

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 29 年度年次報告書

RaMSEP 事務局（筑波大学 医学群）

平成 30 年 4 月 25 日

目 次

I.	平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会 実施報告.....	1
II.	プログラム 進捗報告	5
1)	学部教育プログラム	5
2)	大学院教育プログラム	7
3)	履修証明プログラム	9
III.	放射線医学オープンスクール 実施報告	17
IV.	アドヴァンストコース 実施報告	21
1)	JUST DO IT! 放射線災害関連施設見学ツアー	21
2)	JUST DO IT! 放射線災害医療をサーベイメータで切り拓く	25
V.	FB News 掲載報告	28
VI.	原子力災害時の医療に係わる研修講師養成講座 参加報告.....	28
VII.	公開シンポジウム実施報告	28
VIII.	外部評価委員会報告	30
IX.	放射線健康リスク科学セミナー実施報告	32
1)	第 3 回放射線健康リスク科学セミナー	32
2)	人間総合科学研究科医学セミナー（共催：第 4 回放射線健康リスク科学セミナー）	35
X.	RaMSEP 基礎講座実施報告	38
XI.	平成 29 年度事業報告会議報告	38
XII.	総 括	39
	付 録	40

I. 平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会 実施報告

- 1.日 時 平成 29 年 6 月 21 日（水）18:00～19:00
- 2.場 所 筑波大学医学地区 4B 棟 209 講義室
- 3.出席者 榎（事業責任者）、田中、榮、我妻、千葉、二宮、末木、坪井、高屋敷、熊田、松田、横田、上妻、関本、森、池田、松田
- 4.議 題

委員会開催にあたり、事業責任者の榎より開会の挨拶があった。昨年の秋より本事業がスタートし、2 年目初回の委員会を開催する。今年の 2 月には本事業のシンポジウムを開催し、文科省の担当の方から事業に対し高い評価を得たにも関わらず、2 年目の予算は大きく削減されてしまった。ただ、補助金が減ったからといってやることは減らないため、一丸となって精力的に事業を推進しなければならない。福島事故でスタートした本事業であるが、先日は大洗で事故があり、やはり本事業の意義は大きいことを再認識した。そのため、今後とも本事業の推進について協力をお願いしたいとのことであった。

1) 平成 28 年度 事業報告（説明者：榮）

- ホームページについて、先生方へ情報を共有する目的として、「関係者サイト」を用意した。ログインのユーザー名、パスワードは資料に示す通りである。教員向けページでは、これまでの会議資料等を閲覧することが可能である。
- 放射線健康リスク科学セミナーを 2 回開催した。本セミナーについては今年度も開催予定である。
- 公開シンポジウムを開催した。本シンポジウムでは外部評価委員にも来ていただき、本事業の進捗を説明し講評をいただいた。
- e-ラーニングの収録を 6 回、全て外部の先生に依頼し、実施した。

2) 平成 29 年度 事業スケジュールと進捗について

(1) 今年度の事業概要（説明者：榮）

- 平成 29 年度の事業実施計画は資料の通りである。中でも、学部教育、大学院教育、履修証明の 3 つの教育プログラムの構築が最重要課題である。

(2) 進捗 1：学部教育プログラム（説明者：榮・森）

- 学部教育カリキュラムは、榎学群長の意向により、既存のカリキュラムを最大限に活用し、授業のコマ数を増やす等の調整の無いようにする。
- 基礎モジュール：既存のカリキュラムで実施されている講義を寄せ集めて、RaMSEP 用の講義・演習・実習となるように調整している。つまり、全学生が既存のカリキュラムで基礎モジュールを選択した事となる。
- 専門モジュール：クリニカルコースとアカデミックコースの 2 つがある。クリニカルコースでは放射線健康リスク科学の科目を履修する必要があり、これはアドヴァン

ストコースを利用した科目である。アカデミックコースでは RaMSEP 特論の科目を履修する必要があり、これは研究室演習を利用した科目である。

- アウトプット：①放射線のリスクについてエビデンスを基に患者さんへ説明することができる、②患者・スタッフの被ばくを考慮した放射線災害医療に対応できる。
- 既存の科目で足りない場合は e-ラーニングを活用する。反転授業、事後学習の 2 つのメリットがある。現状では限られた科目のみしか e-ラーニングの取り入れ（準備）が進んでいないため、先生方の協力が必要となる。各科目の詳細については資料に示す通りである。

学部教育について、以下の内容が議論された。

- スタッフ認定はクリニカルコースとアカデミックコースのどちらかのみで良い。
- e-ラーニング 1 コマは 60～90 分程度とする。
- 既存の科目では放射線災害に関する繋がりが薄いため、意識して講義に取り入れることや e-ラーニングの活用が必要となる。
- 学生に対してプログラムの全体像、クリニカルコース・アカデミックコースの履修に関する広報のタイミングについて今後検討する必要がある。一例として、M2 の 9 月の医学の基礎（臨床の導入）部分の放射線科学のコースで広報する。
- 研究室演習の広報について、現状では M1 の夏前、M2 および M3、M4 の初日オリエンテーションで実施しており、このタイミングでプログラム全体像のチラシ等を配布する。
- M5 後半から M6 で研究室演習を半年間に行う新医学専攻があり、こちらも活用する。
- スタッフ認定時期は、クリニカルコースまたはアカデミックコースまで含めて終了した段階のため、まとめて認定するのは難しい。
- スタッフとして認定された場合、災害発生時、専門教育を受けた医師がいるというリストを作ることが社会的リソースとなる。リストを見せる場合プライバシーの問題もある。

(3) 進捗 2：大学院教育プログラム（説明者：榮）

- 平成 30 年度の学生を募集するために、研究分野“放射線健康リスク科学”を博士課程 疾患制御医学に立ち上げた。認定手続きの問題で、本年度は担当教員を榮で募集する。
- 初年度の募集は 1 名である。想定として、まずは広報のしやすい物理工学系または技師系の学生を集める。

大学院教育について、以下の内容が議論された。

- プログラムを作る際、①専攻履修要件を満たした上で独自の科目を履修させる（専攻の中に作る）、②専攻の外に独立して作る、2 つの方法がある。本事業では①を採用

し、臨床病態解明学に入れてもらい、疾患制御の履修要件を満たしている。この場合、学生に対しては科目を細かく書く必要がない。

- がんプロを導入する際に混乱が生じたため、本事業も混乱が重ならないよう注意が必要である。

(4) 進捗 3：履修証明プログラム（説明者：関本）

- e-ラーニング（80h）、実習（30h）、対面講義（10h）の計 120h とする。平成 30 年 1 月より募集開始予定、平成 30 年 4 月よりプログラム開始となる。
- e-ラーニング：放射線科学、災害医学、放射線災害医学、放射線健康リスク科学の 4 科目となる。放射線の基礎講義となる放射線科学を 4、5 月で実施し、その後専門科目を履修する方式を予定している。
- 実習および対面講義をまとめて“課題解決型放射線災害演習”とした。こちらに関してはスクーリングによる集中講義が基本となる。実施時期については臨機応変に対応予定。
- 科目詳細については資料の通り。課題解決型放射線災害演習では、年に 2 回程度開催する放射線健康リスク科学セミナーへの出席、学部教育と同様の実習、公開シンポジウムへの参加等を予定している。
- e-ラーニングの収録は 7 月中旬からを予定。場所については E 棟 501 を基本とするが、臨機応変に対応可能。

履修証明について、以下の内容が議論された。

- 学部教育で必要となる e-ラーニングコンテンツもこちらに入れてしまって、枠組みもフレキシブルに対応してコンテンツの充実を図る。
- e-ラーニング 80h であるが、1 コマ 90h 換算のため約 50 コマを用意する必要がある。
- 医師会等、専門団体へ広報する必要がある。また、公開シンポジウムでは関係者を集めてガイダンスを行なうような感覚で準備をする必要がある。
- 履修資格に幅があるため、元々の放射線に関する知識が大きく異なる可能性があるが、それでも基本的には基礎共通講義として全て履修してもらう。
- 実習は、社会人向けであることを考慮し、基本は週末を予定。場所は RI センター等、幅広く検討中。学会の研修や県の研修なども利用予定。申請時のコメントで県との連携が弱いとのご指摘をいただいているため、ここで連携の調整中。
- 受講料について、秋口の社会連携会議で協議予定。GP 期間中は大学からの補助により無料になるよう検討中。

(5) 組織体制・予算（説明者：榮）

- 組織体制：分野の放射線健康リスク科学に機辺を追加。実務調整委員会のカリキュラム担当に高屋敷を追加。関本・森を実務調整委員会の総務に配置。

- 予算：2年目の予定額は2,000万円だったが、実際には1,425万円となってしまった。本年度の予算概要は資料の通りで、設備備品は買えないのが現状となっている。また、事務経費を払えない状況のため、委任経理金を集めることによりまかっている。

組織体制・予算について、以下の内容が議論された。

- 同 GP を行っている長崎大学も本学同様、補助金を減らされた状況である。

(6) その他（説明者：榮）

- 放射線医学オープンスクールを医用原子力技術研究振興財団と共催で開催。
- SNS（Facebook・Twitter）の整備。

その他・本会議全体に関するまとめとして、以下の内容が議論された。

- 以前のシンポジウムで長崎大学と情報共有する必要があると指摘されたが、まだ具体案はまとまっていない。e-ラーニングコンテンツについては協力の可能性があるため模索していく。ただし、長崎大学はe-ラーニング教育を想定していないため、方針として、全国の医学部教育で活用できるコンテンツ作りのため、長崎大学の先生を招聘し、撮影させてもらうことを一案とする。
- 長崎大学との交流については申請書に書かれていないが、公開講座等と一緒に開催すると良いかもしれない。タイミングとしては、平成30年度から本格始動に合わせ、その年度に同時開催を検討中。CoMSEPでも同様の方式としているため参考とする。

最後に、磯辺より予算確保へ向けての狙いと、今後のe-ラーニング収録やカリキュラムの調整等、諸先生方への協力依頼があった。

4.キックオフミーティング開催風景

事業報告：榮先生（事業責任者）



5.配布資料

付録1 平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会資料

II. プログラム 進捗報告

筑波大学の放射線災害の全時相に対応できる人材養成プログラムでは、①学部教育プログラム、②大学院教育プログラム、③履修証明プログラムの3つの柱で卒前・卒後教育を包括的に行なう。それぞれのプログラムの進捗状況について、以下に報告する。

1) 学部教育プログラム

【カリキュラム概要】

カリキュラムの体系は「基礎モジュール」と「専門モジュール」の2つに分類される(図 II-1-1)。基礎モジュールでは、放射線健康リスク科学の基礎となる「放射線」、「疫学」、「救急医学」の3分野について講義・実習を行なう。また、災害医療に関わるチーム医療演習も取り入れることが本プログラムの特色である。専門モジュールは、専門的な講義実習により専門スタッフを目指す「クリニカルコース」と、専門的な研究に触れることで進学・研究者を目指す「アカデミックコース」に分かれる。クリニカルコースに用意した科目は放射線健康リスク科学である。放射線健康リスク科学では、3つの短期集中実習、およびeラーニングコースの計4種から2講義を選択する。アカデミックコースに用意した科目はRaMSEP特論である。RaMSEP特論では放射線医学、臨床疫学、救急医学のいずれかの研究室演習を行なうことで、研究遂行能力の基礎を養う。研究室演習では自身が所属する研究室のみで完結せず、放射線医学-臨床疫学-救急医学で短期的な相互学生受け入れを行なうことで、放射線健康リスク科学分野の包括的な知識の習得を目指す。

コンセプト

受け入れ目標人数：40名

放射線+疫学＝ 放射線に関する正しい知識を習得し、リスク等のエビデンスを踏まえた被ばく等の説明ができる。
放射線+救急＝ 患者およびメディカルスタッフの被ばくを考慮した放射線災害医療に対応できる。



図 II-1-1 学部教育プログラムのコンセプト

【e-learning の活用】

本プロジェクトを進めていく上で、放射線健康リスク科学に関する専門的な講義の導入は必要不可欠である。しかし、放射線健康リスク科学分野を専門とする人員は不足しており、また、本分野の講座を全ての医学系大学で新設することも困難である。以上の問題を打開すべく、筑波大学では医学部における放射線健康リスク科学の必修化のキーワードとして e-learning の導入を挙げる。筑波大学の3つの教育プログラムの中の履修証明プログラムでは、e-learning を主体としたコンテンツを用意している。e-learning では、放射線健康リスク科学分野の専門家を招いて講義を収録し、提供を目指している。そのため、履修証明プログラムで用意している専門講義は、学部教育でも十分に活用できる貴重なコンテンツとなっている。また、e-learning では、多忙な医学生の空いた時間で講義を受けることができ時間効率も良い。さらには、対面講義の前に e-learning による事前学習を済ませる、いわゆる“反転授業”を導入することで講義の理解度は向上し、対面講義後の事後学習として活用することで知識の補填・定着を図ることもでき、e-learning の活用法は多岐にわたる。以下に示す、学部教育のシラバスにおいても、e-learning による専門講義をふんだんに導入している点に注目していただきたい。

【シラバス】

学部教育プログラムのカリキュラムマップを図 II-1-2 に示す。ベースとなる基礎科目の講

義は2年次からはじまり、放射線科学→救急医療学→臨床疫学と順に履修を行なう。基礎知識を習得すると、課題解決型多職種連携論により、多職種で原子力災害に関わるシナリオ演習を行い、チーム医療の重要性を認識させる。その後、各種実習を4年次から5年次に行い、基礎知識の応用により知識の定着を図る。この実習時期と並行して、クリニカルコースの専門科目である放射線健康リスク科学を開講する。ここでは、より原子力災害に特化した講義および実習を行なう。また、アカデミックコースのRaMSEP特論は2年次から5年次まで随時受講が可能である。これは、学生にとって早くから研究に触れてもらう機会を作るという狙いがある。それぞれの科目のシラバスについては付録 II-1 を参照いただきたい。

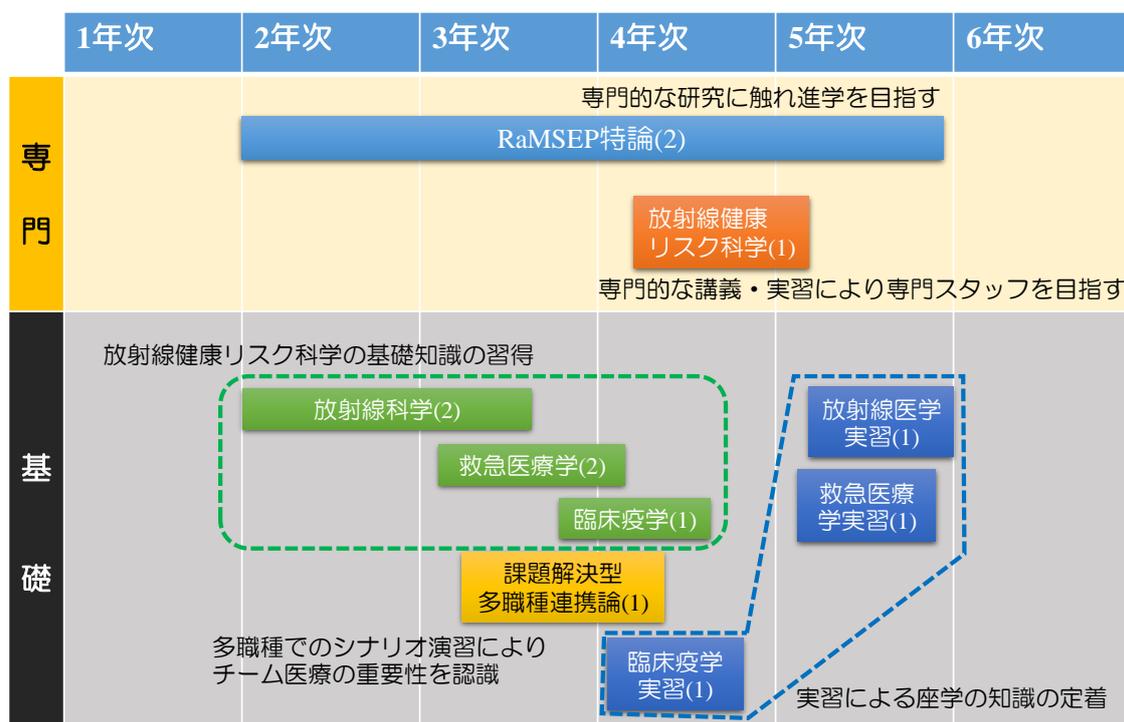


図 II-1-2 学部教育プログラムのカリキュラムマップ

2) 大学院教育プログラム

新設した研究分野（講座）である放射線健康リスク科学は、人間総合科学研究科疾患制御医学専攻に属する。大学院教育プログラムは、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（RaMSEP コース）としての位置づけであり、平成 30 年度筑波大学大学院募集要項に掲載済みである（表 II-2-1）。大学院教育プログラムのカリキュラムを表 II-2-2 に示す。前述の通り、本講座は疾患制御医学専攻に属するため、疾患制御医学専攻の必修科目の履修が必要となる。ただし、医学の研究室に所属する学生の RaMSEP コースの履修も認めており、その場合は所属専攻の必修科目（13 単位）を履修することとなる。専門科目として、座学では「放射線健康リスク管理学」、「放射線災害医療学」、集中講義・実習として「放射線科学—その基礎理論と応用—」を行なう。この集中講義・実習は本学の

アイソトープ動態研究センターと協力して行なう。実習については、「課題解決型放射線科学演習」により、原子力災害医療に特化した課題の演習を行なう。専門科目のシラバスについては付録 II-2 を参照いただきたい。以上に、学生に合った選択科目を加えることでそれぞれの研究分野に特化した教育が可能となる。

表 II-2-1 放射線健康リスク科学講座の新設

研究分野	教員名	研究内容
放射線健康 リスク科学	榮 武二	放射線災害においては、災害発生直後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、放射線の汚染管理対応まで、各災害時相に対応する必要がある。本分野では、放射線計測、放射線防護、放射線管理、さらには、健康リスク管理まで、幅広い範囲で研究テーマを抽出し、新規技術開発やエビデンスの確立につながる研究を行う。

表 II-2-2 大学院教育カリキュラム

● 疾患制御医学専攻の必修科目（13 単位）

（ただし、生命システム医学専攻所属の学生は所属専攻の必修科目 13 単位を履修すること）

● 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、下記の科目群から 8 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）、保健医学物理学（2 単位）、

基礎医学物理学（6 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）、

臨床研究と統計学（1 単位）、臨床試験論（2 単位）

3) 履修証明プログラム

【履修証明プログラム概要】

放射線災害は、「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」「災害が落ち着き、住民が放射線に対して漠然とした不安を抱える時期」「復興期に入り発がんを中心とした健康被害のリスク評価や管理を行う時期」と多岐にわたる。そのため、各時相のニーズに合わせた最善の活動が必要となる。しかし、従来の医療教育では放射線の基礎教育が不足しており、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メディカルスタッフが少ない状況である。

筑波大学医学群は、文部科学省「課題解決型高度医療人材養成プログラム」の採択を受け、「放射線災害の全時相に対応できる人材育成」事業を発足した。本事業は、学部教育・大学院教育・卒後生涯教育の3つの教育プログラムを立て、放射線災害の全時相において専門の知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフの養成、専門知識を持たない者に対して、トレーナーとして指導的立場で活躍できるメディカルスタッフの養成を目的としている。履修証明プログラムには、①大学の学位に比べ、より短期間に修得することが可能、②再就職やキャリアアップに役立つ社会人向けの教育プログラム、③修了者には学校教育法に基づき履修証明書を交付、という3つの特徴がある。

「放射線災害専門スタッフ養成プログラム」は、①医師、看護師、保健師、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、②災害に関連する専門職および事務関係者等を対象に、80時間のe-learningの履修および課題提出と、40時間の放射線災害に対応できる実習・対面講義・公開シンポジウムからなる合計120時間の教育プログラムを開設する。

e-learningは、筑波大学の学習管理システム「manaba」を用いて、放射線災害の専門的知識を収録した教育効果の高い動画教材を利用し学習する。一方、座学だけではなく実際に履修生が対面講義を通じて交流を深めるとともに、放射線災害に対応できる実習や対面講義を40時間設けた。実習および対面講義は、主に休日開催で実施し、社会人の履修が円滑に実施できるように配慮する。本プログラムの履修修了生には、筑波大学から学校教育法に基づくプログラムであることおよびその名称等を示した履修証明書(certificate)を交付する。

【授業科目の概要】

履修証明プログラムは、80時間のe-learningと40時間の実習・対面講義・公開シンポジウムの計120時間で構成している(表II-3-1)。

e-learningは、「放射線科学」「災害医学」「放射線災害医学」「放射線健康リスク科学」の4つのコースを設定した。「放射線科学」は、放射線に関する基礎知識の習得を目的に計15時間のプログラムとしている。科目は放射線物理、放射線生物、放射線計測、医療統計学で構成している。「災害医学」は、災害時に必要とされる医療技術、特殊性と課題、解決策、多職種連携等の基礎知識の習得を目的に計20時間のプログラムとしている。科目は、災害

医療概論、救急医療、関係法規・制度、多職種連携災害医療、安全情報管理、メンタルケア、災害医療教育・研修・訓練、疫学、地域連携論で構成している。「**放射線災害医学**」は、放射線災害時に必要とされている医療技術、放射線および汚染の評価等の基礎知識の習得を目的に計 20 時間のプログラムとしている。科目は、放射線災害医学概論、環境放射線計測、原子力概論、汚染測定で構成している。「**放射線健康リスク科学**」は、放射線の健康影響とリスクに対する基礎知識の習得を目的に計 25 時間のプログラムとしている。科目は、放射線健康リスク科学概論、放射線に関する関係法規・制度、放射線防護学、医療放射線防護、リスクコミュニケーション、核医学物理学、治療物理学で構成している。e-learning は、履修生が学びたい科目・コンテンツを選択して、規定の履修時間に到達できる**科目ジョークボックスシステム**を採用した。

実習・対面講義・公開シンポジウムは、「**課題解決型放射線災害演習**」と題して、放射線災害時に医療施設で必要となる「**養生・個人装備・クイックサーベイ**」、「**避難退域時検査・簡易除染**」の実習、放射線災害に関するシナリオ・事例を用いた「**テュートリアル**」、本事業が主催する公開シンポジウムへの参加で計 40 時間のプログラムで構成している。各科目のコンテンツについては、表 II-3-2～表 II-3-6 を参照いただきたい。

表 II-3-1 履修証明プログラムカリキュラム構成

コース	授業科目	授業形式	時間
I	放射線科学	e-learning	15
II	災害医学	e-learning	20
III	放射線災害医学	e-learning	20
IV	放射線健康リスク科学	e-learning	25
V	課題解決型放射線災害演習	実習・対面講義	40
合計			120

e-learning : 80 時間 (1 コンテンツ 1.5 時間)

表 II-3-2 放射線科学 コンテンツ

コース名 : I 放射線科学 (15 時間)

科目名	コンテンツ	
放射線物理	I-1	放射線について知ろう
	I-2	光子と物質との相互作用
	I-3	荷電粒子と物質との相互作用
	I-4	中性子の特徴
	I-5	原子核物理
放射線生物	I-6	放射線の生物作用
	I-7	確定的影響と確率的影響
	I-8	放射線による人体への影響
	I-9	分子レベルの影響
	I-10	放射線の修飾要因
放射線計測	I-11	放射線計測学概論
	I-12	電離作用を利用した放射線測定器
	I-13	発光作用を利用した放射線測定器
	I-14	半導体を利用した放射線測定器
	I-15	個人被ばく線量計
医療統計学	I-16	医療統計学基礎
	I-17	確率
	I-18	多変量解析
	I-19	医学統計
	I-20	ROC 解析
	I-21	医療統計用ソフトウェア

※ 各科目から 1 コンテンツ以上を含み、計 10 コンテンツ以上を履修

表 II-3-3 災害医学 コンテンツ

コース名：II 災害医学 (20 時間)

科目名	コンテンツ	
災害医学概論	II-1	これだけは知っておきたい CBRNE 対応
	II-2	大規模災害に対する病院 BCP (診療継続計画) の考え方
	II-3	途上国における救急医療体制
関係法規・制度	II-4	関係法規
多職種連携災害医療	II-5	災害医療—看護師の対応—
	II-6	災害医療—理学療法士の対応—
	II-7	災害医療—診療放射線技師の対応—
安全・情報管理	II-8	情報管理
救急医療	II-9	モニター心電図の読み方
	II-10	脳卒中・頭部外傷
	II-11	敗血症・DIC
	II-12	虚血性心疾患
	II-13	中毒
	II-14	熱傷
メンタルケア	II-15	支援者のメンタルヘルス
教育・研修・訓練	II-16	高度医療分野におけるリスクマネジメント
疫学	II-17	疫学
	II-18	生物統計

※ 各科目から 1 コンテンツ以上を含み、計 13 コンテンツ以上を履修

表 II-3-4 放射線災害 コンテンツ

コース名：Ⅲ 放射線災害（20 時間）

科目名	コンテンツ
放射線災害医療	Ⅲ-1 放射線災害医療概論
	Ⅲ-2 放射性物質による汚染と被ばく
	Ⅲ-3 放射線災害とその対応
	Ⅲ-4 被ばく傷病者等搬送
	Ⅲ-5 災害時医療機関の対応
	Ⅲ-6 安定ヨウ素剤
環境放射線計測・ 汚染測定	Ⅲ-7 放射線災害における線量計の種類と取扱い方法
	Ⅲ-8 環境放射線測定
	Ⅲ-9 福島第一原発事故直後の線量再構築への取り組み
	Ⅲ-10 ホールボディカウンタ
	Ⅲ-11 避難退域時検査・簡易除染
原子力概論	Ⅲ-12 原子炉の仕組み
	Ⅲ-13 原子力事故

※ 各科目から 1 コンテンツ以上を含み、計 13 コンテンツ以上を履修

表 II-3-5 放射線健康リスク科学 コンテンツ

コース名：IV 放射線健康リスク科学 (25 時間)

科目名	コンテンツ
放射線健康リスク 科学概論	IV-1 今日から始める放射線健康リスク科学
	IV-2 放射線の医学利用
	IV-3 放射線による人体影響
	IV-4 被ばく傷病者等搬送
	IV-5 医療機関の対応
	IV-6 安定ヨウ素剤
放射線に関する 関係法規・制度	IV-7 放射線障害防止法と同施行規則
	IV-8 医療法および同施行規則
放射線防護学	IV-9 放射線と防護の基礎知識
	IV-10 線量当量の定義と意味
医療放射線防護	IV-11 CT 検査における被ばくと患者説明
	IV-12 CT 領域における線量測定の実際
	IV-13 各種放射線診断装置の被ばく 線量指標とその評価法
リスクコミュニ ケーション	IV-14 放射線災害におけるリスクコミュニケーション
	IV-15 リスクの考え方
	IV-16 被ばく相談に生かすリスクコミュニケーションの 基礎知識
核医学物理学	IV-17 PET 撮像の原理
	IV-18 PET 検査の概要
治療物理学	IV-19 切らずに治すがん治療

※ 各科目から 1 コンテンツ以上を含み、計 17 コンテンツ以上を履修

実習・対面講義・公開シンポジウム：40時間

表 II-3-6 放射線科学 コンテンツ

コース名：V 課題解決型放射線災害演習（40時間）

科目名		コンテンツ
放射線災害実習	V-1	サーベイメータの取扱い
	V-2	養生
	V-3	個人装備
	V-4	クイックサーベイ
	V-5	避難退避時検査
	V-6	簡易除染
	V-7	施設見学
対面講義	V-8	放射線災害・放射線健康リスクに関する PBL テュートリアル
放射線健康リスク科学	V-9	放射線健康リスク科学 I
	V-10	放射線健康リスク科学 II
公開シンポジウム	V-11	公開シンポジウム
その他	V-12	（関連学会への参加）

※ 実習・対面講義・公開シンポジウムは、全て参加が望ましい。
参加不可の場合、e-learning と課題提出で対応。

プログラムの年間スケジュールは、4、5月の2ヵ月間で「放射線科学」をe-learningにて受講し、6月から次年2月の9ヵ月間で「災害医学」、「放射線災害医学」、「放射線健康リスク科学」をe-learningにて受講する流れとなる。実習・対面講義は、11、12月の休日を利用して筑波大学キャンパス、放射線災害関係施設等で実施する。なお、実習・対面講義の詳細な日程については、履修生と検討をして決定する。

その他、履修証明プログラム募集要項、学内における履修証明プログラムの申請書（特別の過程実施申請書）、履修証明書、学群教育会議資料について、付録 II-3-1～付録 II-3-4を参照いただきたい。

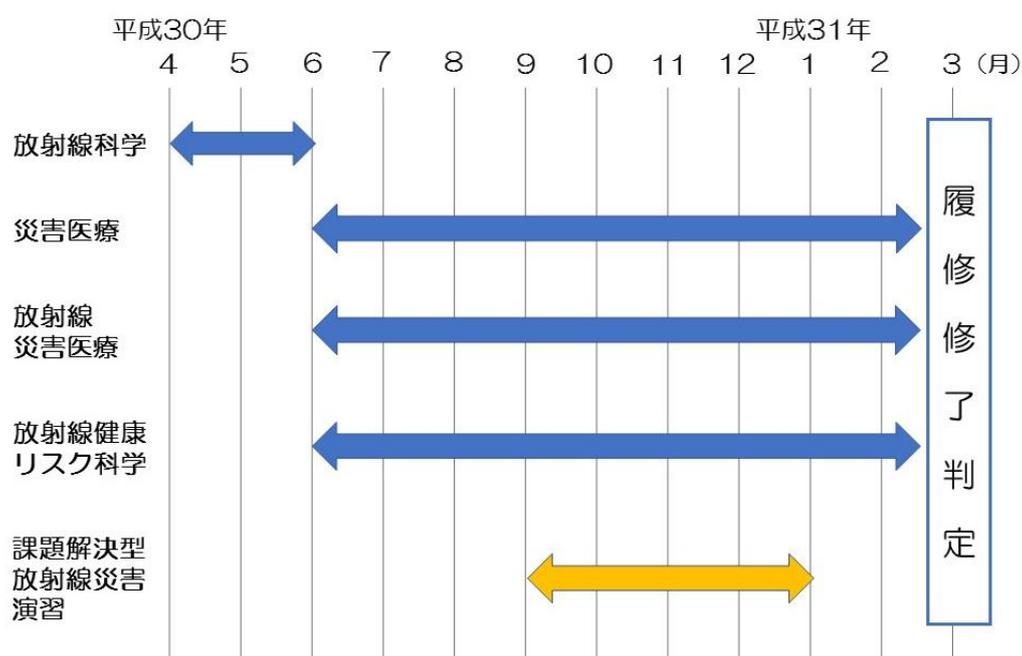


図 II-3-1 履修証明プログラム年間スケジュール

III. 放射線医学オープンスクール 実施報告

放射線医学オープンスクールとは、公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 医師のキャリアパスを考える医学生のが毎年主催している、見学研修プログラムである。放射線医学に興味を持った医学および理工学系の大学生および大学院生を対象とし、放射線医学の先端技術と今後の発展を考える機会を提供するためのツアーであり、本年は RaMSEP との共催で開催した（付録 III-1 放射線医学オープンスクール案内参照）。スケジュールを表 III-1 に示す。研修は 8/29（水）と 8/30（木）の 2 日間で開催し、2 日目を RaMSEP で担当し、放射線の医学利用や陽子線センター見学、サイバニクスセンターでのロボットスーツ HAL の見学も行った（付録 III-2 RaMSEP 配布資料参照）。

表 III-1 放射線医学オープンスクールスケジュール

	開始	終了	所要時間	内容	場所
8/29(火)	11:45	12:00	15分	集合・受付	鍛冶橋駐車場 (東京駅 徒歩5分)
	12:00	13:20	1時間20分	移動(貸切バス)車中にてお弁当	
	13:30	13:45	15分	開会挨拶・プログラム説明	
	13:45	14:30	45分	X線治療の基礎	日立メディカルフォーラム柏 3階セミナールーム
	14:30	15:15	45分	粒子線治療の基礎	
	15:15	15:30	15分	<休憩>	
	15:30	16:05	35分	治療計画装置見学(交代制)	日立メディカルフォーラム柏 2階ビスタサロン
	16:05	16:40	35分	治療装置見学(交代制)	
	16:40	17:00	20分	<休憩>	
	17:00	17:50	50分	重粒子線がん治療の概要 (野田耕司)	
	17:50	18:50	1時間	特別講演 “Particle Therapy in Asia: Current and Future Developments” (Tony Liang)	日立メディカルフォーラム柏 3階セミナールーム
	18:50	19:00	10分	移動(構内・徒歩)	
	19:00	20:30	1時間30分	懇親会	事業所内 PUB スペース 緑葉
	20:30	21:00	30分	移動(貸切バス)	
	-	-	チェックイン	オーケラフロンティアホテル	
8/30(水)	-	8:50	-	朝食・チェックアウト	オーケラフロンティアホテル
	8:50	9:00	10分	集合・点呼	
	9:00	9:15	15分	移動(ホテル送迎バス)	
	9:30	9:40	10分	開会挨拶・プログラム説明	
	9:40	10:30	50分	放射線について知ろう (榮 武二)	筑波大学附属病院
	10:40	11:40	1時間	放射線の医学利用 (磯辺 智範)	
	11:50	13:20	1時間30分	施設見学(陽子線治療) 昼食	
	13:20	14:20	1時間	放射線災害医療ーあなたならど うする? 放射性物質が突然環境に 拡散したときー(長谷川 有史)	
	14:30	15:30	1時間	切らずに治すがん治療 (櫻井 英幸)	
	15:45	16:30	45分	見学(ロボットスーツハル)	
	16:30	17:00	30分	終了式・アンケート回収	
	-	17:00	-	現地解散	

【開催風景】

(a) ガンマキャッチャーデモ風景



(b) 講義風景①



(c) 講義風景②



(d) 陽子線センター見学



(e) 集合写真



IV. アドヴァンストコース 実施報告

アドヴァンストコースとは、筑波大学医学類 4 年次に実施している各研究グループが主催する集中講義であり、放射線健康リスク科学においても本年度より 2 科目を開講したので報告する。なお、本実習のシラバスは付録 II-1 学部教育プログラム シラバスの専門モジュール：放射線健康リスク科学を参照いただきたい。

1) JUST DO IT! 放射線災害関連施設見学ツアー

表 IV-1 に放射線災害関連施設見学ツアーのタイムスケジュールを示す。本ツアーでは、大きく分けて 4 箇所の放射線関連施設の見学を実施した。1 つ目は、千代田テクノラディエーションモニタリングセンター（RMC）で、ここでは我々放射線業務従事者の個人被ばくをモニタリングするためのガラスバッジ向上の見学を行った。次に、茨城県の原子力オフサイトセンターを見学し、原子力災害発生時の緊急体制がどのように整備されているかを見学を行った。また、同様のシステムは原子力緊急時支援・研修センター（JAEA）にも整備されており、こちらでは WBC を搭載した緊急車両等を見学をすることもできた。最後に、茨城県環境放射線監視センターを見学し、我々の住んでいる環境の放射線量がどのようにモニタリングされているかを見学した。

表 IV-1 タイムスケジュール

8:50	松見口 バス停 筑波大学病院入口 前の広場（別紙参照）、点呼
9:00	筑波大学（松見口）出発
10:30～11:30	千代田テクノラディエーションモニタリングセンター（RMC）見学 http://www.c-technol.co.jp/oarai/oarai01 茨城県東茨城郡大洗町大貫町
11:30～12:30	ランチタイムレクチャー 千代田テクノ RMC 会議室
13:00～14:30	茨城県原子力オフサイトセンター見学 http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/gentai/kikaku/ofc/index.html 茨城県ひたちなか市西十三奉行
14:30～15:30	茨城県環境放射線監視センター見学 http://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/kanshise/index.html 原子力緊急時支援・研修センター（JAEA）見学 http://www.jaea.go.jp/04/shien/index.html 市内視察
17:00	筑波大学（松見口）到着、解散

【実習風景】

①千代田テクノル社ガラスバッチ見学@大貴台事業所



2017. 9. 6

(株)千代田テクノル 大洗大貴台事業所 見学記念



②茨城県原子力オフサイトセンター見学



③原子力緊急時支援・研修センター（JAEA）見学



④茨城県環境放射線監視センター見学



2) JUST DO IT! 放射線災害医療をサーベイメータで切り拓く

2つ目の実習は、原子力災害発生時の緊急被ばく医療に必要な養生、個人の防護（タイベックスーツの着脱）、クイックサーベイの実習を行った。実習の詳細については付録 IV を参照いただきたい。タイムスケジュールを表 IV-2 に示す。午前の部で、では放射線災害における医療機関の対応や、線量計の種類と取り扱い方法について座学で行い、その上で、午後の部で放射線災害を想定した一時管理区域の設定（養生）、タイベックスーツの着脱（個人の防護）、クイックサーベイの実習を行った。

表 IV-2 タイムスケジュール

8:40	実習ガイダンス
9:00～10:30	放射線災害における対応（座学）
10:40～12:10	放射線災害における線量計の種類と取扱い方法（座学）
13:00～17:00	実習（養生・個人の防護・クイックサーベイ）

【実習風景】

① 講義風景



②養生



③タイベックスーツ着用



④クイックサーベイ



⑤脱衣と撤収



V. FB News 掲載報告

RaMSEP の事業成果を広報する目的として、FB News No.490 (<http://www.c-technol.co.jp/cms/wp-content/uploads/2017/05/FBN490web.pdf>) に「筑波大学における放射線健康リスク科学教育システムの構築」を執筆・掲載した。詳細については付録 V を参照いただきたい。

VI. 原子力災害時の医療に係わる研修講師養成講座 参加報告

公益財団法人 原子力安全研究協会が主催する「原子力災害時の医療に係わる研修講師養成講座」に磯辺、関本、森が参加した。この講座は、原子力規制庁平成 29 年度原子力施設等防災対策等委託費事業として、原子力災害時における医療対応の実践や防護対策、放射線・放射線影響に関する知識を習得し、原子力災害時の医療に係わる研修講師を増やすことを目的とした内容である。ここに参加した者は、原子力規制庁より修了書が発行され、講師として委託される。本事業にとってこの講座への参加する意義はかなり大きい。

原子力災害時の医療に係わる研修講師養成講座は、①基礎研修（放射線の基礎知識、人体への影響と放射線防護、放射線測定器の使い方）、②実践研修（避難退避時検査・簡易除染）、③実習研修（被ばく傷病者等搬送）、④実践研修（医療機関の対応）、⑤実践研修（安定ヨウ素剤等）の 5 つのプログラムより構成されている。講座で学んだ知識や資料は、本事業の教育プログラムに反映させる予定である。

VII. 公開シンポジウム実施報告

- 1.日 時 平成 29 年 11 月 3 日（金）13:00～17:30
- 2.場 所 つくば国際会議場 中ホール 200
- 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
事故対応とヒューマンファクター
- 4.プログラム 13:00～13:10 開会の挨拶
筑波大学医学群長 榎 正幸
13:10～14:10 第 1 部
プログラム進捗報告
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
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
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 磯辺智範
14:10～14:20 休 憩
14:20～16:55 第 2 部
特別講演

座長：筑波大学医学医療系茨城県地域臨床教育センター 教授

玉木義雄

放射線災害とその対応

福島県立医科大学医学部放射線管理学講座 助教

大葉 隆

高度医療分野におけるリスクマネジメント

-ヒューマンファクターズの視点-

(株)安全マネジメント研究所代表取締役所長 工学博士

東北大学未来科学技術共同研究センター (元全日空国際線主席機長)

石橋 明

16:55~17:20 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

首都大学東京健康福祉学部 教授

福土政広

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

17:20~17:30 閉会の挨拶

筑波大学医学医療系 教授 (プロジェクトリーダー)

櫻井英幸

5.参加人数 63名

6.シンポジウム風景



7.シンポジウム案内チラシ (付録 VII 参照)

VIII. 外部評価委員会報告

外部評価委員に対し、事業内容報告会議を開催し、外部評価を実施した。外部評価委員へのアンケート結果を以下に示す。

【島田先生】

- 貴重な放射線教育プログラムである。
- 長崎のプログラムにも、講師派遣するなどして、2つの人材育成プログラムの協力で進めていってはどうか。
- その中にも、「つくばの独自性」、例えば、医療を強調してもいいのかもしれない。

(評価できる点)

- 既存のツールを有効活用することによって、他大学へ普及しやすい。
- e-learning と対面式型講義のユニーク。がんプロ-e-learning と同様わかりやすいコンテンツが期待している。
- 計画通り進んでいる。

(コメント)

- 来年度以降、受講生を増やすためには、学生のアンケートをとって、PDCA サイクルを回す。
- 今年の受講生の評判が良いのは評価できる。
- 福島事故や医療事故における具体的なシナリオをつくり、身近な学問だと感じてもらうにはどうか。
- 個人の技術力をあげるだけでなく、「チーム力」を底上げするのは重要な課題であるが、時間がかかる。事故対応も「チーム力」がないと乗り切れないと思う。
- 地域連携という視点から、原子力災害拠点病院や連携病院の医師や技師、看護師、自治体（消防、警察）の研修を開くことは可能か。

