に言う"放射線"は「電離放射線」

- 電磁波（光）・粒子線のうち直接または間接的に物質を電離させる能力をもつもの
- 非電離放射線には紫外線を除き電離作用がない
- 電離放射線は原子や分子と相互作用して、そのエネルギーの一部あるいは全部が物質に吸収される
- 電離作用を応用
  - 医療用具や食品の殺（滅）菌、発芽防止、品種改良、害虫駆除、がん治療、疼痛低減化など

X線、γ線は「光」の一種

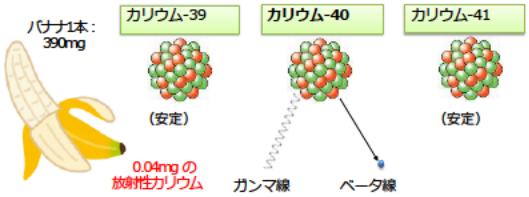
各種放射線の特徴

	正体	飛程空中	飛程人体	阻止	放射線加重係数
α線	He原子核	数 cm	角質層迄	紙1枚	20
β線	電子	～1 m	～1 cm	アルミ箔	1
X線	電磁波	～数10m	数%透過	数cm鉛	1
γ線	電磁波	～数 km	50%透過	10cm鉛	1
中性子線	中性子	～数km	深部到達	水、厚いコンクリート	5～20

食品に含まれる放射性物質

- 食品に含まれる放射性物質は、植物や動物に含まれる放射性物質が起源である
- 動植物は成長する際に必要な様々な元素を体内へ取り込んでいく
- この中には安定なものと不安定なもの（放射性）とが区別なく取り込まれる
- 動植物の内部にはわずかではあるが、放射性物質が存在する
  - ^{3}Hや^{14}Cは自然界のどこにでも存在
  - ^{3}Hは水、^{14}Cは二酸化炭素に混じっている

カリウムには放射性のものがある



存在比	93.26%	0.01%	6.73%
陽子	19	19	19
中性子	20	21	22
質量比	39	40	41

食物に含まれる放射性カリウム40の量

体重65 kgの日本人の場合
体内の^{40}K →**約4,000 ベクレル（Bq）**

体内に存在する天然放射性物質

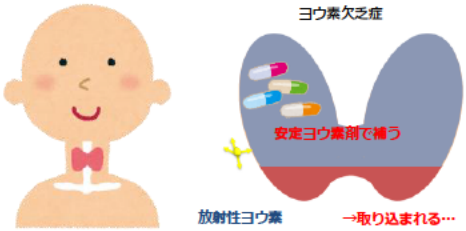
日本人男性（65kg）の場合
（ベクレル/人）

カリウム40：	約4,000
炭素14：	約3,600
その他：	約　300
合計：	**約7,900**（ベクレル）

ヨウ素（I）

- 甲状腺は、およそ高さ4cm、厚さ1cm、重さ15gの小さな臓器
- ヨウ素を材料にして甲状腺ホルモンを作り、血液中に分泌するところ

ヨウ素（I）



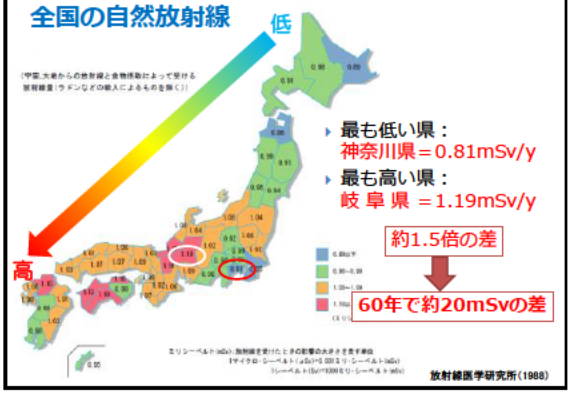
- 標準的なヨウ素量は、1か月～３歳:25mg、3歳～13歳:38mg 、13歳～40歳:76mg
- ヨウ素が欠乏しているところに、放射性ヨウ素が入り込む可能性がある

体内の放射性物質から受ける内部被ばく

人体の放射性物質から受ける線量（mSv/年）	
カリウム40 (^{40}K)	0.18
炭素14 (^{14}C)	0.0025
ルビジウム87 (^{87}Rb)	0.003
ポロニウム（鉛）210 (^{210}Po)	0.80
年間実効線量	**0.98**

新版　生活環境放射線（国民線量の算定）：原子力安全研究協会、平成23年12月

全国の自然放射線



日本の自然放射線量

線源	内訳	実効線量（mSv/年）
外部被ばく	宇宙線	0.3
	大地放射線	0.33
内部被ばく（吸入摂取）	ラドン（屋内、屋外）	0.37
	トロン（屋内、屋外）	0.09
	喫煙（鉛210、ポロニウム210など）	0.01
	その他（ウランなど）	0.006
内部被ばく（経口摂取）	主に鉛210、ポロニウム210	0.80
	トリチウム	0.0000082
	炭素14	0.01
	カリウム40	0.18
合　計		2.09

新版　生活環境放射線（国民線量の算定）：原子力安全研究協会、平成23年12月

ここまでのポイント①

- **放射線は、光の一種もしくは高速の粒子**
  - 正確には電離放射線
- **放射性物質は至る所にある**
  - 環境にも(^{222}Rn),体内にも（^{40}K, ^{210}Po）
- **放射線は胎児の時期から浴び続けている**
  - 母体内部からも, 母体外からも

- 放射線・放射能を正しく理解
- **様々な単位「シーベルト」の取り扱い**
- 放射線による人体影響とリスク
- リスクコミュニケーションの大切さ

防護や測定に用いる単位

放射線防護の単位	測定の単位	物理的な単位
(内部被曝　外部被曝)	(外部被曝)	
・実効線量（Sv） ・等価線量（Sv） ・預託実効線量（Sv）	・1 cm線量当量（Sv） ・3 mm線量当量（Sv） ・70μm線量当量（Sv）	・空気カーマ（Gy, J/kg） ・吸収線量（Gy, J/kg） ・照射線量（C/kg, R） ・フルエンス（1/cm^2） ・ベクレル（Bq）…
	(内部被曝) 放射性物質ごとに"Bq"から係数にて換算を行う＝預託実効線量（Sv）	

実効線量は計れるのか？

- 放射線従事者の健康を考える

⇒ 放射線量を放射線防護の尺度として解釈

- 国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射線影響を制限する概念や指針を策定

⇒ 等価線量や実効線量の「防護量」を提案

⇒ 防護量は直接測定することはできない…

計測値から把握するためには

放射線防護に重要な２つの量

- **防護量**：等価線量、実効線量
- **実用量**：防護量の測定可能な代用
  - 線量限度の遵守は「防護量」（=Sv）
  - 外部被ばくの適切な実用量測定により線量限度の遵守が立証される

計画被ばく状況での線量限度

	年線量限度（mSv/1年）	
	職業被ばく	公衆被ばく
実効線量	5年間の平均20mSv (いずれの1年も50mSvを超えるべきではない)	1mSv
組織の等価線量		
眼の水晶体	5年間の平均20mSv (いずれの1年も50mSvを超えるべきではない)	15mSv
皮　膚	500mSv	50mSv
手　足	500mSv	—

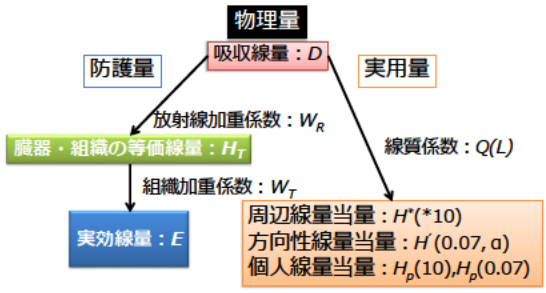
ICRP Publ.103(2007), ICRP Publ.118 (2012)など

実用量

- 計測値(Gy)から「実用量(Sv)」へ変換（校正）が必要
- 実用量の校正は，環境モニタリングと個人モニタリングの2つについて行う
- 放射線モニタリングの線量計測値から、実効線量等へ紐付ける必要性がある

線量当量という概念

放射線防護に用いる諸量の関係



ICRP Publication 103 1) Fig B.2 (2000)より改変

放射線加重係数(w_R)

放射線のタイプ	放射線加重係数w_R
光子	1
電子、ミュー粒子	1
陽子、荷電パイ中間子	2
アルファ粒子、核分裂片、重イオン	20
中性子	中性子エネルギーの関数としての連続曲線

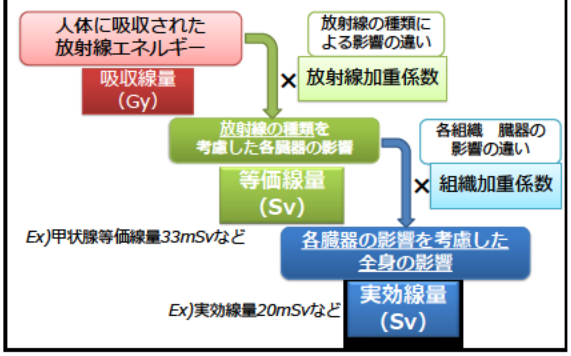
ICRP Publication 103 (2007)

組織加重係数(w_T)

組　　織	w_T
骨髄，乳房，結腸，肺，胃	0.12
生殖腺	0.08
膀胱，食道，肝臓，甲状腺	0.04
骨表面，脳，唾液腺，皮膚	0.01
-残りの組織- 副腎・胸郭外領域・胆嚢・心臓・腎臓・リンパ節・筋肉・口腔粘膜・膵臓・前立腺・小腸・脾臓・胸腺・子宮/頸部	0.12

ICRP Publication 103 (2007)

防護量（等価線量・実効線量）



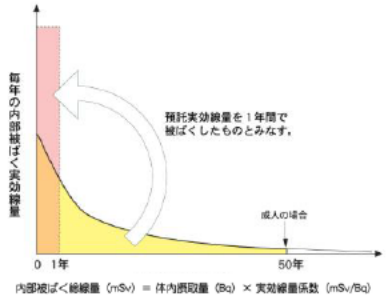
各核種の実効線量変換係数

放射性核種の経口摂取線量係数(単位:mSv/Bq)

核種	物理学的半減期	成人	幼児	乳児
ストロンチウム90	29.1年	2.8×10^{-5}	4.7×10^{-5}	2.3×10^{-4}
ヨウ素131	8.0日	4.3×10^{-4}	2.1×10^{-3}	3.7×10^{-3}
セシウム134	2.0年	1.9×10^{-5}	1.3×10^{-5}	2.6×10^{-5}
セシウム137	30.0年	1.3×10^{-5}	9.7×10^{-6}	2.6×10^{-5}

須賀新一，市川龍資："防災指針における飲食物摂取制限指標の改定について"，保健物理，35(4)，449-466 (2000)

預託実効線量



内部被ばく総線量（mSv）＝体内摂取量（Bq）×実効線量係数（mSv/Bq）

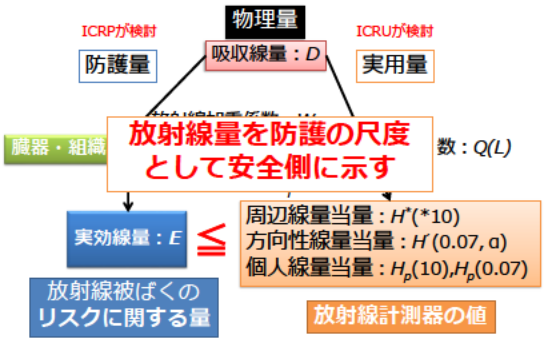
実用量として用いられる線量当量

- 線量当量は，国際放射線単位測定委員会（ICRU）が定めた線量測定値と実効線量とを関連づけるための物理量（Sv）
- 線量当量(H)は，組織中のある点における吸収線量(D)と線質係数(Q)の積

$$H = D \cdot Q(L)$$

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & L < 10\ \text{keV}/\mu\text{m} \\ 0.32L - 2.2 & 10 \leqq L \leqq 100\ \text{keV}/\mu\text{m} \\ 300/\sqrt{L} & L > 100\ \text{keV}/\mu\text{m} \end{cases}$$

放射線防護に用いる諸量の関係

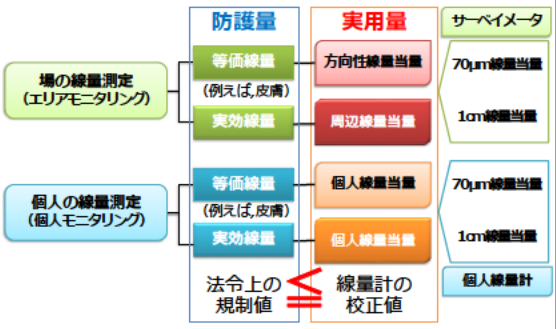


異なる2つの空間線量率

	計測されている量	表示されている量
航空機モニタリング	周辺線量当量率	mSv/hで、実効線量を空間線量率として表示
モニタリングポスト	空気吸収線量	1mGy=1mSvで実効線量に換算し、空間線量率として表示
リアルタイム線量測定システム	周辺線量当量率	mSv/hで、実効線量を空間線量率として表示
一般のサーベイメータ	周辺線量当量率	mSv/hで、実効線量を空間線量率として表示

中西準子HPより

防護量と実用量の対応関係



平山英夫 他,「放射線防護に用いられる線量概念」, KEK (2013)より改変

空間線量率と個人線量との関係

- 航空機モニタリング調査による居住場所の空間線量率と個人ガラスバッジの外部被ばく線量の関係
- 個人の外部被ばく線量は航空機モニタリング調査における居住する場所の空間線量率によく比例し、その比例係数はおよそ**0.15倍**
- 比例係数0.15は、モニタリング時期が違ってもほとんど変化せず、時間経過に伴う線量の減衰は個人線量と空間線量率の両者ともにほぼ同じ
- 現在、空間線量率から年間実効線量を推測する際に用いられている**換算係数0.6は4倍程度過大評価**

M Miyazaki and R Hayano, "Individual external dose monitoring of all citizens of Date City by passive dosimeter 5 to 51 months after the Fukushima NPP accident (series): 1. Comparison of individual dose with ambient dose rate monitored by aircraft surveys", J. Radiol. Prot. 37 (2017) 1–12

食品中の放射性物質に係る基準値の考え方

- 飲食物中の放射性物質が健康に悪影響を及ぼすか否かを示す濃度基準ではない
- 緊急事態における介入レベル、防護対策の一つとしての摂取制限措置を導入する際の目安とする値
- ICRPやIAEA等の考え方に基づいて、回避線量がそれ以上なら防護対策を導入すべきかを判断する線量

食品衛生法に基づく放射性物質の基準値

食品群暫定規制値 (Bq/kg)	食品群暫定規制値 (Bq/kg)
飲料水	200
牛乳　乳製品	
野菜類	500
穀類	
肉　卵　魚　その他	

5mSv（ミリシーベルト）/1年

食品群基準値 (Bq/kg)	食品群基準値 (Bq/kg)
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

1mSv（ミリシーベルト）/1年

食品の基準値設定について

- 「飲料水」の基準値は**10Bq/kg**
  - WHO（世界保健機関）が示している標準的な飲料水摂取率（２リットル/日）を勘案すると、飲料水から追加的に受ける放射線量は、年間約0.1mSvと計[illegible]

体内の放射性物質から受ける内部被ばく

人体の放射性物質から受ける線量（mSv/年）	
カリウム40 (^{40}K)	0.18
炭素14 (^{14}C)	0.0025
ルビジウム87 (^{87}Rb)	0.003
ポロニウム（鉛）210 (^{210}Po)	0.80
年間実効線量	0.98

食品の基準値設定について

- 「**一般食品**」の基準値は**100ベクレル/kg**
  - 年間1mSvの基準から、「飲料水」の0.1mSv/年を差し引いた、0.9mSv/年を「一般食品」に割り当てた値
- 日本の食料自給率等も考慮しつつ、摂取量等を踏まえて年齢・性別毎に限度値を算出
- それらの限度値のうち、最も小さい値を全年齢の基準値としたものである

各核種の実効線量変換係数

核種	代表核種放射能に対する割合	物理学的半減期	成人	幼児	乳児
ストロンチウム89	0.28732	50.5日	2.6×10^{-6}	8.9×10^{-6}	3.6×10^{-5}
ストロンチウム90	0.04555	29.1年	2.8×10^{-5}	4.7×10^{-5}	2.3×10^{-4}
セシウム134	0.54455	2.0年	1.9×10^{-5}	1.3×10^{-5}	2.6×10^{-5}
セシウム137	0.45545	30.0年	1.3×10^{-5}	9.7×10^{-6}	2.1×10^{-5}

(単位:mSv/Bq)

須賀新一，市川龍資：“防災指針における飲食物摂取制限指標の改定について”，保健物理，35(4)，449-466 (2000)

換算方法

被ばく線量 (mSv) ＝ 摂取量 (kg) × 放射性濃度 (Bq/kg) × 変換係数

X

○例えば、13～18歳男性の場合、

被ばく線量（0.9mSv） ＝ 374kg（年間の食品摂取量の50%）

× X：求める放射性濃度（Bq/kg）

× 0.0000181（全対象核種の影響を考慮した実効線量係数）

→ **求める放射性濃度Xは「120（Bq/kg）」**

年齢区分別の限度値の算出

基準値：100Bq（ベクレル）/kg

		g)
1歳未満	男女平均	460
1歳～6歳	男	310
	女	320
7歳～12歳	男	190
	女	210
13歳～18歳	男	120
	女	150
19歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160

食品の基準値設定について

- 小児の期間については、放射線の感受性が成人より高いと考えられている
  - **「乳児用食品」**及び**「牛乳」**については、「一般食品」の基準値（100Bq/kg）より**2倍厳しい基準値**（**50Bq /kg**）を設定。

50 Bq/kg
≒50 Bq/1000ml
≒ 5 Bq/100ml

諸外国の基準値例（Bq/kg）

	ヨウ素(代表 I-131)				セシウム(代表 Cs-137)				
	飲料水	牛乳・乳製品	野菜類	その他	飲料水	牛乳・乳製品	野菜類	穀類	肉・卵・魚・その他
日 本	300	300	2,000	魚介2,000	10	50	100	100	100
コーデックス	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
シンガポール	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
タ イ	100	100	100	100	500	500	500	500	500
韓 国	300	150	300	300	370	370	370	370	370
中 国	–	33	160	肉・魚470 穀類190 芋類89	–	330	210	260	肉・魚・ 甲殻類800 芋類90
香 港	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
台 湾	300	55	300	300	370	370	370	370	370
フィリピン	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ベトナム	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
マレーシア	100	100	100	100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
アメリカ	170	170	170	170	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
E U	300	300	2,000	2,000	200	200	500	500	500