【長谷川先生】

- プログラム構成コアスタッフの思いは強く、安定した事業運営ができると確信した。
- プログラムの方針について賛同する。
- おそらく共有共感いただけると思うが、放射線災害は、あくまでも多彩な分野の一つでしかない。さらに、この分野は、専門的で面白くなく、決して一般的ではない。その壁を打ちやぶるには、「放射線」を他のリスクに置き換えたときに分かりやすく、展開できることが必要だと思う。
- 上記を既存の医学との整合性をとろうとすることが Key である。
- 一方、本体系には未だにその教育内容が十分検証されていない不明確な部分がある。「コミュニケーション」に関する部分、災害の時相、調査のあり方や目的などは、何が真実なのか、私自身確証がもてない部分もある。そのような部分を今後の研究や発展の目標におけばよいのではないか。

- 「放射線災害」といいつつ、実は「リスク全般に対する学問体系」を私自身つくってみたいと日々思っている。

【福士先生】

- 筑波大学が進めている「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」が順調に準備が進められている様子で安心した。
- 学部学生のリクルートを考え工夫してほしい。また、他の養成プログラムの資産を有効に活用する工夫がみられ今後期待するところである。
- スタッフのスキルアップを今後とも継続して実施してほしい。

【米内先生】

- 今年度は教育プログラムの構築を中心に、広報活動、オープンスクールを含め、着実に進められている印象を受けた。（昨年度末に行われた基礎講座等も含め）来年期からこの準備期間を経て、実行されることになるが、大学院・生涯教育について、受講者／学生を確保する努力をしてほしい。（浦田先生からも話があったように、新規の教育に人を集めるのは難しい）これは、当然、プロジェクトの実行に必要な（目的を達成するために必要）ということだけでなく、プログラム（教材）の改善につながると思う。
- 県との連携について、物の連携だけであったが、県職員の人材教育など、できることはまだあると思うので、今後検討してほしい。加えて、KEK や IAEA などの県内の研究機関との連携についても検討してほしい。

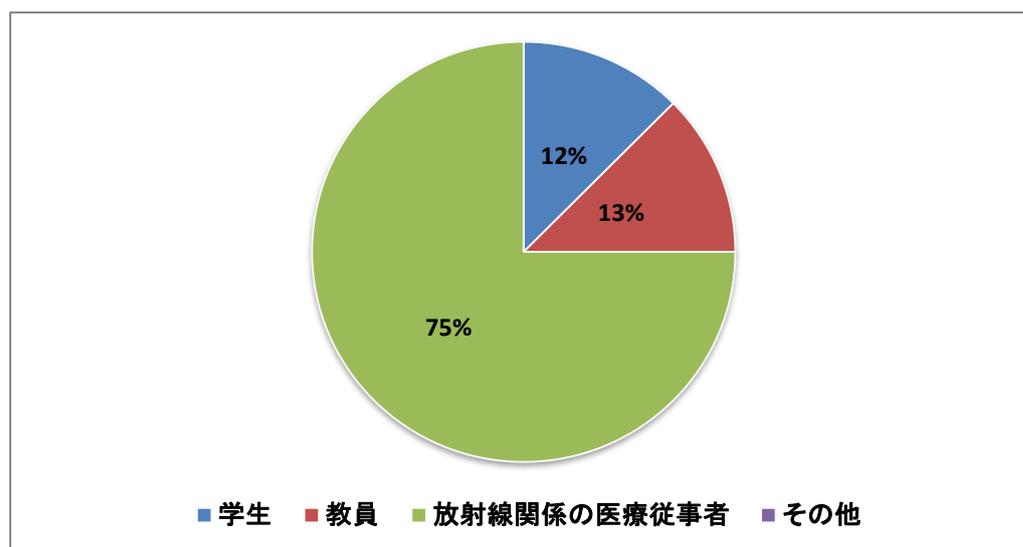
IX. 放射線健康リスク科学セミナー実施報告

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。

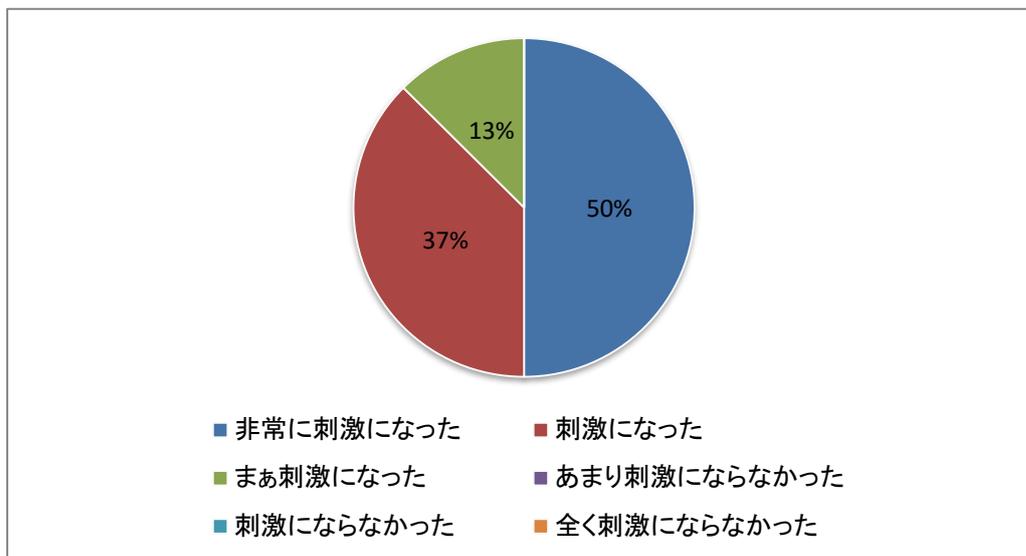
1) 第3回放射線健康リスク科学セミナー

- | | |
|-----------|---|
| 1.日 時 | 平成 29 年 11 月 29 日（水） 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 | 放射線災害時の影響と計測対応 |
| 4.講 師 | 株式会社千代田テクノル 営業統括本部 技術アドバイザー
鈴木 敏和 先生 |
| 5.参加人数 | 44 名 |
| 6.アンケート結果 | |

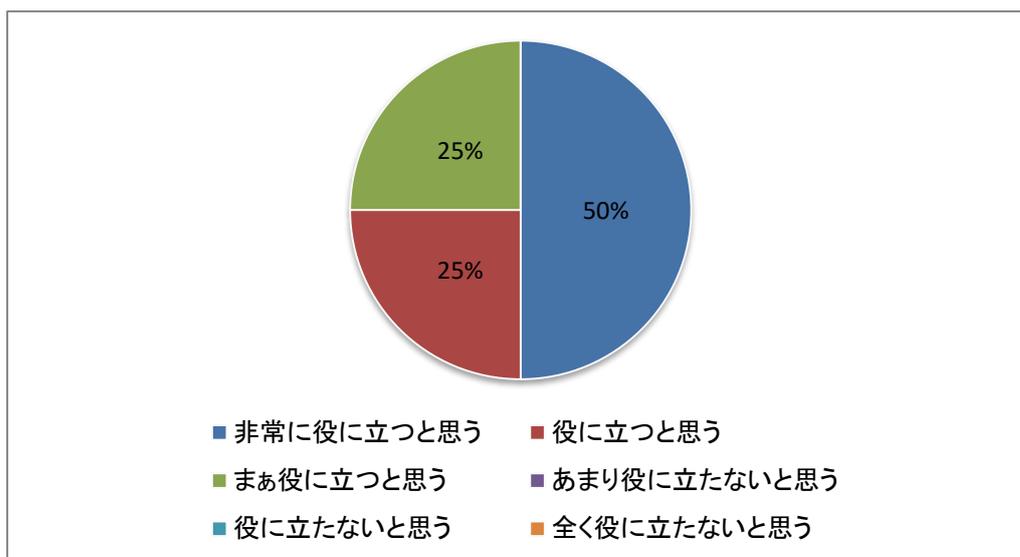
Q1：あなたの現在の仕事（立場）について教えてください。（複数回答者あり）



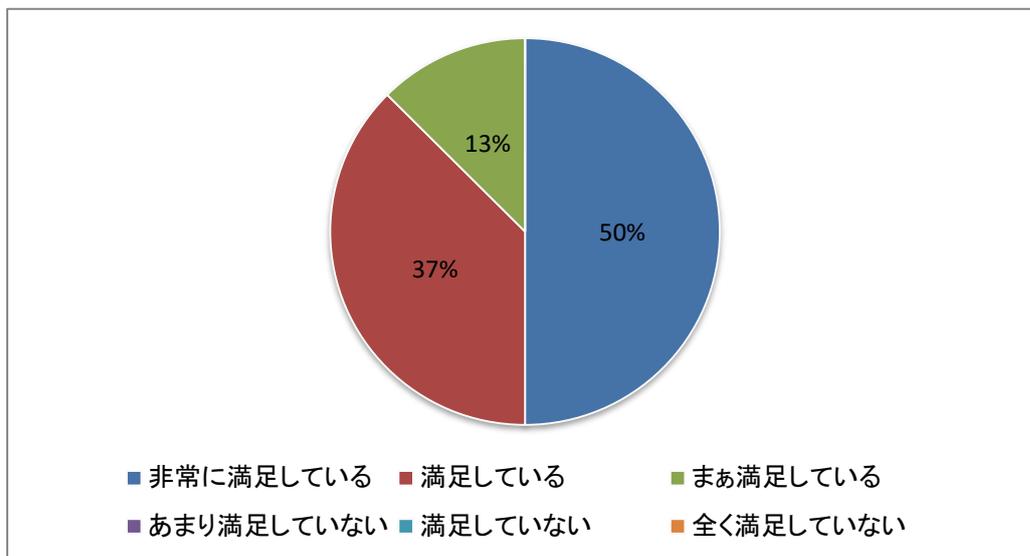
Q2：本セミナーの内容は、あなたにとってどの程度刺激になりましたか？



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
- 医療関係者に広く知識が浸透するとよい。

7.セミナー風景



8.セミナー案内チラシ（付録 IX-1 参照）

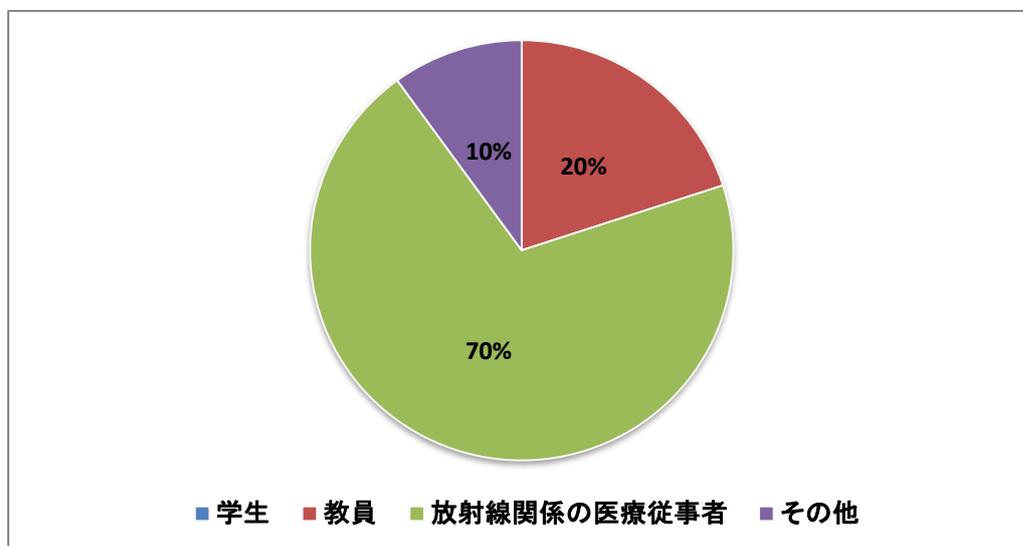
2) 人間総合科学研究科医学セミナー（共催：第4回放射線健康リスク科学セミナー）

- 1.日 時 平成30年2月14日（水）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 放射線健康リスク科学のエビデンス
- 4.講 師 セントメディカル・アソシエイツ LCC
名古屋医療センター・臨床研究センター
広藤 喜章 先生

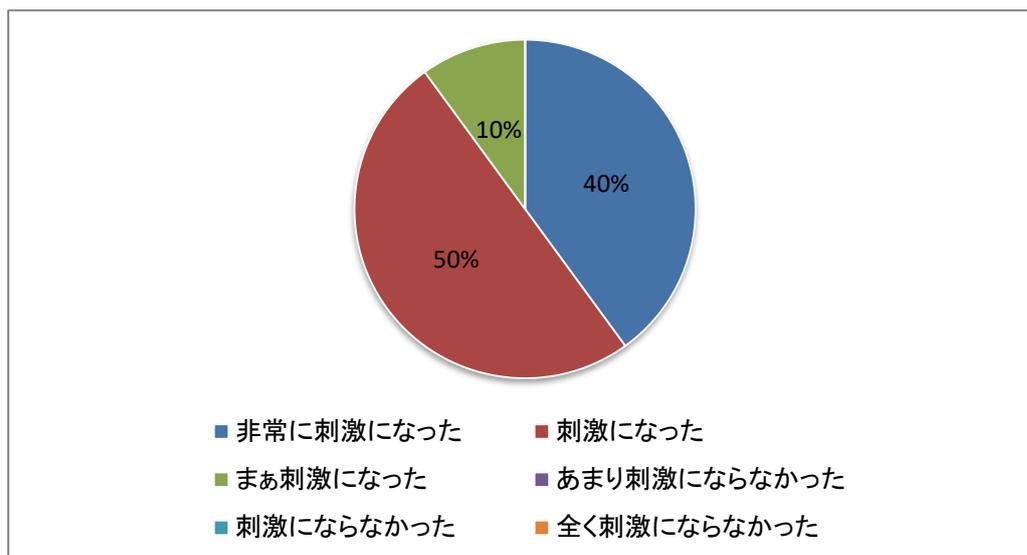
5.参加人数 53名

6.アンケート結果

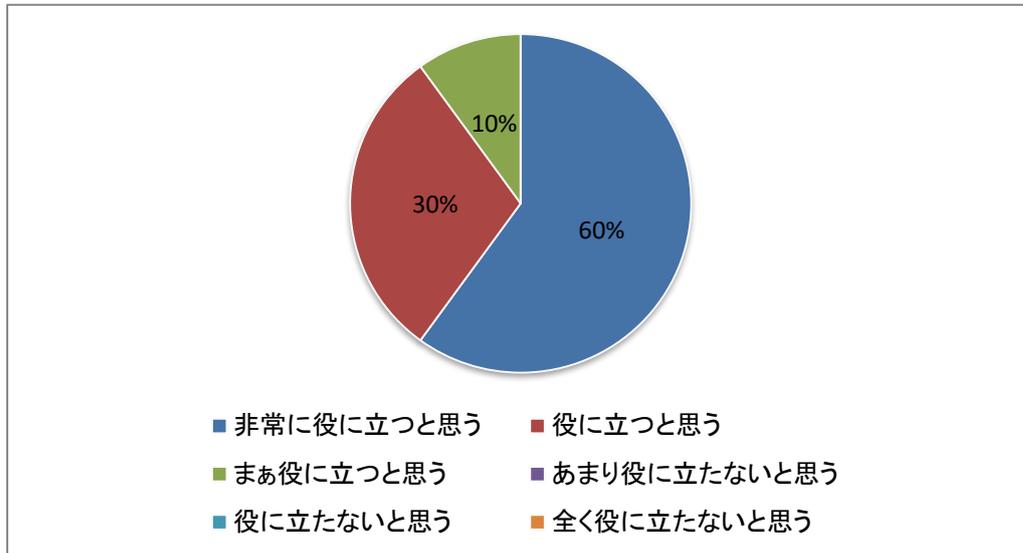
Q1：あなたの現在の仕事（立場）について教えてください。（複数回答者あり）



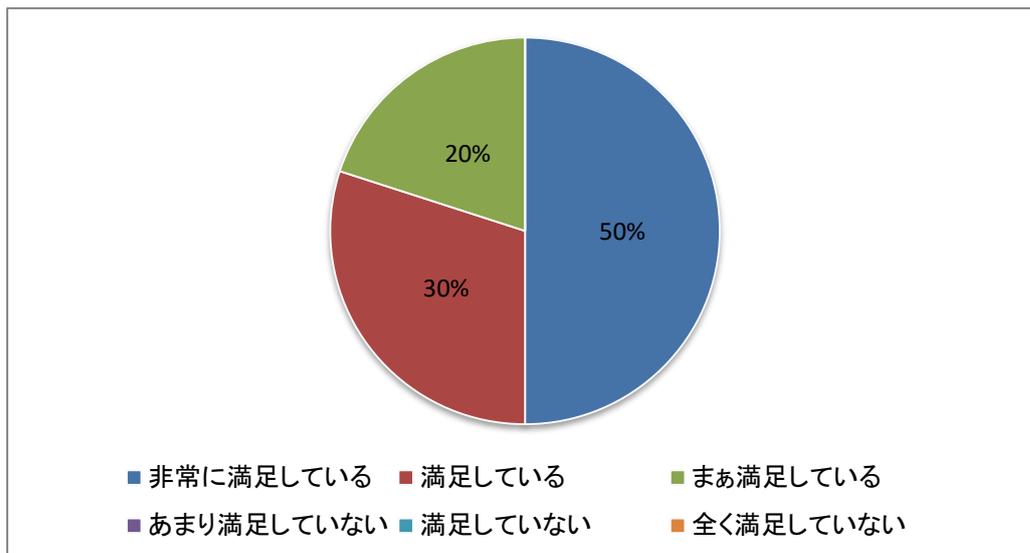
Q2：本セミナーの内容は、あなたにとってどの程度刺激になりましたか？



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。

- とても勉強になりました。
- 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。

7.セミナー風景



8.セミナー案内チラシ（付録 IX-2 参照）

X. 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。本勉強会に関する案内チラシについては、付録 X 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 12 月 8 日 13:00～16:00	多職種連携医療 — 理学療法士としての災害医療の関わり方と高齢者施設の火災を想定した介助避難の方法 —	北海道科学大学 保健医療学部 宮坂 智哉 先生
第 2 回	平成 30 年 1 月 11 日 13:00～16:00	放射線リスクコミュニケーション	量研・放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター 神田 玲子 先生
第 3 回	平成 30 年 1 月 25 日 13:00～16:00	医療統計学の基礎と応用	杏林大学 保健学部 橋本 雄幸 先生
第 4 回	平成 30 年 1 月 31 日 13:00～16:00	多職種連携災害医療 — 災害看護の役割 —	兵庫医科大学病院 看護部 山田 裕基 先生
第 5 回	平成 30 年 2 月 8 日 13:00～16:00	原子力概論 — 原子炉の仕組み、原子力事故について —	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 深掘 智生 先生
第 6 回	平成 30 年 3 月 7 日 10:00～12:00	ホールボディカウンタ	福島県立医科大学 放射線健康管理学講座 大葉 隆 先生

XI. 平成 29 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 29 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。

XII. 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、平成 30 年度からスタートする学部教育、大学院教育、履修証明の 3 つの教育プログラムのカリキュラム最終調整を重点的に行った。学部教育では、来年度からはじめる実習について試験的運用を行なうことで、問題点の洗い出しを行なうことができた。大学院教育については、新規コースを立ち上げ入学試験を実施し、複数名の学生の入学が予定されている。履修証明プログラムについても、事業計画通り履修生の募集が終了し、来年度より運用が開始される。以上より、プログラムは滞りなく進捗していると考え。特に、本プログラムで力を入れている e-learning コンテンツは、今後、放射線健康リスク科学が全国で必修化される上で重要な財産になると予想され、今後も必要なコンテンツを作成し、追加していきたい。

本年度は、放射線医学オープンスクールを共催する等、社会貢献についても精力的に取り組んだ。放射線健康リスク科学の情報発信としては、本シンポジウムがその 1 つにあたる。また、昨年度と同様、放射線健康リスク科学セミナーを 11 月と 2 月に開催し、院内および近隣のメディカルスタッフや学内学生・教員にも最新の情報・知識の提供に努めた。今後も、このような情報発信について積極的に取り組んでいきたい。

付 録

- **平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会 実施報告**

付録 I キックオフミーティング資料

- **プログラム 進捗報告**

付録 II-1 学部教育プログラム シラバス
付録 II-2 大学院教育プログラム シラバス
付録 II-3-1 履修証明プログラム 募集要項
付録 II-3-2 履修証明プログラム 特別の過程実施申請書
付録 II-3-3 履修証明プログラム 履修証明書
付録 II-3-4 履修証明プログラム 学群教育会議資料

- **放射線医学オープンスクール 実施報告**

付録 III-1 放射線医学オープンスクール案内
付録 III-2 RaMSEP 配布資料

- **アドヴァンストコース 実施報告**

付録 IV JUST DO IT! 放射線災害医療をサーバイメータで切り拓く配布資料

- **FB News 掲載報告**

付録 V 筑波大学における放射線健康リスク科学教育システムの構築

- **公開シンポジウム 実施報告**

付録 VII 公開シンポジウム案内

- **放射線健康リスク科学セミナー 実施報告**

付録 IX-1 第 3 回放射線健康リスク科学セミナー案内
付録 IX-2 人間総合科学研究科医学セミナー（共催：第 4 回放射線健康リスク科学セミナー）

- **RaMSEP 基礎講座 実施報告**

付録 X RaMSEP 基礎講座案内

平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会

日時： 平成 29 年 6 月 21 日（水） 18:00~

場所： 筑波大学医学地区 4B 棟 209 講義室

議事次第

1. 平成 28 年度 事業報告
2. 平成 29 年度 事業スケジュールと進捗について
 - (1) 今年度の事業概要
 - (2) 進捗 1：学部教育プログラム
 - (3) 進捗 2：大学院教育プログラム
 - (4) 進捗 3：履修証明プログラム
 - (5) 組織体制・予算
 - (6) その他

配布資料

- I. 平成 29 年度 RaMSEP 事業推進委員会 資料



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

平成29年度 RaMSEP 事業推進委員会

平成29年 6月 21日（水）
筑波大学医学地区 4B棟 209講義室

議事次第

1. 平成28年度 事業報告
2. 平成29年度 事業スケジュールと進捗
 - (1) 今年度事業概要
 - (2) 学部教育プログラム
 - (3) 大学院教育プログラム
 - (4) 履修証明プログラム
 - (5) 組織体制・予算
 - (6) その他



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

1. 平成28年度 事業報告

平成28年度の実績

- 事業推進委員会および実務調整委員会の開催（10月）
- ホームページの開設（12月）
- eラーニング収録機器の整備（12月）
- 放射線健康リスク科学セミナーの開催（12月、1月）
- 放射線健康リスク科学講座の設置、教授配置（1月）
- 公開シンポジウム（外部評価）の開催（2月）
- 茨城県「原子力災害時医療研修」への参加（3月）
- RaMSEP基礎講座（eラーニング収録）の開催（3月）
- 年次報告書の作成（3月、公開4月）

ホームページ公開

URL <https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/>

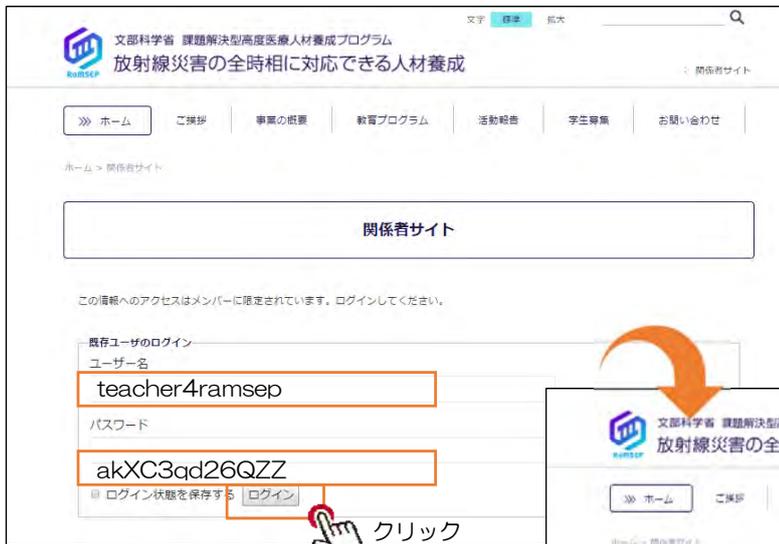


ページ構成

- ホーム画面（全体）
- ご挨拶
- 事業の概要
- 教育プログラム
- 活動報告
- 学生募集
- お問い合わせ
- 関係者サイト（学内）

関係者サイトを作成し、本事業にかかわる資料等をパスワード管理したページにて関係者のみが閲覧できるように設定し、情報共有を図る
⇒ホームページを広報の目的のみでなく、事業推進のためのポータルサイトとしての役割も果たす





ログイン画面に移りますので、ユーザー名とパスワードを入力してください。

教員の方は、学生向けのページと教員向けのページの両方を見ることができます。



資料の一覧が表示されます。クリックすると資料がダウンロードできますので、ご確認ください。

放射線健康リスク科学セミナー 実施報告

第1回 平成28年12月15日

テーマ：「福島第一原発事故直後の線量最構築への取組」 -経口摂取による内部被ばくと福島県周辺の学部被ばく-

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

参加者：39名

第2回 平成29年1月26日

テーマ：「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-

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

参加者：52名



公開シンポジウム 実施報告

日 程：平成29年2月11日

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

プログラム

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

第2部
放射線とリスクコミュニケーション

講 評
外部評価委員による講評

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 人材養成

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「ジョビター」

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)千代田パナソニック

問い合わせ先：筑波大学放射線 RaMSEP事務局
Tel: 029-853-7834
Email: radprojm@mds.tsu.ac.jp

13:00~13:10 開会の挨拶
筑波大学医学部部長 原 亮

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
出席：筑波大学放射線学 教授 藤野英典(プロジェクトリーダー)
健康福祉部健康人財養成プログラムについて
文部科学省 業務教育課 医学教育課 医学教育係 高木淑智
筑波大学医学部 教授 宮 聖二(サブプロジェクトリーダー)
放射線健康リスク科学 人財養成プログラム
筑波大学医学部放射線学 准教授 瀧田芳重
人材養成プログラムの導入のプロセスと今後の課題
筑波大学放射線学 准教授 高田明由美

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
出席：筑波大学フロンティア階放射線研究センター 教授 末木哲介
今日から始める放射線健康リスク科学
放射線と医療現場
筑波大学放射線学 教授 磯辺直樹
放射線とリスクコミュニケーション
電子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所
放射線健康福祉センター 准教授 杉田裕子

16:30~16:50 総評
外部評価委員
電子科学技術研究開発機構 理事 黒田義也
健康福祉部放射線学 准教授 長谷川有史
筑波大学放射線学 准教授 大野謙也
電子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 准教授 橋本政広
電子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 准教授 米内俊祐

16:50~17:00 閉会の挨拶
筑波大学放射線 横 正章 (後援)

RaMSEP基礎講座（eラーニング収録） 実施報告

	開催日時	講演タイトル	講師
第1回	H29年3月8日	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	H29年3月9日	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	H29年3月9日	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 喜草 先生
第4回	H29年3月10日	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	H29年3月15日	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	H29年3月15日	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



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

2. 平成29年度 事業スケジュールと進捗



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

(1) 平成29年度 事業概要

平成29年度の事業実施計画

- 事業推進委員会の開催（6月）
- 学部教育プログラムの構築準備
- 大学院教育プログラムの構築および募集開始
- 履修証明プログラムの構築および募集開始
- 広報および情報公開の更新（HP, Facebook, Twitter）
- 放射線健康リスク科学セミナーの開催
- 公開シンポジウムの開催（11月予定）
- 多職種連携医療専門職養成プログラム（CoMSEP）との合同公開講座の開催（2月18日）
- 年次報告書の作成（3月、公開4月）



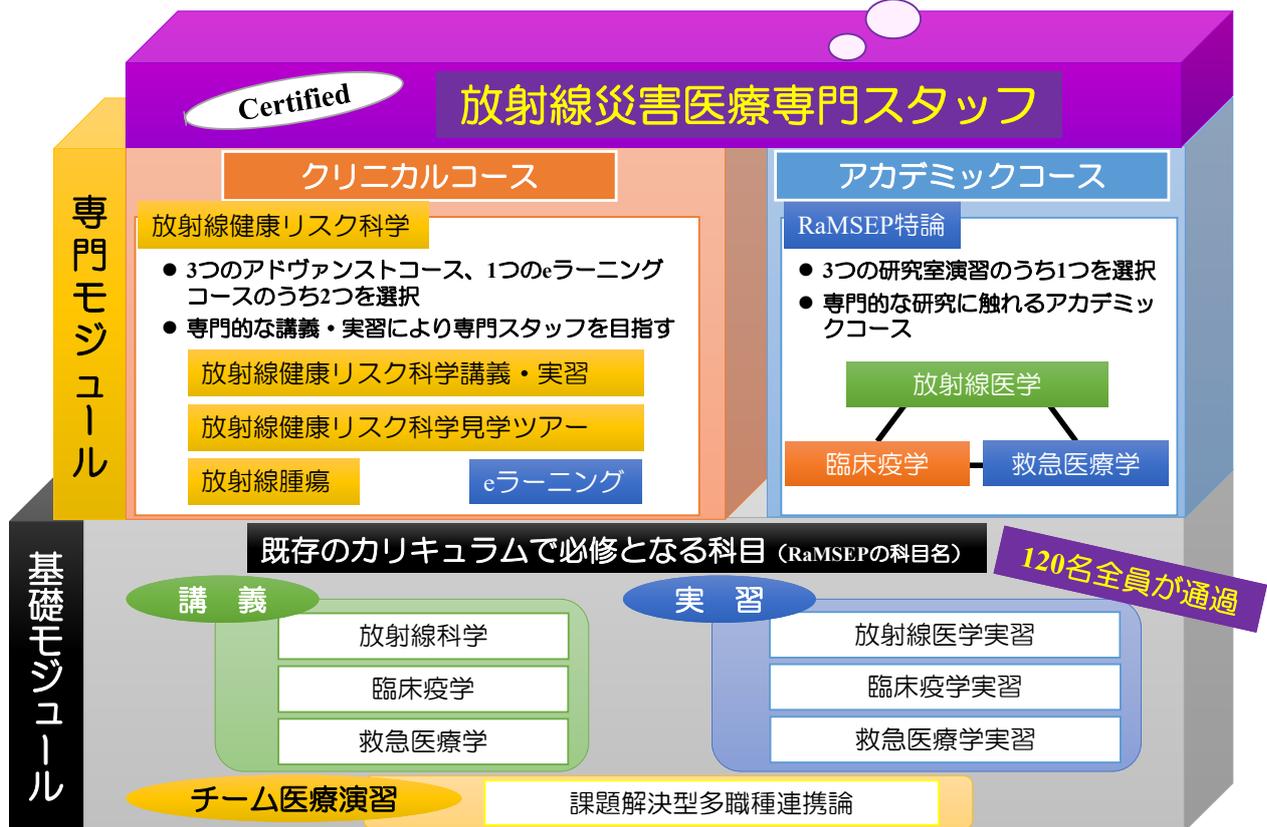
(2) 進捗1：学部教育プログラム

コンセプト

受け入れ目標人数：40名

放射線+疫学 = 放射線に関する正しい知識を習得し、リスク等のエビデンスを踏まえた被ばく等の説明ができる。

放射線+救急 = 患者およびメディカルスタッフの被ばくを考慮した放射線災害医療に対応できる。



既存の科目の活用

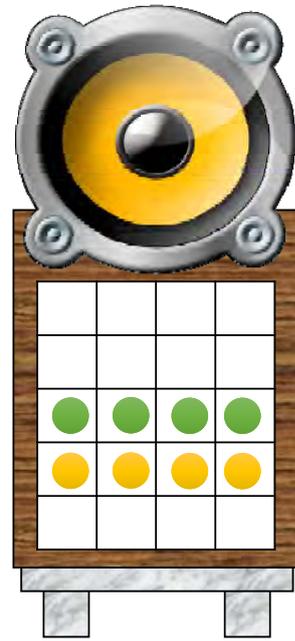
(既存の科目)

コース#4-5 放射線科学		
1	放射線科学に必要な基礎知識	●
2	放射線生物学1	●
3	放射線生物学2	●
4	...	●
5	...	●

コース#4-6 放射線腫瘍学の基礎		
1	放射線と生活、健康、医療	●
2	放射線治療の原理といろいろな放射線	●
3	放射線の組織や臓器への影響とがん治療の考え方	●
4	...	●

既存科目で足りない部分は---

RaMSEP科目名：放射線科学



e-ラーニングの活用

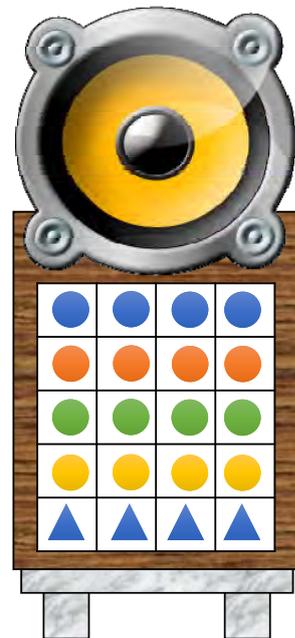
e-ラーニング		
1	RaMSEP基礎講座①	
2	RaMSEP基礎講座②	
3	RaMSEP基礎講座③	
4	...	

● e-ラーニング活用のメリット



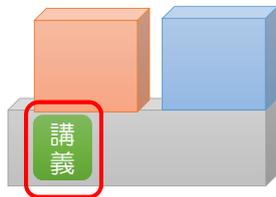
(その他)

- 空いた時間に学習できる
- 興味のある講義を受講できる



(現状)
限られた科目のみ反転授業を採用している。

e-ラーニング活用・収録へのご協力
とどしお待ちしています！

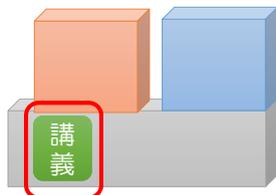


基礎モジュール：放射線科学

2単位相当

学習項目	担当教官	既存コース	
1 RaMSEP基礎講座 (e-learning) #1		M2 #4-5放射線科学	
2 放射線科学に必要な基礎知識 #1 反転授業	榮 武二	M2 #4-5放射線科学	1
3 RaMSEP基礎講座 (e-learning) #2		M2 #4-5放射線科学	
4 放射線生物学1 #2 反転授業	坪井康次	M2 #4-5放射線科学	2
5 放射線生物学2	坪井康次	M2 #4-5放射線科学	3
6 放射線と生活、健康、医療	櫻井英幸	M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	1
7 RaMSEP基礎講座 (e-learning) #3		M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	
8 放射線治療の原理といろいろな放射線治療 #3 反転授業	石川 仁	M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	2
9 RaMSEP基礎講座 (e-learning) #4		M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	
10 放射線の組織や臓器への影響とがん治療の考え方 #4 反転授業	櫻井英幸	M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	3
11 がん診療における放射線腫瘍医の役割	玉木義雄	M2 #4-6放射線腫瘍学の基礎	4
12 単純X線写真の成り立ち	星合壮大	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	1
13 核医学画像の成り立ち	岡本嘉一	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	2
14 X線造影画像の成り立ち	森 健作	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	3
15 MRI画像の成り立ち	増本智彦	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	4
16 X線CT画像の成り立ち	那智克弘	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	5
17 超音波画像の成り立ち	齋田 司	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	6
18 正常画像解剖まとめ	南 学	M2 #4-4画像の成り立ちと画像解剖の基礎	7
19 癌治療体験者の話	櫻井英幸	M3 #12腫瘍学総論	2
20 がんの集学的治療	奥村敏之	M3 #12腫瘍学総論	7

- 既存科目では4コマ分不足 → e-ラーニングにおける反転授業により補填



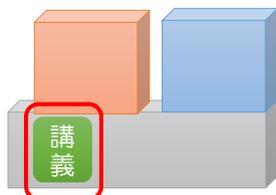
基礎モジュール：臨床疫学

1単位相当

学習項目	担当教官	既存コース	
1 臨床疫学とは	我妻ゆき子	M3 #14社会医学	23
2 臨床研究の倫理と倫理委員	我妻ゆき子	M3 #14社会医学	24
3 研究デザイン	五所正彦	M3 #14社会医学	25
4 統計解析	五所正彦	M3 #14社会医学	26
5 データの収集と質の管理	中田由夫	M3 #14社会医学	27
6 腫瘍疫学	我妻ゆき子	M3 #12腫瘍学総論	10
7 人口動態統計	五所正彦	M4 クリニカル・クラークシップI 小括講義	47
8 開発途上国における医療	我妻ゆき子	M4 クリニカル・クラークシップI 小括講義	48
9 疫学演習 (H30年度より)		M4 クリニカル・クラークシップI	
10 疫学演習 (H30年度より)		M4 クリニカル・クラークシップI	

2日間の集中講義（講義・演習内容は調整中）

- 既存科目で対応可能。
- H30年度よりM4 クリニカルクラークシップIで開講予定の疫学演習によりコマ数は十分。

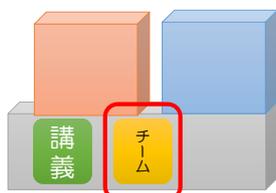


基礎モジュール：救急医療学

2単位相当

学習項目	担当教官	既存コース	
1 オリエンテーション (麻酔・救急)	田中 誠	M3 #11麻酔・救急	1
2 救急総論	井上貴昭	M3 #11麻酔・救急	2
3 筋弛緩薬	石垣麻衣子	M3 #11麻酔・救急	3
4 外傷	河野元嗣	M3 #11麻酔・救急	4
5 ショック	河野了	M3 #11麻酔・救急	5
6 全身麻酔	猪股伸一	M3 #11麻酔・救急	6
7 静脈麻酔	山下創一郎	M3 #11麻酔・救急	7
8 中毒	井上貴昭	M3 #11麻酔・救急	8
9 痛み	福田妙子	M3 #11麻酔・救急	9
10 病院前救護	井上貴昭	M3 #11麻酔・救急	10
11 血液ガス分析	高橋伸二	M3 #11麻酔・救急	11
12 人工呼吸	高橋伸二	M3 #11麻酔・救急	12
13 局所麻酔	左津前 剛	M3 #11麻酔・救急	13
14 RaMSEP基礎講座 (e-learning) 災害医学①*		M3 #11麻酔・救急	
15 RaMSEP基礎講座 (e-learning) 災害医学②*		M3 #11麻酔・救急	
16 RaMSEP基礎講座 (e-learning) 災害医学③*		M3 #11麻酔・救急	
17 RaMSEP基礎講座 (e-learning) 災害医学④*		M3 #11麻酔・救急	
18 精神科救急・自殺予防	太刀川弘和	M3 #10精神系	13
19 小児の救急医療	市川光太郎	M3 #7小児の成長・発達と疾患	21
20 救急・災害外傷学	西野衆文	M3 #13運動系	9

- 既存科目で16コマ分対応。
- 放射線災害医学に特化したeラーニングを用意し、4コマ中1コマ以上の選択を必須とする。

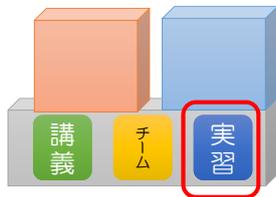


基礎モジュール： (チーム医療演習) 課題解決型多職種連携論

1単位相当

学習項目	担当教官	既存コース
1 ケアコロキウム		M3

- 放射線災害医療に関するシナリオを新規に検討中。



基礎モジュール：実習

⇒ 以下の3科目から2科目を選択する。

1単位相当

● 放射線医学実習

学習項目	担当教官	既存コース
1 放射線診断	南 学	M5 クリニカル・クラークシップII
2 放射線腫瘍・放射線健康リスク科学	櫻井英幸	M5 クリニカル・クラークシップII

- 1,2のどちらかを選択。既存カリキュラムで診断・腫瘍のどちらか一方は必修となる。

● 臨床疫学実習

学習項目	担当教官	既存コース
1 社会医学実習	市川政雄, 我妻ゆき子	M4 クリニカル・クラークシップI Pre-CC

- 臨床疫学に関連するコース（13.グローバルヘルス, 14.臨床研究の実践と生物統計）を選択した場合のみとする。

● 救急医療学実習

学習項目	担当教官	既存コース
1 救急・麻酔	田中 誠, 井上貴昭	M5 クリニカル・クラークシップII

- 既存カリキュラムで必修化されている。



専門モジュール： 放射線健康リスク科学

⇒ 以下の4項目から2項目を選択する。

1単位相当

学習項目	担当教官	既存コース
1 放射線腫瘍	櫻井英幸	M4 アドヴァンストコース
2 放射線健康リスク科学講義・実習	磯辺智範	M4 アドヴァンストコース
3 放射線健康リスク科学見学ツアー	磯辺智範	M4 アドヴァンストコース
4 e-learning		

アドヴァンストコース

(新規) 放射線健康リスク科学講義・実習

(新規) 放射線健康リスク科学見学ツアー

(既存) 放射線腫瘍

eラーニング

放射線健康リスク科学に特化した
eラーニング

(補足) アドヴァンストコース

放射線健康リスク科学講義・実習

時限	学習項目	担当教員	keywords
1	放射線災害における対応	関本道治	緊急被ばく医療, 放射線災害
2	放射線災害における線量計の種類と取扱い方法	森 祐太郎	サーベイメータ, 個人被ばく線量計
3	実習 (養生・クイックサーベイ)	榮 武二	放射線災害時の受入れ, 養生, 放射線汚染, クイックサーベイ
4		磯辺智範	
5		関本道治 森 祐太郎	

放射線健康リスク科学見学ツアー

時限	学習項目	担当教員	keywords
1	バス移動 (筑波大学 → 千代田テクノ大洗大貫台事業所)		
2	個人被ばく線量評価法	榮 武二	個人被ばく線量計, 医療被ばく, 環境放射線被ばく
3	ラディエーション	磯辺智範	ガラス線量計, 緊急被ばく放射線災害医療
4	モニタリングセンター見学		
5	バス移動 (千代田テクノ大洗大貫台事業所 → 茨城県原子力カオフサイトセンター)		
6	原子力緊急事態発生時の防災体制	関本道治	放射線災害医療
7	オフサイトセンター見学	森 祐太郎	統合原子力防災ネットワークシステム, 緊急時対策支援システム, 気象情報システム, 放射線防護システム
8	移動 (茨城県原子力カオフサイトセンター → 筑波大学)		



専門モジュール：RaMSEP特論

⇒ 以下の3科目から1科目を選択する。

2単位相当

● 特論 (放射線医学)

学習項目	担当教官	既存コース
1 (仮) 放射線腫瘍科	櫻井英幸	研究室演習
2 (仮) 放射線生物学	坪井康次	研究室演習
3 (仮) 放射線健康リスク科学・医学物理学	榮 武二 磯辺智範	研究室演習

➤ 3つのコースから1コースを選択。

● 特論 (臨床疫学)

学習項目	担当教官	既存コース
1 グローバルヘルス研究 (臨床疫学研究室)	我妻ゆき子	研究室演習 (社会医学)

● 特論 (救急医療学)

学習項目	担当教官	既存コース
1 救急・集中治療医学	井上貴昭	研究室演習 (臨床医学)

放射線健康リスク科学

RaMSEP特論



放射線災害医療専門
スタッフ

どちらか一方を選択



RaMSEP学部教育プログラム タイムスケジュール



	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次
専 門		RaMSEP特論				
				放射線健康 リスク科学		
基 礎		放射線科学				放射線 医学実習
			救急医療学			救急医療 学実習
			課題解決型 多職種連携論			
				臨床疫学		
				臨床疫学 実習		



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

(3) 進捗2：大学院教育プログラム

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「放射線健康リスク科学」を新設
- 平成30年度 筑波大学大学院募集要項に掲載済

研究分野	教員名	研究内容
放射線健康リスク科学	榮 武二	放射線災害においては、災害発生直後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、放射線の汚染管理対応まで、各災害時相に対応する必要がある。本分野では、放射線計測、放射線防護、放射線管理、さらには、健康リスク管理まで、幅広い範囲で研究テーマを抽出し、新規技術開発やエビデンスの確立につながる研究を行う。

（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

実習

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（1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（2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



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

(4) 進捗3：履修証明プログラム

卒後生涯教育（履修証明プログラム）

[計120時間]

(80時間)

(30時間)

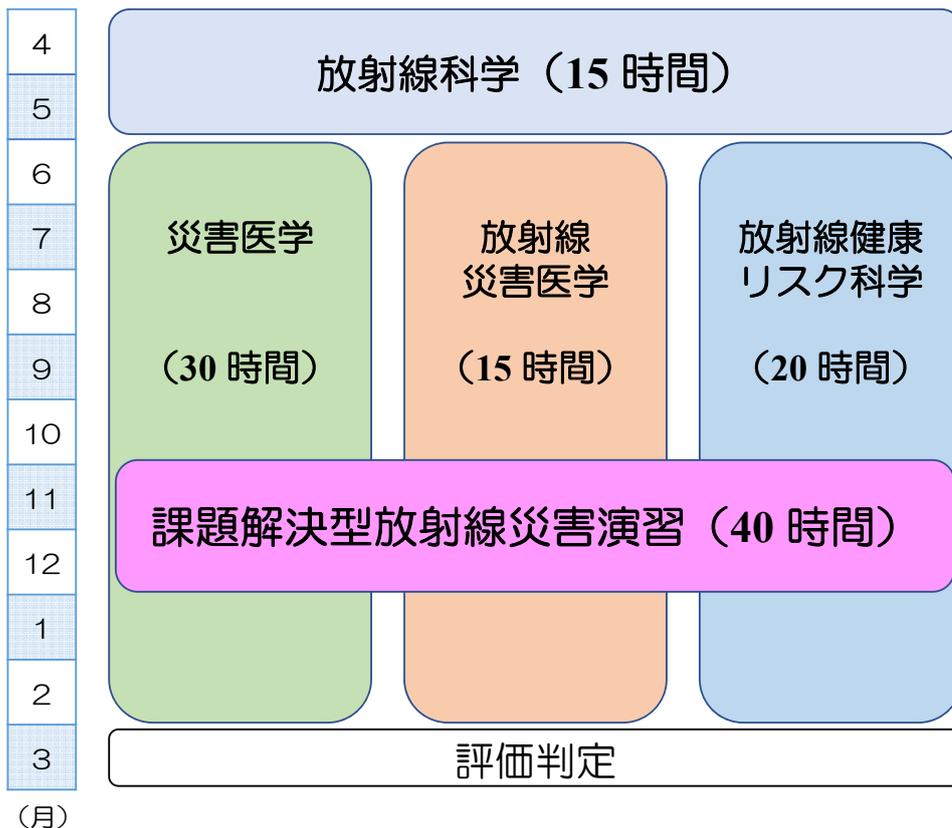
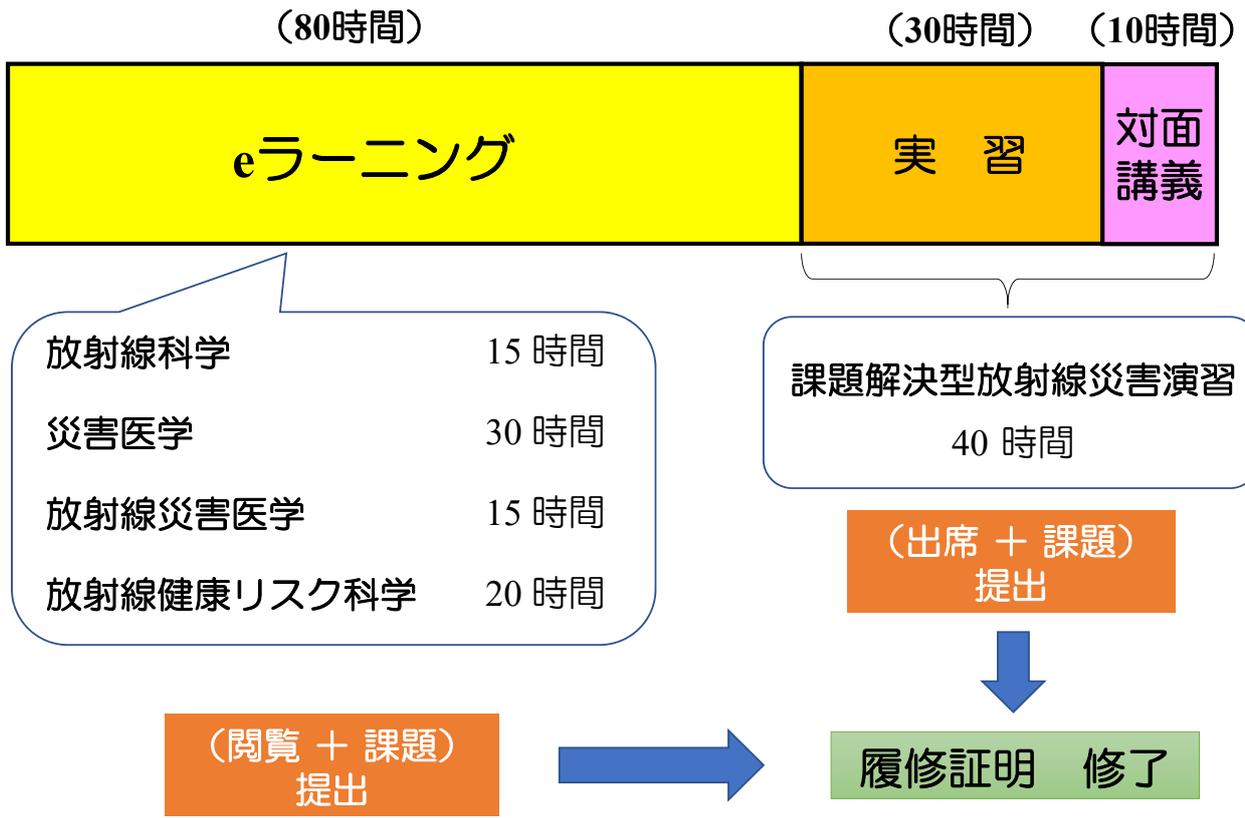
(10時間)

eラーニング

実習

対面
講義

- 履修プログラム名「放射線災害専門スタッフ養成プログラム」
- 人材養成目的：放射線災害の全時相で、専門知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフの養成
- 履修資格：医師、看護師、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
- 平成30年1月より募集開始予定、平成30年4月からプログラム開始、開講期間は1年間
- 初年度募集人数：10名



卒後生涯教育（履修証明プログラム） 科目詳細（案）

放射線科学 (15時間)	放射線物理学
	放射線生物学
	放射化学
	放射線計測学
	医療統計学
災害医学 (30時間)	災害医療概論
	関係法規・制度
	多職種連携災害医療
	安全情報管理
	救急医療
	メンタルケア
	災害医療教育・研修・訓練
	疫学
地域連携論	

卒後生涯教育（履修証明プログラム） 科目詳細（案）

放射線災害医学 (15時間)	放射線災害医学概論
	環境放射線計測
	原子力概論
	汚染測定
放射線健康リスク科学 (20時間)	放射線健康リスク科学概論
	放射線に関する関係法規・制度
	放射線防護学
	医療放射線防護
	リスクコミュニケーション
	核医学物理学
治療物理学	

卒後生涯教育（履修証明プログラム） 科目詳細（案）

課題解決型	放射線健康リスク科学セミナー
放射線災害演習	放射線災害演習（対面講義＋演習）
（40時間）	公開シンポジウム

Eラーニング収録について

- 収録を7月中旬から開始予定。（7月中旬～9月下旬に収録）
- 収録をお願いする先生には、あらかじめ日程調整をさせていただきます。
- 収録は、基本的にはRaMSEP事務局（E棟501室）で行います。
ただし、ご希望の場所（例えば先生の居室等）がありましたらお伺いして収録も可能です。
- RaMSEPに関する講義をeラーニングで活用したいと希望される先生の収録にも対応予定



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

（5）組織体制・予算

組織体制

事業推進委員会

外部評価委員会

榊 正幸 (委員長)

委員長 島田義也 (量子科学技術研究開発機構 理事)
 副委員長 長谷川有史 (福島医科大学医学部
放射線災害医療学講座 教授)
 委員 大野達也 (群馬大学重粒子線医学研究センター
教授)
 福土政広 (首都大学東京 健康福祉学部 教授)
 米内俊祐 (日本医学物理学会 放射線防護委員長)

実務調整委員会

櫻井英幸 (委員長)

榮 武二 (副委員長)

磯辺智範 (総務)

事務局 (事務)

高屋敷明由美 (カリキュラム)

末木啓介 (学内連携)

分野

放射線健康
リスク科学

臨床疫学

救急・災害医療

地域連携

磯辺智範

我妻ゆき子

井上貴昭
高橋祥友

玉木義男

国立大学法人筑波大学長 殿

28 文科高第 1215 号
平成 29 年 3 月 29 日

文部科学省高等教育局長
常 盤 豊



平成 29 年度大学改革推進等補助金「課題解決型高度医療人材養成プログラム」の
交付内定について (通知)

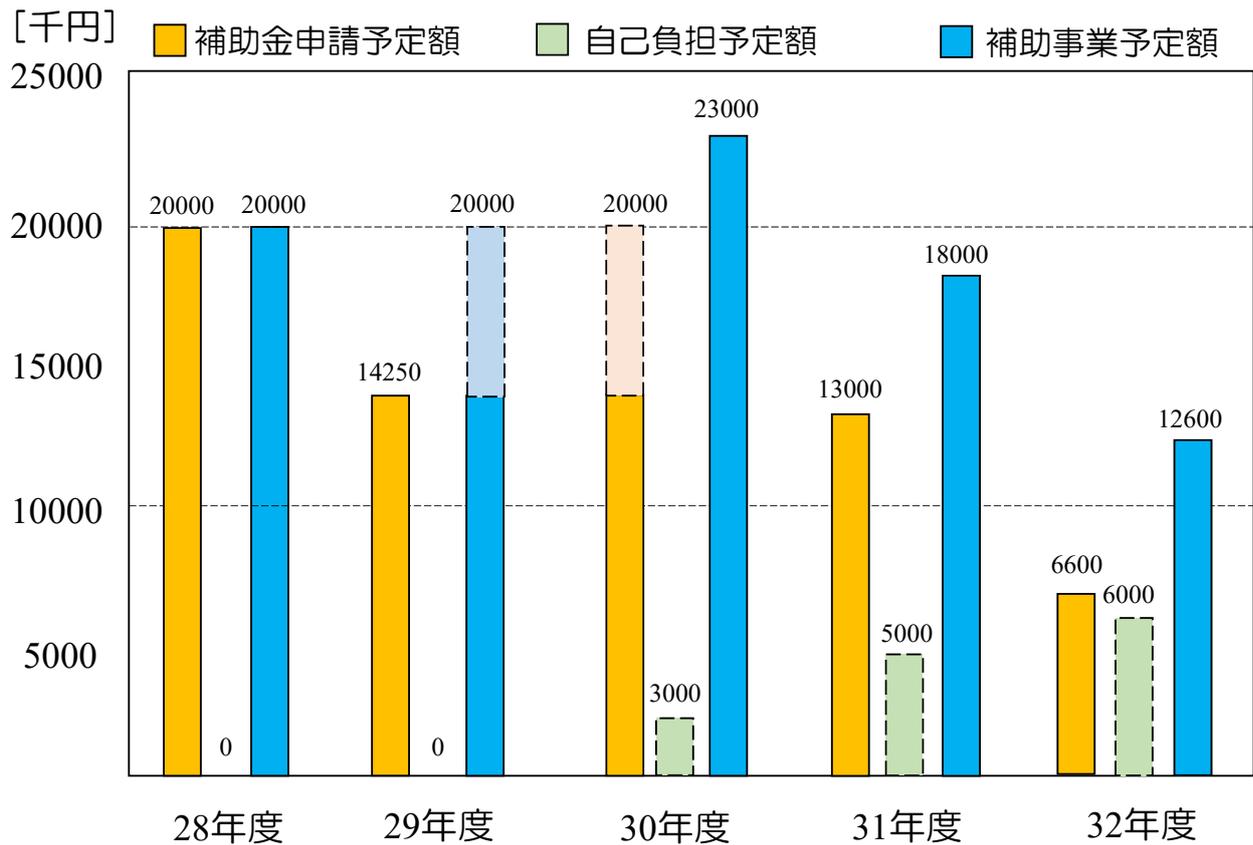
標記のことについて、下記のとおり補助金の額を内定したので通知します。
 ついては、「大学改革推進等補助金交付要綱 (平成 17 年 4 月 1 日文部科学大臣決定)」等に従って、
 交付申請書等関係書類を作成し、文部科学省高等教育局医学教育課へ提出願います。
 本補助金については、「補助金等にかかる予算の執行の適正化に関する法律 (昭和 30 年法律第 179 号)」
 等の適用を受けますので、補助金の取扱いについて遺漏のないようお願いいたします。
 なお、平成 29 年度事業については、平成 29 年 4 月 1 日より事業を開始し、必要な契約等を行っていただ
 いて差し支えありませんが、補助金の振り込み時期は 7 月以降を予定しているため、必要な経費は、補
 助金受領後に支出するか、大学等が立て替えて補助金受領後に精算してください。

記

事業名称	放射線災害の全時相に対応できる人材養成
補助対象経費の総額	14,250,000 円
補助金交付内定額	14,250,000 円

補助対象経費の総額	14,250,000 円
補助金交付内定額	14,250,000 円

事業実施期間に係る補助事業予定額



平成29年度予算の概要

補助事業総額：1425万円

- 設備備品：計上なし（H28：eラーニング収録システム、放射線測定器等を購入）
- 消耗品：20万（講義・実習の準備等）
- 人件費：1200万（事業推進教員3名：教授1名*、助教2名）
*ハイブリッドサラリー方式による雇用
- 謝金：56万（eラーニング、シンポジウム、研修会等）
- 旅費：84万（学会、eラーニング、シンポジウム、研修会等）
- その他：65万（印刷、通信運搬、諸経費）

➤ 今年度は補助金が大幅に削減（H28年度：2000万円）

⇒各分野で使用していただく予算が無いこと、ご理解ください。

対応策：企業にセミナーやシンポジウムの運営協力をお願いしたり、企業からの委任経理金を集めたりしている（事務経費）



文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム

放射線災害の全時相に対応できる人材養成

Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

(6) その他

H29年度放射線医学オープンスクール

http://www.antm.or.jp/04_talent/03.html

～最先端技術にふれる～

H29 年度放射線医学オープンスクール

Medical × Engineering

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
医師のキャリアパスを考える医学生の手
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

「放射線医学オープンスクール」は、全国から集まった医療に関心のある学生が放射線医学の最先端の現場を見学し、なんだか放射線医学って楽しそう！と興味をもつきっかけ、そして日本の放射線医学がこれからどのように発展すべきなのかを、自分なりに考えてみる機会を提供する、1泊2日の見学研修プログラムです。



日程 8月29日 (火)
30日 (水)

会場

1日目 株式会社
日立製作所
2日目 筑波大学附属病院

定員 40名

主催：公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
医師のキャリアパスを考える医学生の手
放射線災害の全時相に対応できる人材養成 (RaMSEP)

SNSの配信（広報）

@RaMSEP.tsukuba

Facebook <https://www.facebook.com/RaMSEP.tsukuba/>

Facebookページ メッセージ お知らせ インサイト 投稿ツール 設定 ヘルプ

RaMSEP

筑波大学
University of Tsukuba

文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム
放射線災害の全時相に対応できる人材養成
Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

放射線災害の全時相に対応できる人材養成
@RaMSEP.tsukuba

ホーム イベント レビュー ページ情報 動画

「いいね！」済み フォロー中 シェア ...

詳しくはこちら

新しいページによるこそ

ページを友達にすすめよう
Help more people discover your Page by inviting friends to like it.

SNSの配信（広報）

@RaMSEP.tsukuba

Twitter https://twitter.com/RaMSEP_tsukuba

ホーム モーメント 通知 メッセージ キーワード検索

RaMSEP

筑波大学
University of Tsukuba

文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム
放射線災害の全時相に対応できる人材養成
Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program

ツイート 3 フォロー 2 モーメント 0 プロフィールを編集

RaMSEP
@RaMSEP_tsukuba
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」放射線災害の全時相に対応できる人材養成

ツイート ツイートと返信 メディア

RaMSEP @RaMSEP_tsukuba · 6月9日
FacebookとTwitterの連携テストを行っています。
この投稿はテストです。

放射線災害医療専門スタッフカリキュラム

基礎モジュール：放射線科学

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：G I O （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：S B O s （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) 放射線被ばくの形式（内部被ばくと外部被ばく）を説明できる。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 放射線治療の種類・特徴を説明できる。
- 6) 画像の成り立ちと正常画像解剖を説明できる。

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 20 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	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・坪井 康次	放射線生物学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・榮 武二	医学物理学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・磯辺 智範	放射線健康リスク科学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・奥村 敏之	放射線腫瘍学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・石川 仁	放射線腫瘍学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・熊田 博明	医学物理学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・南 学	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・森 健作	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・増本智彦	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・星合壮大	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・岡本嘉一	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・那智克弘	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
・齋田 司	放射線診断学	■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■

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。

参考書： メディカルノート画像診断 カラー版
著 者： 小川敏英
出版社： 西村書店 ISBN： — 価格： 1,890 円
コメント： 「ダイナミックメディシン」の画像診断に関する部分の抜粋。重要な事項が非常にコンパクトにまとまっている。

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 附属文書 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 附属文書 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

小テストやレポートで行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #1	榮 武二	放射線の歴史、放射能・放射線とは、放射線の種類と単位、放射線の透過作用、半減期、身の回りの放射線、自然放射線
2	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
3	放射線と生活、健康、医療	櫻井英幸	放射線の発見と医学利用、個体への影響、早期反応、晩発反応、全身照射、確率的影響、確定的影響
4	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #2	磯辺智範	放射線の人体への影響、確定的影響と確率的影響、放射線防護を目的とした被ばく線量限度、汚染防止
5	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
6	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
7	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #3	磯辺智範	汚染・被ばく傷病者への医療対応、汚染患者からの二次被ばく線量
9	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #4	榮 武二	内部被ばくと外部被ばく、急性放射線症候群、医療活動に必要な放射線測定
8	放射線治療の原理と色々な放射線治療	石川 仁	分割照射と4つのR、治療可能比低線量率照射、効果を修飾する物理化学的因子、色々な放射線治療法、強度変調照射、定位放射線治療、粒子線、小線源治療、中性子捕捉療法
10	放射線治療の組織や臓器への影響とがん治療の考え方	櫻井英幸	組織や臓器への放射線の影響、がんの病期分類の成り立ち、照射範囲の考え方と決め方、有害事象の成り立ち、腫瘍の自然史、治療の目的
11	がん診療における放射線腫瘍医の役割	玉木義雄	がん診療における放射線腫瘍医の役割、集学的治療
12	癌治療体験者の話	櫻井英幸	患者の立場からの癌治療
13	がんの集学的治療	奥村敏之	根治/対症療法、化学放射線治療、術前/術後照射
14	単純X線写真の成り立ち	星合壮大	胸部単純写真、肺・縦隔・心臓の正常画像解剖
15	核医学画像の成り立ち	岡本嘉一	Planar/SPECT/PET、骨・腫瘍核医学

16	X線造影画像の成り立ち	森 健作	ヨード・バリウム造影剤、消化管、泌尿器系の正常画像解剖、躯幹部・四肢の血管解剖
17	MRI画像の成り立ち	増本智彦	MRI撮像法とその原理、Gd造影剤、頭部の正常画像解剖、MR Angiography (MRA)
18	X線 CT画像の成り立ち	那智克弘	CT画像の原理・表示法、上腹部臓器解剖、MRCP
19	超音波画像の成り立ち	齋田 司	B mode/Doppler、上腹部
20	画像の成り立ちと正常画像解剖の基礎まとめ	南 学	放射線診断総論

基礎モジュール：臨床疫学

Coordinator 我妻ゆき子、五所正彦
Sub-coordinator 榮 武二、磯辺智範

1. 一般学習目標：G I O（コースの概要）

対象集団における健康問題について、適切な手法を用いて分析し、結果からその要因の究明と具体的な対策を立てることができるための知識を養う。

2. 個別学習目標：S B O s（コースにおいて学ぶこと）

- 1) 疫学概念を理解し、基本となる用語を説明できる
- 2) 医療研究の倫理を説明できる
- 3) 疫学研究方法(観察研究、症例対照研究、前向き研究、介入研究、臨床疫学など)の違いを説明できる
- 4) 放射線被ばくにおけるエビデンスについて説明できる

3. 学習の進め方

臨床疫学を理解するための基礎事項について集中講義形式で行う。

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
・我妻ゆき子	臨床試験・臨床疫学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・五所正彦	臨床試験・臨床疫学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■

5. 教科書

参考書： 基礎から学ぶ楽しい疫学

著 者： 中村好一

出版社： 医学書院

ISBN： 978-4-260-01669-8

価格： 3,240 円

コメント： 臨床研究をはじめとした臨床疫学関連の入門的な書籍である。

6. その他の学習リソース

特に定めない

7. 評価

小テストやレポートで行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1			
2			
3			
4		カリキュラム調整中 (仮) 臨床疫学とは (仮) 臨床研究の倫理と倫理委員 (仮) 研究デザイン (仮) 統計解析 (仮) データの収集と質の管理 (仮) 放射線被ばくの疫学調査 (仮) 小児甲状腺がんのスクリーニング検査 等、予定。	
5			
6			
7			
9			
8			
10			
11	腫瘍疫学	我妻ゆき子	腫瘍疫学
12	人口動態統計	五所正彦	人口静態統計、人口動態統計、国際疾病分類 (ICD)、国民基礎調査、患者調査、年齢調整死亡率、標準化死亡比、生命表、平均余命
13	発展途上国における医療	我妻ゆき子	グローバルヘルス、途上国における医療

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	オリエンテーション (麻酔・救急)	田中 誠	麻酔科学、救急医学概論
2	救急総論	井上貴昭	救急医療システム、救急医学、集中治療医学、 熱傷医学、放射線災害
3	筋弛緩薬	石垣麻衣子	ロクロニウム、ベクロニウム、サクシニルコリン、 筋弛緩モニター、train-of-four、ネオスチグミン、 スガマデックス
4	外傷	河野元嗣	外傷の初期治療、Primary Survey と蘇生、 Secondary Survey
5	ショック	河野 了	急性、全身性、循環障害、敗血症
6	全身麻酔	猪股伸一	麻酔の要素、基本的モニタリング、ガス麻酔薬、 揮発性麻酔薬、MAC、副作用
7	静脈麻酔	山下創一郎	pharmacokinetics、静脈麻酔薬、麻薬性鎮痛薬、 完全静脈麻酔
8	中毒	井上貴昭	中毒総論、急性中毒治療の原則、初期治療、拮 抗薬
9	痛み	福田妙子	痛みの定義、伝達経路、下行性抑制経、内因性 オピオイド、発痛物質
10	病院前救護	井上貴昭	救急救命士、JPTEC、JATEC、ドクターカー、 災害医療、トリアージ
11	血液ガス分析	高橋伸二	肺泡式、酸素含量、ヘモグロビン酸素解離曲線 、酸塩基平衡
12	人工呼吸	高橋伸二	人工呼吸、PCV と VCV、PEEP、ARDS
13	局所麻酔	左津前 剛	局所麻酔薬、局所麻酔薬中毒、脊髄くも膜下麻 酔、硬膜外麻酔
14	精神科救急・自殺予防	太刀川弘和	精神科救急、自殺、危機介入、自殺予防、ゲ ートキーパー
15	小児の救急医療	市川光太郎	虐待による頭部外傷、揺さぶられっこ症候群、 眼底出血、非偶発的外傷、二重条痕
16	救急・災害外傷学	西野衆文	骨折合併症、創傷処置、頸髄損傷、骨盤骨折
17	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #1	榮 武二	原子力災害、緊急被ばく医療概要
18	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #2	磯辺智範	緊急被ばく医療受け入れ、原子力災害の情報収 集、傷病者到達前の準備
19	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #3	磯辺智範	緊急被ばく医療措置、脱衣と汚染検査、創傷部 の除染、管理区域、汚染物の対応、除染
20	RaMSEP 基礎講座 (e-learning) #4	榮 武二	物理学的線量評価、生物学的線量評価、原子力 災害派遣チーム、高度被ばく医療支援センター、 原子力災害医療・総合支援センター

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 附属文書 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 附属文書 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

7. 評価

小テストやレポートで行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	放射線災害・ 放射線健康リスク科学 に関するPBLテュート リアル	櫻井英幸 榮 武二 磯辺智範 関本道治 森 祐太郎	放射線災害、放射線防護、放射線健康リスク、 被ばく患者への対応、環境放射線
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

※ただし、テュートリアルテーマは以下を参照

【放射線災害】

本シナリオの概要と目的

災害は、被災者にとって身体的・心理的に大きなストレスをもたらします。特に東日本大震災は、災害に加え福島第一原発事故という放射線災害も発生しました。本シナリオを通じて、放射線災害の被災者のストレスとその心理的反応を理解し、どのようなケアが適切かを話し合う中で、チーム医療の意味を理解してもらおうと考えています。

シナリオ1 (コアタイム1)

東日本大震災から1週間が経過し、福島のある小学校の体育館に約300名の地域住民が避難しています。この体育館は、福島第一原子力発電所から50km離れた場所にあります。この場所と周辺は、地震による倒壊は若干あるものの、山側にあるため津波による影響はありません。

官庁の要請により、避難所の医療活動を目的とした救護活動チームが各都道府県より派遣されました。避難所は、福島第一原子力発電所の水素爆発による放射性物質の飛散の影響はほとんどありません。しかし、福島第一原子力発電所から30km圏内に住んでいる住民の避難場所に指定されており、クイックサーベイを実施して被災者に被ばくがないか確認をしています。

救護活動チームの構成： 医師、看護師、保健師、薬剤師、診療放射線技師、
臨床検査技師、理学療法士、医療事務員

チューターの先生へ

○ ディスカッションのポイント

- ・ 各職種における災害時の役割について考えさせてください。
- ・ 避難所において注意すべき疾患とその特徴について考えさせてください。
- ・ 被災者の生活環境を想定して、避難生活が被災者の及ぼす身体的・心理的影響・ストレスについて検討する。

各職種における災害時の役割について

災害時の医療は、多職種の連携が必須になります。今回のシナリオを通じて、各職種が災害時に何が出来るのか、考えて頂きます。

例)

医師	傷病者や妊産婦の診療・治療、および心のケア。
看護師	傷病者や妊産婦の療養上の世話や診療の補助。また、患者さんや家族の不安を取り除き、心のケアをしていくことも大きな役割である。
薬剤師	救護所・避難所での服薬指導。医療チームによる薬剤使用の助言。医薬品集積所、避難所での医薬品・大衆薬・衛生材料などの管理など。
臨床検査技師	POCT (point of care testing) 対応機器・キットを中心とした分析・診療補助。その他、検査機器を用いた診療補助など。

参考文献：・チーム医療推進協議会：災害時におけるメディカルスタッフの役割ハンドブック。
・日本臨床検査医学会：東日本大震災における臨床検査活動の記録集。

被災者の生活環境を想定して、避難生活が被災者の及ぼす身体的・心理的影響・ストレス

被災者は、災害の喪失体験やショック、その上に避難所生活でのプライバシーの欠如や不自由さが重なり、過度なストレスを抱えてしまいます。避難所の特徴や避難所生活を余儀なくされた被災者のストレスやこころの問題について学生が考えてくれれば幸いです。



避難所での身体的影響と生活のストレス

<身体的影響>

- ・ 風邪や肺炎などの感染症の発生
- ・ 急性ストレス障害
- ・ エコノミークラス症候群（肺塞栓症）

<避難所生活からくるストレス>

- ・ トイレに行きづらいので、水分を控えてしまう
- ・ 搾乳や介護、着替え用の場所がない
- ・ 食べ物の好き嫌い、アレルギーなどが十分に配慮されない
- ・ 騒音（いびき、他人のおしゃべり、子供の笑い声や泣き声）が気になる
- ・ 身内の問題や金銭的なことを家族と話し合えない
- ・ 精神疾患、感染症の人が隣に来ることもある

(シナリオ 1 が一通り進みましたら配布してください)

シナリオ 2

氏名：阿見 一郎さん (43 歳)

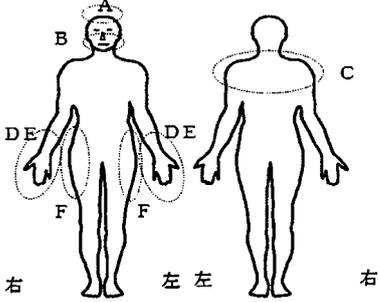
避難の最中に転倒し、左肘付近に数 cm の切創。その他の外傷はない。阿見さんの家族とは避難所で合流し、全員無事を確認した。阿見さん一家は、福島第一原子力発電所から 30 km 圏内の場所で生活をしてきた。一郎さんの両親も被災しているはずだが、現在も連絡がつかない状況で心配している。子供たちは食べ盛りで、配給される食事に不満を漏らしている。花子さんは神経質で、よく眠れなくてイライラしており、一郎さんに対する愚痴が多くなってきた。一郎さんは家族、家、両親の安否、被ばくのことなど、心配ごとが多くて精神的に疲れて、胃痛が激しくなってきたので、義母の薬もあるか確認も含め、救護所に受診した。

- 保健師 : 阿見さん、肘の具合はいかがですか？
- 一郎さん : おかげさまでかなり良くなりました。ありがとうございます。
今日は別のことで診て頂きたいのですが。
- 看護師 : 良くなられてよかったです。何かお困りのことはありますか？
- 一郎さん : 義母が普段飲んでた薬を忘れてきてしまって。
- 医師 : 義母さまが普段何を飲まれていたか分かりますか？
- 一郎さん : 血圧の薬を飲んでいたと思います。確か、アムロなんとかって。
- 薬剤師 : アムロジンですかね。
- 一郎さん : そんな名前だったと思います。安室奈美恵のつながりで、アムロは覚えていたのですが。
- 薬剤師 : 確かに覚えやすいかも知れませんね。どれくらい薬を飲まれていませんか？
- 一郎さん : 避難してきてから飲んでいませんから、3日間ぐらい飲んでないですね。
- 医師 : わかりました。じゃあ、お義母さまにお薬を出しておきますね。
- 保健師 : 他にお困りのことはありますか？
- 一郎さん : このところ、胃の調子が良くなって。
- 看護師 : 何か調子が悪くなる心あたりはありますか？
- 一郎さん : 特に心あたりはないのですが・・・。
私は胃腸が元々強い方なのですが、地震が起きて避難所生活を
するようになって、胃が痛くなってきました。いまだ両親とも連絡
がとれず、心配です。

- 保健師 : それは心配ですね。
ご両親のほかに心配事はありますか？胃が痛いなら、配給食はお口に合いますか？
- 一郎さん : 配給食は美味しく頂いています。ボランティアの皆さんには本当に感謝しています。ただ、息子たちは育ちざかりなので、かなり物足りないらしく、私や妻の分を少し分けています。
妻はかなりの神経質なので、共同生活は仕方ないのですが、あまり眠れないためにイライラして、私に愚痴ばかりこぼしてきます。
- 保健師 : なるほど。
- 一郎さん : あと、今後のことが心配にはなってきますね。無事に家に帰れるのか。私の家は福島第一原発から約 30 km 近くにありますが、テレビでは 30 km 以内は立ち入り禁止と流れていて。それも放射能汚染で近寄ることが出来ないと。そういえば、私も避難所に来た時に何かチェックされていました。あの時は結果を聞く余裕がなかったのですが、大丈夫だったのでしょうか？もしかしたら傷口から放射能がくっついたのでしょうか？
- 診療放射線技師 : 検査記録票を確認したところ、3.0 $\mu\text{Sv/h}$ と値が出てますが、体への影響はありませんので安心してください。

放射能汚染検査票

放射能汚染検査記録票

氏名	阿見 一郎		 <p style="text-align: right;">汚染部位は朱色記入</p>
ID No.			
測定日	2011 / 3 / 12		
測定時間	19:10		
測定器 型番 No.	① GM : 153 ② NaI : ③ α用 :		
バックグラウンドを含んだ計測値の記入	測定器: GM	汚染部位	
	(単位) cpm, $\mu\text{Sv/h}$		
バックグラウンド	2.0		
A (頭部)	汚染なし	2.3	
B (顔)	汚染なし	2.2	
C (両肩)	汚染なし	2.3	
D (両手の掌)	汚染なし	2.3	
E (両手の甲)	汚染なし	2.4	
F (服, ズボンのポケット)	汚染なし	2.2	
G (その他) 左肘傷	汚染なし	3.0	

測定者: 関本 道治 , 記録者: 森 祐太郎

- *汚染なしの判断は、バックグラウンド値の変動幅を考慮の上行うこと
- *汚染なしの場合も、計測値は記入すること

チューターの先生へ

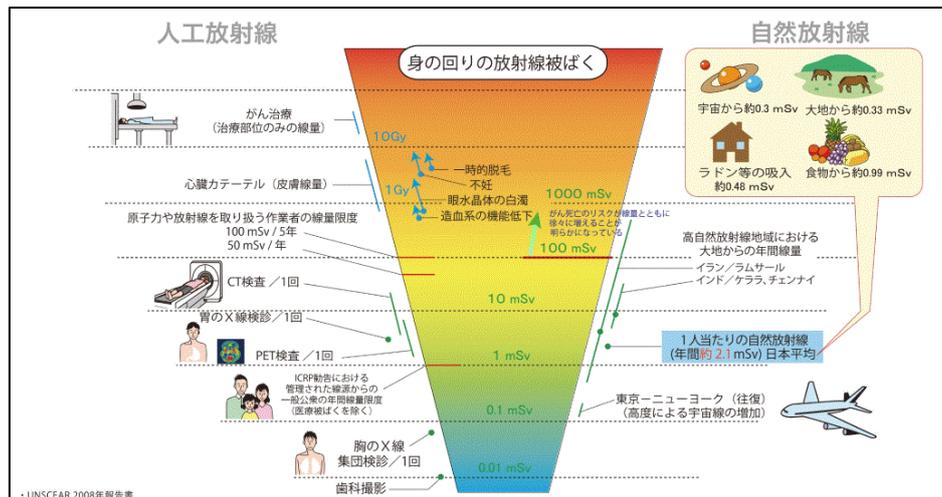
○ ディスカッションのポイント

- 放射線の人体への影響について調べて教えてください。特に一郎さんの不安を解消させる説明が出来るようにまとめさせてください。
- 会話を通じて、一郎さんの心理的状況・ケアについて検討させてください。
- 会話と通じて、被災者との接し方・対応について討論させてください。

家族構成：妻 花子（42歳）、子供 太郎（13歳）、次郎（9歳）、義母 ウメ（70歳）

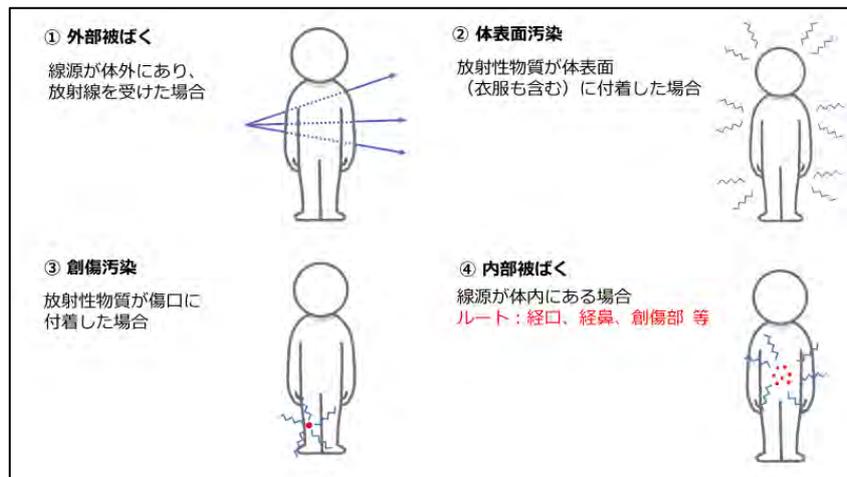
放射線の人体への影響について

我々は日常生活において自然界から放射線を受けています。自然放射線の被ばくは、日本では年間約2.4 mSvです。自然放射線の被ばくは、地域によって異なり、多いところでは年間4～10 mSvの地域（主にブラジル、インド・ケララ地方など）もあります。



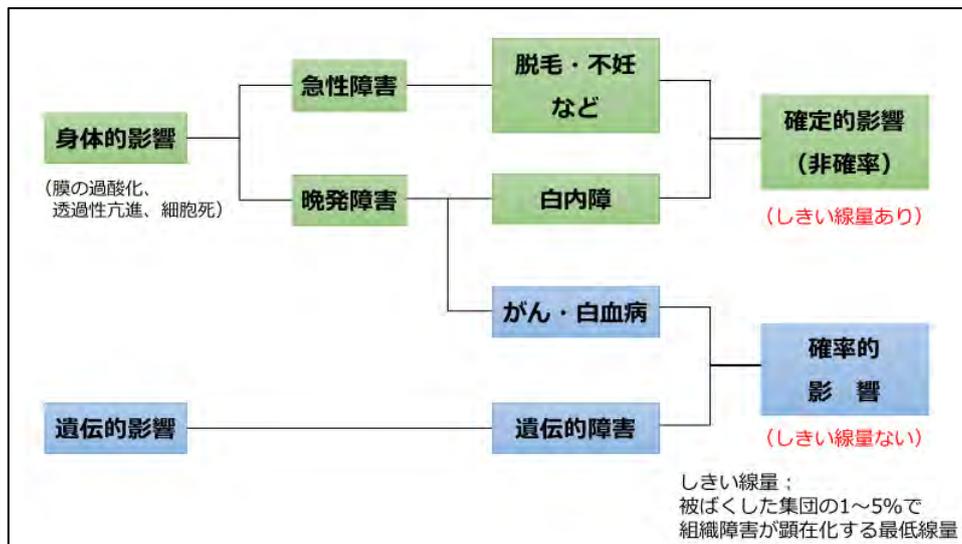
放射線医学総合研究所：放射線被ばくの早見表より引用 <http://www.nirs.qst.go.jp/data/pdf/hayamizu/j/20160401.pdf>