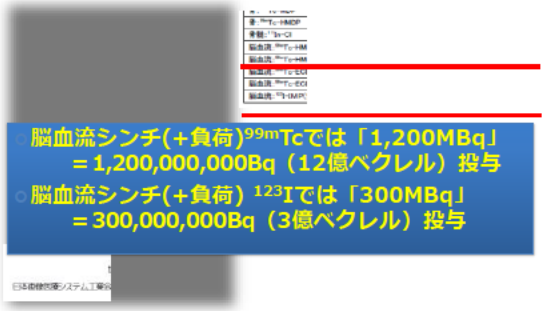
日本の代表的な放射能泉

所在地	温泉名	泉質	温度	マッヘ	ベクレル/リットル
秋田県	玉川温泉	強酸性塩化物泉	98℃	0.76	**10.26**
新潟県	五頭温泉郷	単純放射能泉	25.2℃	52.6	**710.1**
岐阜県	ロウソク温泉	放射能泉	13℃	556	**7506**
愛知県	猿投温泉	単純弱放射能温泉	22.4℃	21.1	**284.85**
鳥取県	三朝温泉	単純放射能泉	48℃	142	**1917**

※ 1マッヘ(M.E)のラドンの放射能は約13.5ベクレル(Bq)

（参考）http://kadoyasan.com/radium-world.html

診断参考レベル（核医学検査）



- 脳血流シンチ(+負荷)^{99m}Tcでは「1,200MBq」＝1,200,000,000Bq（12億ベクレル）投与
- 脳血流シンチ(+負荷) ^{123}Iでは「300MBq」＝300,000,000Bq（3億ベクレル）投与

正当化・最適化

放射線検査で得られる**ベネフィット**

放射線で被ばくすることによる**リスク**
- 確定的影響
- 確率的影響

高値の目安がわかるのがDRLs

ここまでのポイント②

- **シーベルト(Sv)には様々な意味がある**
  - 実効線量、等価線量、線量当量
  - 使い方や解釈を誤らないように
- **実効線量は放射線によるリスク評価の目安**
  - 等価線量は個々の組織・臓器のリスク
- **放射能(Bq)から実効線量(Sv)へ換算可能**
  - 放射性物質毎の半減期やエネルギーから

- 放射線・放射能を正しく理解
- 様々な単位「シーベルト」の取り扱い
- **放射線による人体影響とリスク**
- リスクコミュニケーションの大切さ

放射線は人体に何をするか？

- 放射線が人体に与える作用は“２つのみ！”
- 直接作用
  - 放射線が生体分子に直接攻撃作用することで、電離や励起し損傷をもたらす
- 間接作用
  - 放射線が水分子に対し電離もしくは解離を介しフリーラジカルや活性酸素種を生成し，生体分子に損傷をもたらす

細胞の損傷

損傷	自然発生（/細胞/日）	放射線誘発（/細胞/Gy）
塩基損傷	20,000	300
1本鎖切断	50,000	1,000
2本鎖切断	**10**	**300**

自然による要因（酸素）でDNAは損傷

近藤宗平、日本原子力学会誌、Vol. 40, No.7, 13-19 (1998)

放射線影響の特徴

- 潜伏期間の存在
  - 被ばくから症状出現までに数時間～数年以上の期間が存在する
- 非特異性
  - 放射線傷害に特有な症状は存在しない
  - 発がんも集団レベルの統計的な違いのみ
- 被ばく線量との関係（線量反応関係）が人のデータで明らかである

※ただし、低線量(～100mSv)では検出できない

甲斐倫明「放射線の健康リスクと放射線防護」資料

放射線による人体影響調査

- 広島・長崎の原爆被爆者は曝された放射線により影響をうけ、種々の臓器にがんや機能異常をもたらしている
- 12万人におよぶ固定集団の寿命調査のデータ（life span study: LSS）に基づくがんリスクの研究は、世界的に高い科学的評価を受けている
- 研究結果はUNSCEAR報告書に収録され、ICRPが放射線防護基準を策定する際の基礎となっている

一般財団法人 高度情報科学技術研究機構 原子力百科事典ATOMICAなど

放射線のリスク評価方法

- 疫学データ（主に、原爆生存者データ）

線量反応関係（臓器別、性別、被ばく時年齢等）

↓

相対リスク、絶対リスクの推定

↓

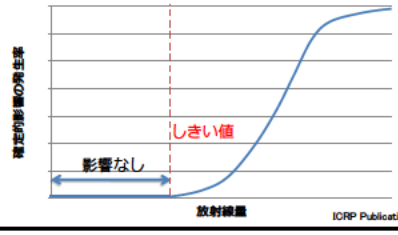
生涯リスク推定（がん死亡確率など）

↓

低線量・低線量率におけるリスク推定（DDREF）

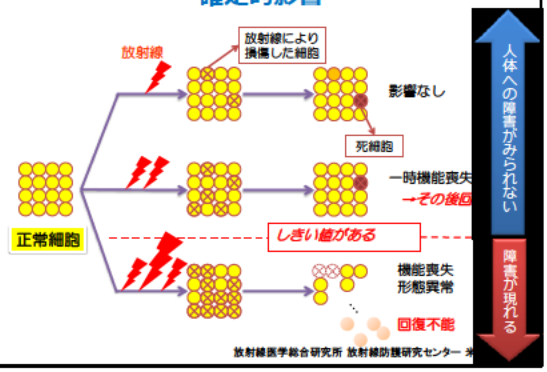
確定的影響

- 確定的影響では、ある線量を超えると障害が現れはじめ（**1%**）それ以下では現れないとされる。
- その線量をしきい値（線量）と言う。



ICRP Publication 103 (2007)

確定的影響



放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター

全身被ばくと局所被ばくの比較

各臓器・器官の放射線感受性

全身被ばく後のしきい線量推定値

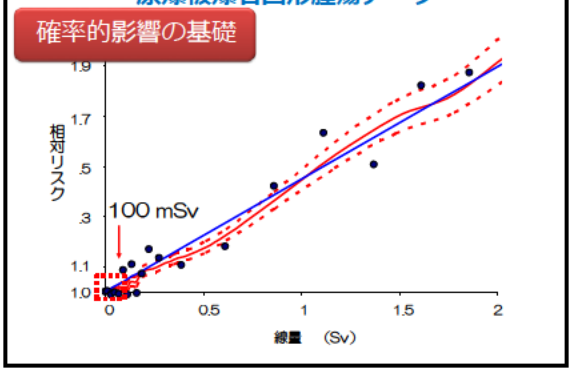
影響		臓器/組織	影響発現時間	しきい値 (mGy)
確定的影響	一時的不妊	精巣	3~9週間	~100
	永久不妊	精巣	3週間	~6,000
		卵巣	<1週間	~3,000
	造血系の機能低下	骨髄	3~7日	~500
	皮膚発赤	皮膚（広い部位）	1~4週間	3,000~6,000
	皮膚の火傷	皮膚（広い部位）	2~3週間	5,000~10,000
	一時的脱毛	皮膚	2~3週間	~4,000
	白内障（視力障害）	眼	数年	~1,500
死亡 骨髄症	治療しない場合	骨髄	30~60日	~1,000
	手厚い治療を行った場合	骨髄	30~60日	2,000~3,000
胃腸管症	治療しない場合	小腸	6~9日	~6,000
	手厚い治療を行った場合	小腸	6~9日	>6,000
間質性肺炎		肺	1~7か月	>6,000

ICRP Publication 103 (2007)

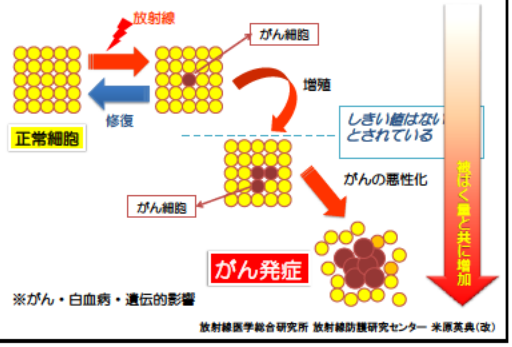
福島原発事故レベルでは

- 今回の事故による住民被ばく線量は、追加線量数mSv程度（Max10mSv程度）
  - 現在のレベルでは年間追加線量1mSv未満
  - Ex)　腹部CT1検査1回がおよそ10mSv程度
- この程度の線量では確定的影響は皆無
- 原爆被爆レベルでの確定的影響を説明するのは不適切と考える

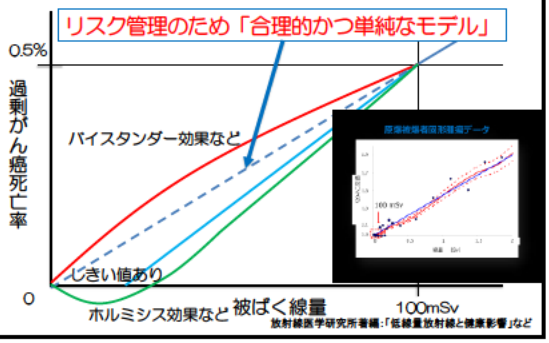
原爆被爆者固形腫瘍データ



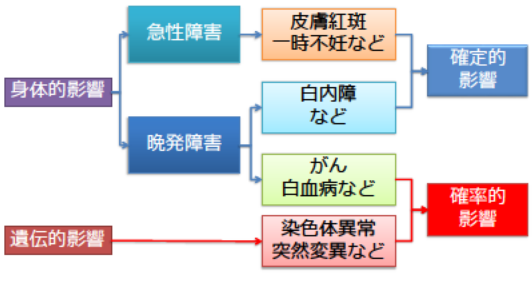
確率的影響



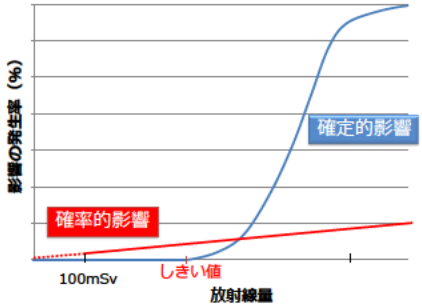
低線量リスクの様々な仮説



放射線による人体への影響の分類



確定的影響と確率的影響のイメージ



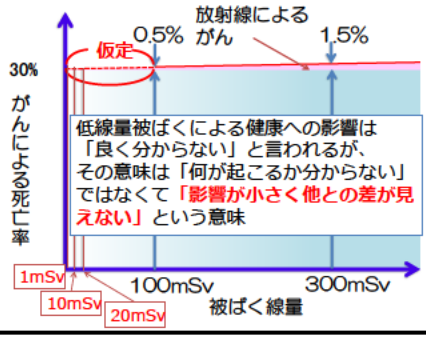
LNTモデル（確率的影響）

- 確率的影響は、直線的なリスクの増加があるという考えに基づいている。
- 「しきい値なし直線モデル（linear no-threshold モデル：LNTモデル）」と呼ぶ。

リスク管理のため「合理的かつ単純なモデル」

ICRP Publication 103 (2007)

がんによる死亡率と放射線の寄与



何故低線量リスクが分からないのか…

放射線量	過剰リスク	全リスク	必要な集団サイズ
1 Gy	10 %	20 %	80
100 mGy	1 %	11 %	6,390
10 mGy	0.1 %	10.1 %	620,000
1 mGy	0.01 %	10.01 %	61,800,000

5%有意水準で過剰リスクを検出するのに必要な集団サイズ

・放射線関連過剰リスク: 1 Gyあたり10 %
・ベースライン・リスク: 10 %
・検出力: 80%

※集団のサイズによる理論的限界

ICRP-99 Table 2.4より

名目致死確率係数

- 性別、年齢、国による違いを考慮せず、一律に適用できる単一の数値として定義
- 相乗的リスク予測モデルを適用すると、国による自然がん死亡率が放射線リスクの推定に影響する
- ICRPは、自然がん死亡率の異なる5つの集団（日本、米国、英国、プエルトリコ、中国）における生涯がん死亡確率を計算し、その平均値を名目致死確率係数とした

名目致死確率係数

器官・臓器	名目リスク係数（1万人当り1Sv当りの症例数）
食　道	15
胃	79
結　腸	65
肝　臓	30
肺	114
骨	7
皮　膚	1000
乳　房	112
卵　巣	11
膀　胱	43
甲状腺	33
骨　髄	42
その他の部位	144
生殖腺（遺伝性）	20
	1715

ICRP Publication 103 (2007) 付属書A4

デトリメント（損害）

- デトリメント（損害）の定義は、致死性でないがん、放射線誘発がんの潜伏期および遺伝的影響の発生確率を考慮するために、名目致死確率係数を基礎にして、集合的な量として評価したもの。
  - 致死がんの発生確率
  - 非致死がんの発生確率
  - 重篤な遺伝的影響の発生確率
  - 余命損失の相対的な大きさ

の 4つの因子を考慮して定量的に求められる。

ICRP Publication 60(1990),103 (2007)

主な小児がん

脳腫瘍

骨肉腫

ウィルムス腫瘍
（腎芽腫）

急性リンパ性白血病

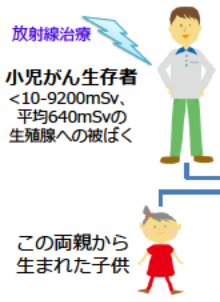
放射線感受性の
高いものは

脳

甲状腺
乳腺
皮膚
骨髄

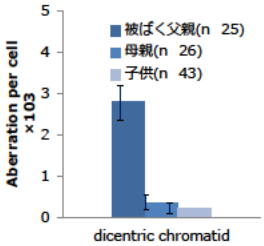
講演会『がんの子どもを社会で支えよう』資料など

小児に放射線を浴びた時の遺伝的影響



Tan et al., "Chromosome analysis in childhood cancer survivors and their offspring –no evidence for radiotherapy-induced persistent genomic instability.", Mutat Res. 583(2):198-206, 2005

親と子供の染色体異常



A-T, G-Cに繋がらない

父親の放射線被ばくによる次世代への影響はない

Tan et al., "Chromosome analysis in childhood cancer survivors and their offspring –no evidence for radiotherapy-induced persistent genomic instability.", Mutat Res. 583(2):198-206, 2005

遺伝的影響

- 放射線を受けた人（親）の子や孫など、次世代に渡り現われる可能性のある影響をいう。
- 放射線による新たな遺伝的疾患が発生するのではなく、通常での遺伝性疾患の発生頻度が増加していくものとして考えられている。
- 広島・長崎の原爆被ばく者調査によれば、放射線により遺伝的影響が増加したという報告は、これまでのところされてい

胎児への影響（確定的影響）

- 胎児に関する相談件数は多く，その対処には最もスピードが要求される（=命に関わる）
- 胎児への影響（がん除く）は確定的影響で、しきい線量を超えていなければ起こらない

影響	しきい線量（mGy）
胚死亡（受精～9日）	100
奇形（受精後2～8週）	100
発育遅延（受精後8週以降）	500～1,000
精神発達遅延（受精後8～15週）	200～400

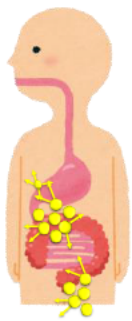
ICRP Publication 84 (2000)

内部被ばく

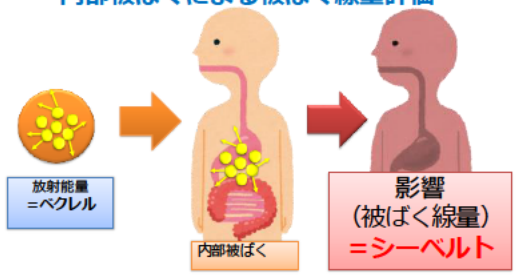
- 「物理学的半減期」と「生物学的半減期」の二つが、並行して減っていくことになる。
- これを「実効半減期」と呼ぶ。

物理学的半減期が約30年のセシウム137が体内に取り込まれた場合でも、大人では体内の放射性物質はおよそ3か月で約半分になる。

放射性物質は重金属と同じように体内に蓄積されていくと思っている人が意外に多い



内部被ばくによる被ばく線量評価



- 変換係数により人体影響を数値化
- 単位は「シーベルト（Sv）」

内部被ばくによる影響は何で決まる？

- 放射性物質の物理的な半減期
  - 放射性物質は壊れて無くなっていく
  - 壊れながらどんな放射線を出すか？
  - 壊れるスピードは？
- 放射性物質の科学的な性質
  - 各臓器にどれだけ集まるか？
  - 排泄の速度は？（生物学的半減期）
  - どれだけ放射線を出すか？

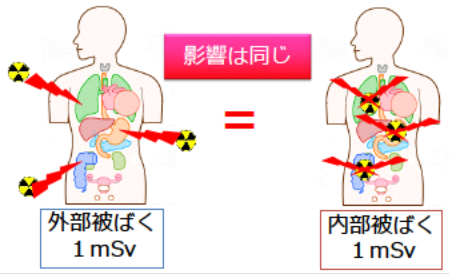
体内の放射性物質から受ける内部被ばく

人体の放射性物質から受ける線量（mSv/年）	
カリウム40 (^{40}K)	0.18
炭素14 (^{14}C)	0.0025
ルビジウム87 (^{87}Rb)	0.003
ポロニウム（鉛）210 (^{210}Po)	0.80
年間実効線量	**0.98**

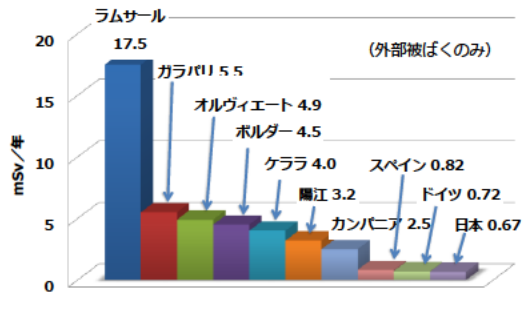
新版 生活環境放射線（国民線量の算定）：原子力安全研究協会、平成23年12月

外部被ばくと内部被ばく

- “シーベルト”で表せば**同じ値なら外部被ばくも内部被ばくも影響の大きさ（リスク）は同じ**です。

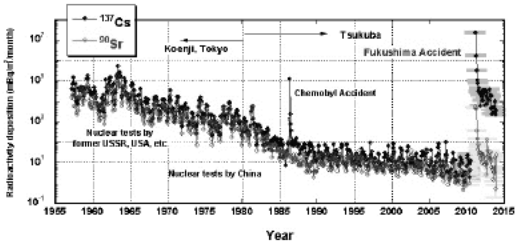


世界の地域別 自然放射線量の比較



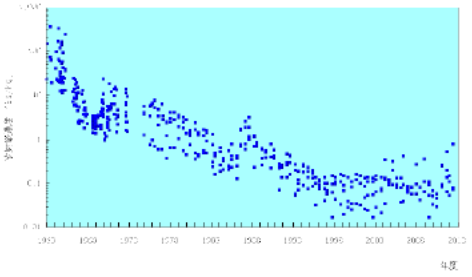
UNSCEAR2008年報告書など

環境中の放射性物質の経年変化



環境における人工放射能の研究（2013），気象研究所

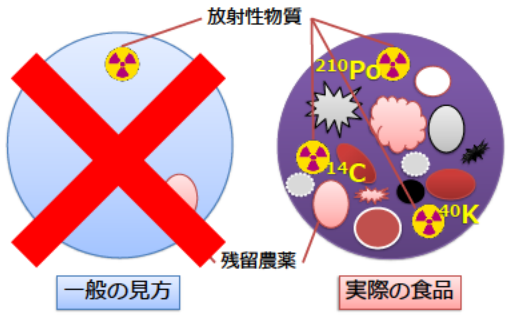
粉乳中のセシウム137の経年変化



全ての地域における粉乳中のCs-137の経年変化

日本の環境放射能と放射線HP、「食品と放射能」より
http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl_db/servlet/com_s_index