放射線被ばくには、①離れた線源（放射性物質）から照射を受ける外部被ばく、②放射性物質が体表面に付着して照射を受ける体表面汚染、③放射性物質が傷口に付着した創傷汚染、④放射性物質を体内に取り込んで照射を受ける内部被ばく（内部汚染）の4種類があります。内部被ばくの経路は、経口・経鼻、気道、消化管、創傷部であり、トリチウムを除けば健全な皮膚からの吸収はほとんどありません。今回のケースでは、③創傷汚染が考えられます。（本来、①と②も自宅から避難所に移動しているときに該当しますが、今回のケースは除外します。）



鈴木元 監修，箱崎幸也，他：図説基礎からわかる被曝医療ガイド，日経メディカル開発，2011年より引用改変

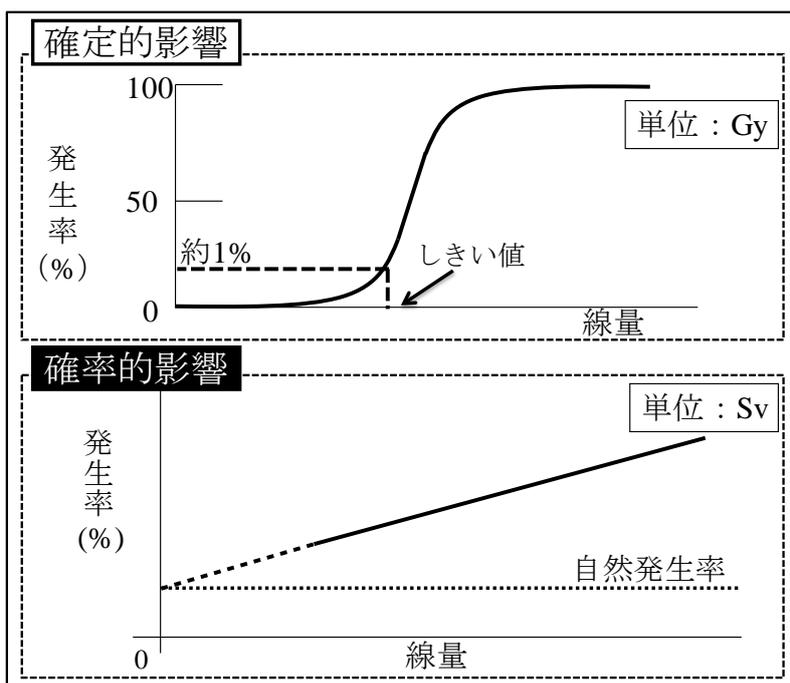
放射線の人体への影響には、「身体的影響」と「遺伝的影響」があります。身体的影響は被ばくした本人に現れる障害で、遺伝的影響は被ばくした人の子孫に現れる影響です。さらに身体的影響が被ばく後数週間以内に現れる「急性障害」、数か月～数年、あるいは十数年後に現れる「晩発障害」に分類されます。



鈴木元 監修，箱崎幸也，他：図説基礎からわかる被曝医療ガイド，日経メディカル開発，2011年より引用改変

放射線災害では、急性障害が最初に出現します。確定的影響の大きな特徴は、しきい値を持つことです。しきい値とは、「この線量を被ばくすると約1%の人にある特定の障害が発生する線量」のことを指します。確定的影響による主な障害は、白血球減少、不妊、脱毛、胎児奇形、白内障などが挙げられます。なかでも、男性の一時不妊のしきい値は約150 mGyであり、確定的影響の中で最も低い線量で発生する恐れがあります。一方、確率的影響は、

放射線誘発による細胞の突然変異によって起こる影響です。確率的影響の大きな特徴は、しきい値を持たないことです。つまり、どんなに少ない線量でも、影響の発生確率は0ではないということを意味しています。しかし、原爆被ばく者10万人の調査においても、100 mSv以下の低線量被ばくによる発がんリスクについては明確になっていません。確率的影響の主な障害は、がん（白血病を含む）と遺伝的影響です。遺伝的影響については、ショウジョウバエ、マウス、サルの実験においてその影響が確認されていますが、ヒトでは確認されていません。



放射線による被ばくは、被ばく線量および全身または局所で臨床症状に違いが生じます。今回のケースでは、一郎さんは左肘から 1.5 μ Sv/h (36 μ Sv/day) という値が出ました。この値は、バックグラウンド（環境放射線または自然放射線を意味します）を含んでいます。バックグラウンドを差分した左肘の測定値は、0.2 μ Sv/h (4.8 μ Sv/day) となります。今回測定した場所は福島第一より 50 km の位置にあるため、バックグラウンドが若干高くなっています。しかし、バックグラウンド値は人体に影響を及ぼす数値ではありません（放射線被ばくの早見表を参照）。一郎さんへ、物理的なデータを提示できれば理解していただけると思います。

心理的状況・ケアについて

災害時は、心理的支援においても対象者が多いです。限られた資源の中で効果的な支援を行うためには、トリアージが必要になり、援助の優先順位と対応の仕方を決める「こころのトリアージ」が必要になります。こころのトリアージの分類について表に示します。今回の

ケースでは、一郎さんは話し方がしっかりしています。胃薬で体調が良くなれば、一郎さんはストレスに対処できると考えられるため、トリアージ3に該当します。

「こころのトリアージ」の分類

トリアージ1 (即時ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・専門家に相談が必要な人・暴力行為や自殺の恐れのある人・パニック状態、解離状態にある人
トリアージ2 (待機ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・ケアを行わないと即時ケア群になる人・後日、相互支援やカウンセリングなどが必要な人・悲哀、悲嘆が強く引きこもりや過剰行動が見られる人
トリアージ3 (維持ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・ストレス対処法を伝えると自分で対処できそうな人・会話中心のコミュニケーションが維持できる人

専門医への紹介が必要な場合

- ・ 問題が支援者の能力、トレーニングのレベル、心理的支援プログラムの目的を超えていると気づいた場合
- ・ 相手と接することが困難になった場合
- ・ 自殺をほのめかしたり、公言したりする場合
- ・ 社会的に孤立しているように見える場合
- ・ 被害妄想の状態を示していたり、その状況を詳細に話す場合
- ・ 児童虐待などの犯罪行為に気づいた場合
- ・ アルコールや薬物に依存していることに気づいた場合
- ・ 危険な行動に気づいた場合
- ・ 支援者自身が落ち着きを失い、混乱し、被災者についてよくない考えや悪夢を繰り返し襲われる場合

被災者との接し方・対応について

避難所で活動しているメディカルスタッフは、被災者の心労を受けとめて自分の力で立ち上がっていただけるように支える態度で臨みます。被災者のこころが癒されるのは、語ること、泣くこと、時間が経過することが重要な要素とされています。

こころの癒しの3T

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">① Talk（語る）<ul style="list-style-type: none">・被災者の語りを大切にする② Tears（泣く）<ul style="list-style-type: none">・被災者が泣くことを受け止める③ Time（時間）：<ul style="list-style-type: none">・被災者と一緒に時間を過ごす・時間の経過とともに被災者のこころが変化するのを待つ（待つ姿勢） |
|---|

こころのケア活動の基本的態度

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">① しっかりと話しを聴く② 気持ちをありのまま受け止める③ 自己決定を尊重する④ 誠実な態度で接する⑤ 現在までの努力と対処の仕方を認める⑥ 助言は具体的で実際的なものとする（必要時に被災者のニーズに応じた情報提供）⑦ メディカルスタッフができること、できないことをはっきり返事する⑧ こころの問題でなくても耳を傾け一緒に考える⑨ 被災者のプライバシーは守る（守秘義務） |
|---|

今回のケースでは、一郎さんの胃痛に関しては対応していました。しかし、医師は「ご両親との連絡が取れない」件については、流してしまいました。話し手は、聴き手が親身になって聴いてくれているという誠実な態度も求めています。話の内容をきちんと理解していることを伝えるために、相手の話した感情について触れたり、言葉を換えて表現し直したりする控えめなフィードバックを行います。

例) 「ご両親は携帯電話をお持ちでしょうか？災害用の伝言ダイヤルがあるので、試されてみたらどうでしょうか？それか、避難所に伝言ボードがあるようですよ」と話してみる。

「ご家族の不満のはけ口になってしまったようで、毎日がお辛いようですね。やはり頼りになるお父さんですから、いろいろと言いたくなるのでしょうかね」と気持ちの整理が出来るような声かけをする。

シナリオ3 コアタイム2

新生活

東日本大震災から半年後、阿見さん一家は仮設住宅で新生活を送っていた。住んでいた家にはまだ戻ることは出来ない。一郎さんは仕事を再開し、息子たちは小学校、中学校に転校することなく通っている。花子さんは精神的には落ち着いてきたが、放射能汚染による息子たちへの影響や、食べ物や飲み物への影響をかなり気にしている。

花子さんは、母親の診察で近所の診療所に来ている。そこで医師に放射線について気になることを相談した。

花子さん : 先生、相談があるのですが聞いていただけますでしょうか？

医師 : 为什么呢？

花子さん : 実は、放射能汚染がとても心配で。テレビで大丈夫とは言ってますが、本当に大丈夫なのでしょう？本当に大丈夫なら、住んでた家に帰れるはずなのに、いまだに帰れないし。それに食べ物や水にも放射能汚染があると言ってるのに、大丈夫とテレビで言ってて。野菜とか食べない方がいいのでしょうか？特に、海に放射性物質を流していますよね？魚は食べない方がよいのでしょうか？水も水道水を飲まないで、市販のものの方が良いのでしょうか？

医師 : 私は専門家ではないので、なんとも言えませんが、テレビで説明している方々は専門家ですし、安心してよいと思いますよ。

花子さん : 外に放射線を測定する機械が設置されているの知ってますか？今日も私が見たときには 1.94 ($\mu\text{Sv/h}$) って数値が出てました。0 ではないのがとても不安で。

子供たちを外で遊ばせない方が良いでしょう？

医師 : 避難および屋内待機区域を除けば特に外で遊ばせても問題ないと思いますよ。

花子さん : 1.94 $\mu\text{Sv/h}$ って、1 日で 46.56 μSv という計算ですよ。1 年で 16,994 μSv という計算になりますが、本当に大丈夫なのでしょう？

医師 : もし危険ならば、この場所は立ち入り禁止区域になりますよ。安心してください。

花子さん : あと、甲状腺がんになりやすくなるとテレビで見ました。抑える薬があると聞いたのですが、飲んだ方がいいのでしょうか？

看護師 : それ、私もワイドショーで見ました。確か、ヨウ素剤でしたっけ？

花子さん : 子供たちのことを考えると、飲ませた方が良いでしょう？

医師 : この地域では、ヨウ素剤を配布していないはずですよ。それは安全ということですので、問題ないですよ。

チューターの先生へ

○ ディスカッションのポイント

- 食品や環境への放射能について調べさせてください。
- 安定ヨウ素剤について調べてもらい、今回のケースは使用する必要があるか検討させてください。
- 会話を通じて、花子さんの心理的状况を考え、安心させるにはどのように説明（ケア）をすればよいか、検討させてください。

食品や環境への放射能について

福島原発事故で放出され、当時、人体への影響が懸念された主な放射性物質は下記の表に示す通りです。ただし、ストロンチウム 90 とプルトニウム 239 は、放出量がわずかであることから（事故発生前の国内の調査結果の範囲内という報告もある）、事故当時はヨード 131、現在はセシウム 137（134）の人体への影響が懸念されています。

表 1 福島原発事故により人体への影響が懸念される放射性核種

放射性物質	主な摂取経路	線質 放出量	物理学的 半減期	生物学的 半減期	蓄積する 組織
Cs セシウム (134, 137)	初期に吸入 長期的に経口	γ線 大量	134： 2.1 年 137： 30.1 年	134, 137： 約 100~200 日	全身
I ヨード (131)	初期に吸入 ほどなく経口 (生物濃縮)	β/γ線 大量	8.0 日	10~80 日	甲状腺
Sr ストロンチウム (90)	ほとんど経口 (生物濃縮)	β線 ごく微量	29.1 年	50 年	骨
Pu プルトニウム (239)	吸入	α線 ごく微量	24110 年	20 年以上	骨・肝

放射性壊変によって親核種の数（放射能）が半分になるまでの時間のことを半減期といいます。例えば、 ^{137}Cs が 600 個あったとします。 ^{137}Cs の半減期は約 30 年ですので、30 年経つと放射能を持つ ^{137}Cs が半分の 300 個になります。このような半減期を物理学的半減期といいます。物理学的半減期は他の（生体での）影響を考えず、放射性物質が純粋に半減するまでの時間を表します。しかし、放射性物質を体の中に取り込んでしまうことも考えなければなりません。そこで、体内に取り込まれた放射性物質が、その半分の量を体から排出するまでの時間を生物学的半減期といいます。そして、放射性物質が半分になる時間である物理学的半減期と、放射性物質の半分が体から排泄される時間である生物学的半減期を考慮し、実際に体内での放射性物質量が半分に減る時間を実効（有効）半減期といいます。

人体への影響を考えると、この実効半減期を使います。これらの関係は $1/\text{有効半減期} = 1/\text{物理学的半減期} + 1/\text{生物学的半減期}$ の式で表されます。

原子力安全委員会の「原子力施設等の防災対策について」(平成 22 年 8 月一部改訂)で、放射能汚染の飲食物摂取制限の「暫定規定値」は、ICRP の Publication 63 勧告など国際的動向を踏まえて設定しています。この指標で摂取制限すべき放射性物質として、上記にあげた Cs, I, Pu, とウラン(U)が選定されています。

(ICRP : International Commission on Radiological Protection 国際放射線防護委員会)

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種： ¹³¹ I)	飲料水 牛乳・乳製品 ^{注)}	300
	野菜類 (根菜、芋類を除く)	2,000
	飲料水 牛乳・乳製品 野菜類 穀類 肉・卵・魚・その他	200
放射性セシウム	飲料水	200
	牛乳・乳製品	200
	野菜類	200
	穀類	500
	肉・卵・魚・その他	500
ウラン	乳幼児用食品	20
	飲料水	20
	牛乳・乳製品	20
	野菜類	20
	穀類 肉・卵・魚・その他	100
プルトニウムおよび超ウラン元素 のアルファ核種 (²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴² Pu, ²⁴¹ Am, ²⁴² Cm, ²⁴³ Cm, ²⁴⁴ Cm 放射能濃度の合 計)	乳幼児用食品	1
	飲料水	1
	牛乳・乳製品	1
	野菜類	10
	穀類 肉・卵・魚・その他	10

注) 100 Bq/kg を超えるものは、乳児用調整粉乳および直接飲用に供する乳に使用しないように指導すること。

食安発 0317 第 3 号 平成 23 年 3 月 17 日より引用

1日の摂取量（成人）を、飲料水：1.65 L、牛乳・乳製品：200 g、野菜類：600 g、穀類：300 g、肉・卵・魚・その他：500 g を1年間摂取し続けた場合、放射性ヨウ素（¹³¹I）で甲状腺での被ばく線量が50 mSv、放射性セシウムでは全身の被ばく線量が5 mSv を超えない量に設定されている。なお、放射性ヨウ素に関しては、減衰により飲食物の汚染レベルが低下することを考慮に入れて規制レベルが設定されている。1年間摂取し続けた場合の健康に影響を及ぼす量は、100 mSv とされており、かなり余裕のある上限値に設定されている。

市販で購入できる食品・飲料水などは、上記基準を下回ったものが出荷されている。そのため、食料品に関しては問題なく食べてよいといえる。

安定ヨウ素剤について

チェルノブイリ原発事故では、50～100 mGy の放射性ヨウ素が降下し、甲状腺がんが増加したと報告があります。今回の福島第一原発事故でも同様に放射性ヨウ素が降下しています。そのため、国（原子力災害対策本部）または地方公共団体では安定ヨウ素剤を配布しました。

放射性ヨウ素は、被ばく後2時間で約20%、12時間で約70%甲状腺に取り込まれます。安定ヨウ素剤とは、甲状腺に蓄積される放射性ヨウ素の取り込みを抑える薬剤です。ヨウ化カリウムの投与（1日、ヨウ化カリウムとして100 mg、経口）が行われ、被ばく後6時間以内、遅くとも12時間以内に投与することが望ましいとされています。

今回のケースは、安定ヨウ素剤の配布がない地域と推定される。つまりは阿見さん一家の地域では放射性ヨウ素が降下した量が、他の地域に比べて少ないと考えられる。また、年月も経っているため、服用した場合の効果が低い。不安な場合は、甲状腺に関する検査をお勧めする。

花子さんの心理的状況・ケアについて

今回のケースでは、花子さんは放射線に関する事で動揺していますが、話し方がしっかりしています。一郎さんはストレスに対処できると考えられるため、トリアージ3に該当します。

「こころのトリアージ」の分類

トリアージ1 (即時ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・専門家に相談が必要な人・暴力行為や自殺の恐れのある人・パニック状態、解離状態にある人
トリアージ2 (待機ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・ケアを行わないと即時ケア群になる人・後日、相互支援やカウンセリングなどが必要な人・悲哀、悲嘆が強く引きこもりや過剰行動が見られる人
トリアージ3 (維持ケア群)	<ul style="list-style-type: none">・ストレス対処法を伝えると自分で対処できそうな人・会話中心のコミュニケーションが維持できる人

放射線被ばくは、物理的データを用いて、浴びてしまった放射線量が本当に安心なのか納得させる必要があります。放射線は自然界のみでなく、医療現場でも必要不可欠なものです。それらを例えにして、花子さん（皆さん）を納得できる説明を作成できるように進めさせてください。

以上

参考書： 標準放射線医学 第7版

著者： 西谷 弘、他

出版社： 医学書院

ISBN： —

価格： 10,500 円

参考書： がん・放射線療法 2017 改訂第7版

著者： 大西 洋、他

出版社： 学研メディカル秀潤社

ISBN： —

価格： 32,400 円

5. 週間スケジュール

以下の2コースのうち、どちらかを選択する。

コース①：放射線診断

第1週

	月	火	水	木	金
am	8:15 オリエンテーション 8:45 検査見学	8:30 検査見学 11:00 ICU conference	8:30 検査見学	8:30 検査見学	8:30 検査見学
pm	ソフトウェア自習 発表準備 17:00 Grand Conference 18:30 呼吸器カンファ	ソフトウェア自習 発表準備 17:00 Daily Conference	ソフトウェア自習 発表準備 16:00 消化器カンファ	ソフトウェア自習 発表準備 17:00 Daily Conference	ソフトウェア自習 発表準備 17:00 Daily Conference

第2週

	月	火	水	木	金
am	8:30 画像読影	8:30 画像読影 11:00 ICU conference	8:30 画像読影	8:30 画像読影	8:30 画像読影
pm	発表準備 17:00 Grand Conference 18:30 呼吸器カンファ	発表準備 17:00 Daily Conference	発表準備 16:00 消化器カンファ	発表準備 17:00 Daily Conference	発表準備 17:00 Daily Conference

コース②：放射線腫瘍・放射線健康リスク科学

第1週

	月	火	水	木	金
am	8:15 症例カンファ 9:30 X線施設見学	8:15 症例カンファ	8:15 症例カンファ 10:00 治療計画	8:15 症例カンファ 8:45 教授回診 10:00 治療計画	8:15 症例カンファ
pm	12:00 陽子線センター 見学	17:00 放射線健康リス ク科学講義	18:00 食道カンファ	18:00 勉強会	

第2週

	月	火	水	木	金
am	8:15 症例カンファ 9:30 X線施設見学	8:15 症例カンファ	8:15 症例カンファ	8:15 症例カンファ 8:45 教授回診 10:00 外来初診見学	8:15 症例カンファ 10:00 まとめ
pm	12:00 陽子線センター 見学	17:00 放射線健康リス ク科学講義	18:00 食道カンファ	13:00 外来見学 18:00 勉強会	

以下の2コースのうち、どちらかを選択する。

コース①：グローバルヘルス

日 程	内 容	実習場所
1 日目	オリエンテーション ディスカッション ● 国際保健とその歴史 ● プロジェクト・サイクル・マネージメント (PCM) グループプロジェクトワーク	筑波大学
2 日目	ディスカッション ● 人口・リプロダクティブヘルス・栄養 ● プロジェクト・デザイン・マトリックス演習 グループプロジェクトワーク	筑波大学
3 日目	ディスカッション ● 感染症 ● 小児甲状腺被ばく発がんリスク グループプロジェクトワーク	筑波大学
4 日目	ディスカッション ● サステイナブル開発目標 (SDG) グループプロジェクトワーク	筑波大学
5 日目	グループプロジェクト発表会 グループ報告書提出	筑波大学
6 日目	個人研究テーマコンサルテーション 個人研究テーマに関するワーク	筑波大学
7 日目	個人研究テーマに関するワーク (続き) 報告書作成	筑波大学
8 日目	国際保健医療活動実施機関の訪問	国際医療研究センターなど
9 日目	個人研究テーマに関するワーク (続き) 報告書作成	筑波大学
10 日目	個人研究発表会 個人研究報告書提出	筑波大学

コース②：臨床研究の実践と生物統計

日 程	内 容	実習場所
1 日 目	実習オリエンテーション	筑波大学
2 日 目	臨床研究とは？その手順と技法、ルール 臨床研究の現場（1）研究計画書	筑波大学 T-CReDO
3 日 目	臨床研究の現場（2）研究の実施と管理	筑波大学 T-CReDO
4 日 目	臨床研究の現場（3）データマネジメントと統計解析	筑波大学 T-CReDO
5 日 目	臨床研究の現場（4）実地見学	筑波大学 T-CReDO 他
6 日 目	これまでの実習を踏まえた 研究仮説の創生と研究立案	筑波大学
7 日 目	SPSS によるデータ解析	筑波大学
8 日 目	SPSS によるデータ解析 結果の解釈、考察、討議	筑波大学
9 日 目	実習のまとめ、報告書の作成	筑波大学

基礎モジュール：救急医学実習

Coordinator 井上貴昭
Sub-coordinator 榮 武二、磯辺智範

1. 一般学習目標：G I O (コースの概要)

緊急性の高い疾患の病態・診断・治療の理解と初期治療の基本的な手技の修得、救急救命処置を修得する。

2. 個別学習目標：S B O s (コースにおいて学ぶこと)

- 1) 救命救急処置(BLS,ACLS)の技術を習得する
- 2) 救急患者の診察を行い、全身状態を把握することができる
- 3) 救急患者の症候・病態から、鑑別診断を述べるることができる
- 4) 緊急疾患を理解し、必要な検査を選択でき、症状・初期治療について説明できる
- 5) 初期治療の基本的な手技（切開・結紮・縫合・切離）を理解する
- 6) 創傷処置（止血・消毒など）を行うことができる
- 7) 病院前救護における救急隊員との医療連携の重要性を理解する
- 8) 集団災害医療、放射線災害医療における医師の役割と行動を理解する

3. 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
・井上貴昭	救急・集中治療部	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・佐津前 剛	救急・集中治療部	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■

4. 教科書

参考書： 標準救急医学第 5 版
著 者： 日本救急医学会
出版社： 医学書院 ISBN： — 価格： 8,100 円
コメント： 救急医学全般の理解に役立つ。

参考書： JRC 蘇生ガイドライン 2010
著 者： —
出版社： へるす出版 ISBN： — 価格： 3,990 円
コメント： OSCE で学んだ蘇生手順を記載してある。

参考書： 救急マニュアル 第 3 版
著 者： —
出版社： 医学書院 ISBN： — 価格： 3,990 円
コメント： 救急疾患の各論が詳しい。

5. 週間スケジュール

第1週

	月	火	水	木	金
am	BLS、ACLS レクチャー	以後は各実習病院の予定に従う 期間内の何れか一日（昼間）に救急車同乗実習が予定されている。			
pm	ACLS、FAST 演習 原子力災害医療 レクチャー				

第2週

	月	火	水	木	金
am	以後は各実習病院の予定に従う 期間内の何れか一日（昼間）に救急車同乗実習が予定されている。				
pm					

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。

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

5. スケジュール

以下の4コースのうち、2つを選択する。

コース①：JUST DO IT! 放射線災害関連施設見学ツアー

(1) 学習目標

医療被ばくおよび環境放射線被ばくに対して、正しく個人被ばく線量を評価する一連のシステムを学ぶ。
また、放射線災害発生時の防災システムについて、講義と施設見学を通して理解を深める。

(2) 学習内容

授業概要・内容・時間割

時 限	学習項目	担当教員	keywords
1	バス移動（筑波大学 → 千代田テクノル大洗大貫台事業所）		
2	個人被ばく線量評価法	榮 武二	個人被ばく線量計，医療被ばく，環境放射線被ばく
3	ラディエーション モニタリングセンター見学	磯辺智範	ガラス線量計，緊急被ばく 放射線災害医療
4			
5	バス移動（千代田テクノル大洗大貫台事業所 → 茨城県原子力オフサイトセンター）		
6	原子力緊急事態発生時の 防災体制	関本道治	放射線災害医療
7	オフサイトセンター見学	森 祐太郎	統合原子力防災ネットワークシステム， 緊急時対策支援システム， 気象情報システム，放射線防護システム
8	移動（茨城県原子力オフサイトセンター → 筑波大学）		

コース②：JUST DO IT! 放射線災害医療をサーベイメータで切り拓く

(1) 学習目標

放射線災害が発生した場合の緊急被ばく医療についての知識を深める。また、医療機関における患者受入れ準備（養生・放射線汚染の有無、空間線量測定等）に関する理解を深める。

(2) 学習内容

授業概要・内容・時間割

時 限	学習項目	担当教員	keywords
1	放射線災害における対応	関本道治	緊急被ばく医療，放射線災害
2	放射線災害における線量計の種類と取扱い方法	森 祐太郎	サーベイメータ，個人被ばく線量計
3	実 習 (養生・クイックサーベイ)	榮 武二 磯辺智範 関本道治 森 祐太郎	放射線災害時の受入れ，養生，放射線汚染，クイックサーベイ
4			
5			

コース③：見えないメスでがん治療 —放射線治療手技演習—

(1) 学習目標

近年、多数の新しい放射線治療の手技が出現し、治療の選択肢が広がっている。本コースでは、午前中に様々な放射線治療の手技とその効果について講義と実習により理解し、午後からは専用コンピュータを用いて学生が自分の手で光のメスを使って、がんの治療法を考える実習につなげる。

(2) 学習内容

授業概要・内容・時間割

時 限	学習項目	担当教員	keywords
1	放射線腫瘍医の仕事（講義）	櫻井英幸	がん治療の概略
2	放射線によるがん細胞の変化（講義および実習）	坪井康次、松本孔貴	細胞死、細胞遊走、放射線影響
3	放射線とは？X線、陽子線の発生と特徴について（講義と見学）	榮 武二	加速器、シンクロトロン、ロボット技術
4	がん放射線治療 シミュレーションⅠ・ X線治療・密封小線源治療	櫻井英幸、磯辺智範 栗飯原輝人、沼尻晴子 高田健太、小林大輔	強度変調照射、小線源治療 トモセラピー、VMAT
5	がん放射線治療 シミュレーションⅡ・ 温熱療法・陽子線治療	奥村敏之、石川 仁 福光延吉、大西かよ子 水本齊志、神澤 聡	定位放射線治療、粒子線治療 サイバーナイフ
6	当科研修について	沼尻晴子	がん放射線治療医の現場

コース④：放射線健康リスク科学 e-learning

(1) 学習目標

放射線災害時に医師として身につけておくべきトピックスについて、e-learning を用いて養う。

(2) 学習内容

	学習項目	担当教官	Keywords
1			
2			
3			
4	カリキュラム調整中 (仮) リスクコミュニケーション (仮) 放射線防護学 (仮) メンタルヘルス (仮) 放射線被ばくによる白血病と甲状腺がんのリスク (仮) 原子力災害時のスクリーニング 等、予定。		
5			
6			
7			
9			
8			
10			

専門モジュール：RaMSEP 特論

Coordinator	櫻井英幸、坪井康次 我妻ゆき子、井上貴昭
Sub-coordinator	榮 武二、磯辺智範

1. 一般学習目標：G I O （コースの概要）

放射線健康リスク科学分野の放射線医学、臨床疫学、救急医療学の研究室に所属し、当該分野における研究手法の基礎を習得する。

2. 特論コース説明

以下の3つの特論のうち、いずれか1つを選択する。

特論①：放射線医学

以下の2コースのうち、どちらか1つを選択する。

(1) 放射線健康リスク科学

担当責任教員	磯辺智範、榮 武二、関本道治、森 祐太郎	受け入れ人数	若干名
<p>放射線・放射線同位元素は、疾病の診断から治療に至る医学医療領域に広く利用されているにもかかわらず、放射線の人体影響や防護に関する専門家が非常に少ないのが現状であります。福島第一原子力発電所の事故以後、放射線の人体への影響や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が必要とされています。</p> <p>我々のグループは、将来新たな放射線リスクに遭遇した時に対応できる「放射線災害のスペシャリスト」となる人材育成を目的に、放射線防護・放射線健康管理・放射線生物学・放射線疫学・放射線医学・リスクコミュニケーション・医学物理学をテーマに研究をしています。放射線健康リスク科学は現在注目されている分野であります。「放射線」に興味があり、積極的な学生の参加を期待しています。</p> <p>この研究室演習は、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」採択事業「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」の学部教育プログラム「放射線災害医療専門スタッフ」の専門モジュール「RaMSEP 特論（放射線医学）」に該当しています。</p>			
 <p>文部科学省 課題解決型高度医療人材養成プログラム 放射線災害の全時相に対応できる人材養成 Radiation Health Risk Science Medical Staff Education Program</p>			

(2) 放射線生物学・放射線腫瘍学

担当責任教員	櫻井英幸	受け入れ人数	若干名
<p>放射線腫瘍学は、がんの本質を的確に捉え放射線治療の効果を最大限に引き出すことを目的とした学問であり、多くの専門的学問（腫瘍病理学、内科腫瘍学、外科腫瘍学、婦人科腫瘍学、小児腫瘍学など）との協力が必須である。本邦における死因第 1 位である悪性腫瘍に対して、放射線治療の果たす役割は大きく、放射線腫瘍学を専門とする人材に対するニーズは今後も増え続けることが見込まれている。</p> <p>放射線治療の特徴は低侵襲かつ臓器形態および機能温存に尽きるが、それを実現するためには、臨床的アプローチ（放射線腫瘍学を習得した臨床医）はもちろん、放射線生物学的アプローチ（細胞レベルの感受性、修復因子、増感効果など）および医学物理学的アプローチ（高精度照射を実現する装置設計、管理など）との融合が必要である。すなわち、極めて広範囲に渡る知識の習得が必要で、そのため数多くの専門スタッフとの協調が求められる。</p> <p>本演習においては、将来放射線治療に携わる医師が具備すべき要件のひとつである、幅広い知識力と協調性の育成に重点をおく。現代の放射線治療の基礎をなすエックス線治療および密封小線源治療の総論および各論はもとより、筑波大学が有する粒子線治療装置である陽子線治療についても演習の対象とする。さらに、筑波大学が現在開発中の新しい放射線治療であるホウ素中性子捕捉療法（BNCT）や、ハイパーサーミアについて研修することによって、現代の放射線治療に関して、網羅的な演習を実現することが可能である。</p> <p>また、放射線生物学や医学物理学を専門とする研究室も併設されているため、各研究室における最近の取り組みなトピックスを学ぶ事も可能で、放射線腫瘍学の up-to-date な情報を共有することができる。</p>			

特論②：臨床疫学

担当責任教員	我妻ゆき子	受け入れ人数	1～2名
<p>途上国における健康格差や疾病対策の実際について学習することを目的とする。夏休み等を利用して、筑波大学海外研究拠点における研究活動に参加し、グローバルヘルスの今日的問題について理解を深める。海外での研究活動補助に最低銀必要な英語でのコミュニケーション能が履修の条件である。履修申請前に担当責任教官による英語での面接を受けること。</p> <p>その他、低線量被ばくの小儿健康影響に関する臨床疫学研究など、放射線健康リスク科学に関する研究についても受け入れ可能である。</p>			

特論③：救急医療学

担当責任教員	井上貴昭	受け入れ人数	1～2名
<p>救急・集中治療医学領域では、外傷や熱傷、中毒などの外因性疾患に加えて、敗血症や各種ショックなどの内因性疾患のいずれをも扱います。このような生体に付与される侵襲に対して、生体を守るための免疫応答が生じる一方で、過剰な生体反応は逆に臓器障害、凝固障害を起こして、事故の生態環境を悪化させることがあります。救急・集中治療医学では、このような外敵侵襲や自己の免疫応答をコントロールして、生体の安定化を図る重要な使命があります。したがって、救急外来や集中治療では、日常より気道、呼吸、循環の管理をはじめ、体液コントロール、内分泌調整、栄養管理、感染対策、鎮静・鎮痛と中枢神経機能評価など、幅広く生体機能を評価・調節する重要な使命が求められています。</p> <p>一方で、救急・集中治療医学の現場では、まだまだ原因が不明であったり、重症度評価や治療法が定まらなかりする病態が多数あります。我々は、各種動物モデルを用いて、実際のER/ICUにおける難治性病態モデルを作成し、新たな治療法に繋がる実践的研究を主体とする、“RR/ICUを科学する”プロジェクトを進めていきます。以下に現在進行中の代表的な研究テーマを示します。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 騒音ストレス負荷モデルによる精神・神経症状を定量化するプロジェクト 騒音ストレスを負荷したラットの行動異常を定量評価し、その対策と治療介入を検討する。2. ICU滞在中に生じる四肢筋力低下・廃用性拘縮（ICU acquired weakness）を科学するプロジェクト ICU管理の長期化にて、左右対称性の筋力低下、四肢麻痺をきたすことがあり、社会復帰の大きな妨げになっています。この原因を探り、有効なりハビリテーション、薬物治療などを検討しています。3. 人工呼吸管理・肺理学療法を科学するプロジェクト 動物モデルを用いて、重症呼吸不全に対する有効な人工呼吸管理法、痰排出に有効な肺理学療法を科学的に解明・開発します。4. 心肺停止後蘇生後脳症における神経学的予後を予測するプロジェクト 心肺停止蘇生後ブタモデルを用いて、低酸素脳症を予防し、局所脳血流量を維持できる有効な脳保護法の開発を検討しています。5. 敗血症における臓器障害の発症機序の解明と治療法を開発するプロジェクト 感染症に起因して、呼吸障害、腎障害、循環障害、凝固障害などの臓器障害を合併する敗血症モデルを用い、臓器障害の発症機序の解明と治療法の開発を検討します。 <p>上記の代表的なプロジェクトに対して、マウス、ラット、ラビット、ブタなどの動物モデルを用い、各臓器（心、肺、肝、腎、脳）の損傷程度と各種治療法の効果を、生理学、分子生物学、病理学、などの基礎医学技術を用いて解明していきます。また、原子力災害発生時の緊急時被ばく医療についても研究テーマとして取り組むことができます。</p>			

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)

このプログラムは放射線災害の全時相に対応できる人材養成の教育コースの一環として開講するものである。履修者は、所属する専攻コースの必修科目と本プログラムで定める科目を履修する事とする。なお、本プログラム履修者は放射線災害医療に関わるe-learningを自由に聴講することができる。このプログラムは、本学独自のプログラムであり、プログラム修了者には『放射線災害の全時相に対応できる人材養成プログラム修了認定書』を交付する。

[履修方法・修了要件]

分野/コース/領域等		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)	
科目区分	科目群	条件または科目名	修得単位数
専門基礎科目	専攻共通科目	必修「医学研究概論」 (1単位)	11
		必修「医学セミナー」 (3単位)	
		必修「医学特殊研究」 (2単位)	
		必修「医学特別演習」 (5単位)	
		必修「イニシエーションセミナー」 (1単位) *生命	
専門科目	共通科目	必修「生命システム医学概論」 (1単位) *生命	2(*1)
		必修「疾患制御医学特殊研究」 (2単位) *疾患	
		必修「放射線健康リスク管理学」 (4単位)	9
		必修「放射線災害医療学」 (2単位)	
		必修「放射線科学 -その基礎理論と応用-」 (1単位) *2	
		必修「課題解決型放射線科学演習」 (2単位)	
		選択「診断医学物理学講義」 (2単位)	8~(*3)
		選択「治療医学物理学」 (6単位)	
		選択「保健医学物理学講義」 (2単位)	
		選択「基礎医学物理学」 (6単位)	
		選択「臨床研究と統計学」 (1単位)	
		選択「臨床試験論」 (2単位)	
		選択「医生物統計学概論」 (1単位)	
		選択「医生物統計学特論」 (2単位)	
		選択「医生物統計学実習」 (1単位)	
		選択「疫学特論」 (1単位)	
		選択「臨床外科学特論Ⅰ」 (2単位)	
		選択「臨床外科学特論Ⅱ」 (2単位)	
		選択「臨床外科学演習Ⅰ」 (2単位)	
		選択「臨床外科学演習Ⅱ」 (2単位)	
		修了単位数	30

【履修方法】

標準的には、2年次終了時までには本プログラムが定める必修科目(22単位)及び上記の選択科目を合わせて30単位以上を履修すること。

(*1)

*生命は生命システム医学専攻の学生、*疾患は疾患制御医学専攻の学生が必修科目。

(*2)

大学院共通科目として開講。

(*3)

選択科目群から8単位以上を履修すること。

【修了要件】

上記の必修科目及び選択科目を合わせて30単位以上を取得し、中間評価の合格、筆頭著者としての英文原著論文1報以上の公表を経て、Dissertation形式の論文審査と最終試験に合格すること。

なお、履修については、上記を満たしたうえで、50単位を超えないこと。

【その他】

・本プログラムの修了要件を満たせば、生命システム医学専攻または疾患制御医学専攻の課程を修了することができる。

・本プログラムを履修するには所定の手続きを行い、履修を許可された者のみとする。また、履修を希望するには必ず事前に担当教員に連絡し、承認を得ること。

※所定の手続きとは、通常のコンピュータ上(TWINS)での履修申請に加え、大学院教務へRaMSEPコース履修申請書(専用用紙)を提出する事である。(RaMSEPコース専用eラーニングに関する情報伝達のため)

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 附属文書 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 附属文書 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

小テストやレポートで行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	放射線物理学 1	磯辺智範	放射線の歴史、原子の構造、放射線の種類と単位、放射性崩壊、放射線被ばくの形式、環境放射線と医療放射線
2	放射線物理学 2	榮 武二	放射線と物質の相互作用
3	放射線生物学 1	松本孔貴	放射線の人体への影響、確定的影響と確率的影響、放射線防護を目的とした被ばく線量限度、汚染防止
4	放射線生物学 2	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
5	放射線生物学 3	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
6	放射線生物学 4	松本孔貴	放射線生物学最新研究関連
7	放射線防護学 1	森祐太郎	外部被ばく防護の三原則、内部被ばく防護の五原則
9	放射線防護学 2	磯辺智範	放射線防護の実際
8	放射線計測学 1	関本道治	放射線測定器の種類と原理
10	放射線計測学 2	榮 武二	サーベイメータの取扱い、表面汚染測定
11	放射線関連法規	榮 武二	放射線障害防止法、医療法、電離放射線障害防止規則
12	放射線の医学利用	磯辺智範	単純 X 線撮影、CT、骨塩定量測定、血液照射、放射線治療
13	医療放射線の防護	磯辺智範	診断参考レベル
14	放射線治療物理学	榮 武二	X 線治療装置、陽子線治療装置
15	放射線治療学	石川 仁	分割照射と 4 つの R、治療可能比低線量率照射、効果を修飾する物理化学的因子、色々な放射線治療法、強度変調照射、定位放射線治療、粒子線、小線源治療、中性子捕捉療法
16	放射線腫瘍学	奥村敏之	組織や臓器への放射線の影響、がんの病期分類の成り立ち、照射範囲の考え方と決め方、有害事象の成り立ち、腫瘍の自然史、治療の目的
17	医療統計学 (e-learning)	五所正彦	医療統計概論、検定と信頼区間の関係、研究に必要なサンプルサイズ
18	放射線影響の解析 (e-learning)	我妻ゆき子	臨床試験デザイン、疫学研究デザイン、小児甲状腺がんリスク、白血病リスク
19	リスクコミュニケーション 1 (e-learning)	神田玲子	リスクコミュニケーション概論
20	リスクコミュニケーション 2 (e-learning)	神田玲子	医療被ばくにおけるリスクミ、福島原発事故におけるリスクミ

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。

参考書： 標準救急医学第5版
著者： 日本救急医学会
出版社： 医学書院 ISBN： — 価格： 8,100 円

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

小テストやレポートで行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	災害医療概論 (e-learning)	井上貴昭	災害医療概論
2	救急医療学 1 (e-learning)	井上貴昭	CBRNE
3	救急医療学 2 (e-learning)	井上貴昭	大規模災害に対する病院 BCP の考え方
4	メンタルヘルス (e-learning)	高橋祥友	災害被災者のメンタルヘルス、支援スタッフのメンタルヘルス
5	原子力災害概論	磯辺智範	原子力災害発生時・対応に必要な基礎知識
6	放射線物質による汚染と被ばく	関本道治	放射線の人体への影響、被ばくの形式
7	線量計の種類と取扱い	森祐太郎	個人被ばく線量計・サーベイメータの原理と取扱い
9	原子炉概論	榮 武二	原子炉の構造・原理
8	福島第一原発事故後の線量評価 (e-learning)	鈴木敏和	福島原発事故後の線量評価、小児甲状腺がんリスク、白血病リスク
10	原子力災害における医療機関の対応	関本道治	内部被ばくと外部被ばく、急性放射線症候群、医療活動に必要な放射線測定
11	被ばく傷病者の搬送	磯辺智範	汚染・被ばく傷病者への医療対応、汚染患者からの二次被ばく線量
12	避難退域時検査と簡易除染	森祐太郎	避難退域時検査、クイックサーベイ、簡易除染
13	災害医療教育・研修・訓練	榮 武二	専門スタッフへの災害医療教育・研修・訓練