実際の食物



福島原発事故前の食品中の放射能濃度

原発事故前の食品試料中の放射能濃度（平成22年度）

	^{137}Cs	^{90}Sr	単位
精米	0.0045	0.0052	Bq/kg生
牛乳（原乳）	0.0082	0.016	Bq/L
粉乳	0.18	0.098	Bq/kg
根菜類（ダイコン）	0.0071	0.048	Bq/kg生
葉菜類（ほうれん草）	0.025	0.044	Bq/kg
茶	0.14	0.20	Bq/kg
魚類	0.089	0.0096	Bq/kg生
貝類	0.016	0.011	Bq/kg生
藻類	0.026	0.025	Bq/kg生
淡水産生物	0.13	0.099	Bq/kg生

第53回環境放射能調査研究 成果論文抄録集（平成22年度）I－9 降下物、陸水、海水、土壌及び各種食品試料の放射能調査
www.kankyo-hoshano.go.jp/08/ers_lib/ers_abs53.pdf

食品から受ける放射線量

種別		自然放射性核種	人工放射性核種
野菜		0.029	0.00049
果実		0.0017	0.00011
パン・めん類		0.0043	0.000053
米・小麦		0.010	0.00017
豆・ごま類		0.0066	0.00058
肉類		0.0071	0.000052
魚介		0.58	0.00053
海藻		0.019	0.000041

種別		自然放射性核種	人工放射性核種
きのこ		0.0038	0.00046
いも類		0.0028	0.000052
卵		0.0028	0.0000062
牛乳・乳製品		0.0048	0.00014
お菓子		0.0014	0.000071
飲料		0.072	0.0011
調味料香辛料		0.045	0.00017

（預託実効線量　単位：mSv）

日本の環境放射能と放射線HP、「食品と放射能」より
http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food2/select/select_category.html

福島県における日常食の放射線モニタリング調査結果

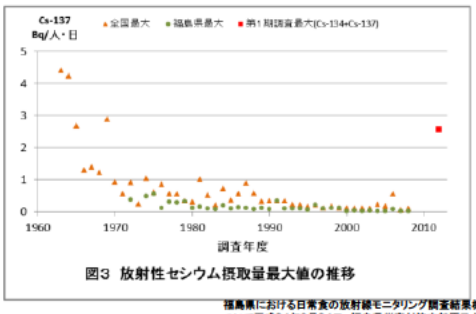
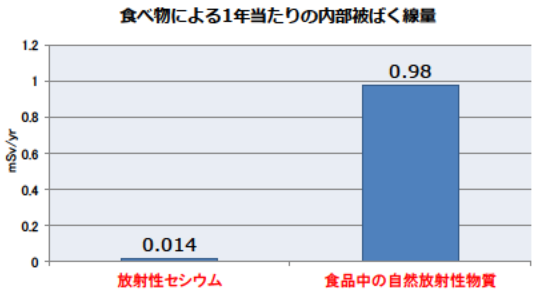


図3　放射性セシウム摂取量最大値の推移

福島県における日常食の放射線モニタリング調査結果概要
ついて平成24年9月24日　福島県災害対策本部原子力班

食べ物の内部被ばく線量



福島県における日常食の放射線モニタリング調査結果概要
ついて平成24年9月24日　福島県災害対策本部原子力班

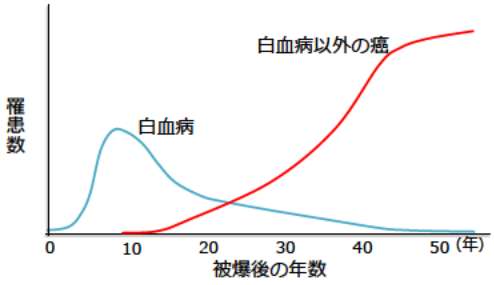
発がんリスクの増加は皆無

- 避難区域に接する自治体住民（川内村、相馬市、南相馬市）の平均被ばく線量を調査
- 2012年で年間0.89mSvから2.51mSv
- 日本人の自然放射線による年間2mSvと近い水準
- 生涯被ばく線量から推計される平均的な発がんリスクは、被ばく量の高い地域で、がんは1.06%（白血病を除く）、女性における乳がんは0.28%
- 結論として白血病を除くがんの著名な増加は極めて考えにくい

K.Harada"Radiation dose rates now and in the future for residents neighboring restricted areas of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant", PNAS Early Edition, February 24, 2014

原爆被爆者の経時的癌罹患

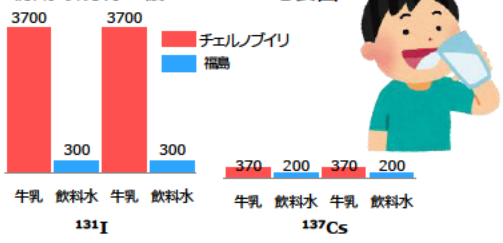
- 白血病の発症は早期に観察された



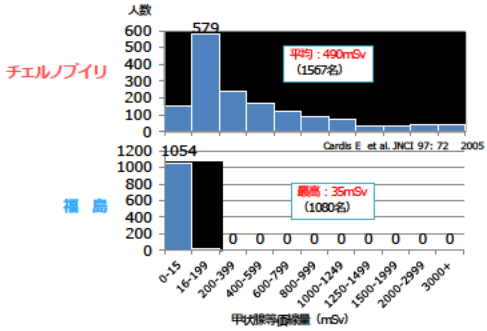
「わかりやすい放射線と健康科学」(放射線影響研究所)

チェルノブイリ原発事故との比較

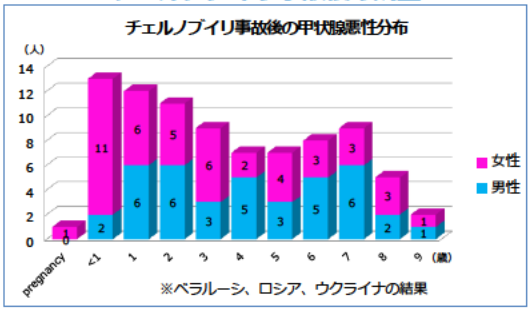
- チェルノブイリでは汚染した食品（特に牛乳）を摂取し続けたことが内部被ばくを増大させた原因
- 初期の規制が緩かったことも要因



子どもの甲状腺被ばく線量の比

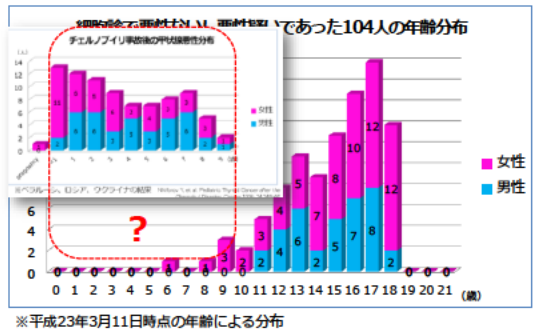


チェルノブイリ事故後の調査



N kiforov Y, et al. Pediatric Thyroid Cancer after the Chernobyl Disaster. Cancer 1994; 74:748-66

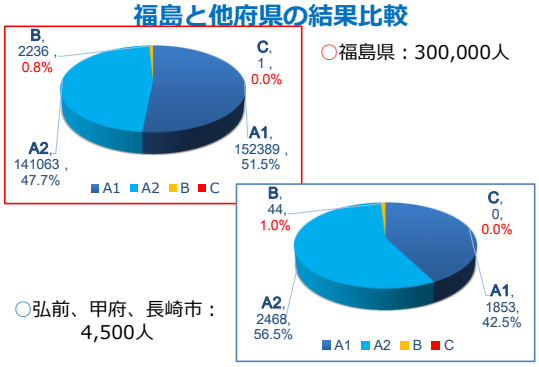
悪性・悪性疑いの年齢分布



※平成23年3月11日時点の年齢による分布

第16回「県民健康調査」検討委員会資料等

福島と他府県の結果比較



○福島県：300,000人

○弘前、甲府、長崎市：4,500人

甲状腺検査結果の福島県と他県との比較

調査県	スクリーニング期間	スクリーニングを除いた推定発症率 (PY^{-1})	推定罹患率 (%)
福島県 (2011/2012)	2011年10月～2012年3月	0.267×10^{-5}	0.027 (0.010; 0.050)
福島県 (2012/2013)	2012年4月～2013年3月	0.332×10^{-5}	0.034 (0.013; 0.061)
青森　山梨 長崎県	2012年11月～2013年1月	0.317×10^{-5}	0.032 (0.012; 0.057)

福島県で二期間に行われた1巡目と2巡目の検査結果と、同時期に行われた非汚染地域である青森・山梨・長崎県の総合データ

福島で見つかっている甲状腺がんは「スクリーニング効果」か？

Peter Jacob / Radiation and Environmental Biophysics, 09 January 2014

ここまでのポイント③

- **放射線の人体影響はDNA損傷により起こる**
  - これ以外の要因はない
- **低線量では確定的影響はない**
  - 100mSv以下での確率的影響も未解明
  - 「悪魔の証明…」
- **人体影響は放射線量で決まる**
  - “放射線＝危険”ではなく、問題は“量”

致死量を考えてみると…

- **アルコール（エタノール）：300～360g**
  - アルコール換算で378～456ml
- **カフェイン：3～10g**
  - コーヒー75杯、コーラ200本
- **塩：30～300g**
  - 醤油換算で168～1500ml

→ **なんでも体内に大量に摂取すると「毒」になる…**

（参考）http://www.excite.co.jp/News/bit/00091162471932.html

- 放射線・放射能を正しく理解
- 様々な単位「シーベルト」の取り扱い
- 放射線による人体影響とリスク
- **リスクコミュニケーションの大切さ**

事故１～3年の住民の不安や質問

- なにも考えたくない…
- どうせ癌になるので…
- 自分は良いが子孫にまで影響が…
- “先生、まだ何か隠しているでしょう！”
- 自宅に帰られはいつ頃か。
- 今後の補償はどうなるのか。
- 甲状腺癌の発症をどう考えるのか。
- 私の初期被ばく量で癌になるのか。

（か、本当に普通に戻られている）

早時期の住民相談

- **傾聴ボランティア**
  - 近しい人には言えない悩みを他人に吐露できることで、心を癒すきっかけに
- **相手の意見を聞き、相手の立場に立って発言することにより信頼関係を築いていく**
  - よそから来た人間の「大丈夫ですよ」は疑われたり胡散臭く聞こえ不信感も増す…
- **何よりもネットから得た情報（デマ含め）の対応が大変…**

リスク　-安全と危険の考え方-

- 一般に“リスク＝危険”ではない。
  - 但し、事故や安全について考える場合は悪影響を中心とするのが慣例
- **リスク** ＝ 被害の重大性 × 被害の生起確率

リスクマネジメント規格活用検討会“ISO 31000 2009リスクマネジメント解説と適用ガイド”, 2010

リスクイメージを影響する要素

受け入れにくいリスク	受け入れやすいリスク
他人による押しつけ	自発的な行動
他人が制御管理	自分で制御可能
人工的・人災	自然由来・自然災害
選択できない	選択可能
子どもへの影響	大人への影響
新しい（未知性）、未経験	なじみ、熟知している
悲劇的	よく起こる
不公平に分散	公平に分散
破壊的	統計に基づいている
情報源の不審	情報源の信頼

Improving Risk Communication National Research Council National Academy Press . 1989

日本人のリスク認知地図

リスクを考えるときのポイント

- リスクは単独で存在せず必ずベネフィットとトレードオフの関係にある
- 1つのリスクは他のリスクとトレードオフの関係にある

大きなリスクには十分な注意と関心をはらい
小さなリスクには不安になりすぎないことが重要

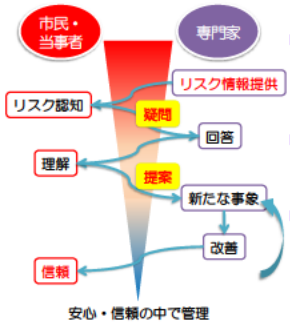
中谷内一也 著:リスクのモノサシ より

リスクコミュニケーションとは

- 相手を**説得したり屈服させることではなく**，問題解決に向けてより良い解決法を模索すること

透明性
情報の共有
信　頼
共　考

実際のリスクコミュニケーションの流れ

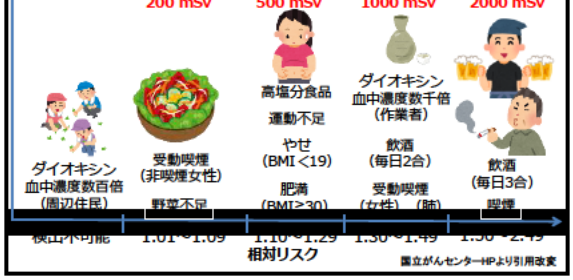


- ステークホルダーと専門家の間でリスクに関する情報を共有
- 両者の対話がリスクコミュニケーション
- これにより具体的なリスク対策を共有し信頼ある管理を目指す

放射線によるリスクを感覚的に

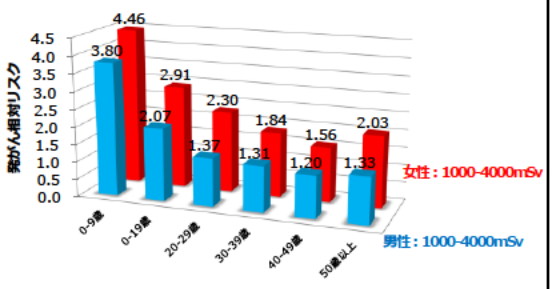
※相対リスク：目的のコントロールグループが何もしていないグループに対し、どのくらいがん死亡リスクが高いかを示したもの。

低 ⟶ 高



国立がんセンターHPより引用改変

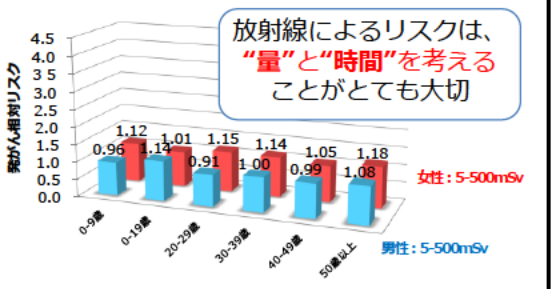
原爆被爆者の年齢別発がんリスク



Preston et al." Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998.", Radiat Res 168: 1-64 (2007)

原爆被爆者の年齢別発がんリスク

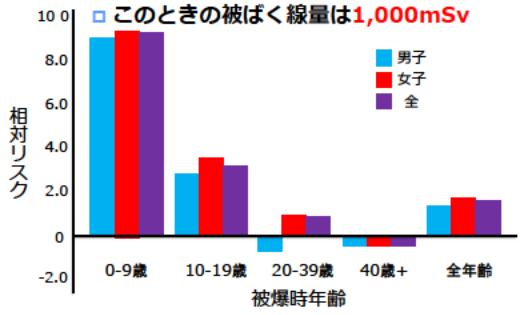
放射線によるリスクは、**"量"と"時間"**を考えることがとても大切



Preston et al." Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998.", Radiat Res 168: 1-64 (2007)

甲状腺癌の相対リスク

- このときの被ばく線量は**1,000mSv**



チェルノブイリの調査結果

- 急性放射線障害の症状：134人（237人が入院）3か月以内に 28人死亡、その後、20年間に19人死亡
- 小児甲状腺癌：約4,000人以上
  そのうち死亡が確認された患者は9～15名
- 白血病も含めその他疾患の増加は確認されていない
- **精神的な障害（subclinical）が最大の健康影響であり、至急対策が必要。**

チェルノブイリ・フォーラム報告書ダイジェスト版（改訂第2版）

放射線の防護とリスク

- 放射線・能を正しく理解することが大切
  - 健康影響は放射線「量」と「時間」で決まる
  - 線量限度は「リスク」の概念で決定
- 放射線を正しく怖がることも大切
  - やみくもに怖がらない
  - やみくもに安心しない
  - 一定の容認できる程度のリスクを共有しながら現在社会の恩恵を受けている

「安全」とは、リスクが小さいこと

相談者とよく乖離する点…

- 放射線被ばくの問題は「安全」か「危険」かという二元論ではなく**量の問題**
- **大きなリスクと、とるに足らないほどの小さなリスク**「リスクがあることには違いない」と同列に並べ、同じ“ものさし”で考えてしまいがち
- **影響の大きさ（リスク）と、有用性・便益性（ベネフィット）**を見極め、その人の目線でリスクコミュニケーションを取ることが大切

何よりも相談者との信頼！

- **相手の話を良く聞く**
  （何を心配しているのか、対象をしっかり把握する）
- **時間をしっかりとる**
- **プライバシーには踏み込まない**
- **時には、第三者を紹介する**
- **意見を押し付けない**
- **一度で理解していただこうとは、考えない**
  （何度でも質問できるような状況を築いておく）
- **話すペースなどを相手に合わせる（ペーシング）**
- **リスクのものさしを常に頭に、説明できるように**
- **受容的態度・中立的態度から、介入・説明へ**

事故3年過ぎた頃から思ったこと

- 相手と同調だけでは、良い意味での本当のリスコミはできない
- “相手の立場を鑑み**本当に必要な情報**”を“**相手が望む形**＝分かりやすい形”で提供することがとても重要
- もう一つ重要な点は“**住民も勉強し理解する努力**”が不可欠
- **自分自身の創造力の発展と日々の反省…**

初期被ばくの重要ポイント

- 空間線量率が高かった時期の外部被ばく量の推測
  - 当時の行動を辿る
- 空気中に含まれていた放射性セシウムを吸入することによる内部被ばく量の推測
  - ホールボディカウンタでの測定
- 空気中に含まれていた放射性ヨウ素を吸入すること、あるいは、放射性ヨウ素の含まれた食品や水を採ることによる内部被ばく量の推測
  - 甲状腺の測定

推定被ばく線量に合った対象方を考える

まとめ

- **放射線の人体影響は、主に“急性被ばく”によるデータに基づいている**
  - 低線量では、修復機能が働き障害が現れない
  - ダメージの蓄積は、確率的に障害発生の可能性
- **健康影響は放射線の“量”と“時間”で決まる**
- **原発事故後の日本において、放射線による健康への影響は極めて低い**
  - 但し安心を与えることは難しい…
- **より良いリスコミには正しい知識と、対応出来るだけの引き出しが必要**
  - リスクの物差しを身に付けることが大切

平成28年度文部科学省　課題解決型高度医療人材養成プログラム
放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域　採択事業

公開シンポジウム

放射線健康リスク科学分野を支えるメディカルスタッフ

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

平成29年
2月11日(土)
13:00~17:00(12:30開場)

オークラフロンティアホテルつくば
本館3階「ジュピター」

13:00~13:10　開会の挨拶
筑波大学医学医療系長　原　晃

13:10~14:50　第1部
放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域の人材養成
座長:筑波大学医学医療系 教授 櫻井英幸(プロジェクトリーダー)
課題解決型高度医療人材養成プログラムについて
文部科学省 高等教育局 医学教育課 医学教育係　高木涼香
放射線災害の全時相に対応できる人材養成
筑波大学医学医療系 教授 榮　武二(サブプロジェクトリーダー)
放射線健康リスク科学人材養成プログラム
長崎大学医学部医学科 先端医育センター 助教　浦田芳重
卒前教育プログラムの導入のプロセスと今後の課題
筑波大学医学群医学教育企画評価室 講師　高屋敷明由美