集中講義・実習：放射線科学—その基礎理論と応用—

Coordinator 大塩寛紀、末木啓介、古川純
 Sub-coordinator 榮 武二、磯辺智範

1. 一般学習目標：G I O (コースの概要)

放射線を用いた先端科学を理解するための基礎的知識を習得し、アイソトープ総合センターでの実習により、放射性同位体を取り扱うための基礎的技術を習得することを目的とする。

2. 個別学習目標：S B O s (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) 放射線を用いた最先端科学を説明できる。
- 3) 放射線を取り扱うための基礎技術について説明できる。
- 4) 放射線取扱に必要な法規について説明できる。

3. 学習の進め方

本科目では、1日目に「放射線を用いた最先端の科学」について講義を行う。2日目は筑波大学放射線教育に準じた「放射線取扱に必要な法規」に関する講義と「放射線を取扱うための基礎技術」の実習を行う。

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
・大塩 寛紀	数理物質科学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・末木 啓介	数理物質科学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・古川 純	数理物質科学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・坂口 綾	数理物質科学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■
・田野井啓太郎	数理物質科学	■■■■■ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■■■■

5. 教科書

参考書： アイソトープ初心者講習会テキスト
 著 者： —
 出版社： — ISBN： — 価格： —
 コメント： 本講義で配布する実習テキストである。

6. 評価

出席およびレポートで評価

7. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	放射線科学の最前線	大塩 寛紀 末木 啓介 古川 純 坂口 綾 田野井 啓太郎	放射線、放射性同位元素、先端科学
2			
3			
4			
5			
6	放射線科学 (物理、化学、生物、法規) 放射線測定実習	大塩 寛紀 末木 啓介 古川 純 坂口 綾 田野井 啓太郎	放射線、放射性同位元素、先端科学、放射線測定、放射線測定器の取扱い
7			
8			
9			
10			

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 附属文書 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 附属文書 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

小テストやレポート課題で行なう。

8. 講義一覧

	学習項目	担当教官	Keywords
1	放射線災害における対応	磯辺智範	緊急被ばく医療、放射線災害、災害時の行政・病院の対応
2	放射線災害における線量計の種類と取扱い方法	榮 武二	サーベイメータ、個人被ばく線量計
3	実習 養生・個人装置・クイックサーベイ	榮 武二 磯辺智範 櫻井英幸 関本道治 森 祐太郎	放射線災害時の受入、養生、放射線汚染、クイックサーベイ、タイベックスーツ
4			
5			
6	個人被ばく線量評価法	榮 武二	個人被ばく線量計、医療被ばく、環境放射線被ばく
7	ラディエーション モニタリングセンター 見学	磯辺智範	ガラス線量計、緊急被ばく、放射線災害医療、環境放射線測定
8			
9	原子力緊急事態発生時の防災体制	関本道治	放射線災害医療、災害時行政の対応
10	オフサイトセンター見学	森 祐太郎	総合原子力防災ネットワークシステム、緊急時対策支援システム、気象情報システム、放射線防護システム
11	避難退避時検査	榮 武二 磯辺智範 櫻井英幸 関本道治 森 祐太郎	OIL4 基準値、個人線量計、サーベイメータ、養生、個人防護、災害時の体制
12			
13	簡易除染	榮 武二 磯辺智範 櫻井英幸 関本道治 森 祐太郎	OIL4 基準値、個人線量計、サーベイメータ、養生、個人防護、簡易除染、拭き取り法
14			
15			
16	放射線災害・放射線健康リスク科学に関するPBLテュートリアル	榮 武二 磯辺智範 櫻井英幸 関本道治 森 祐太郎	放射線災害、放射線防護、放射線健康リスク、被ばく患者への対応、環境放射線
17			
18			
19			
20			

平成 30 年度 筑波大学 履修証明プログラム
「放射線災害専門スタッフ養成プログラム」
履 修 生 募 集 要 項

1. 募集人員

職 種	募集人員
① 医師、看護師、保健師、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	10 名
② 災害に関連する専門職、事務関係者等	

2. 履修期間

- ・ 原則 1 年間とする。ただし、やむを得ない場合は最長 2 年間を認める。

2. 出願資格

- ・ 高校卒業以上の学歴を有し、上記職種に該当するもの。

3. 出願手続

(1)出願書類等

① 履修志願票	本プログラム所定の用紙
② 志願理由書	本プログラム所定の用紙

※本プログラム所定の用紙は、「放射線災害の全時相に対応できる人材育成」のホームページ (<https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/>) からダウンロードしてください。

(2)出願期間

平成 30 年 1 月中旬 から 2 月下旬 まで (予定) (詳細は HP にて掲載)

※期間内必着 (17 時まで) のこと。出願期間を過ぎて届いた願書は受理しませんので郵便事情を十分に考慮してください。

(3)出願書類等の提出方法・提出先

出願書類等を封筒に入れ、「(2)出願期間」内に必着するように送付してください。

[提出先]

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1 丁目 1 番 1 号

(4)注意事項

- ①出願書類等の提出は郵送に限ります。
- ②出願書類等に不備がある場合は、受理しないことがあります。
- ③出願書類受理後は、いかなる理由があっても書類の返却、記載事項の変更はしません。
ただし、住所・電話番号に変更のある場合にはRaMSEP事務局までご連絡ください。
- ④出願書類に虚偽の記載があった場合には、履修許可を取り消すことがあります。
- ⑤本プログラムに出願する者のうち、身体に障害を有する者で、履修上特別の配慮を必要とする場合は、出願期間前に RaMSEP 事務局に申し出てください。

※不測の事態が発生した場合の諸連絡

諸般の事情により、選抜内容等に変更が生じた場合は、次のホームページ等により周知しますので、出願前は特に注意してください。

- ◇ 「放射線災害の全時相に対応できる人材育成」ホームページ

URL <https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/>

- ◇ 連絡窓口

筑波大学医学群 RaMSEP 事務局 (TEL : 029-853-7834)

4. 履修生選抜方法

提出された書類を審査して決定します。

※ 応募者多数の場合には、職種と経験年数などにより選抜することがあります。

5. 履修生発表

平成 30 年 3 月上旬 (予定) に選抜結果の通知と、履修生には履修手続書類等を郵送します。電話等による問い合わせには、一切応じません。

6. 履修手続等

(1)履修手続日時

履修許可書送付時に通知します。

(2)履修生納入金

授業料 123,600 円 (年額)

※平成 30 年度については、文部科学省の支援を受けて本プログラムを開設することから、本学の特別の配慮により全額免除 (予定) とします。

7. 個人情報保護について

住所・氏名・生年月日その他の個人情報は、履修生選抜、履修生発表、履修手続及びこれらに付随する事項並びに入学後の学務業務における学籍・成績管理を行うためにのみ利用します。また、取得した個人情報は適切に管理し、利用目的以外に利用しません。

以上

別記様式第1(第4条関係)

特別の課程実施申請書

編成組織等	医学群 医学類	実施責任者	医学群長		
特別の課程の名称 【履修プログラム名】	放射線災害専門スタッフ養成プログラム				
人材養成目的	放射線災害の全時相で、専門の知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフの養成				
教育目標 (身に付く能力)	放射線災害が発生した場合に、災害発生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対応できる能力				
内 容	放射線科学、放射線健康科学、放射線災害医学、放射線健康リスク科学の4科目のe-Learning講義に、課題解決型放射線災害演習(実習+対面講義)を加えて合計120時間のカリキュラムで構成する。				
レ ベ ル	○学士課程相当	大学院課程相当			
履修資格	高校卒業以上の学歴を有し、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に関する国家資格を有するもの。	定 員	10		
講 習 料	123,600円	実施総時間数	120時間		
開講期間	1年間(事前申請により2年間での履修も可とする)				
修了要件 (出席、成績等)	e-Learning(80時間)はすべての講義を閲覧し課された課題に対するレポートを提出。実習と対面講義(40時間)は原則すべて出席し、課題をレポートする。上記のレポート評価が「可」と判定されたものを終了とする。				
社会における当該特別の課程の履修証明書の有効性	放射線災害時のあらゆる時相で、専門の知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフを養成する。また、専門知識を持たない者に対して、トレーナーとして、指導的立場で活躍できる人材を目指す。				
その他	各種資格の取得と連携するなど、目的内容に応じて職能団体、地方公共団体、企業等との連携が見込まれる場合は、その各種資格、団体等名を記入。				
	株式会社 千代田テクノルと連携				
開設科目等					
科目番号	科目名	講習・授業 形態	時間数	担当講師	備 考
(講習)	放射線科学	講義	15	関本 道治 ほか	筑波大学教員
(講習)	災害医学	講義	20	井上 貴昭 ほか	筑波大学教員
(講習)	放射線災害医学	講義	20	榮 武二 ほか	筑波大学教員
(講習)	放射線健康リスク科学	講義	25	磯辺 智範 ほか	筑波大学教員
(講習)	課題解決型放射線災害演習	講義・演習	40	森 祐太郎 ほか	筑波大学教員

(講習)

※担当教員が本学の教員以外の場合は、現職を付記すること。

※講習科目の場合、科目番号欄には(講習)、授業科目の場合は科目番号を記載すること。

※授業科目についてはシラバスを、講習科目については講義概要を添付すること。

履修多メ第△△号

履修証明書

〇〇 △△

昭和〇〇年△△月△△日生

学校教育法第105条の規定に基づき、本学所定の特別の課程(放射線災害専門スタッフ養成プログラム・計120時間)を修めたことをここに証する。

特別の課程の概要

本特別の課程は、放射線災害の全時相で、専門の知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフの養成することを目的として、放射線災害が発生した場合に災害発生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対応できる能力が身につくⅤ内容としたカリキュラムを提供する履修証明プログラムである。

平成〇〇年3月25日

筑波大学長 〇〇△△ 印

平成 29 年 月 日
教 育 推 進 部

平成 30 年度履修証明プログラム（特別の課程）の実施について

1. 実施承認プログラム等

プログラム名： 放射線災害専門スタッフ養成プログラム

実施部局： 医学群 医学類

社会的必要性等：

医学における放射線の専門グループとしては、画像診断を専門とする放射線診断科や放射線治療専門医が居る。しかし彼らグループは、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。

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、放射線災害が発生した場合に、災害発生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と技術をもって活躍できるメディカルスタッフを養成する。また、災害現場の医療に関する専門知識を持たない者に対して、トレーナー（指導者）として活躍できる人材を目指す。

人材養成目的： 放射線災害時のあらゆる時相で、専門の知識と技術を持って広く活躍できるメディカルスタッフ。また、専門知識を持たない者に対して、指導的立場で活躍できるメディカルスタッフ。

カリキュラム：

筑波大学医学医療系に属する大学教員に加え、附属病院のメディカルスタッフ、放射線災害、放射線防護に精通する専門家を中心にカリキュラムを構成する。医師、看護師、保健師、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および災害に関連する専門職および事務関係者等を履修証明プログラムの対象者として、放射線災害に必要な基礎、応用、関連、先端を（放射線科学，放射線健康科学，放射線災害医学，放射線健康リスク科学）e-Learning で 80 時間提供する（講義科目）。また、対面講義および実習（課題解決型放射線災害演習）として 40 時間提供する。

2. 実施概要等

開始日： 平成 30 年 4 月 1 日

会場： 筑波大学医学群 4 B 棟講義室及び実習室等
e-Learning は筑波大学の LMS (manaba)。

3. その他

・当該プログラムは、平成 28 年度大学改革推進等補助金「課題解決型高度医療人養成プログラム」に係る授業科目により構成したもの。

～最先端技術にふれる～

H29 年度放射線医学オープンスクール

Medical × Engineering

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
医師のキャリアパスを考える医学生の手



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

「放射線医学オープンスクール」は、全国から集まった医療に関心のある学生が放射線医学の最先端の現場を見学し、なんだか放射線医学って楽しそう！と興味をもつきっかけ、そして日本の放射線医学がこれからどのように発展すべきなのかを、自分なりに考えてみる機会を提供する、1泊2日の見学研修プログラムです。



筑波大学附属病院
University of Tsukuba Hospital



HITACHI
Inspire the Next



- 【 日程 】 平成 29 年 8 月 29 日 (火) ～30 日 (水) (東京駅集合・筑波大学附属病院解散)
- 【見学先】 [株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット](#) 日立高精度放射線治療研修センター
[筑波大学附属病院](#)
- 【 宿泊 】 [オークラフロンティアホテルつくば](#) (シングルルーム)
- 【 内容 】 講義・見学・特別講演・懇親会 (詳しくは公式サイトをご覧ください)
- 【公式サイト】 http://www.antm.or.jp/04_talent/03.html (下記QRコードより)
- 【特別講演】 Particle Therapy in Asia: Current and Future Developments
講師 Hsiang-Kuang Tony Liang (梁祥光), B.S. (Physics), M.D.
National Taiwan University
- 【 対象 】 放射線医学に興味を持つ医療系および理工系の大学生・大学院生
- 【 定員 】 40 名
- 【申込締切日】 平成 29 年 8 月 7 日 (月) 定員に達し次第締切
- 【参加費】 税込 3,000 円 (含 研修費・宿泊費・食費)

【申し込み】 公式サイトより

http://www.antm.or.jp/04_talent/03.html

【連絡先】 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

email ops@antm.or.jp

TEL 03-5645-2230



株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット 日立高精度放射線治療研修センター



本社（上野イーストタワー）



日立高精度放射線治療研修センター

所在地

本社 〒110-0015 東京都台東区東上野 2-16-1（上野イーストタワー）

TEL：(03)6284-3745（代表）

日立高精度放射線治療研修センター 〒277-0804 千葉県柏市新十余二 2-1

TEL：(04)7135-0121（日立メディカルフォーラム柏）

URL <http://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/index.html>

会社概要

毎日の暮らしに欠かせない電力や水、さらに交通など、これまで日立は、社会インフラを築く仕事を通じて便利で快適な社会づくりに取り組んできました。こうして長年にわたり培ってきたインフラ技術に先進の IT を組み合わせることで社会インフラをさらに高度化。「社会イノベーション事業」としてさまざまな課題の解決をめざしています。そしていま、日立はヘルスケアも 21 世紀の社会を支える重要な社会インフラと位置づけ、社会イノベーション事業の柱のひとつとしてヘルスケア事業を展開しています。日立の総合力と IT を掛け合わせることでヘルスケア分野において革新的な技術やシステム、ソリューション、サービスを提供。社会が直面する課題にイノベーションで応えます。誰もが安心・安全に暮らせる、笑顔あふれる社会のために。日立はヘルスケアイノベーションを生み出すために世界に向けて新たな挑戦を始めています。

研修内容

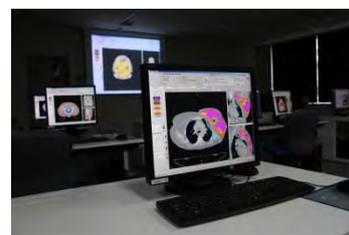
X線・粒子線治療装置の講義および放射線治療装置、放射線治療計画システムを見学して頂きます。実際に医療機関向けトレーニングに使用されている環境で実機に触れ、放射線治療を支えるメーカーの現場を幅広く見学して頂きます。



放射線治療装置 TomoTherapy
(Radixact シリーズ)



TomoTherapy 専用操作コンソール



放射線治療計画システム
(Precision/RayStation/Pinnacle³)

プログラム

1. 日立製作所 ヘルスケアビジネスユニットのご紹介
2. X線治療装置のご説明
3. 粒子線治療装置のご説明
4. 見学(放射線治療装置、放射線治療計画システム)

筑波大学附属病院



所在地

〒305-0005 茨城県つくば市 天久保2丁目1番地1

TEL : (029)853-3900

URL : <http://www.hosp.tsukuba.ac.jp/>

病院の概要

開院 1976年10月

診療科目 放射線腫瘍科、放射線科、循環器内科、呼吸内科、消化器内科、腎臓内科、血液内科、膠原病リウマチアレルギー内科、神経内科、内分泌代謝・糖尿病内科、呼吸器内科、遺伝外来、睡眠呼吸障害外来、保健衛生外来、心臓血管外科、消化器外科、泌尿器外科、脳神経外科、呼吸器外科、乳腺甲状腺内分泌外科、整形外科、形成外科、精神神経科、産婦人科、皮膚科、感染症科、耳鼻咽喉科、歯科口腔外科、麻酔科、救急・集中治療科、小児科、小児外科、眼科、総合診療科

届出・許可病床数 800床

筑波大学附属病院は、国立大学附属病院としてメディカルスタッフの生涯教育に積極的に取り組んでいます。医療のグローバル化をテーマに、2013年には附属病院国際連携推進室を立ち上げ、2014年には経済産業省のプロジェクトに採択され、海外への人材派遣や研修の受け入れ、海外からの患者さんの受け入れも積極的に行っています。臨床面においては、総合的ながん治療に力を入れて取り組んでいます。また、筑波大学の強みを活かし、体育学群との連携による「スポーツ医学・健康科学センター」、次世代分子イメージング研究センターのPET-CTを用いた「がん検診センター」の開設を予定しています。附属病院内の「未来医工融合研究センター」では、リハビリスタジオを整備し、筑波大学発リハビリロボット HAL を用いた臨床研究・治験などの医工連携に力を入れています。

筑波大学は、国内の大学病院として初の陽子線治療施設を有しています。これまで30年以上にわたり4,000例以上の患者さんの治療を行い、陽子線治療のパイオニアとして国内外の粒子線治療の潮流を生み出しました。現在では、陽子線治療の保険収載・適応拡大を目指して活動するとともに、次世代の粒子線治療として注目を集めている「中性子捕捉療法 (boron neutron capture therapy : BNCT)」の臨床研究に向けて加速器の開発を進めています。2015年には、これまでの「筑波大学附属病院臨床推進支援センター」と医学医療系の「筑波大学次世代医療研究開発・教育統合センター」を統合し、より強力な研究支援組織として筑波研究学園都市全体を見据えた「つくば臨床医学研究開発機構 (Tsukuba Clinical Research & Development Organization : T-CReDO)」を発足しました。以上のように、当院は大学病院として研究にも積極的に取り組み、高度な医療の提供を目指しています。

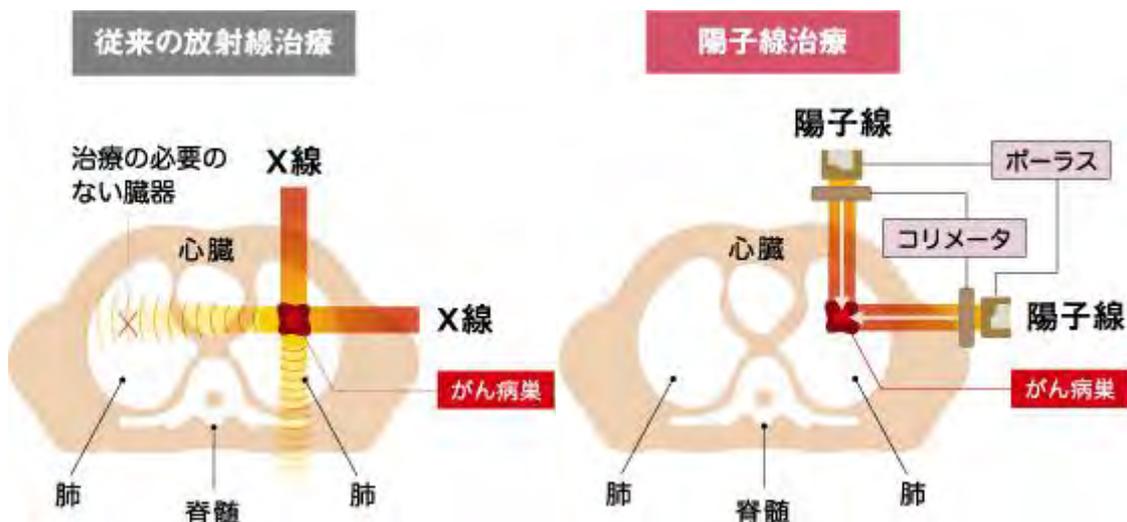
放射線腫瘍科の紹介

特徴

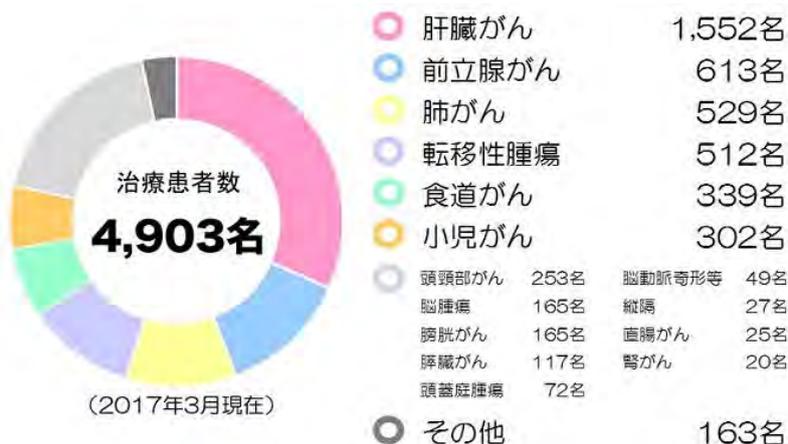
放射線療法（放射線治療）は、手術療法や化学療法と並び、がんの三大療法として注目を集めています。放射線治療の最大の特徴は、侵襲性が低い治療法である点です。近年では、手術においても可能な限り身体への負担を考慮して腹腔鏡を利用するなどの工夫が施されるようになってきましたが、放射線治療では体の外側から体内の腫瘍を狙い撃ちできるため、身体への負担が手術に比べて極めて小さく、生活の質（Quality of life : QOL）の維持・向上に寄与するがん治療法と言えます。

放射線治療は、X線治療と粒子線治療に大別されます。X線治療は、汎用型治療装置（ライナック）の登場により広く普及した一般的な放射線治療です。X線は物質の透過力が極めて高く、1門照射（1方向からの照射）の場合は腫瘍の周囲に存在する正常組織に高線量のX線が照射されてしまいます。そこで、X線の強度を変えて多方向から照射し、腫瘍の周囲に存在する正常組織への照射を抑制するとともに、腫瘍には高線量を照射することが可能となります。これにより、放射線照射によって発生する恐れのある組織や臓器の障害を低減

することができます。この治療法を強度変調放射線治療（Intensity modulated radiotherapy：IMRT）と呼び、当院では積極的に実施しています。一方、粒子線治療は新世代の放射線治療法であり、陽子線治療と重粒子線治療がこれにあたります。ここでは、当院における陽子線治療を紹介します。陽子線治療の最大の特徴は、一定の深さで“止まる”線量分布を形成できる点にあります。つまり、腫瘍の位置で陽子線を止めることができます。陽子線治療は、上述した従来の放射線治療に比べ、正常組織を守りながら腫瘍限局的に照射できる放射線治療法であると言えます。



筑波大学は、1983年から陽子線治療の臨床研究を開始し、これまでに長い歴史と多くの優れた実績を有しています。2017年3月までの治療実績から、肝臓がんの症例が多い点が当院の特徴として挙げられます。また、上述したように、陽子線治療はX線治療に比べて正常組織への照射（被ばく線量）を低減できるため、放射線による2次発がんや成長障害のリスク軽減など、多くのメリットを有しています。そのため、小児科と密接に連携を図り、小児がん治療にも積極的に取り組んでいます。



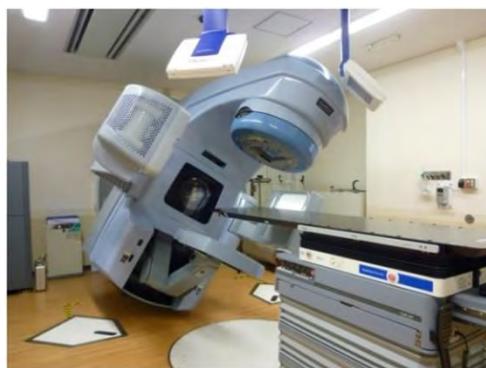
治療設備

<ライナック>

当院は、2台のX線治療装置（Clinac iX、Trilogy：いずれも VARIAN Medical Systems 社製）を有しています。TrilogyにはExacTrac system（BrainLAB社製）が付設されており、IMRTをはじめとする定位放射線治療（stereotactic radiation therapy：SRT）などの高精度放射線治療に対応しています。IMRTでは、頭頸部がん・前立腺がんの治療を積極的に実施し、前立腺がんのIMRTでは蓄尿した状態で実施することにより、高精度化を図っています。蓄尿量の測定には、3次元超音波装置（Bladder Scan：Diagnostic Ultrasound社製）を用いています。



(Clinac iX)



(Trilogy)



(Bladder scan)

<放射線治療計画 CT 装置>

放射線治療計画用 CT 装置は、X 線治療用（Aquilion LB：東芝メディカルシステムズ社製）と陽子線治療用（Optima CT580 W：GE Healthcare 社製）の 2 台を有しています。Aquilion LB が設置された室内には、透視装置（LX-40A：東芝メディカルシステムズ社製）が併設されており、放射線治療計画 CT 装置と 1 つの寝台を共有できるシステムとなっています。

<小線源治療>

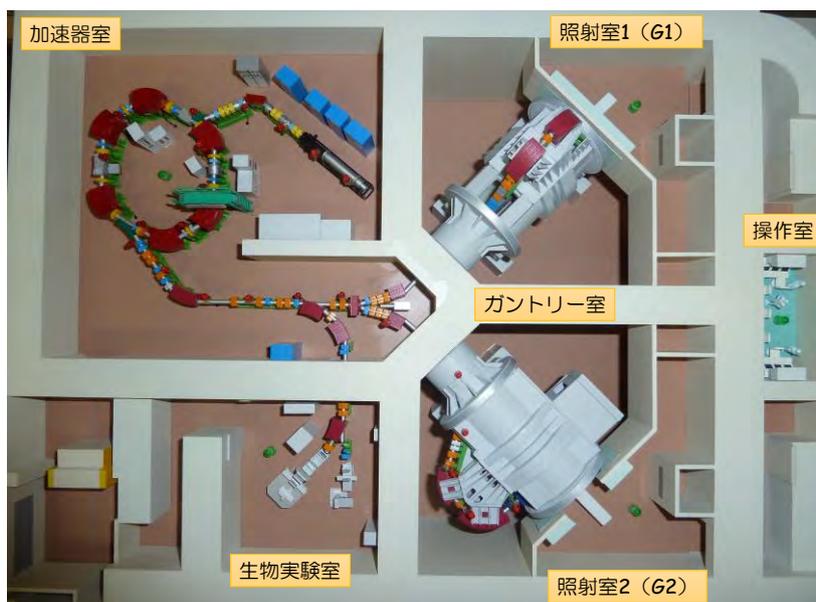
当院では、放射性同位元素を利用した小線源治療も実施しており、婦人科疾患を主な対象とし、腔内照射や組織内照射を実施しています。小線源治療装置には MicroSelectron（Nucletron 社製）を使用し、室内には小線源治療計画用 CT 装置（BrightSpeed Excel：GE Healthcare 社製）が併設されています。

<温熱療法>

がん治療法の 1 つに温熱療法があります。当院では、温熱療法装置（Thermotron-RF8：山本ビニター社製）を使用し、放射線治療や化学療法と併用することで良好な治療成績をあげています。

<陽子線治療装置>

当院の陽子線治療装置は、Probeat II（HITACHI 社製）を用いています。陽子線治療装置は、「イオン源」「加速器」「照射野形成系」で構成されます。陽子はイオン源において水素原子核から電子を剥ぎ取ることにより生成され、前段加速器（線形加速器）で約 7 MeV まで加速された後、シンクロトロンに入射されます。シンクロトロンでは、陽子エネルギーの増大に応じて磁束密度を徐々に増大させ、同時に高周波電場の周波数を増大させながら環状加速管内で陽子を多段階で加速していきます。陽子の加速は高周波加速空洞（1ヶ所）で行われ、1秒で円軌道を数十万回ほど周回することによりエネルギーが増大します（1周あたり 1.0 kV）。ビームの軌道は偏光マグネット（赤茶部分）で制御され、直径約 7.0 m の集束マグネット（黄色部分）でビームの広がりを抑えています。ビーム輸送ラインは 3 本あり、1 つは生物実験室、残りの 2 本が臨床で使用している照射室 1（G1）および照射室 2（G2）に輸送されます。照射室は回転ガントリー式の照射ポートとなっており、ガントリーの高さは 10 m、重さ約 200 t となっています。シンクロトロンから輸送されたビームは、このガントリーで 60° - 60° - 90° と偏光され、照射野形成系に入射され、患者さん毎の腫瘍の形状に合わせて照射されます。



研修内容

放射線に関する基礎的な内容からはじめ、放射線医学までの講義を受けていただきます。放射線の基礎では、サーベイメータなどの計測器を用いた放射線測定を体験していただきます。放射線の医学利用では、放射線治療だけでなく、放射線診断にも切り込んだ講義を行います。一連の放射線の基礎を学んだ上で、東日本大震災によって発生した福島原発事故で浮き彫りとなった放射線災害医療に関する講義を行い、放射線災害発生時の救急医療についても触れていきます。また、筑波大学附属病院の特色を活かし、陽子線治療に関する講義、さらには施設見学を通して陽子線治療に関する理解も深めていただければ幸いです。その他、筑波大学で開発されたロボットスーツ HAL の見学も用意しています。

講師紹介① 榮 武二



国立大学法人 筑波大学

医学医療系 医学物理学 教授

陽子線医学利用研究センター 医学物理グループ

附属病院 放射線治療品質管理室 室長

専門分野

医学物理学、放射線健康リスク科学、加速器工学

講師紹介② 磯辺智範



国立大学法人 筑波大学

医学医療系 放射線健康リスク科学 教授

陽子線医学利用研究センター 医学物理グループ

附属病院 放射線治療品質管理室 副室長

専門分野

放射線健康リスク科学、医学物理学

講師紹介③ 長谷川有史



公立大学法人 福島県立医科大学

医学部（臨床医学系）放射線災害医療学講座 主任教授

医学部（臨床医学系）放射線災害医療学講座 放射線災害医療センター副センター長

専門分野

放射線災害医療学、救急医学、消化器外科学

講師紹介④ 櫻井英幸



国立大学法人 筑波大学

医学医療系 放射線腫瘍学 教授

附属病院 陽子線治療センター部長

附属病院 副病院長

専門分野

放射線腫瘍学、放射線生物学

Particle Therapy in Asia: Current and Future Developments

Radiation therapy (RT) is one of the important treatment modalities for cancer treatment. The mechanism of radiation to kill cancer cells comprises a physics reaction, a biological response, and clinical effects. One of the well-known mechanisms is that cancer cell death results from double strand DNA breakage induced by ionizing radiation.

From the physics perspective, the RT strategy to increase the tumor cell control and reduce normal tissue protection is to improve the conformity of radiation dose distribution in tumor. Through the progress in technology including computer science, imaging processing, and radiation physics, the rapid evolution is developing in radiation therapy field. From cobalt-60 to linear accelerator, fixed beam to rotational gantry, static block to dynamic multileaf collimator, and photo beam to particle beam, the improvement of RT technique significantly reduces the normal tissue side effects.

From the biology perspective, the relative biological effectiveness (RBE) is another factor to determine the tumor response to radiation. The strategy to increase RBE of radiation consists of increasing radiation dose per fraction or by using carbon ion and boron neutron capture therapy, which became feasible by the progress of RT techniques especially in Asia.

From the clinical perspective, to cure cancer patients requires both local and systemic tumor control, which means to prevent local tumor recurrence and distant metastasis. To achieve the goal takes combined-modalities treatment, including local treatment such as surgery, intervention, and RT as well as systemic treatment such as chemotherapy, targeted therapy, and immunotherapy.

In the era of personalized medical care for cancer patient care, the evolution direction of RT should combine the physics, biology, and clinical perspectives and coordinate with other treatment modalities to optimize the treatment for individual patients. A multidisciplinary collaboration allows the RT development to meet the requirement in this era. This means more transdisciplinary education, dialogues, brainstorming, and teamwork are essential for the RT evolution now and in the future.

Hsiang-Kuang Tony Liang (梁祥光)



Education

- 1994 B.S., Department of Physics, National Taiwan University (NTU)
- 2004 M.D., College of Medicine, NTU
- 2017~ Ph.D. Candidate, Biomedical Engineering Institute, NTU

Board Certifications

- 2008 Board of Neurology, Taiwan
- 2012 Board of Radiation Oncology, Taiwan

Current Appointments

- 2012~ Attending Physician, Division of Radiation Oncology, NTU Hospital
- 2013~ Planning Committee Member, NTU Radiation Science and Proton Therapy Center
- 2016~ Visiting Scientist, Proton Medical Research Center, University of Tsukuba, Japan

～最先端技術にふれる～ 平成29年度放射線医学オープンスクール

Medical × Engineering



筑波大学附属病院
University of Tsukuba Hospital



HITACHI
Inspire the Next



日程

平成29年8月29日（火）～30日（水）

場所

株式会社日立製作所ヘルスケアビジネスユニット
日立高精度放射線治療研修センター

筑波大学附属病院



公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団
ASSOCIATION FOR NUCLEAR TECHNOLOGY IN MEDICINE

医師のキャリアパスを考える医学生の手帳



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

～2日目～

【見学先】

筑波大学附属病院

(所在地) 茨城県つくば市天久保2-1-1



プログラム

9:30 ～ 9:40 開会挨拶・プログラム説明

9:40 ～ 10:30 放射線について知ろう

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 医学物理学
榮 武二 教授



10:40 ～ 11:40 放射線の医学利用

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 放射線健康リスク科学
磯辺 智範 教授

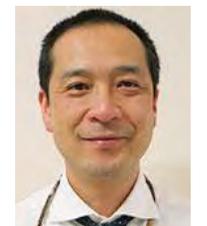


11:50 ～ 13:20 施設見学（陽子線治療）・昼食

13:20 ～ 14:20 放射線災害医療
—あなたならどうする？

放射性物質が突然環境に拡散したとき—

公立大学法人 福島県立医科大学
医学部（臨床医学系）放射線災害医療学講座 主任
長谷川 有史 教授



14:30 ～ 15:30 切らずに治すがん治療

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 放射線腫瘍学
櫻井 英幸 教授



15:45 ～ 16:30 見学（ロボットスーツハル）

16:30 ～ 17:00 終了式

「放射線について知ろう」

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 医学物理学
榮 武二

放射線について知ろう

放射線の可視化について (特に環境放射線)

榮 武二
筑波大学

概要

- 放射線が見えたら景色はどういう感じか
- 可視化の関連分野(画像化を含め広義)
- 放射線の性質
- 宇宙線の種類と量
- 環境 γ 線の量、人からの γ 線の量
- ピッカリ君
- 芸術表現としての放射線
- 地表からの放射線(乳母車の状況)
- 霧箱
- ピンホールカメラ
- コンプトンカメラ

放射線の可視化、関連分野

透過から密度情報を画像化するもの(診断、非破壊検査、等)を除く
原則フィルム系、飛跡記録を除く

- 初期の放射線観測
- 核物理、高エネルギー物理
- 診断、正確には核医学
- 放射線治療
- 芸術 **光による表現**
- 環境放射線(スパークチェンバ、霧箱) **可視化**
- 事故処理(γ カメラ、コンプトンカメラ、GPSドローン) **写真、マッピング**

**可視化
飛跡検出**

画像化



霧箱を覗き込む物理学者(1957年)。中心にボロニウムが置かれており、そこから放射される放射線(アルファ粒子)が、花びらのような形で可視化されている。

Wikipedia: 泡箱



Wikipedia:
KEKベル実験

スーパーカミオカンデ: ホームページより

物理実験における
放射線の可視化



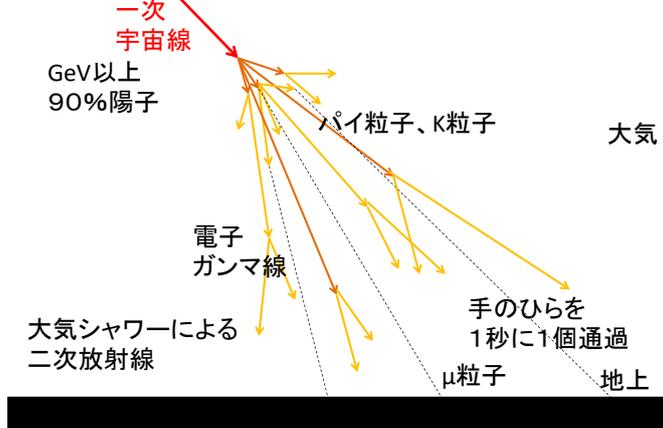
放射線の性質

- 通常的环境にも存在する
自然放射線(ラドン温泉)、宇宙放射線(ミュオン粒子)
- 見えない、五感で感じられない**
- 透過する(内部に到達する) → 診断
- エネルギーを与える。変化を起こす
細胞内に傷を作る → 生物学的な影響を与える
物質内に傷を作る → 機械的特性を変える。色を変える
- 人間の体に影響を与える。
防護の問題 ⇔ 治療への利用

放射線はどこから出るか

- 放射線発生装置・加速器から
X線の発見: 放電管、レントゲンの実験
- 放射性物質から
キュリー夫人: ラジウム
環境放射能: ラドン・トリウム
- 宇宙から
ミュオン粒子

宇宙線の種類と量

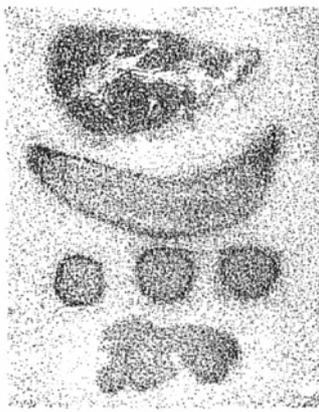


環境中の放射線の発生源

- 宇宙線
- 宇宙線生成核種 炭素14、トリチウム
- 長半減期核種 カリウム40、ウラン、トリウム

宇宙から、μ粒子、ベータ線
 壁からガンマ線
 空気からα線、ベータ線
 土からガンマ線
 人体内でベータ線、α線
 人体からガンマ線

プラス: 人工的に作られた発生源

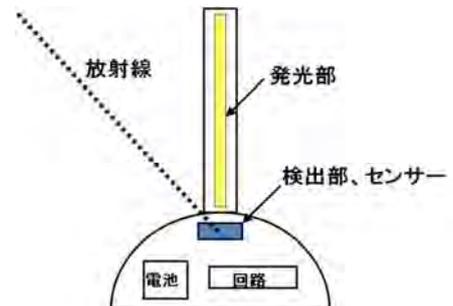


人からのγ線の量
 カリウム40 67Bq/Kg
 <11% γ線>
 炭素14 41Bq/Kg

放射線は野菜からも出ています (ベータ線)

図10 豚肉、バナナ、ショウガの放射能分布像
 森 千鶴夫 先生 撮影

ピッカリ君 放射線(疑似)可視化GM管



放射線を検出して 照明を変化させる表現方法

逢坂 卓郎先生
 ライトアートスタジオ「STUDIO PHOTON」主幹
 筑波大学人間科学総合研究科 教授

1995から不可視の宇宙線を探知し目に見える光に還元した作品をシリーズとして発表。同時に太陽の光を使った作品にも取り組む。特に、月光を使ったLuna Project(妻有アートトリエンナーレ2000)は注目を浴びる。2001より宇宙空間に於ける芸術の可能性についてNASDAと共同研究を行う。無重力実験フライトを2回行い、光と生理、流体と音波による新しいアートの提案を行う。現在、ライトアートの草分け的な存在として美術館にとどまらず、建築やディスプレイの空間で活躍する。新東京国際空港など、パブリックアートの設置も多い。

逢坂卓郎先生
 ホームページより



<http://www.takuro-osaka.com/>

逢坂卓郎先生
ホームページより



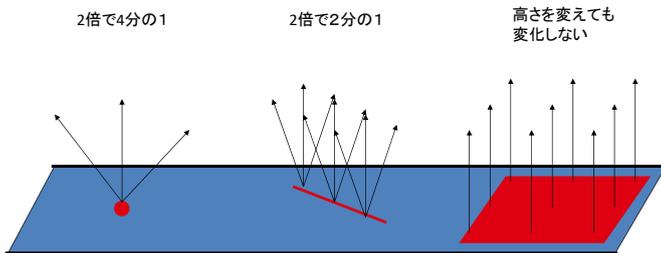
<http://www.takuro-osaka.com/>

基本事項

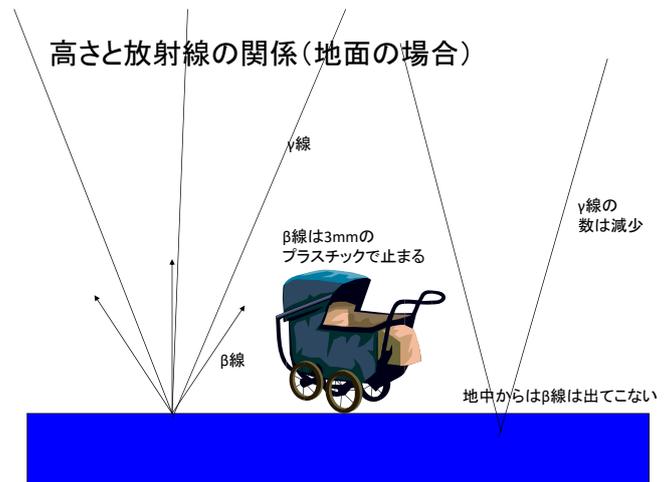
- 半減期の長いものだけが残っている
- Cs: β線とγ線が出ている
- 水を含んだ土の密度1.8g/cm³