14:50~15:10　休憩

15:10~16:30　第2部
放射線とリスクコミュニケーション
座長:筑波大学アイソトープ環境動態研究センター 教授　末木啓介
基礎講演　今日から始める放射線健康リスク科学
ー放射能・放射線の基礎知識ー
筑波大学医学医療系 教授　磯辺智範
特別講演　放射線災害におけるリスクコミュニケーション
量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所
放射線防護情報統合センター長　神田玲子

16:30~16:50　講評
外部評価委員
量子科学技術研究開発機構 理事　島田義也
福島県立医科大学放射線災害医療学講座 教授　長谷川有史
群馬大学重粒子線医学研究センター 教授　大野達也
首都大学東京健康福祉学部 教授　福士政広
量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所　米内俊祐

16:50~17:00　閉会の挨拶
筑波大学医学群長　桝　正幸
(敬称略)

主催:放射線災害の全時相に対応できる人材養成プログラム(RaMSEP)
後援:(株)千代田テクノル

問い合わせ先:筑波大学医学群 RaMSEP事務局
Tel 029-853-7834
E-mail radipro-jimu@md.tsukuba.ac.jp

原子力災害拠点病院指定講習会

日時：　平成29年2月6日(月)
17：30～19：00

場所：　臨床講義棟　臨床講義室A

■ プログラム

● 開閉会挨拶　副病院長　南　学

● 進行　救急・集中治療部長　井上　貴昭

● 第一講演

「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」

放射線健康リスク科学分野を支えるメディカルスタッフの養成

※課題解決型高度医療人材養成プログラム

医学医療系　教授　磯辺　智範

● 第二講演

「原子力災害医療の概略」

量子科学技術研究開発機構

放射線医学総合研究所　被ばく医療センター長

立崎　英夫

入場無料
事前登録不要

お問合せ：企画運営課　塚田(3530)

原子力災害拠点病院指定講習会　　2017年2月6日

「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」

放射線健康リスク科学分野を支える メディカルスタッフの養成

※課題解決型高度医療人材養成プログラム

筑波大学医学医療系
（医学物理学グループ）
磯 辺 智 範
[redacted]

RaMSEP

本日の内容

1. GP公募の主旨
2. 事業の概要
3. 3つの教育プログラム
4. これまでの成果

本日の内容

1. GP公募の主旨
2. 事業の概要
3. 3つの教育プログラム
4. これまでの成果

課題解決型高度医療人材養成プログラムとは

- 全国の大学 / 大学病院における人材養成機能を強化することで、

- 本邦が抱える医療現場の様々な課題等に対して、

- 科学的根拠に基づいた医療の提供に寄与できる、

優れた人材を養成することを目的とした支援事業！

特に人材が不足している領域の医師等の養成について（拡充）

平成28年度予定額：0.8億円（課題解決型高度医療人材養成プログラム　平成28年度予定額：9億円の内数）

本事業における取り組みの例（イメージ）

【領域①の取組例】　領域①：2件×20000千円（拡充）

放射線健康管理やリスクの概念、放射線と化学物質とのリスク比較等に関して体系的に学修することのできる新たな教育プログラムを構築し、普及を図るとともに、事業の継続的な実施による専門人材の養成に取り組む。

テーマ①　放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域

放射線健康管理やリスクの概念、放射線と化学物質とのリスク比較等に関して体系的に学修することのできる新たな教育プログラムを構築し、普及を図るとともに、事業の継続的な実施による専門人材の養成に取り組むもの。

本プログラムは、今後の医療提供体制のあり方を見据えて、これまでの専門教育にとらわれず、新しい枠組みで医療業種を養成するものであることから、以下の項目を全て満たす事業を対象とします。

- 上記（1）に記載の各テーマの趣旨に沿った新たな教育プログラム・コースを構築すること。
- 本プログラムにより養成する職種は医師とし、医師以外の関係職種（歯科医師、看護師、薬剤師など）も養成することができることとする。
  ただし、テーマ②慢性の痛みに関する領域については、関係職種を必ず加えることとする。
- 教育プログラム・コースは、養成する人材に求められる資質や能力を涵養するために必要な教育内容を複数の科目等により体系的に編成したものとし、効果的に教育を行うこと。
  なお、テーマ②慢性の痛みに関する領域については、教育内容に多職種の協働を学ぶためのチーム医療教育を必ず含むこと。
- 新たな教育プログラム・コースを置く過程は学士課程とする。
  なお、補助期間の中間年度（平成30年度）中までに、当該教育プログラム・コースの履修により単位の取得が可能となるよう、正規の教育課程に位置付けること。
- 学士課程における教育の他に、大学院における授業科目の開設や、現職の病院等の職員を対象にした研修の開催など、現職の医療従事者の資質向上にも取り組むこと。

申請と採択

テーマ①　放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域
申請件数：7件（単独事業6件、共同事業1件）【国立6件、公立0件、私立1件】

No.	区分	申請担当大学名	連携大学名	事業名
1	国	北海道大学		放射線健康リスク科学教育プログラム
2	国	東北大学		放射線健康リスク科学教育コンソーシアム
3	国	筑波大学		放射線災害の全時相に対応できる人材養成
4	国	群馬大学		国民を守る放射線リスク管理責任者養成
5	国	福井大学		緊急被ばくに対応するチーム医療の卒前教育
6	国	長崎大学	広島大学、福島県立医科大学	放射線健康リスク科学人材養成プログラム
7	私	慶應義塾大学		放射線の人体影響に関する専門医療人の育成

①放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域　申請件数：7件　選定件数：2件

No.	区分	申請担当大学名	連携大学名	事業名
1	国	筑波大学		放射線災害の全時相に対応できる人材養成
2	国	長崎大学	広島大学、福島県立医科大学	放射線健康リスク科学人材養成プログラム

本日の内容

1．GP公募の主旨
2．事業の概要
3．3つの教育プログラム
4．これまでの成果

これまでの流れ

4月22日　公募開始
5月23日　申請書の提出
7月11日　面接審査
7月27日　追加資料の提出
8月12日　審査結果の公表
8月30日　補助金調書
9月12日　交付内定通知
9月20日　交付申請書の提出
10月5日　交付決定通知
9月30日　工程表の提出

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

②事故収束

●住民が不安を抱える時期

放射線災害発生時は、
- 「放射線災害への対応」
- 「適切な放射線防護」
- 「放射線のリスクコミュニケーション」
- 「放射線による健康リスク管理」
- 「放射線の疫学調査」

など、災害発生時から時間経過とともに必要となる能力は異なる！
→ 全時相に対応できる人材の育成が重要！

本日の内容

1. GP公募の主旨
2. 事業の概要
3. **3つの教育プログラム**
4. これまでの成果

3つのプログラム

課題解決型高度医療人材養成プログラム
「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」

学部教育	卒後生涯教育	大学院教育
放射線災害専門スタッフ養成コース（学類）	放射線災害専門スタッフ養成プログラム（履修証明プログラム）	「放射線防護学」分野（博士課程（医学））
【対象】学類（部）生	【対象】医師、診療放射線技師、臨床検査技師、医学物理士等のメディカルスタッフ	【対象】筑波大学の博士課程に入学できる資格を有する者
6年	1年	4年

①学類教育プログラム

- 学類（部）課程において証明書を発行するユニークなコース　H30年度開始
- 対象：医師

専門モジュール

リスクコミュニケーションなどを含む放射線災害時に対応できる高度な知識
- 講義：放射線健康リスク科学（新規）、臨床疫学特論（新規）
- 実習：放射線管理学（新規）、臨床疫学（新規）、救急医学（既存科目）

（選択）

放射線災害時に必要となる最低限の知識
- 講義：放射線科学（補強*）、臨床疫学（補強*）、救急医学（既存科目）

*既存の講義を活かして再構築

（必修）

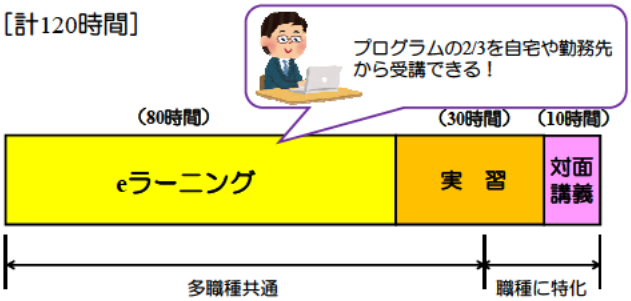
基礎モジュール

既存のプログラムを大きく変更することなく-----

②卒後生涯教育（履修証明プログラム）

- 社会人向けの災害医療スタッフ育成コース
- 対象：医師、診療放射線技師、臨床検査技師、医学物理士等

［計120時間］



- 120時間中80時間をeラーニングでカバー（社会人対応型のプログラム）
- 実習の一部と対面講義は各職種に特化した内容とする。

eラーニングコンテンツ

- 放射線に関する基礎科目から、放射線災害医療に直結する実践的なコンテンツも用意。
- H29年度募集、H30年度開始予定

③大学院教育プログラム

⇒「放射線健康リスク科学」講座の設置

- 放射線災害時の全時相に対応できる人材を養成するための指導者コースとして位置づけ
- 幅広い視野での研究を進めるため、既存の研究グループを有効活用する。
- H29年度募集、H30年度開始