			最大飛程空気中	水中
Cs137	30y	β0.514MeV 94%	135cm	1.6mm
		β1.176MeV 6%	419cm	5mm
Cs134	2.1y	β0.089MeV 27%	12cm	0.1mm
		β0.415MeV 3%	100cm	1.2mm
		β0.658MeV 70%	190cm	2.3mm
		半分100m以上		1m高さでの変換係数
Cs137		γ0.662MeV 85%		2.1μSv/h / MBq/m ²
Cs134		γ0.605MeV 98%		
		γ0.796MeV 86%		5.4μSv/h / MBq/m ²
		Cs 40000Bq/m ² → 0.3μSv/h		

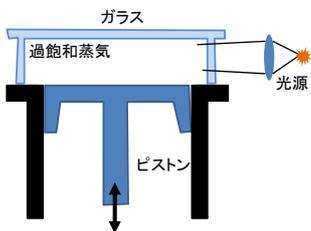
地面に放射性物質がある場合 高さにより放射線の数はどう変わるか



高さ放射線との関係(地面の場合)



ウィルソンの霧箱(1897年イギリス)



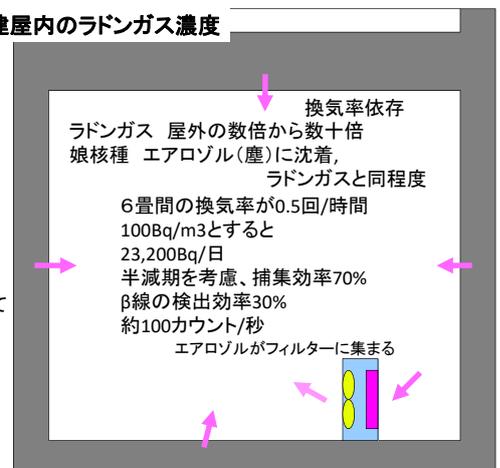
- 飽和水蒸気を、減圧により過飽和にする。
飛跡にそって雲ができる。
→アルコールとドライアイスを使う簡易型
→泡箱型飛跡検出器(液体の気化)
→放電管型飛跡検出器

コンクリート建屋内のラドンガス濃度

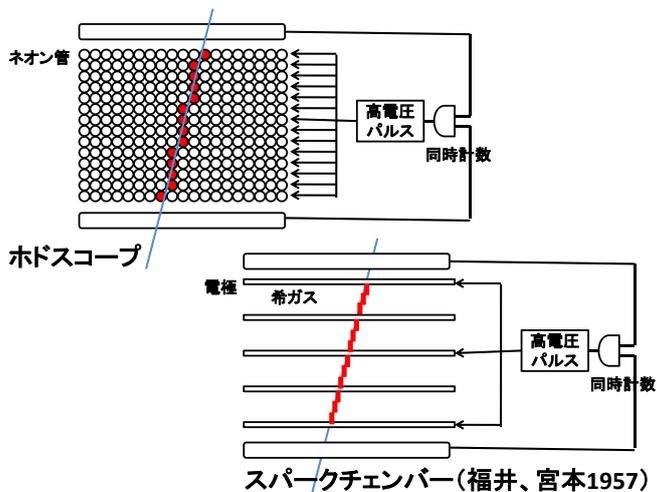
屋外ラドン
高さ依存
数Bq/m³~
数10Bq/m³

娘核種:
放射線を出して
出来た核種

238U → ...
226Ra → 222Rn
→ 娘核種
→ 娘核種



霧箱の動画
名古屋大学
YOUTUBEより

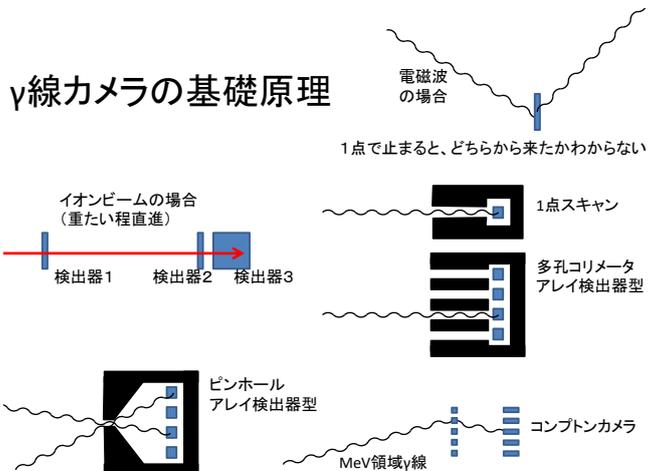


宇宙線が無数に飛来し、自分の手を通り抜ける体験を通じて宇宙線に対する理解を深めるお役に立ててください。



スパークチェンバーの動画
ケンブリッジ大学
YOUTUBEより

γ線カメラの基礎原理



電子飛跡検出型コンプトンカメラでのガンマ線イメージング 京大 谷森研究室

ガスTPC (10 × 10 × 15cm³): Time Projection Chamber
コンプトン反跳電子の三次元飛跡とエネルギーを測定

シンチレーションカメラ: 散乱γ線の吸収点とエネルギーを測定

- γ線の到来方向とエネルギーを1光子ごとに決定
- ダイナミックレンジ: 0.1- 数MeV
- 広視野
- 高いバックグラウンド除去能力

Gas Electron Multiplier

⇒ 生体の周り全面を囲む必要が無い
⇒ 3次元飛跡とエネルギーから中性子の除去
⇒ リアルタイムで撮像ができる
⇒ 前段階として、シミュレーションを行った

千代田テクノロ
浜松ホトニクス
早稲田大学

ガンマ キャッチャー

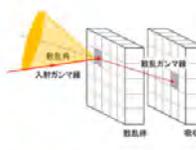
特徴

非常に軽量でコンパクトな放射線可視化カメラです。



ガンマキャッチャーの原理

原理



ガンマ・キャッチャーは、散乱体と吸収体による2層の検出器構成となっており、散乱体へγ線が入射した際に発生するコンプトン散乱を吸収体で検出し、γ線の飛来方向を算出することができます。

上記方式により遮蔽物が不要なため、軽量・コンパクトであること、シンチレータを使用しているため高検出効率であり、短時間での可視化が可能なのが特徴です。

●事例紹介1：線源を用いた社内試験

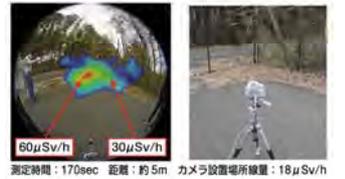
車両にセシウム線源を取り付け、放射線源の位置が特定可能か試験した。社内試験の結果、1 MBqの放射性セシウム線源は、おおよそ10分以内で特定可能である。



ガンマ キャッチャー

●事例紹介2：フィールドにおけるホットスポットの探索

福島県内でのフィールド試験の結果、短時間でホットスポットの探索作業が可能である。



コンプトンカメラ
日本原子力研究開発機構
古河機械金属株式会社
東京大学
東北大学
JST

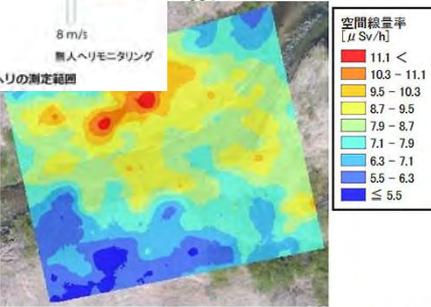


図7 プログラム飛行結果（空間線量率分布マップ）

コンプトンカメラ

JAXA, 名古屋大学, JST, 三菱重工

放射性物質見える化カメラ

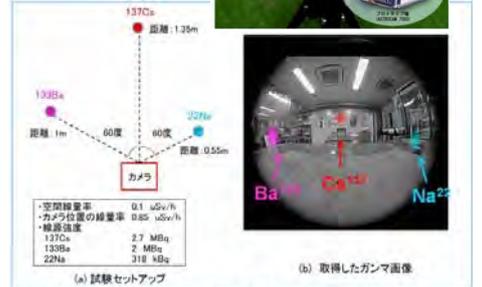


図8 3種類の放射性物質を同時に測定した結果

日立ガンマカメラ

JST, 日立



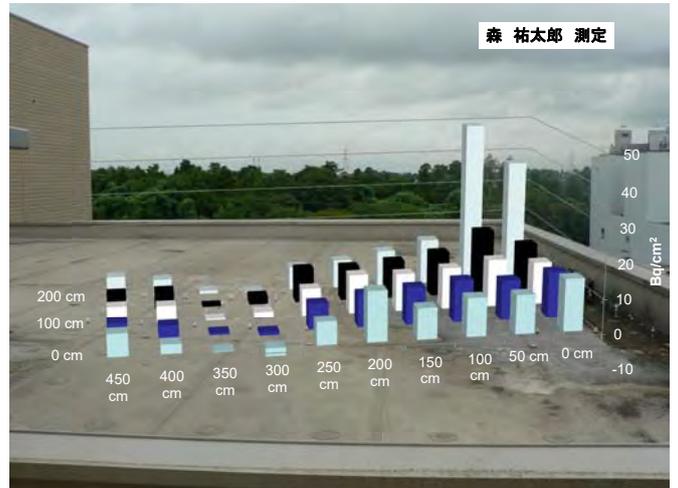
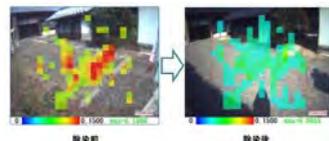
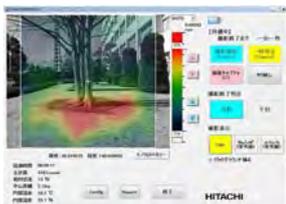
東芝ガンマカメラ

ガンマカメラの外観

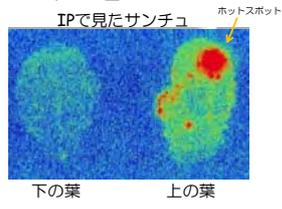


ガンマカメラ

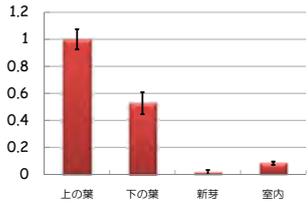
使用例



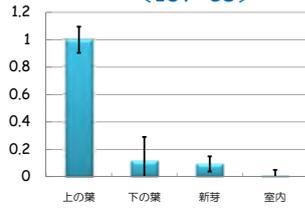
サンチュ-上の葉と下の葉の違い



<131-I>



<137-Cs>



「放射線の医学利用」

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 放射線健康リスク科学
磯辺 智範

放射線の医学利用

筑波大学医学医療系

磯辺智範

(tiso@md.tsukuba.ac.jp)



ちょっと復習！

放射線って何？

* 本にはこう書いてあります

“高速で動く**粒子**” および “波長が短い**電磁波**”
 ・原子核が壊れる時などに出てくる “高速の粒子” や
 エネルギーを持った “電磁波”

加速！（エネルギーを与える） 取り出し

粒子を加速させる装置



リニアック



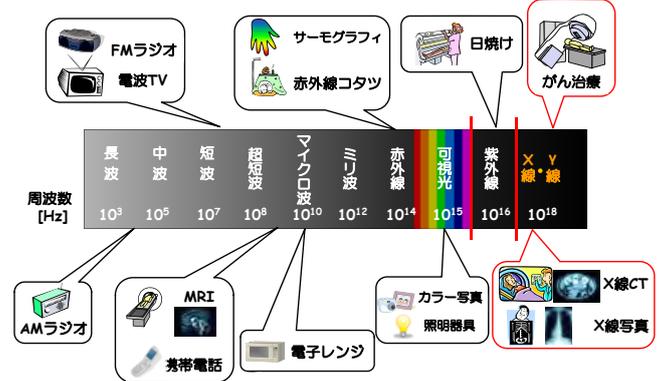
シンクロトロン

電子

陽子

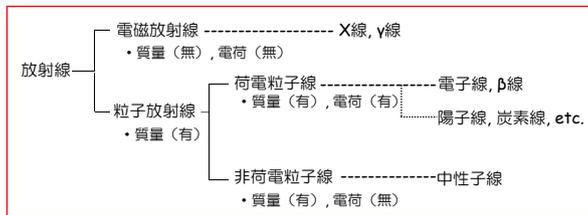
水素原子

(電磁波)

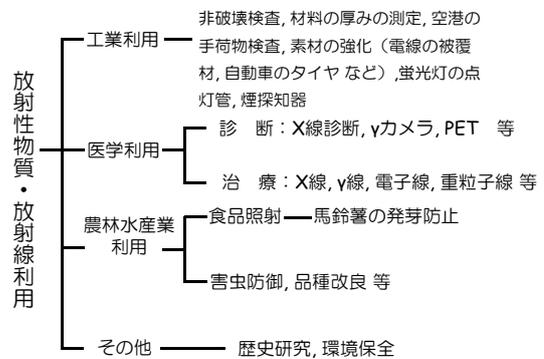


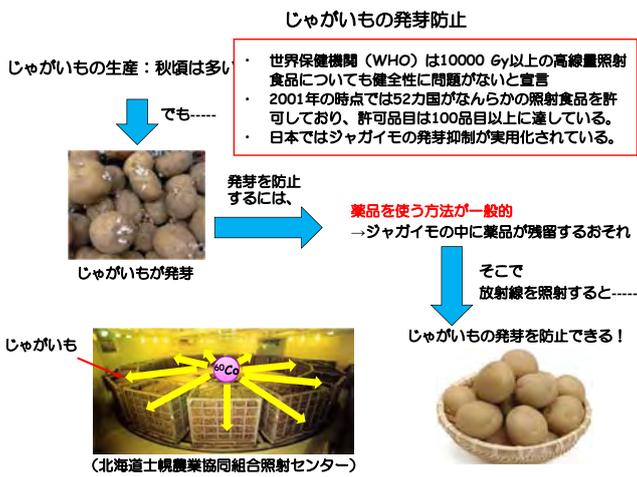
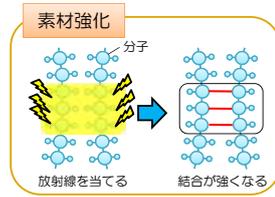
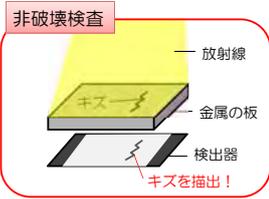
放射線とは、高いエネルギーを持つ、粒子・電磁波

分類



様々な分野での放射線利用





放射線の医学利用

画像検査



放射線治療



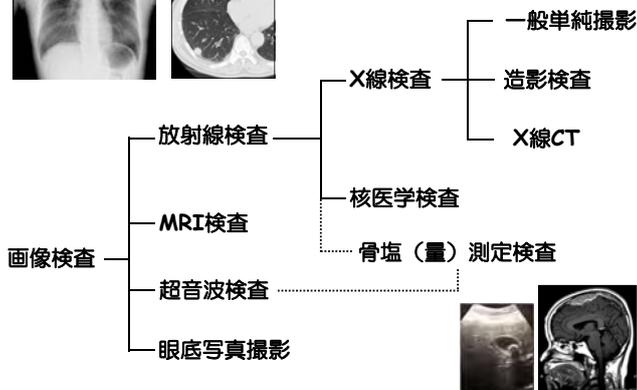
治療前

治療後

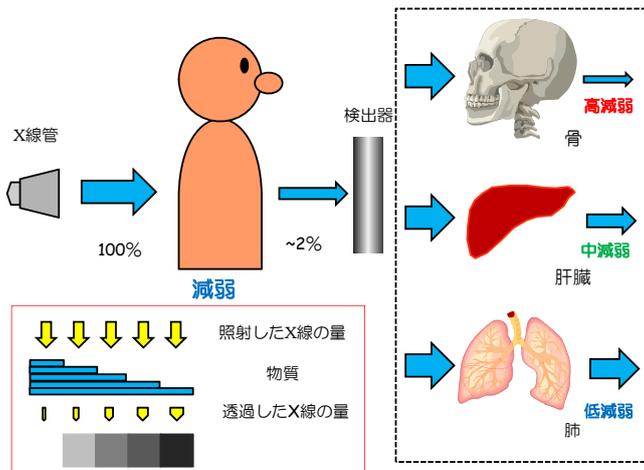
機能・形態温存



画像検査



一般単純撮影



乳房撮影

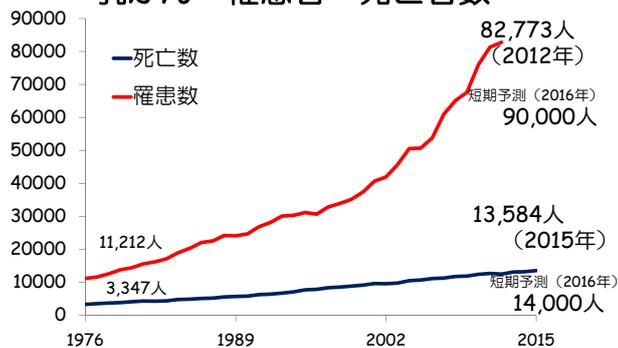
乳癌検診の拡大

- 乳癌の罹患率は増加傾向 → 早期発見の要望
- 日本における乳癌検診
 - 従来は「触診による1次検診」が主体
 - 2003年、厚生労働省から「乳癌検診にマンモグラフィを推奨する」との方針が打ち出された



全国的にマンモグラフィを導入した乳癌検診が拡大

乳がん 罹患率・死亡者数



35年間で
 ✓ 罹患率数：約7倍
 ✓ 死亡者数：約4倍

国立がん研究センター がん情報サービスHP(2016)より
http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html

マンモグラフィ (mammography : MMG)

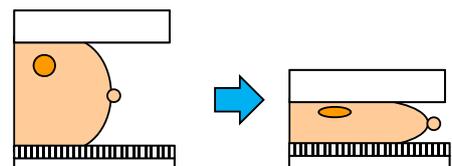


乳房X線撮影装置 乳房X線撮影法 (MLO)

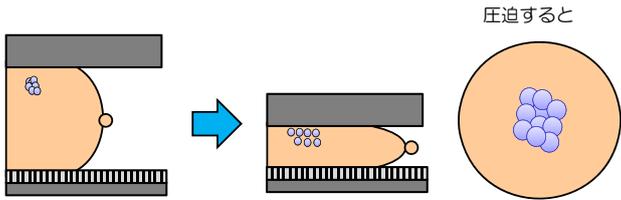
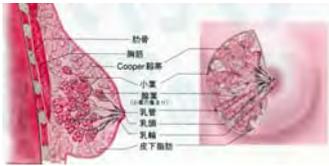
- 乳房のX線写真のこと。
- X線写真はフィルム（検出器）に到達するX線の強さを白黒の絵にしているため、内部の様子をよくわかる写真を得るためには、X線が透過してくる「被写体（乳房）」の厚さを同じにすることが必要。→ **圧迫撮影**

乳房圧迫—なぜ必要??

- | | |
|--------------|--|
| 乳房を固定する | → 動きによるぶれを防ぐ |
| 乳房をフィルムに近づける | → 幾何学的不鮮鋭・拡大を防ぐ |
| 乳房を平たく広げる | → 乳腺の重なりをなくす、均一の厚さにする、濃度が均一になる |
| 乳房の厚みを小さくする | → X線の通過する距離が短くなるので散乱線が減少し、コントラストが改善する、被曝が低減できる |



乳房圧迫—なぜ必要??



装置が特殊です

乳房撮影



骨などの撮影



線減弱係数 (cm⁻¹)
*20 keV

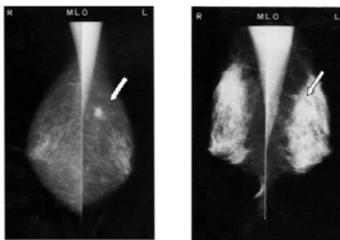
脂肪組織 : 0.45

乳腺組織 : 0.8

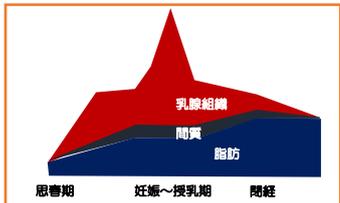
がん : 0.85

僅かな差をとらえる工夫!
軟線撮影

<脂肪性の乳房> <脂肪が少ない乳房>



- 画像 (かなりおおざっぱに)
 - ✓ 乳腺: 白
 - ✓ 脂肪: 黒
 - ✓ 乳癌: 白



- 乳腺組織の量
 - ✓ 年齢によって大きく異なる。
 - ✓ 思春期から増加し、**妊娠期から授乳期に最も多く**、乳房のほとんどを占める。そして授乳期が終わると萎縮していく。

X線では金属の中は観察できない!



XRでは歯のかぶせ物(金属)により歯冠部内が見えない---

XRでは見えない金属内の歯冠部形状が観察できる!

引用: 中性子イメージング技術の基礎と応用 応用編 第10回, RADIOISOTOPES, 56, 2007

中性子を少し勉強しよう!

中性子の分類は文献ごとでバラバラ---

物質との相互作用はエネルギーに大きく依存
→ エネルギー(速度)によって3つに分類

(原子炉物理学分野で一般的)

	冷中性子	0.001 eV以下	
(遅い)	熱中性子	0.025 eV 上限: 0.5 eV	低速中性子
(中間)	熱外中性子	0.5 eV ≤ En < 100 keV	速中性子
(速い)	高速中性子	En ≥ 100 keV	BNCTでは10 keV

呼称や区分するエネルギーは分野によって異なる。

核分裂で発生した高いエネルギーを持つ中性子（高速）
 → 物質と反応（散乱）を起こして減速（中速）
 → 最後には周囲の物質と熱平衡状態になる（熱中性子）

ここでは、

熱中性子	0.025 eV	上限：0.5 eV
中速中性子 (熱外中性子)	$0.5 \text{ eV} \leq E_n < 100 \text{ keV}$	
高速中性子	$E_n \geq 100 \text{ keV}$	

厳密に考えるには適さないかもしれないが、ざっくりした理解には役立つかと-----。

中性子が物質にあたると何が起こる？

以下に示す複数の反応過程がある

1. 弾性散乱
2. 非弾性散乱
3. 中性子捕獲反応（荷電粒子放出反応）
4. 原子核分裂

弾性散乱 -中性子のビリヤード-

中性子が原子核に衝突して弾き飛ばされる
(エネルギーの一部を、相手(反跳原子核)の運動エネルギーとして減速)

イメージは**ビリヤード** 弾き飛ばされる！

- 相手が大きすぎると・・・
- 進み続ける！ 相手が小さすぎると・・・
- 同じ大きさで **STOP!**

⇒ 中性子は水（コンクリート）で止まりやすい！

(透過作用)

薄いアルミニウム、紙、水やコンクリート、厚い鉛

α線、β線、X線、γ線、中性子線

$$E = E_0 \frac{4A}{(A+1)^2}$$

入射中性子のエネルギー E_0 、反跳原子核のエネルギー E 、変数1:質量 A

水素より大きい元素にぶつかった場合を直感的に---

中性子をピンポン玉（2.7 g）に例えれば

H-1 (2.7 g) O-16 (45.9 g (約16倍))

中性子とH-1の弾性散乱: 止まる!

中性子とO-16の弾性散乱: 反発!

ゴルフボールが若干動くことから、少ないながらも中性子は標的核へエネルギーを授受している。

水分計

(基礎知識) 中性子の弾性散乱

- (水素との弾性散乱) 効果的にエネルギーを落とす！
- (その他の原子との弾性散乱) エネルギーはほとんど変わらない

検出器 (^3He)、 $^{241}\text{Am-Be}$ 、制御部

高速中性子 (2~3MeV) 水素と弾性散乱

熱中性子 (数+meV) 測定対象物

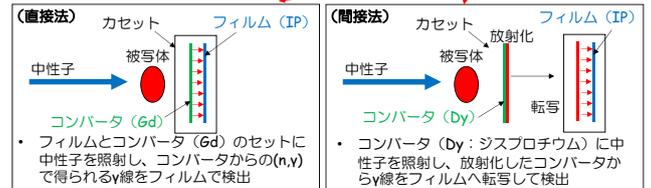
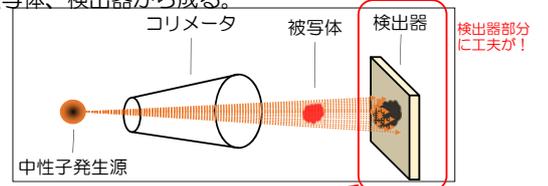
中性子水分計の原理 (注量試験検査(株)HPより)

中性子の水素原子に対する選択作用を利用して熱中性子を検出し、水分を測定

中性子ラジオグラフィに戻ると-----

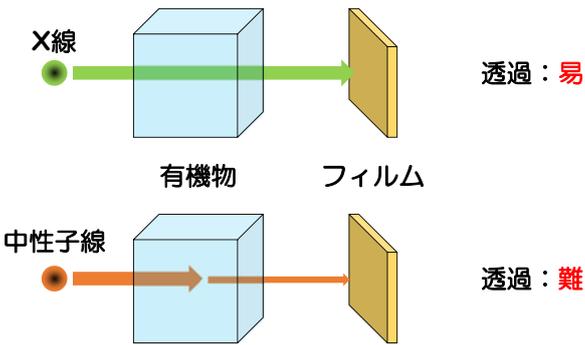
原理はX線イメージングと一緒に！

- 基本構成は、線源として中性子発生源、コリメータ、被写体、検出器から成る。



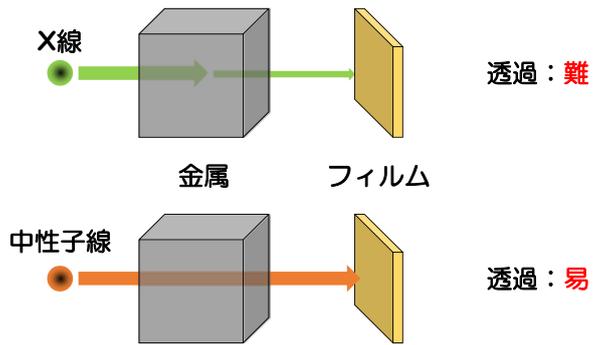
透過力の違いにより目的対象を住み分ける！

- 被写体が有機物の場合

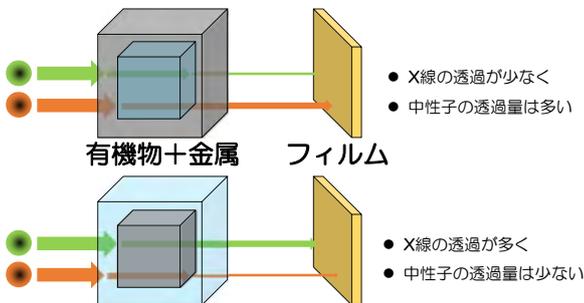


透過力の違いにより目的対象を住み分ける！

- 被写体が金属の場合



まとめると---



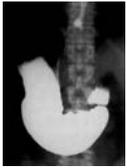
- X線と中性子では画像コントラストが異なる！
- お互いの長所を活かしながら相補的に利用！

造影検査

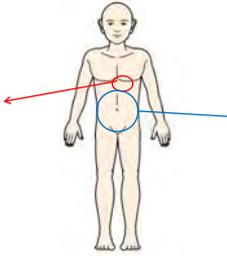
造影検査



目的臓器の位置・形状・大きさ・機能・病態変化などを明瞭に描出することを目的とした物質を体内に投与し、検査を行う



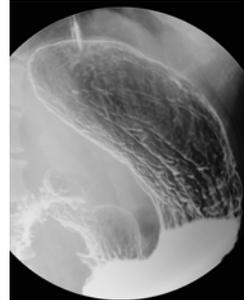
胃



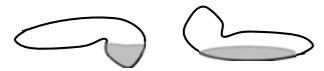
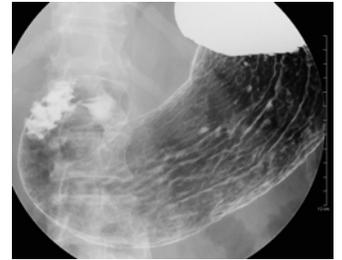
尿路

胃の検査（体位変換）

立位



臥位



血管を写し出すには？



テルモ株式会社 提供資料



カテーテル



検査風景

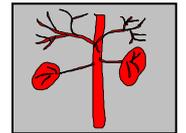
DSA (digital subtraction angiography)



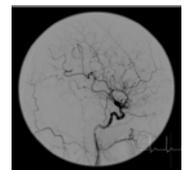
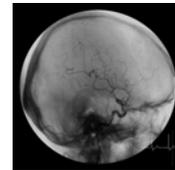
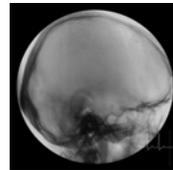
造影前像(マスク像)



造影像(コントラスト像)



サブトラクション像



→ 画像の減算により血管像を作成

脳底動脈瘤の治療

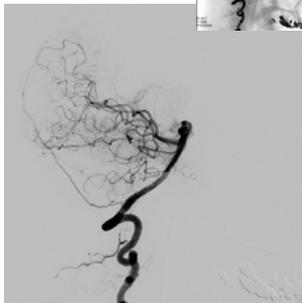
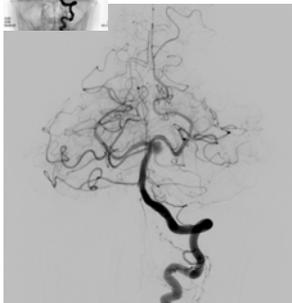
Q. 動脈瘤がどこにあるかわかりますか？



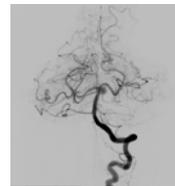
正面



側面



コイル塞栓術後



画像診断技術を治療に応用する
IVR
(interventional radiology)

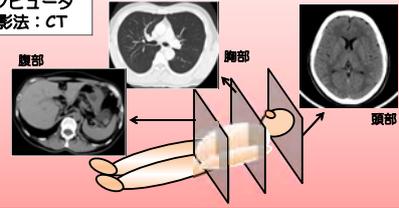
X線CT

X線CT

X線CT装置の中心にある大きな穴に体を入れて、体の回りからX線をあてて、体の中の様子を主に輪切り（横断面）の画像で観察する



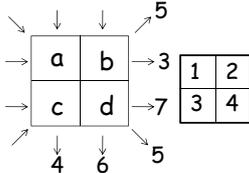
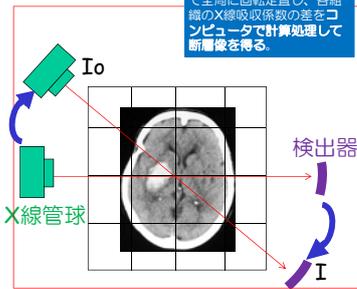
X線コンピュータ
断層撮影法：CT



X線管と検出器を対向させて全周に回転走査し、各組織のX線吸収係数の差をコンピュータで計算処理して断層像を得る。

$$I = I_0 \exp(-\mu x)$$

x : 厚さ
μ : 減弱係数



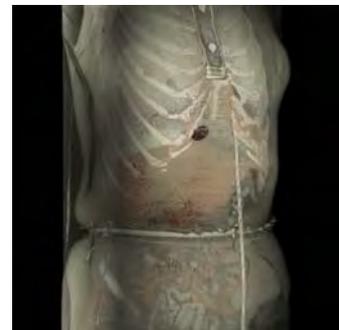
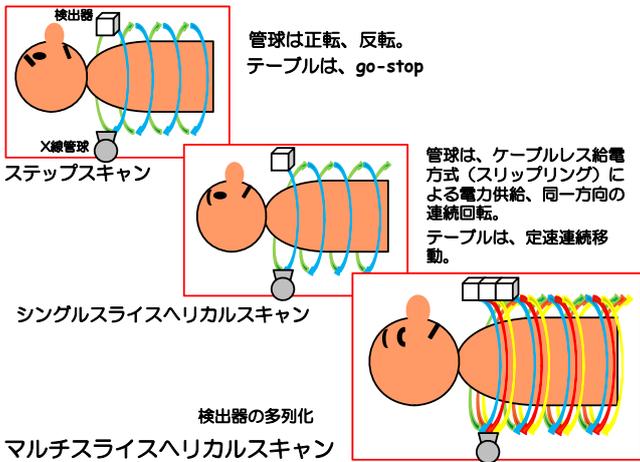
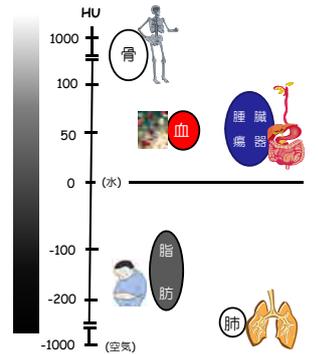
- 約1000個程度の検出器とその対向に設置されたX線管球が対になって身体の周りを回転（360°方向からX線を照射）
- 身体を透過したX線の情報（投影データ）を検出器に受ける
- 生体のある断面におけるX線吸収係数の分布が得られる
- コンピュータにて演算処理し、画像を表示する（画像再構成）

CT値

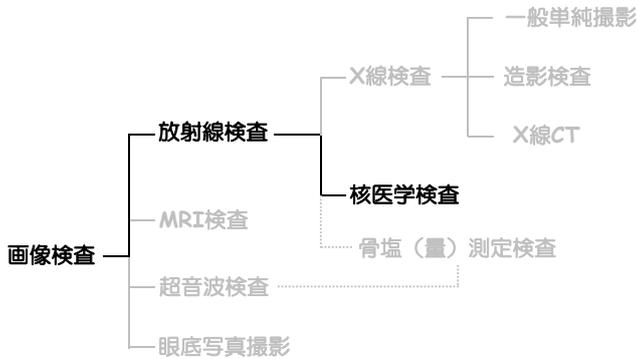
- CT値：X線吸収の度合い（CTを開発したHounsfieldの名前から **Hounsfield unit : HU** とも呼ばれる）

$$CT \text{ 値} = \frac{\mu(\text{対象物}) - \mu(\text{水})}{\mu(\text{水})} \times 1000$$

- μとはX線吸収の度合い（X線減弱係数）である。
- 水のCT値を0、空気のCT値を-1000と定義、各組織のCT値はこれらに対する比率で表す。



画像検査



核医学 (Nuclear Medicine) とは

放射性同位元素 (radioisotope : RI) やその化合物の生体内や試験管内の挙動を追跡し、診断、治療を行う医学分野である。

核医学の分類

in vitro (試験管内)

血液や尿などからホルモンなど微量物質を測定



in vivo (体内)

非密封RIを体内に注射し、各種臓器の機能や動態の計測を行う

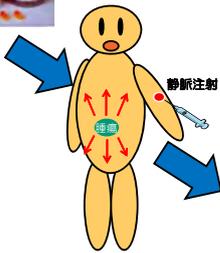


治療

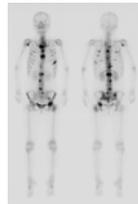
甲状腺機能亢進や甲状腺がんの治療など

in vivo 検査

普通の医薬品と異なり、γ (ガンマ) 線などの放射線を放出して検測 (時間の経過とともに衰滅を失う) していくラジオアイソトープを含む薬品。



静脈注射

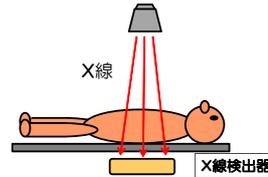


SPECT装置



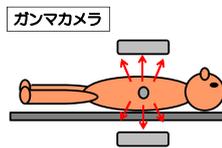
X線検査と核医学検査 (in vivo) の違い

X線検査



- ・X線発生装置から発生するX線を体外から照射し、透過してきたX線を検出器 (フィルム、IP、FPD など) に捉える。
- ・生体内構造のX線吸収差を反映した形態画像が得られる。

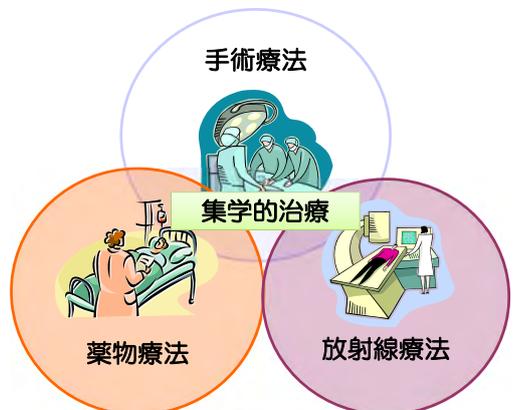
核医学検査



- ・体内のRIから放出されるγ線をガンマカメラにて捉える。
- ・体内の生化学的および生理学的過程にともなう製剤の組織・臓器への分布像が得られる (機能・代謝画像)。

がん治療にも一役!

がんの3大治療法



- 日本は被ばく国であり、放射線治療が遅れていた
- 一昔前までは、手術不応の末期がんの症状を緩和するために使うのが主であった



- 高齢者、合併症のある患者にも対応できる
- 体のどの部位でも狙い打ちできる
- 機能、形態を残せる → **患者のQOLの向上**

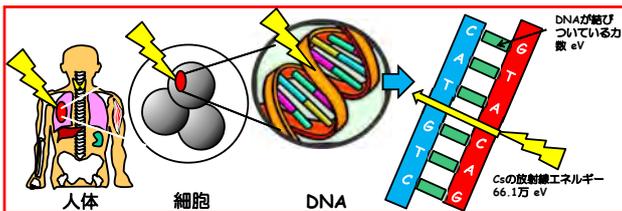
最も重要なポイント

一時しのぎの治療ではない！

がんを完全に治すことから、症状を取り除くことまで、幅広い目的で使用される！

放射線の何が効いているの？

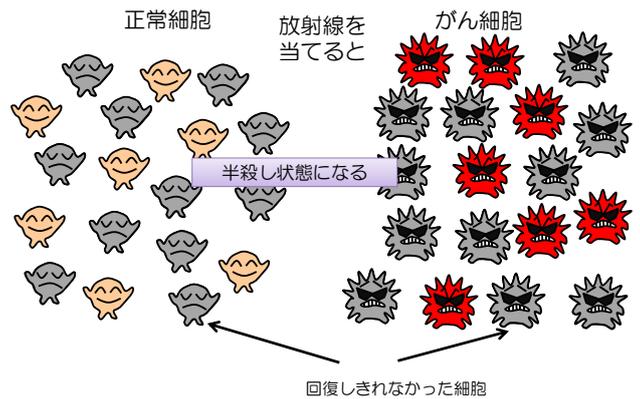
細胞内のDNAが標的！



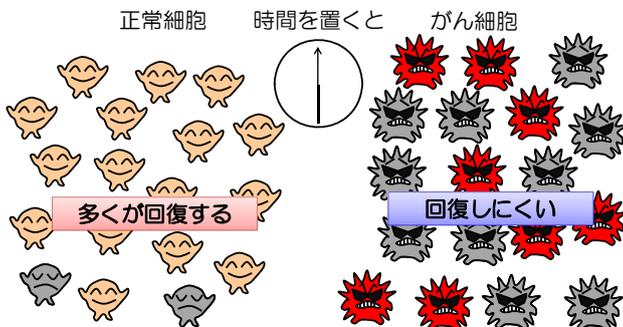
↓ ということは

がん以外の正常細胞も同じ様に傷ついているのでは？

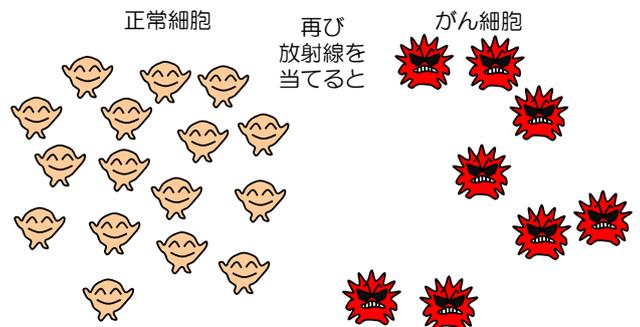
がん細胞と正常細胞の違い



がん細胞と正常細胞の違い

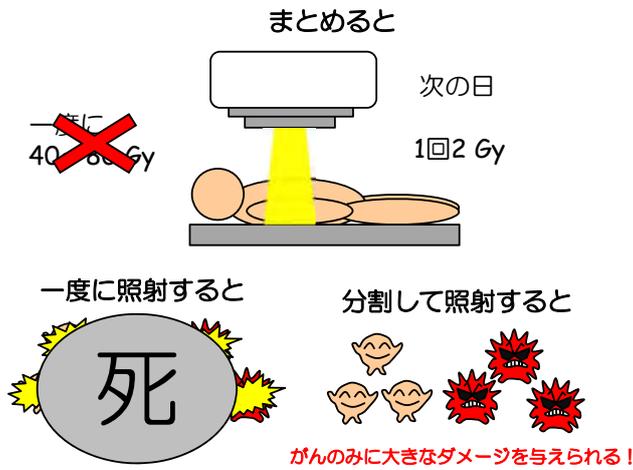


がん細胞と正常細胞の違い

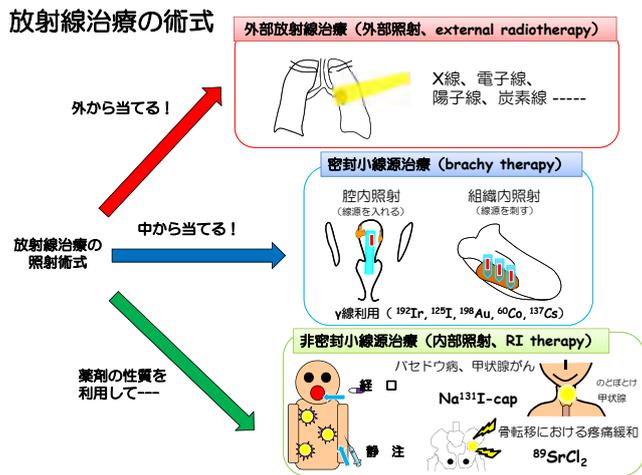


正常細胞とがん細胞では”回復力に差”がある

どんな方法でがん放射線を照射するの？



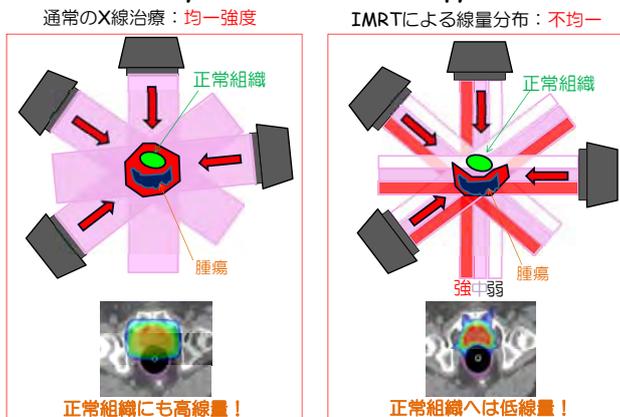
放射線治療の術式



外からあてます！
外部照射 (external Radiotherapy)



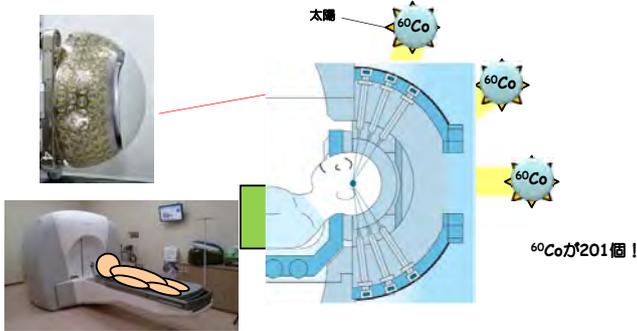
強度変調放射線治療 (Intensity Modulated RadioTherapy: IMRT)



ピンポイントで-----。

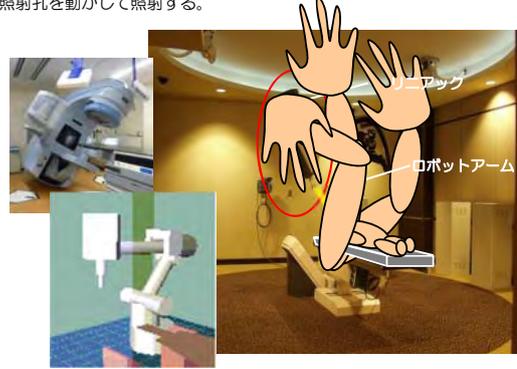
ガンマナイフ

- ガンマナイフとは、頭を開けることなく外から放射線を一点に集中して照射することで頭の中の病変を治療する方法
- 1991年には日本にも導入され、現在51台（2012年7月現在）のガンマナイフが日本国内で稼働している



サイバーナイフ

ロボットと電子線加速器（リニアック）を組み合わせた照射装置。ロボットアームを動かして病巣に対してさまざまな方向から照射できるようにX線照射孔を動かして照射する。



筑波大学ではこんなことも！

先進医療技術に係る費用の例

重粒子線治療 (従来がん治療に比べ)

早期約 302万円

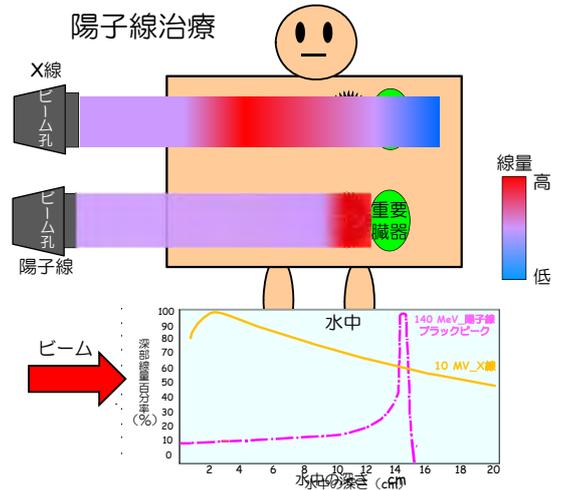
早期約 200万円

小児がんの陽子線治療が保険適用ではじまりました

Report

小児がんに対し陽子線治療が保険適用に

陽子線治療



筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター Proton Medical Research Center (PMRC)



詳細は施設見学と櫻井先生の講義をお楽しみに！

End of Slide

「放射線災害医療」

—あなたならどうする?放射性物質が突然環境に拡散したとき—

公立大学法人 福島県立医科大学
医学部（臨床医学系）
放射線災害医療学講座 主任
長谷川 有史



放射線災害医療

-あなたならどうする:放射性物質が突然環境に拡散したとき-

長谷川 有史

福島県立医科大学 放射線災害医療学講座 教授
放射線災害医療センター、救急医療学講座、救命救急センター



2017年8月30日 13:20-14:20
放射線医学オープンスクール 於 筑波大学附属病院



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

内容

1. 経験と反省
2. 問題の本質とその理由
3. 進化・順応と健康

内容

1. 経験と反省
2. 問題の本質とその理由
3. 進化・順応と健康

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

人間の性

- 無知 ignorance
- 無関心 indifference
- 利己心 selfishness
- 想像力の欠如 luck of imagination

私たちに足りなかったのは

- 「意識」
(原子力問題を)他人事でなく自分自身の問題ととらえる「意識」
- 「関心」
(原子力に限らず)身近な社会問題・過去の歴史への「関心」

人間を社会から隔絶する4因子 Jean Pictet

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

福島事故による健康影響と放射線

放射線による影響

<<

放射線防護の代償

放射線の直接影響

- 確定的影響はなし
(急性放射線症候群の発症無し)
- 確率的影響は放射線がない状況での自然発生率を超えない



放射線の間接影響

- 緊急避難による死
(介護保健福祉施設入居者)
- 生活習慣病の増加
- 生活不活発病の増加
- 防護具による新たな健康リスク

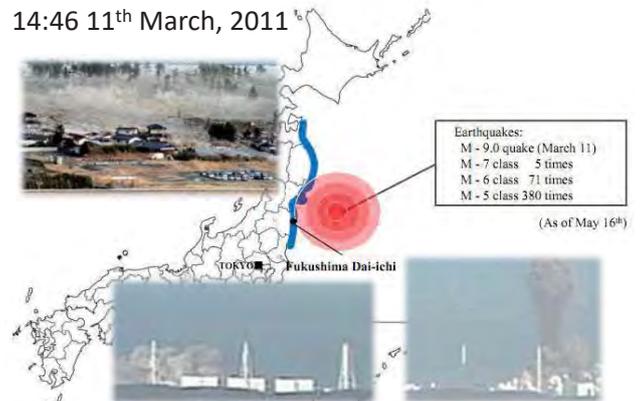


©2016 Arifumi HASEGAWA FMU

Clinical Oncology 28, 237-244, 2016

East Japan Great Earthquake, Tsunami, and NPP accident

14:46 11th March, 2011



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

Tsunami (津波) after the earthquake



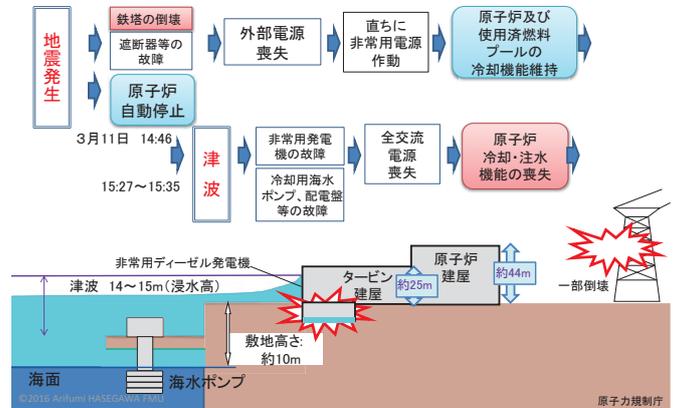
Casualties : over 24,524

Dead: 15,037, Missing: 9,487

(As of May 14th, National Police Agency)

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

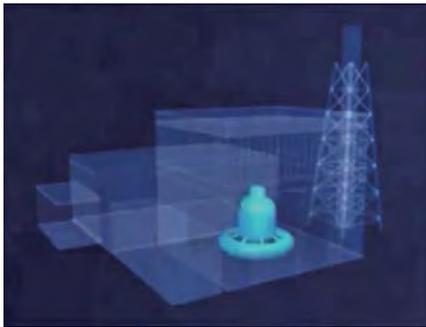
福島第一原子力発電所事故の経過



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

原子力規制庁

Series of core damage



- Loss of water supply
- Temperature increase
- Core melt down
- Core melt through
- Hydrogen generation
- Hydrogen explosion

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

JNES

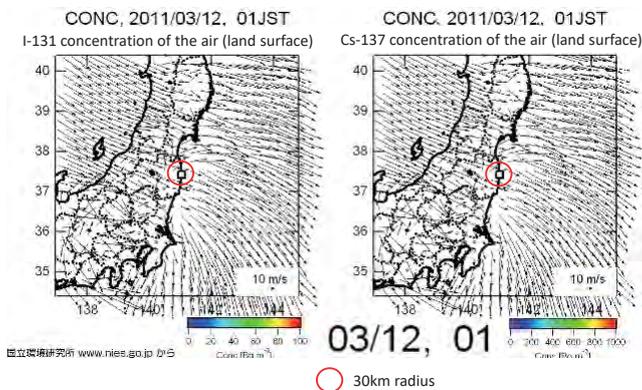
Hydrogen explosion



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

TEPCO

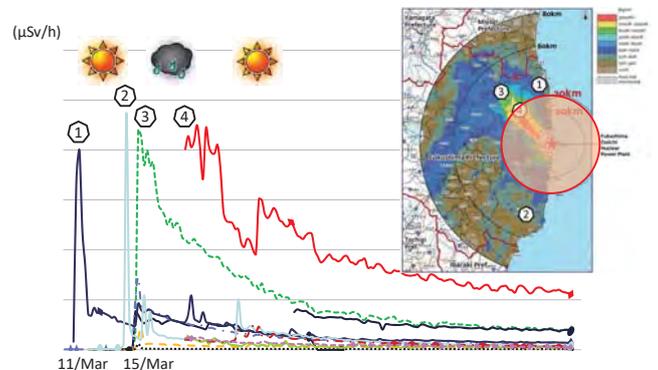
Proliferation of the radionuclides



国立環境研究所 www.nies.go.jp から

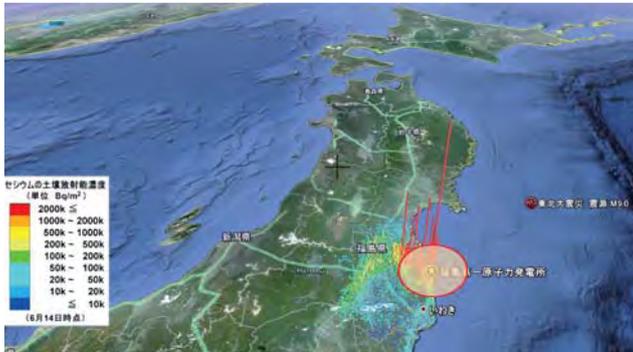
© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

Time course of air dose rate in the Fukushima prefecture Cs-137 deposition on the surface of the soil (map)

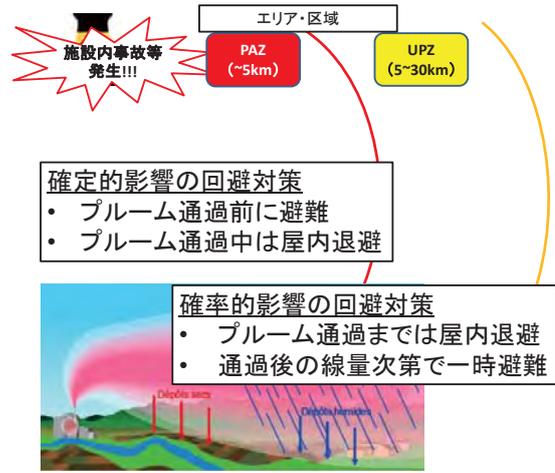


© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU The National Diet of Japan, the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. The official report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission : executive summary, 2012, <http://ci.nii.ac.jp/nici/8809744303>

放射性物質の土壌沈着



© 2016 A. Survey of Fukushima Soil Radioactivities (<http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/dojo/>)



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

不明確な状況での緊急避難



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

福島第一原子力発電所の近隣病院

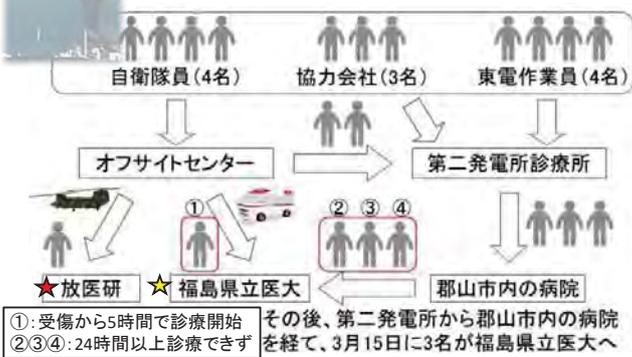


病院避難(双葉厚生病院)

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU Shigetomi S, Futaba Kosei Hospital, <http://www.white-family.or.jp/healthy-island/html/repoto/repo-g130.htm>

放射性物質が付着した傷病者に対する診療の遅れ

13/Mar/2011



© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

避難による(避けられたかもしれない)死

介護保健福祉施設入居者の緊急避難

- 目的: 被ばく線量低減→達成
- 結果: 60人余の死亡
- 考察: 回避の可能性、避難の功罪



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

The Lancet, 379, 889-891, 2012

“Was the evacuation risk from nursing-home after the Fukushima accident higher than the radiation risk?”

Loss of Life Expectancy (LLE)

	Rapid evacuation	90-day delayed evacuation	20-mSv exposure	100-mSv exposure
Evacuation-related				
Nursing home residents	11000 (10000-13000)(890 (730-1200)) ^a	Unknown		
Nursing home staff	Not observed	Unknown		
Radiation-related				
Nursing home residents	0.01	1.7	100	530
Nursing home staff	0.1	26	1000	5300
Total	11000+ (10000+~13000+)	27+	1100	5800

^a LLEs due to non-evacuation-related effects (e.g. disaster-shock), as estimated from the data from Nursing home group B.

doi:10.1371/journal.pone.0137906.t005

The health risk associated with the rapid evacuation of elderly residents from nursing care facilities after the Fukushima accident was 2- to 10 times higher than the radiation risk of the reference levels for evacuation that are recommended by the ICRP.



PLoS One 2015;10:e0137906.

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

避難と転居 死亡率の上昇

避難指示区域の介護保健福祉施設入居者死亡率比較

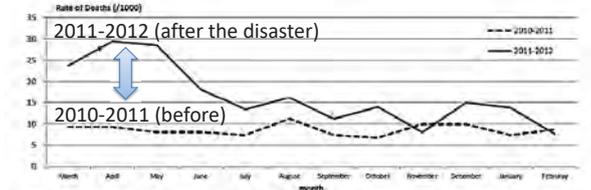


Fig. 1. Changes of mortality rates among the institutionalized elderly before and after the Fukushima NPP accident. (in the evacuation area when the disaster occurred)

Table 1. Comparison of quarterly mortality ratios before and after the disaster

	March to May	June to Aug.	Sep. to Nov.	Dec. to Feb.
2010-2011(a) #	8.87	8.87	8.04	8.66
2011-2012(b) #	27.19	15.90	11.07	12.16
Quarterly mortality ratio (b/a)	3.1	1.8	1.4	1.4

: monthly average quarterly mortality rate (/1,000)

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

Yasumura, et.al., Fukushima J Med Sci.60, 2, 2014

医療支援と放射線災害

“Japan DMAT のジレンマ”

- 事故や災害急性期の医療班
- 多くのシーンで活躍

- 原子力事故に対する準備は不十分
- 3月15日に福島から待避を余儀なくされた



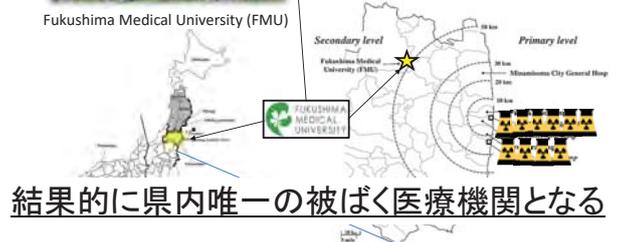
© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

福島県立医科大学附属病院



Fukushima Medical University (FMU)

- Advanced Treatment Hospital
- Cancer & Trauma Center
- Disaster Base Hospital
- HEMS
- 778 beds

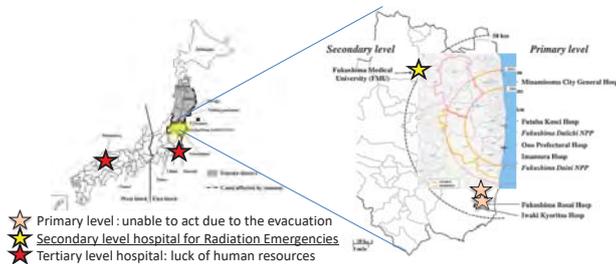


結果的に県内唯一の被ばく医療機関となる

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

Health Phys. 106(6), 630 – 637, 2014 Modification

地域医療体制の崩壊



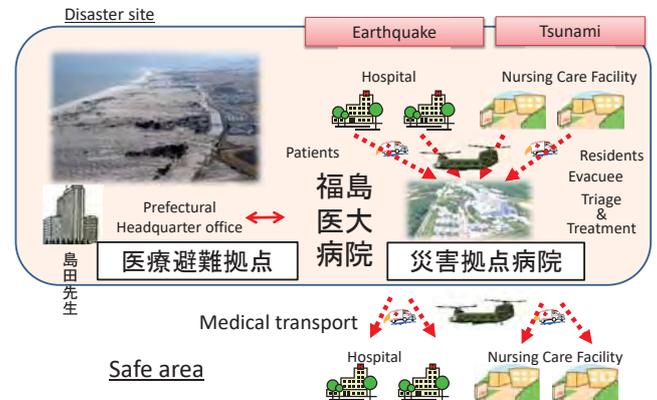
- ★ Primary level: unable to act due to the evacuation
- ★ Secondary level hospital for Radiation Emergencies
- ★ Tertiary level hospital: lack of human resources

医療過疎 + 複合災害 + 避難指示
= 地域医療崩壊
= いわんや「特殊な医療体制の崩壊」

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

Health Phys. 106(6), 630 – 637, 2014 Modification

★ 自然災害における福島医大病院の役割



© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

医療現場は放射線リスクの相場感がわからない

100,000cpmとは?



GMサーベイメーターの計測可能最大値(振り切れる値)

それってどの位の影響を受けるのですか??

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

危機に直面した医療者の反応
「論理」だけでは「感情」を制御できない



© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

福島医大病院
緊急被ばく医療の現実



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

生活の中の「サイエンス」と「ポリシー」



© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

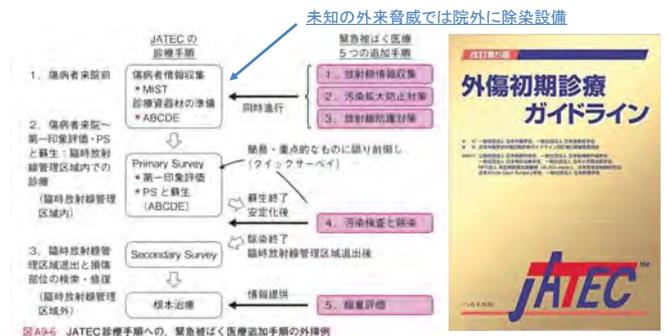
Principle of Disaster Management
“CSCATTT”

Turn on the switch

- Command & Control
 - Safety
 - Communication
 - Assessment
 - Triage
 - Treatment
 - Transportation
- Establish the Disaster Management System
- Implementation of the Disaster Medical Care

MIMMS Advanced course

福島医大の診療システムが全国標準に



© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

改訂第5版 外傷診療ガイドライン(へるす出版)

福島事故の反省(福島医大病院)

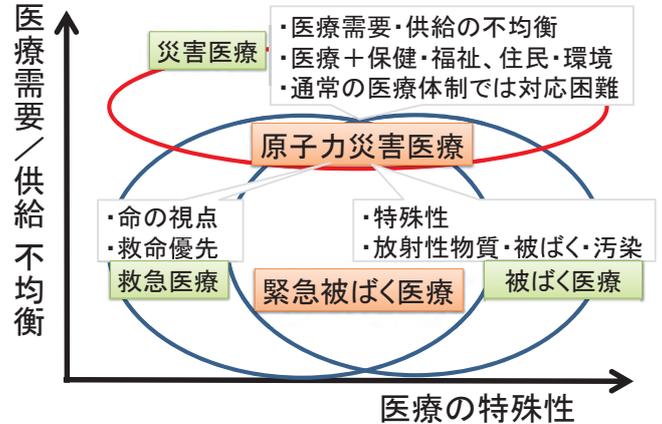
<救急医の視点から>

- 放射線災害が自然災害と複合して発生するという意識(想像力)に乏しかった。
 - 放射性物質に対する正しいリスク評価ができなかった。
 - 放射性物質の関与する傷病者の診療に不安を伴った。
 - 短期間だが、放射性物質付着が理由で、医療の質が低下する恐れがあった。
- 不幸中の幸い
- 致死的傷病を伴う被ばく・汚染傷病者がたまたま発生しなかった。
 - 傷病者への有害事象は発生しなかった。



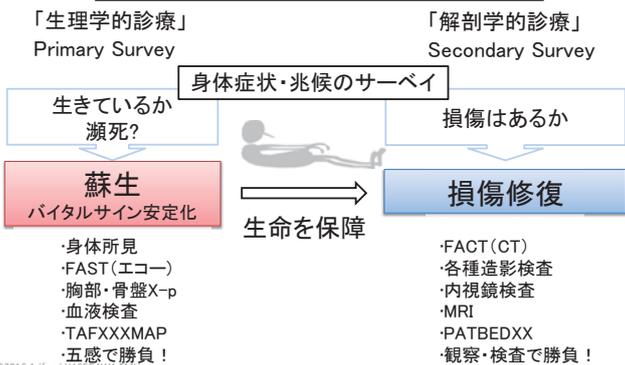
©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

原子力(放射線)災害医療とは?



緊急被ばく医療であっても

通常の救急医療手順が必須である



©2016 Arifumi HASEGAWA FMU

今後備えるべきケース

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

内容

1. 経験と反省
2. 問題の本質とその理由
3. 進化・順応と健康

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

HAL® (Hybrid Assistive Limb)とHealth

- 自立動作支援ロボットスーツ
- 随意・自立の二種の制御システム
- 山海嘉之教授(筑波大学)が開発
- 患者が筋肉を動かそうとしたとき皮膚表面に流れる生体電位を信号にして、下腿運動補助を機械で行うシステム



©2016 Arifumi HASEGAWA FMU

Healthとは

WHOの定義

健康healthとは

- 完全なる良好状態
- complete well being

現代社会

- 劇的な環境・社会変化
- 超高齢化社会
- 完全治癒未然状態の増加
- 価値観の変化

- 現代社会における健康とは、本当にWHOの定義に一致するか？
- WHOの定義は現代社会における人間に幸福を与えることができるのか？

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

BMJ

BMJ 2011;343:d4163 doi:10.1136/bmj.d4163

Page 1 of 3

*“not only for providing the complete wellbeing”
“but also support people getting ability to adapt and self manage in the face of social, physical, and emotional challenges during their narrative life stories”*

How should we define health?

The WHO definition of health as complete wellbeing is no longer fit for purpose given the rise of chronic disease. **Machteld Huber and colleagues** propose changing the emphasis towards the ability to adapt and self manage in the face of social, physical, and emotional challenges

Machteld Huber senior researcher¹, J André Knottnerus president, Scientific Council for Government Policy², Lawrence Green editor in chief, Oxford Bibliographies Online—public health³, Henriëtte van der Horst head⁴, Alejandro R Jadad professor⁵, Daan Kromhout vice president, Health Council of the Netherlands⁶, Brian Leonard professor⁷, Kate Lorig professor⁸, Maria Isabel Loureiro coordinator for health promotion and protection⁹, Jos W M van der Meer professor¹⁰, Paul Schmabel director¹¹, Richard Smith director¹², Chris van Weel head¹³, Henk Smid director¹⁴

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

健康の概念に関する新しい提案

- 健康:「変化で起こる問題に適応する能力」
身体的のみならず、精神的、社会的な環境変化に主体的に順応する能力を維持すること—進化し続けること
- 進化:環境変化に対する順応
- 医療の一つの役割(私感);
劇的な環境変化に順応しようと努力する人の個々の人生を(特に医学的な面から)支援すること
人々の進化を支えること

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

放射線災害とHAL®が教えてくれること

どんなに社会が、環境が激変しても

- 人は変化にしなやかに対応してゆくことができる
- 人は死の瞬間まで健康でありつづけることができる
- 人は死の瞬間まで進化し続けることができる

© 2016 Arifumi HASEGAWA FMU

「切らずに治すがん治療」

国立大学法人 筑波大学
医学医療系 放射線腫瘍学
櫻井 英幸



IMAGINE THE FUTURE.

切らずに治すがん治療

がんの治療法をいくつあげられますか？

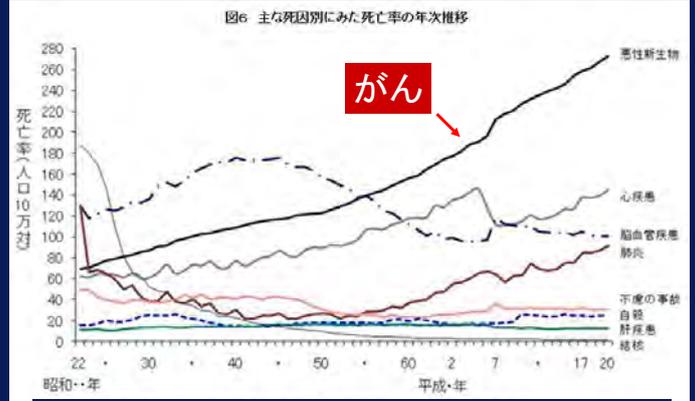


筑波大学・放射線腫瘍学

筑波大学・陽子線医学利用研究センター

櫻井英幸

日本人の死亡原因

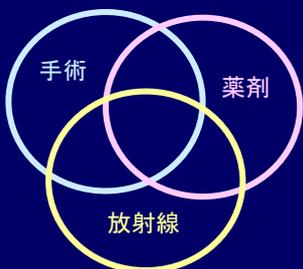


がんは日本でもっとも重要な疾患

京都府国民健康保険の明細化によるものと考えられる。

がんの治療方法はいろいろあるが 3つの柱

- 外科腫瘍学 Surgical oncology
- 内科腫瘍学 Medical oncology
- 放射線腫瘍学 Radiation oncology



放射線治療の利点・欠点 手術と比べてどうでしょうか？

- 利点
 - 機能、形態を残せる **最も重要なポイント**
 - 高齢者、合併症のある患者にも対応できる
 - 体のどの部位でも狙い打ちできる
- 欠点
 - 放射線による副作用のリスク
 - 放射線治療が利きにくい癌がある

癌治療にはQOLの維持が大事 喉頭癌(声帯のがん)になったら



手術をすると

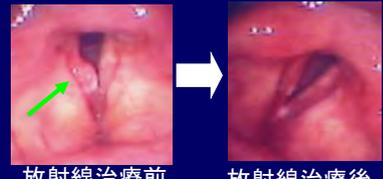
喉頭(のど)を切除 → 永久気切口 →

声が出ない
においがわからない
鼻がかめない
お風呂に肩までつかれない

QOLの低下

放射線治療だと

声のでる
においがわかる
鼻がかめる
海で泳げる



QOLが低下しない

形態と機能の温存

いろいろな癌の手術が変わってきた

昔 Big Surgeon Big Incision
偉大な外科医ほど大きな切開をいって安全で確実な手術をする

今 拡大手術から縮小手術へ
治療成績を落とさないでいかに侵襲を小さくするかが課題
肺癌, 食道癌, 乳癌, 肝癌, 直腸癌, 骨軟部腫瘍など...
(つまり外科のテーマもQOLの重視)



放射線治療の種類

放射線治療を選択した時にも多くの治療法がある

1. 外部照射

- ・X線(一部ガンマ線)を使う
三次元照射, 定位照射, 強度変調照射
- ・粒子線を使う
陽子線, 炭素線, 中性子線

2. 小線源治療

- ・密封線源
- ・非密封線源

X線, γ線は光のようなものなので
=光子という
粒子線は質量(重さ)を持っている

昔と今

コバルト60遠隔照射装置

1980年ころ



リニアアクセレータ照射装置—直線加速器— 1990年ころ

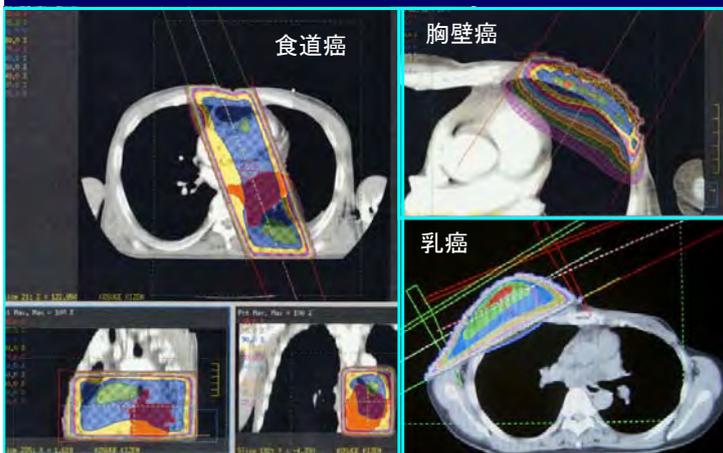


リニアアクセレータ照射装置—直線加速器— 最近

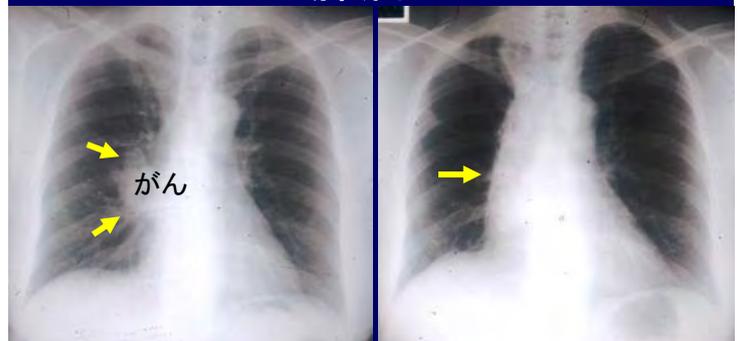


定位照射
強度変調
(IMRT)
イメージガイド
呼吸同期
ロボット寝台

放射線治療はすべてオーダーメイドです



放射線の効果を目で見る 肺癌



治療前

照射後

放射線の効果を目で見る

子宮頸癌

放射線治療前

放射線治療後1年

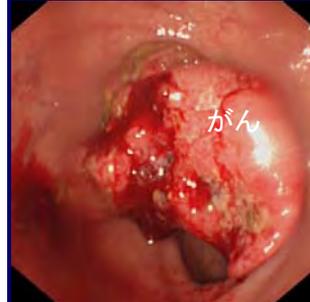


放射線の効果を目で見る

形と機能を残す直腸癌の治療

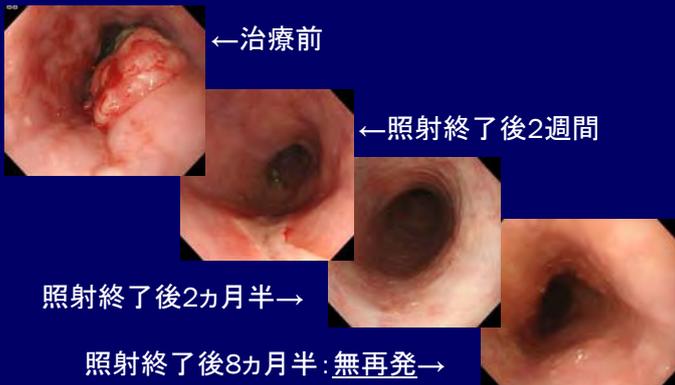
治療前

治療後



食道癌治療後の経過

(照射線量60GyE/30Fr)



子宮頸癌(腫瘍最大径8cm)

治療前

治療後



放射線治療の種類

放射線治療を選択した時にも多くの治療法がある

1. 外部照射

- ・X線(一部ガンマ線)を使う
三次元照射, 定位照射, 強度変調照射
- ・粒子線を使う
陽子線, 炭素線, 中性子線

2. 小線源治療

- ・密封線源
- ・非密封線源

X線, γ線は光のようなものなので
=光子という
粒子線は質量(重さ)を持っている

新しい外部照射法

どちらも正常組織に当てずに癌にだけ当てる能力が高い

1. 定位放射線治療 (SRS, SRT)

ピンポイント照射
小さい病巣をねらい撃ち

ガンマナイフ
サイバーナイフ
その他



2. 強度変調照射 (IMRT)

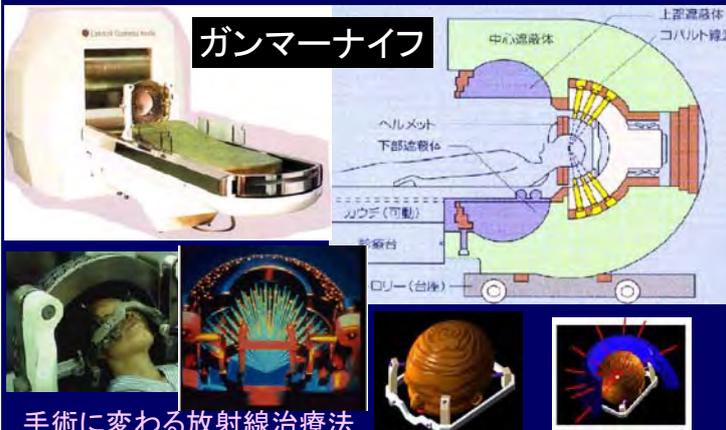
大きい病巣でも正常組織をよけて照射

ノバルス
シナジー
トモセラピー
その他



最新の放射線治療方法

ガンマーナイフ



手術に変わる放射線治療法

小さい病変を一回で治したいときに有効

サイバーナイフ(定位放射線治療専用装置)

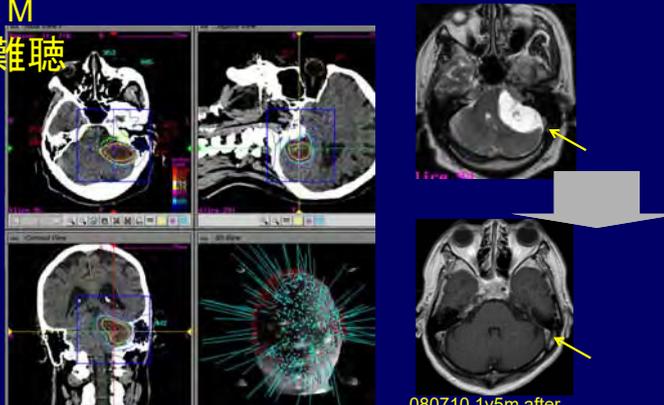
産業用ロボットが
直線加速器を
自由自在に動かす



ガンマナイフより少し
大きいものも治療できる

サイバーナイフ(定位放射線治療専用装置)

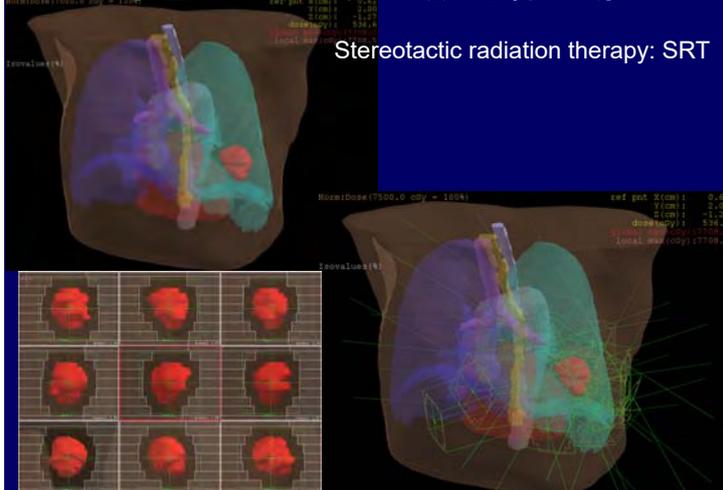
69y M
左難聴



症状の消失

肺癌に対する定位放射線治療

Stereotactic radiation therapy: SRT



新しい外部照射法

どちらも正常組織に当てずに癌にだけ当てる能力が高い

1. 定位放射線治療 (SRS, SRT)

ピンポイント照射
小さい病巣をねらい撃ち

ガンマナイフ
サイバーナイフ
その他



2. 強度変調照射 (IMRT)

大きい病巣でも正常組織
をよけて照射

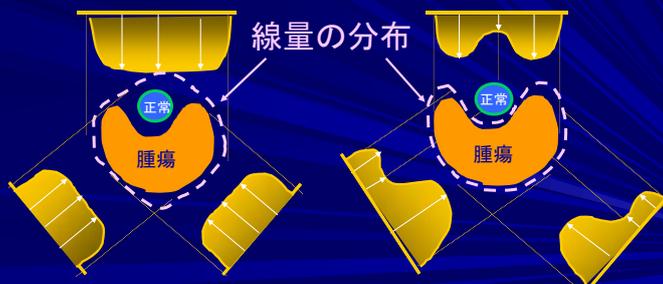
ノリス
シナジー
トモセラピー
その他



強度変調照射 (IMRT)