大学院履修要件

所属するコースの必修科目（13単位）

- 専門科目（9単位）

講　義

✓ 放射線健康リスク管理学（4単位）　Radiation Health Risk Management

✓ 放射線災害医療学（2単位）　Radiation Disaster Medicine

集中講義・実習

✓ 放射線科学ーその基礎理論と応用ー（1単位）
Basis and Application in Radiological Science

実　習

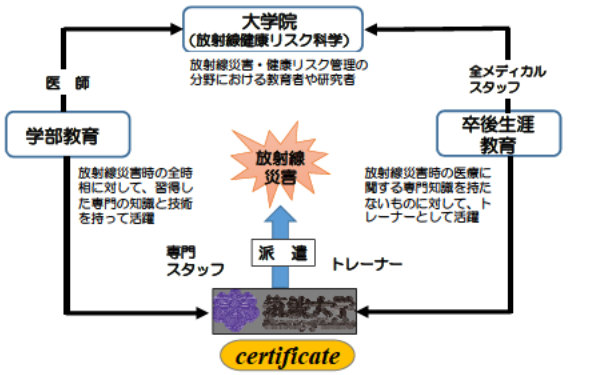
✓ 課題解決型放射線科学演習（1単位）
Seminar in Radiological Science for Resourceful Skill

- 選択科目（8単位以上）ただし、下記の中から3単位以上履修すること。

診断医学物理学講義（2単位）*、治療医学物理学（6単位）*
臨床研究と統計学（1単位）*臨床試験論（2単位）、医生物統計学概論（1単位）、
医生物統計学特論（2単位）、医生物統計学実習（1単位）、疫学特論（1単位）、
臨床外科学特論Ⅰ（2単位）、臨床外科学特論Ⅱ（2単位）、
臨床外科学演習Ⅰ（2単位）、臨床外科学演習Ⅱ（2単位）

*がんプロ科目

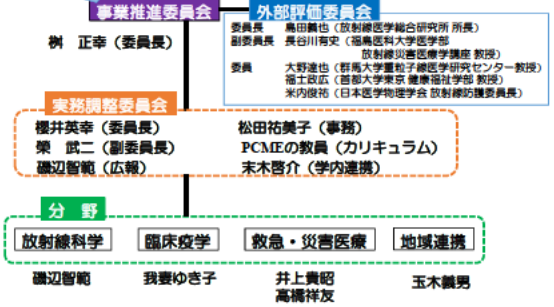
包括的な放射線災害医療対策の実現



放射線災害発生時に、初期の緊急被ばく医療から、復興期の継続的な放射線に対する健康管理までの各時相に応じて、習得した専門の知識・技術で活躍することを目指す！

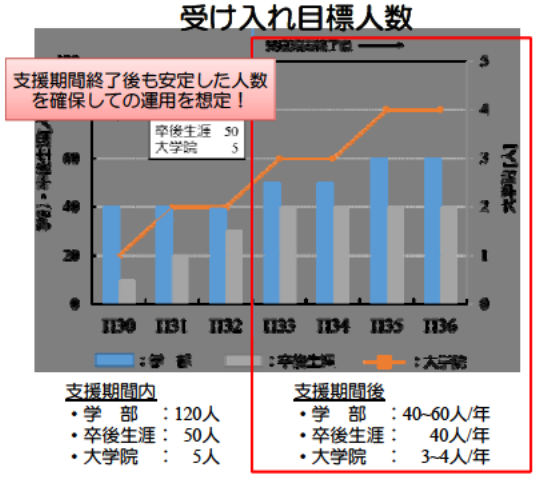
組織体制

CRiEDや災害精神支援講座なども参画！



- 附属病院内の各専門グループに加え、アイソトープ環境動態研究センター（CRiED）、災害精神支援学講座など、放射線災害医療に関わる新しい組織も含めた事業推進委員会を設置。
- 外部評価委員会を設け、外部評価の結果を踏まえて事業内容の改善・充実に取り組む。
- 専門性の高い多くの分野と連携。

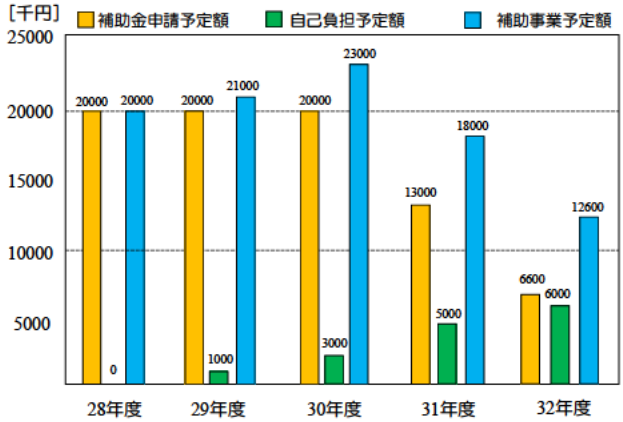
受け入れ目標人数



支援期間内
- 学　部　：120人
- 卒後生涯：　50人
- 大学院　：　5人

支援期間後
- 学　部　：40~60人/年
- 卒後生涯：　40人/年
- 大学院　：　3~4人/年

事業実施期間に係る補助事業予定額



推進委員会からの主なコメント

○：優れた点等、●：充実を要する点等

○放射線災害の急性期、収束期、復興期の特徴のいずれにも対応できる人材養成を目標とし、**臨床疫学教育を重要視している点が特徴的**である。

○放射線災害全時相を学習できるカリキュラムを学部教育、卒後生涯教育、大学院教育という3本立てで教育システムを構築する点は、基礎教育、実践、研究をつなぐことにもなり、高く評価できる。

○**現行の学部教育を基盤に教育プログラム内容を改正していく点は、実現可能性が高いと評価**できる。また、卒後生涯教育をeラーニングで支援することにより、実践現場の人材育成と発展につながることが期待される。

○**放射線防護学関連の講座を新設することにより、研究のさらなる継続と発展が期待**される。

●**茨城県等との緊密な連携体制を構築**するとともに、地域を巻き込んだ被ばく対策等について、具体的な検討が望まれる。

●**補助期間終了後も本事業を確実に継続するための計画**を具体的に検討する必要がある。

●他大学等の参考となるよう本事業に係る取組や成果等を積極的に**情報発信**するなど、事業の普及・展開に努める必要がある。

平成28年度のスケジュール①

	10月	11月	12月
全　体	キックオフ	事務局設置 HP立ち上げ 外部評価委員の先生への正式依頼	事務員配置 研修会（外部講師）
学　類		測定器などの設備備品	
大学院	科目の決定		
履修証明		eラーニング収録環境 シラバス	技術補佐員配置 非常勤講師の手続き

平成28年度のスケジュール②

	1月	2月	3月
全　体	教員配置 パンフレットの作成	シンポジウム開催	自己点検評価 年次報告書の作成 委員会の開催
学　類		カリキュラム調整に着手	
大学院	シラバス		
履修証明	eラーニング収録開始		

今後のスケジュール

平成29年度

- 募集：大学院、履修証明プログラム
- 講義、実習：本格準備
- カリキュラムの調整（特に学類）
- 委員会の開催
- ホームページの改訂
- シンポジウムの開催
- 自己点検評価の実施
- 年次報告書の作成

→ 平成30年度
- 学生受け入れ開始！

本日の内容

1. GP公募の主旨
2. 事業の概要
3. 3つの教育プログラム
4. **これまでの成果**

RaMSEP HP開設

放射線健康リスク科学セミナー

- 放射線健康リスク科学の知識を習得しようとしている方や興味のある方を対象とした講演会を2回開催済み。

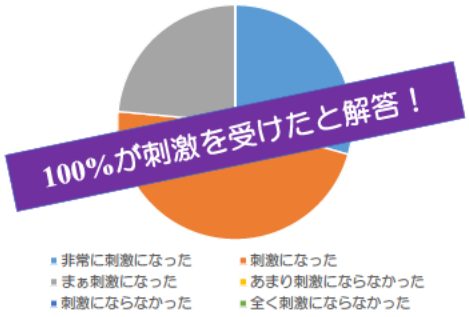
参加者：　34名　　52名

- 第1回：義澤先生（三菱総合研究所原子力安全事業本部復興・再生グループ）

- 第2回：広藤先生（セントメディカル・アソシエイツLLC）

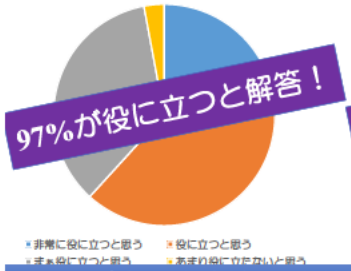
セミナーアンケート結果

- 本セミナーの内容は、あなたにとってどの程度刺激になりましたか？

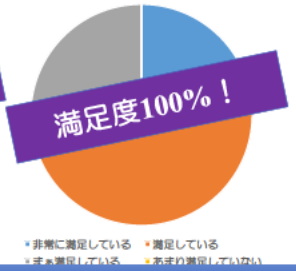


セミナーアンケート結果②

- 本セミナーの内容は、あなたの今後の活動にどの程度役立つと思いますか？



- 本セミナーの内容に、あなたはどの程度満足していますか？



ご意見を参考に今後も随時開催予定！

公開シンポジウム

- 2017年2月11日(土)
- オークラ3F
- 対象：メディカルスタッフはもちろん、一般の方も参加可能
- ぜひお越しください！

まとめ

- 文部科学省GP「放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域」について概説した。
- 放射線災害医療は、発生初期、事故収束期、慢性期で必要な知識・技術は異なり、全時相に対応できるスタッフ育成が急務である。
- 本学では学部教育、履修証明プログラム、大学院教育の3つのプログラムで包括的な専門スタッフ育成を目指す。
- 本学の放射線健康リスク科学教育が全国に先立ち、モデル事業となるよう推進に努める。