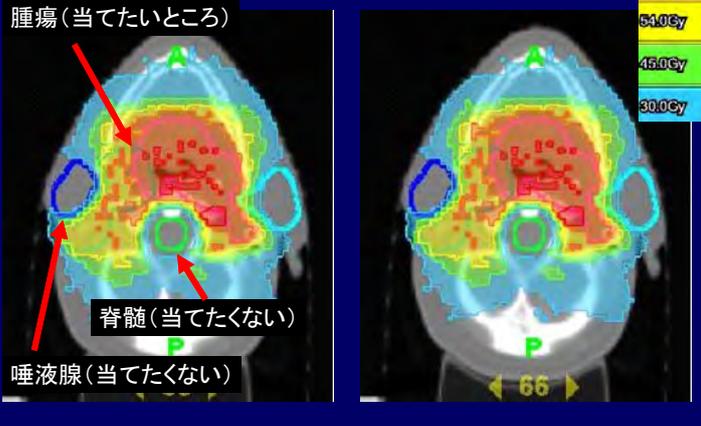
大きい病巣でも正常組織
をよけて照射

普通に3方向からかけると IMRTで3方向からかけると



のどのがんの強度変調照射

当てたくないところをよけて放射線かける



放射線治療の種類

放射線治療を選択した時にも多くの治療法がある

1. 外部照射

- ・X線(一部ガンマ線)を使う
三次元照射, 定位照射, 強度変調照射
- ・粒子線を使う
陽子線, 炭素線, 中性子線

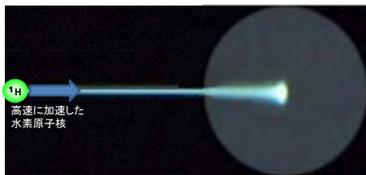
2. 小線源治療

- ・密封線源
- ・非密封線源

X線, γ線は光のようなものなので
=光子という
粒子線は質量(重さ)を持っている

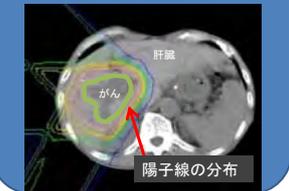
先端的放射線がん治療: 陽子線治療

- がん(悪性腫瘍)に対する放射線治療の新技术
- 正常組織をすり抜け、がん病巣で陽子線が止まる
- X線による放射線治療よりも効果が高く、副作用が少ない



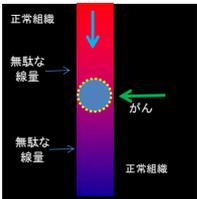
肝臓の治療例

がんの形をくり抜くように陽子線が分布
→ 正常の肝臓が傷まない



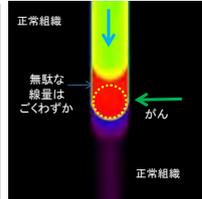
X線照射法

X線はがんを透過する

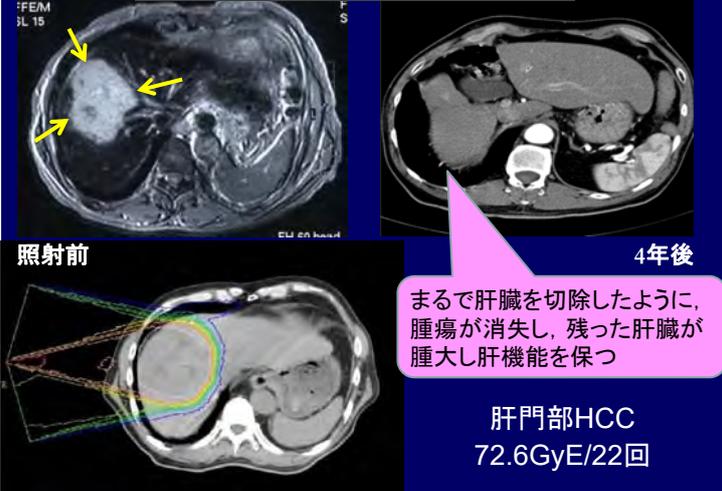


陽子線照射法

陽子線はがんにとまる



陽子線による肝細胞癌の治療



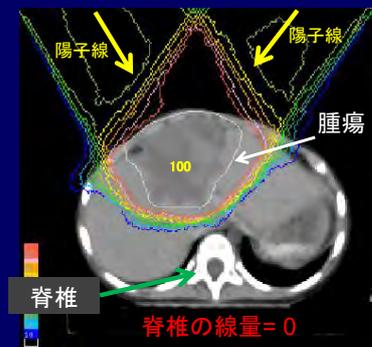
小児がんに対する陽子線治療の有用性

1歳女児の腹部に発生した肉腫

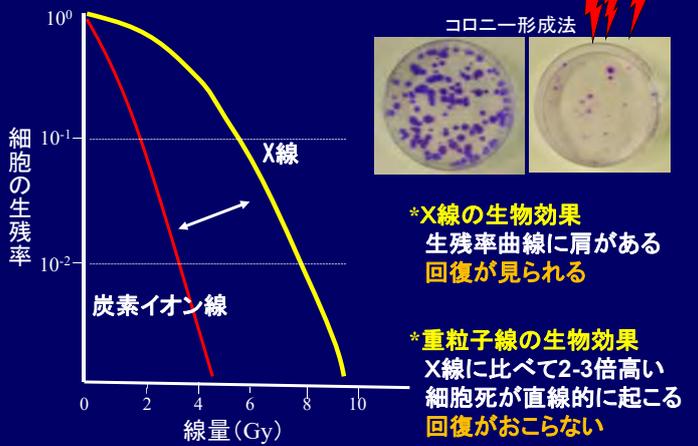
- X線治療では
- ・肝機能が温存できない
 - ・はっきりした成長障害が必発

成長障害なし

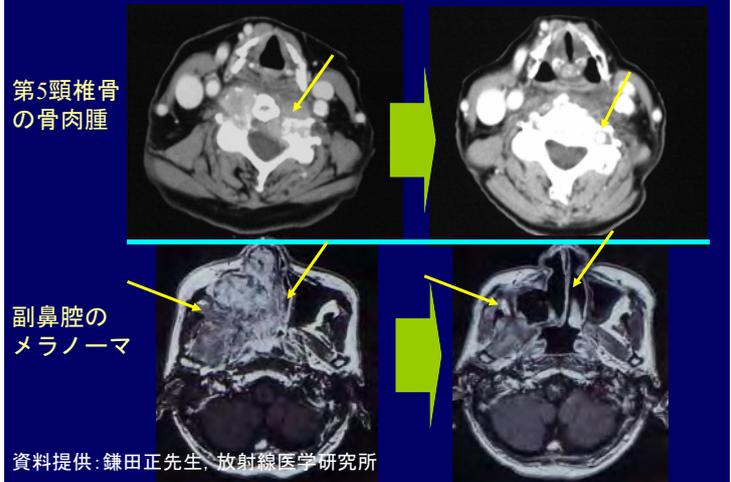
4歳



重粒子線治療の生物効果

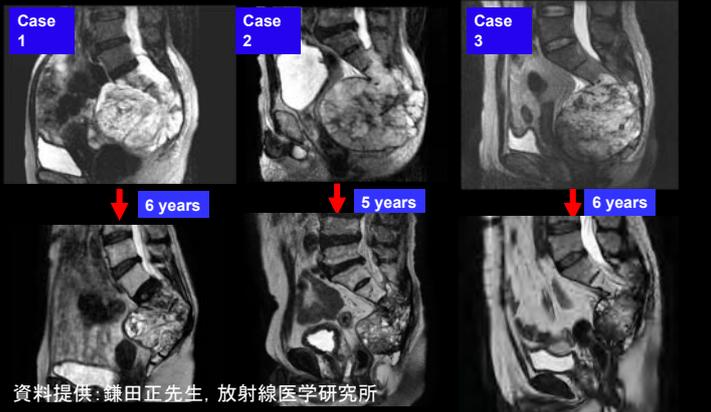


放射線抵抗性腫瘍への炭素イオン線治療の期待



仙骨の脊索腫の炭素イオン線治療例

—183例の検討で、77%の5年局所制御率—



放射線治療の種類

1. 外部照射

- ・X線(一部ガンマ線)を使う
三次元照射, 定位照射, 強度変調照射
- ・粒子線を使う
陽子線, 炭素線, 中性子線(BNCT)

2. 小線源治療

- ・密封線源
- ・非密封線源

X線, γ線は光のようなものなので
=光子という
粒子線は質量(重さ)を持っている

小線源治療とは

がんに直接線源を接触 → 正常組織をいためず
がんに多くの線量

ラジウムの発見
1898年 キュリー夫妻

ラジウムによる皮膚がんの治療



—小線源治療(密封線源)—

舌癌など頭頸部腫瘍
に対する組織内照射

肺門部早期癌
に対する腔内照射

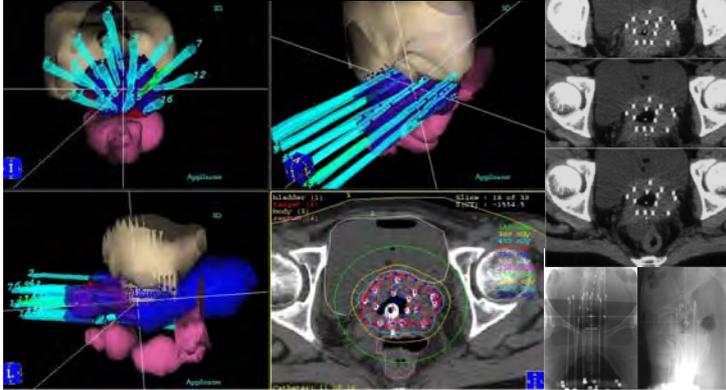
前立腺癌に対する
高線量率組織内照射



放射線治療計画は手術と同じ意味合い

- どこからどこまで根治線量で照射するか
- 正常組織をどこまで避けられるか

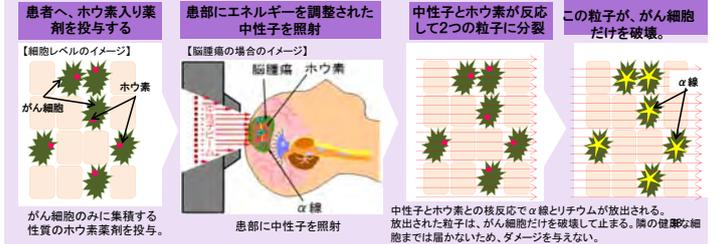
予想される治癒率とQOLのバランスを判断



次世代放射線がん治療：中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT)



BNCTの機序



- がん細胞だけに高い威力を発揮する、**がん細胞選択的粒子線治療**
- **1回の照射(30分~1時間)で治療完了する、利便性**
- **浸潤がんや多発病変、再発がんなど治療困難ながんに適応**

38



BNCTの病院内治療、先進医療化に向けて



原子炉での治療

- 不安定
- 煩雑な管理
- 原子炉規制法の規制

小型加速器を利用した、病院内で安全、安定、簡便にできるBNCT

スムーズな先進医療化、治療装置の薬事登録には、特区による規制緩和が鍵。

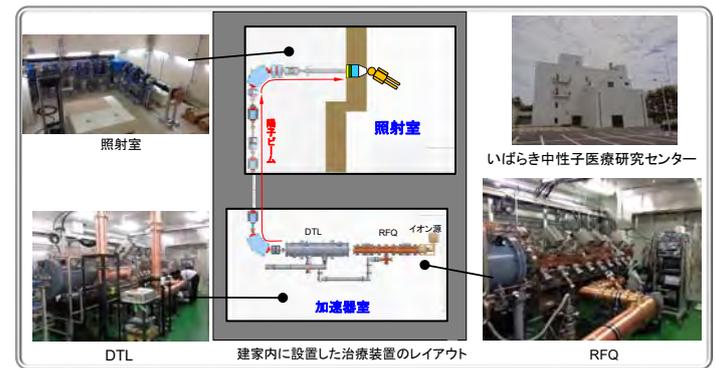
薬事登録後もフレキシブルな装置の改良・高度化が進化には必要。

臨床研究から先進医療、保険診療へ。装置の普及を目指す。

39



「いばらき中性子医療研究センター」と「中性子医学研究開発室」の整備

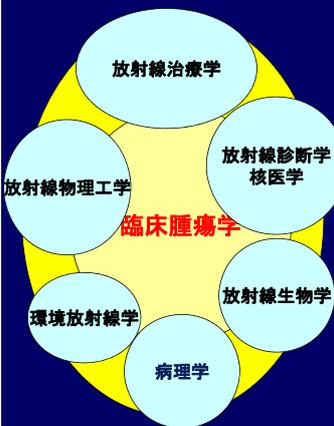


- 茨城県による「いばらき中性子医療研究センター」の整備
- 同施設に治療装置を設置し臨床研究環境を整備

40

放射線腫瘍学 Radiation Oncology

放射線腫瘍科の役割



- ・がんの総合的診療科として治療方針を討議、決定
- ・根治的治療、集学的治療が主体
- ・対症療法も大切
- ・長期的な経過観察を行い、患者への責任を果たす
- ・集学的治療を行う病棟診療を担当する

がんの放射線治療・陽子線治療の現状と将来

筑波大学・医学医療系・放射線腫瘍学
筑波大学・陽子線医学利用研究センター
櫻井英幸



筑波大学附属病院
University Hospital of Tsukuba



あらゆる放射線治療が可能
治療の選択肢は、国内唯一

- ・世界でも有数の陽子線治療施設の診療
- ・3D-CRT (3次元原体照射法)
- ・SRS (定位手術的照射法)
- ・SRT (定位放射線治療)
- ・IMRT (強度変調放射線治療)
- ・IGRT (画像誘導放射線治療)
- ・Particle beam therapy (粒子線治療)
- ・Brachytherapy (小線源治療)
- ・BNCT (硼素中性子捕捉療法)
- ・Hyperthermia (温熱療法)

国際的な研究活動が可能で
世界への扉

放射線治療は

・たくさんの疾患を対象

がんの総合的診療，総合的な診断能力が養える

・多様な治療目的

多様性，多目的（根治，対症，姑息...）

・放射線治療の中でもたくさんの選択肢

利用できる新しい装置が増えている

- ・機械の進歩が大事なのではなく，機械を使う医師が人や病気をよく理解していることが重要
- ・患者さんの視野に立って，大きな視点で個々の患者の治療を考えられることが重要

この仕事の魅力

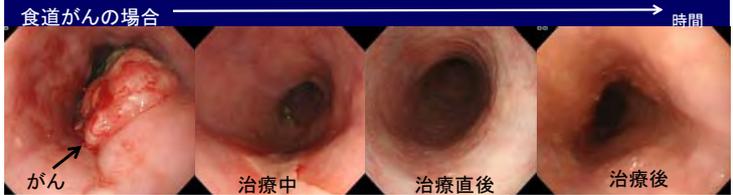
がん治療への患者の要望に答えられること
「あとかたもなくがんを消してほしい」

放射線治療では

痛みや苦痛が少なく，形態と機能が残る

放射線腫瘍医として

がんが治った感覚，がんを治した感触が残る



高齢化社会をむかえ癌治療は
放射線治療の役割が大きくなります

新しい放射線治療は
ひとにやさしく，がんにきびしい

学生のみなさん，興味を持ってください



平成 29 年度 アドヴァンストコース

JUST DO IT !

放射線災害医療をサーバイメータで切り拓く

日時：平成 29 年 9 月 8 日（金）

コーディネーター： 榮 武二

磯辺 智範

櫻井 英幸

関本 道治

森 祐太郎

平成 29 年度 アドヴァンストコース案

開講希望日： 平成 29 年 9 月 8 日 (金)

コース名称： JUST DO IT! 放射線災害医療をサーベイメータで切り拓く

対象学年： M4, 修士 受入人数 20 名

コーディネーター： 榮 武二, 磯辺智範, 櫻井英幸

一般学習目標： (100字程度) _____

放射線災害が発生した場合の緊急被ばく医療についての知識を深める。また、

医療機関における患者受入れ準備（養生・放射線汚染の有無、空間線量測定等）に

関する理解を深める。

授業概要・内容・時間割

時 限	学習項目	担当教員	keywords
1	放射線災害における対応	関本道治	緊急被ばく医療, 放射線災害
2	放射線災害における 線量計の種類と取扱い方法	森 祐太郎	サーベイメータ, 個人被ばく線量計
3	実 習 (養生・クイックサーベイ)	榮 武二 磯辺智範 関本道治 森 祐太郎	放射線災害時の受入れ, 養生, 放射線汚染, クイックサーベイ
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

締切り：平成 29 年 5 月 19 日 (金) 提出先：PCME 室 (担当 菅江・瀧本)

お問合せ等は PCME 室

(担当：菅江、瀧本、メール：curmang@md.tsukuba.ac.jp、内線：3002) までご連絡ください。

「放射線災害における対応」

筑波大学医学医療系
放射線健康リスク科学

関本 道治

放射線災害における対応

平成29年度 アドヴァンストコース

「JUST DO IT! 放射線災害医療をサーベイメータで切り拓く」

平成29年 9月 8日 (金)

放射線災害とは？



- 原子力施設における原子力緊急事態
 - 原子力緊急事態に至らない場合
 - 放射性物質取扱施設等における汚染や被ばくを生じる事故
 - 放射性物質の輸送中にも事故で生じた被害
- ✓ 放射性物質を取り扱っている施設で、放射線や放射性物質の種類・量・化学的性状は様々
- ✓ 事故の状況によって放射線災害の様相が大きく異なる

緊急被ばく医療とは

- 放射線災害（原子力災害・放射線事故）により発生する被ばく患者或いは放射性物質による汚染を伴う救急患者に対する医療



緊急被ばく医療マニュアル作成の手引き
(財団法人原子力安全研究協会) より引用

単位

ベクレル(Bq)

放射性物質が放射線を出す能力を表す単位

1ベクレルとは、1秒間に一つの原子核が壊変(崩壊)することを表します。例えば、370ベクレルの放射性カリウムは、毎秒370個の原子核が壊変して放射線を出しカルシウムに変わります。

※壊変(崩壊)とは原子核が放射線を出して別の原子核に変わる現象のことです。



グレイ(Gy)

放射線のエネルギーが

物質や人体の組織に吸収された量を表す単位
放射線が物質や人体に当たるともっているエネルギーを物質に与えます。1グレイとは、1キログラムの物質が放射線により1ジュールのエネルギーを受けることを表します。

シーベルト(Sv)

人体が受けた放射線による影響の度合いを表す単位

放射線を安全に管理するための指標として用いられます。

被ばくの区分

職業被ばく	作業者が業務の過程で受ける被ばく
医療被ばく	診断・治療に伴う患者さんの被ばく (医学・生物学的研究のボランティアとしての被ばく、患者さんの介護に伴う被ばくも含む)
公衆被ばく	職業被ばく、医療被ばく以外の被ばく

職業被ばく・公衆被ばくに対する線量限度

職業被ばく

実効線量	100 mSv / 5年 (ただし、50 mSv/年を超えないこと)
水晶体の等価線量	150 mSv / 年
皮膚の等価線量 (1 cm ²)	500 mSv / 年
手および足の等価線量	500 mSv / 年
妊婦の腹部表面の等価線量	2 mSv / 妊娠期間 (申告の場合)

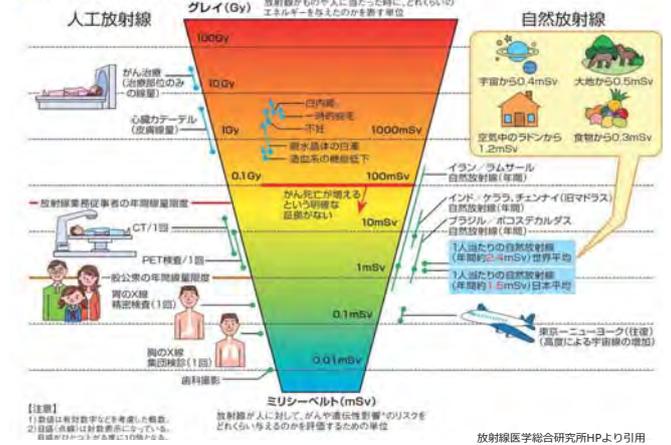
職業被ばく・公衆被ばくに対する線量限度

公衆被ばく

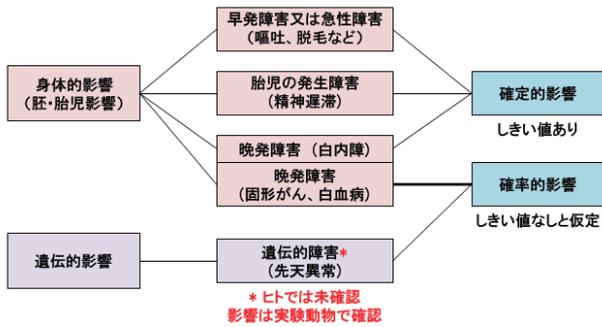
線量限度	1 mSv / 年 *
緊急時被ばくの状況における線量限度	20~100 mSv / 年 **
事故収束後の状況における線量限度	1~20 mSv / 年 **

* ICRP (国際放射線防護委員会) 1990年勧告
 ** ICRP H23.3.21声明

◆身の回りの放射線被ばく

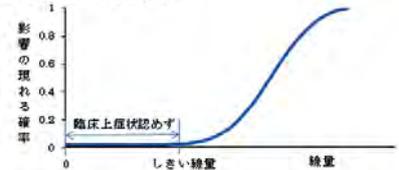


身体的影響と遺伝的影響

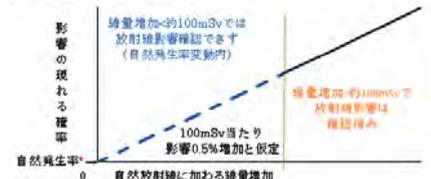


(注) 低線量では晩発影響(固形がん、白血病)のリスク寄与に注目

確定的影響(嘔吐、脱毛など)



確率的影響(がん、白血病など)



(注)* がん死亡の自然発生率は、年間10死亡のうち約3(確率 約30%)

緊急被ばく医療の特徴

- 低頻度の事象に対する医療である
発生頻度が圧倒的に少ない
- 放射性物質や放射線に対する不安感がある
放射線は五感を感じることができない
- 放射性物質による汚染や放射線による被ばくの測定が比較的容易である
適切な測定器を用いることで物理的な測定が可能

我が国の緊急被ばく医療体制

- 原子力施設における原子力緊急事態の発生時
 - 原子力緊急事態に至らない場合
 - 放射性同位元素の使用施設において発生が予測される放射線被ばく者または放射能汚染者
 - 緊急時の混乱に伴う一般的傷病者等
- 医療措置全般
- ✓ 周辺住民のほか、原子力施設従事者や防災業務関係者も含む

我が国の緊急被ばく医療体制

- i. 救護所等における対応
- ii. 原子力機関における対応
- iii. 初期被ばく医療機関における対応
- iv. 二次被ばく医療機関における対応
- v. 三次被ばく医療機関における対応

i. 救護所等における対応

- ・ 周辺住民等を対象に、除染等の処置を要する者のふるい分け（スクリーニング）及び被ばく線量の推定、体表面汚染や甲状腺等体内の汚染レベルを測定
- ・ 避難所等に到達するまでの汚染状況を把握するとともに、汚染の程度に応じて、拭き取りを中心とした簡易除染等の処置や医療機関への搬送の決定を行う

ii. 原子力機関における対応

- ・ 被ばく患者の応急措置、簡易測定等による汚染の把握（サーベイランス）、スクリーニングと被ばく線量の測定
- ・ 除染や汚染拡大防止の措置を行い、被ばく線量等に応じて、迅速に被ばく患者を緊急被ばく医療機関へ搬送

iii. 初期被ばく医療機関における対応

- ・ 原子力施設近隣において汚染の有無にかかわらず搬送されてきた患者に対し、一般の救急診療の対象となる傷病への対応を含む初期診療を行う
- ・ 放射性物質による汚染がある場合、拭き取りや脱衣等の簡単な除染や救急措置を行えるような診療機能や設備等を有することが必要

iii. 初期被ばく医療機関における対応

1. 原子力施設における初期被ばく医療

- ・ 心肺蘇生や止血など、可能な範囲での応急処置
- ・ 創傷汚染、体表面汚染の除染など
- ・ 安定ヨウ素剤の投与、キレート剤などの投与
- ・ 汚染の拡大防止、搬送関係者の被ばく防止

2. 医療機関における初期被ばく医療

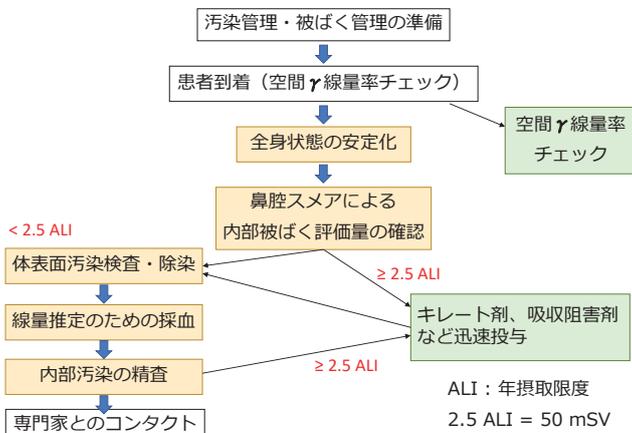
- ・ 中性洗剤、除染用乳液などによる頭髮・体表面などの放射性物質の除染
- ・ 救急処置（汚染創傷に対する処置も含む）
- ・ 局所被ばく患者の診療
- ・ 線量評価のための生体試料（血液、尿など）の採取
- ・ 安定ヨウ素剤の投与

iii. 初期被ばく医療機関における対応

3. 避難所などで周辺住民などを対象とする初期対応

- ・ 体表面汚染レベルや甲状腺被ばくレベルの測定
- ・ 避難した周辺住民などの登録とスクリーニングレベルを超える住民などの把握
- ・ 放射線による健康影響についての説明
- ・ 拭き取りなどの簡易な除染処置、医療機関への搬送

病院における緊急被ばく医療 フローチャート (例)



iv. 二次被ばく医療機関における対応

- 初期被ばく医療機関で対応困難な被ばく患者に、線量測定、除染措置及び専門的な医療対応を必要に応じて行う
- 二次被ばく医療機関では、汚染創傷の治療等を行うとともに、地域の実情に応じてシャワー等による除染、汚染状況及び被ばく線量の測定を行う。また、局所被ばく患者、高線量被ばく患者等の診療を行う

v. 三次被ばく医療機関における対応

- 東西の2ブロックに分け、放射性物質や放射線による被ばくに対する高度専門医療を担える機関（ブロックの三次被ばく医療機関）を指定し、被ばく患者に対し遅滞なく、必要かつ十分な被ばく医療を実施
- 関係機関の協力により詳細な線量評価を行う



医療機関における対応

- 受け入れ準備
資機材の準備・養生、受け入れ区域の養生、空間線量測定
- 患者受け入れ
核種の種類・量・汚染部位の把握、汚染状況の周知
- 処置中
医療スタッフのサポート、除染の把握
- 処置後
区域からの退出サポート、汚染拡大防止
- 区域解除
養生の撤去、汚染有無の確認、空間線量把握

養生

放射線汚染の汚染拡大防止を目的に、管理区域を定め、放射線汚染の拡大を防ぐため、あらかじめビニールシートやろ紙などで廊下、壁、医療資機材などを覆うこと



放射線汚染に限らず、感染対策にも応用できる

防護服 汚染の防護のみで、被ばくは防護できない



鈴木元監修：基礎からわかる被曝医療ガイド、日経メディカル開発より引用

「放射線災害における 線量計の種類と取扱い方法」

筑波大学医学医療系
放射線健康リスク科学

森 祐太郎

放射線災害における 線量計の種類と取扱い方法



筑波大学 医学医療系
放射線健康リスク科学
森 祐太郎

放射線の測定



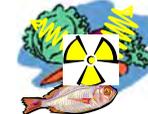
空気中の放射線量



物に付着した放射性物質



放射能の濃度



食品の放射能



個人の被ばく

どんな場所で、どのような目的で、何の線量を測定するかによって測定器を選択しなければならない

測定の原理

電離を利用する

- 電離箱
- GM管
- Ge半導体検出器
- Si半導体検出器

放射線

放射線が原子または分子に当たると陽イオンと電子に分かれる(電離)

このイオンが電極に入ると電流が流れる。

励起を利用する

- NaI(Tl)シンチレータ
- TLD
- 蛍光ガラス線量計

放射線

光

原子または分子に放射線が当たると物質内の電子を受け取って高いエネルギー状態になる(励起)

このエネルギー状態が元に戻る(基底状態になる)とき光を放出

測定器の種類

1. サーバイメータ



2. 個人線量計



3. スペクトロメータ



サーバイメータの役割

□ 空間線量の測定



長野県山形村HPより引用
(http://www.vill.yamagata.nagano.jp/forms/info/info.aspx?info_id=22079)

□ 表面汚染の測定



除染特別教育(実技科目)動画教材7(表面汚染密度の測定)
(<https://www.youtube.com/watch?v=RZuQN47Op0>)

サーバイメータ

□ GM式

□ シンチレーション式

□ 電離箱式

GM式サーベイメータ

- 測定線種：β線、γ線
- 測定範囲：0～999,999 cpm
- 用途：主に表面汚染を測定

マイカ窓

✓β線を透過し、製造過程の加熱に耐える材料として、マイカが貼られており、外側にはそれを守るメッシュ構造となっている。



アルゴンや有機ガス

✓測定器内に入った放射線は、内部のアルゴンガスをイオン化する。その後、陽イオンと電子はそれぞれ陰極、陽極に加速して引き寄せられる過程で増幅され、電流となる。

計測部

✓発生した電流パルスを計測し、計算した値を表示。

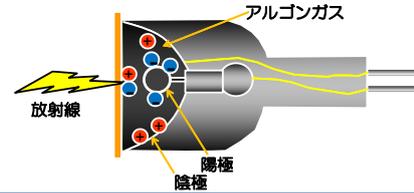
□ 安価で感度が高い。

□ 放射線が何回入ったかという数を測定する (CPM)。つまり、**Svで測定はできない**。



筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

GM式の測定原理



1. 放射線が測定器に入ると、検出器内に満たされた**アルゴンガスがイオン化**し、陽イオンと陰イオンに分けられる。
2. 検出器内には**高い電圧**がかけられているため、電子は陽極に、陽イオンは陰極に引きつけられる。
3. 加速された電子がガスに当たると、さらに新しいガスが電離する (**ガス増幅**)。増幅された電子やイオンが電極に集まり電流となる。
4. 電流は**パルスとして検出**され、そのパルスの数を測定することで、どれくらいの数の放射線が入ったかを測定できる。



筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

シンチレーション式サーベイメータ

- 測定線種：γ線
- 測定範囲：0.01～30 μSv/h
- 用途：主に空間線量率を測定 (環境)

計測部

✓発生した電流パルスを計測し、計算した値を表示。
✓Sv単位で表示可能である。



シンチレータ

✓放射線が当たると、中の物質 (NaIなど) がイオン化して、元に戻る際に光を放つ (シンチレーション光)。

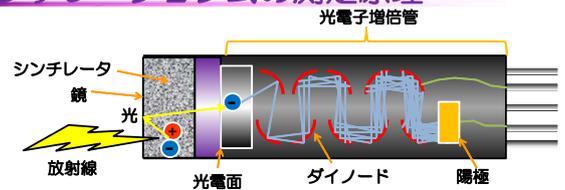
□ 高価だが、放射線の量とエネルギーの大きさを感度良く測定可能である。

□ **Sv単位で直接表示が可能**である。



筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

シンチレーション式の測定原理



1. 放射線が測定器に入ると、シンチレータ内の物質を陽イオンと電子に**イオン化**する。そのイオンが元に戻る際、**光を放出**する (シンチレーション光)。
2. この**光を鏡によって集め**、光電面を通過させる。**光電面では光を電子に変換**する。
3. 変換された電子は、**光電子増倍管ダイノードに当たるたびに、倍々に増幅**されていく。その増幅された電子が陽極に集まり、電流となる。
4. 電流はパルスとして検出され、そのパルスの数と大きさから、放射線の量と大きさを測定できる。

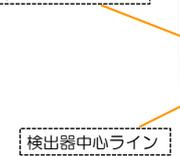


筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

電離箱式サーベイメータ

- 測定線種：X線、γ線
- 測定範囲：0.1 μSv/h～1.0 Sv/h
- 用途：主に空間線量率を測定 (環境)

β線遮蔽キャップ



検出器中心ライン



(http://gene4.agri.kagoshima-u.ac.jp/~r/main_facilities.html)

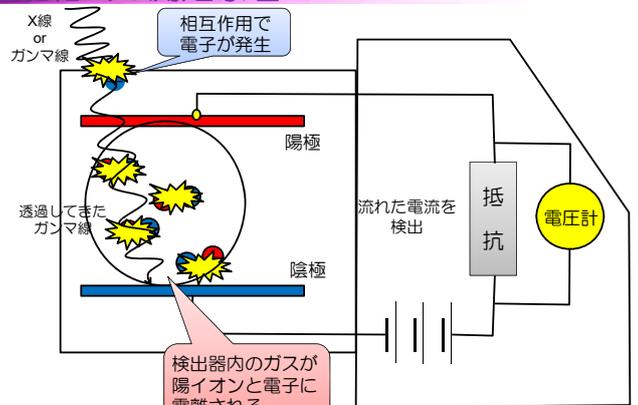
□ **Sv単位で直接表示が可能**である。

□ 特に線量率の高い領域の測定に用いられる。



筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

電離箱式の測定原理



筑波大学 医学 アドヴァンストコース
@共同利用棟B 201, 2017.9.8 (金)

測定器の種類

1. サーバイメータ



2. 個人線量計



3. スペクトロメータ



個人被ばく線量計の役割

- “個人”の被ばく線量を管理するための線量計。
- 管理区域に立ち入るスタッフは常に身につける必要があるため、小型な物が多い。

最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が頭・頸部

男性：胸

女性：お腹



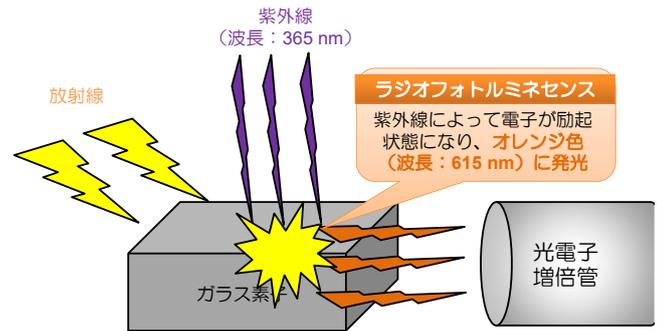
生殖機能や胎児への放射線影響を考慮

(PRESENT STATUS OF Spring-8, Volume 14(3), 197-198, 2017, Fig.1より引用)

個人被ばく線量計の種類

測定器	検出部	測定方式	線量範囲	フェーディング	備考
フィルムパッチ	フィルム	黒化度	0.1~100 mSv	大	可視的記録可能 結果を得るのに 時間がかかる
OSL線量計	酸化アルミニウム	光刺激 蛍光測定	0.01 mSv ~10 Sv	小	繰り返し測定可能
蛍光ガラス線量計	蛍光ガラス素子	紫外線刺激 蛍光測定	0.01mSv ~11 Sv	小	繰り返し測定可能
熱ルミネセンス線量計	TLD素子	加熱刺激 蛍光測定	素子による 【例】 (LiF) 0.1 mSv ~10 ³ Sv (CaSO ₄) 0.01 mSv 10 ² Sv~	素子による	読み取り1度
電子線量計	半導体など	パルス測定	検出部による	—	積算線量測定に適する
固体飛跡検出器	絶縁体固体	固体損傷 エッチング	熱中性子 ~15 MeV高速 中性子	中	可視的記録可能

蛍光ガラス線量計



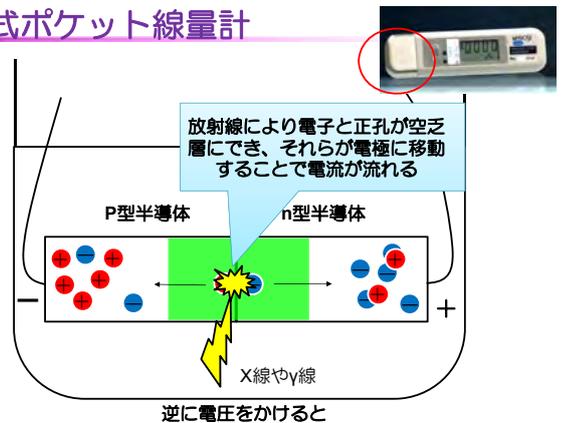
蛍光ガラス線量計



- X・γ線 0.01 mSv ~ 10 Sv
- β線 0.1 mSv ~ 10 Sv
- 中性子 0.1~60 mSv

検出器	線量範囲	検出率	線量率	線量率
1	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
2	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
3	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
4	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
5	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
6	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
7	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
8	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
9	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
10	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
11	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
12	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
13	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
14	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
15	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
16	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
17	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
18	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
19	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
20	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
21	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
22	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
23	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
24	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
25	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
26	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
27	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
28	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
29	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
30	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
31	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
32	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
33	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
34	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
35	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
36	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
37	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
38	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
39	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
40	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
41	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
42	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
43	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
44	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
45	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
46	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
47	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
48	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
49	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1
50	0.01~10 Sv	0.1	0.1	0.1

電子式ポケット線量計



電子式ポケット線量計の利点

(利点)

- デジタル表示で、測定結果はいつでも直読できる
- 1 cm線量当量で読める
- 1~9999 μSvが測定でき、特殊なものでは0.01 μSvまで測定できるものもある
- 小型で軽量である
- 小容積でも非常に高感度が得られる
- 方向依存性は少ない

(欠点)

- エネルギー依存性が比較的大きい
- 電池の交換に注意が必要である

測定器の種類

1. サーバイメータ



2. 個人線量計

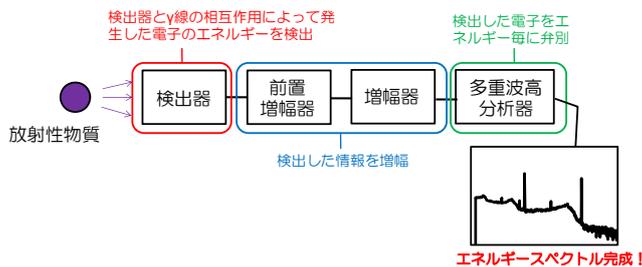


3. スペクトロメータ

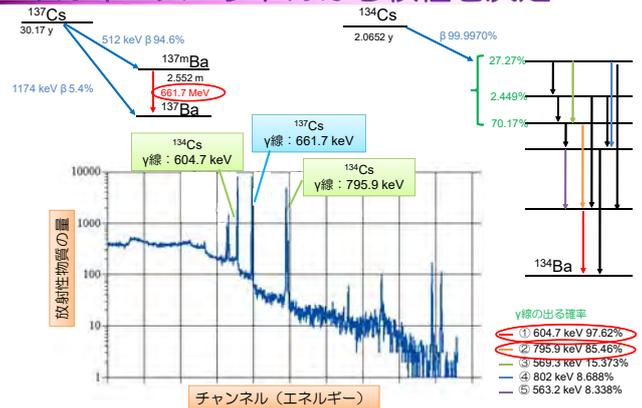


スペクトロメータの役割

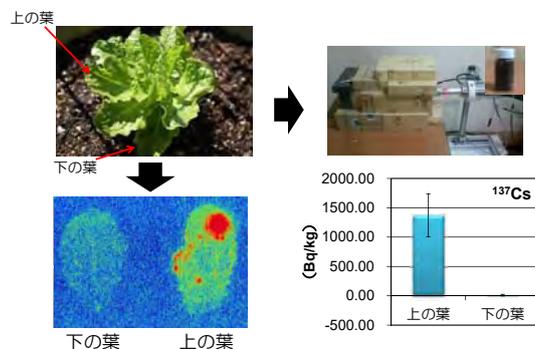
- 放射性物質からのγ線は、それぞれに固有のエネルギーを持っている。
- そのエネルギー分布 (スペクトル) を測定すれば放射性核種の種類や放射エネルギーがわかる。



エネルギースペクトルから核種を決定



測定例：サンチュ@みどりの



ベクレル (Bq) からシーベルト (Sv) へ変換!

サンチュから「¹³⁷Cs:1500 Bq/kg (規制値 100)」検出された。
2 kg食べたら何Sv?

$$\text{実効線量 [Sv]} = \text{摂取量 [Bq]} \times \text{実効線量係数 [Sv/Bq]}$$

実効線量係数 (BqをSvに変身させる!)

	¹³⁷ Cs	Sv/Bq (×10 ⁻⁶)
乳児 (3ヶ月)		0.020
幼児 (1歳)		0.012
子供 (2-7歳)		0.0096
成人		0.013

本データはICRPが定めた作業員について (Pub.68) 及び一般公衆 (Pub.72) を採用。

$$\text{解)} \quad ^{137}\text{Cs} : (1500 \text{ Bq/kg}) \times (2 \text{ kg}) \times (0.013 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}) = 0.000039 \text{ Sv}$$

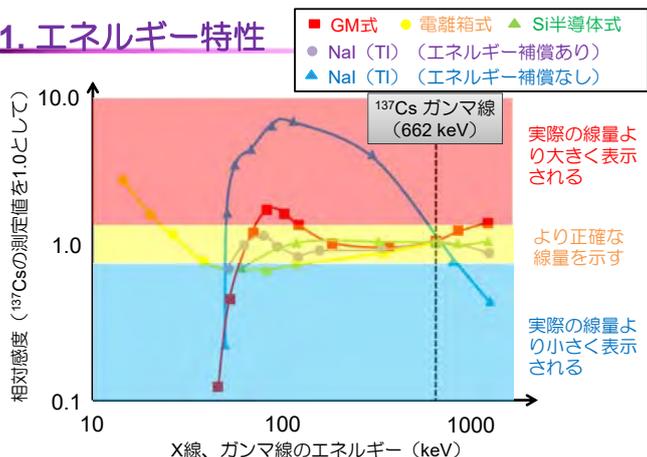
→ 1 mSv (0.001 Sv) に達するには、
「0.001 Sv ÷ 0.000039 Sv/kg = **25.6 kg** のサンチュを食べる

測定において重要なこと

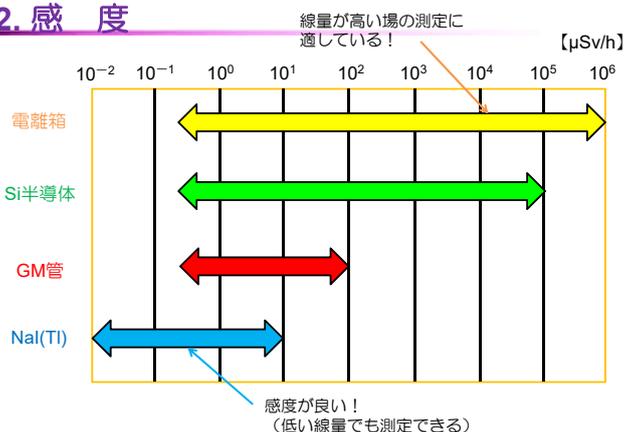
測定器の特性を知ろう

1. エネルギー特性
2. 感 度
3. 方向依存性

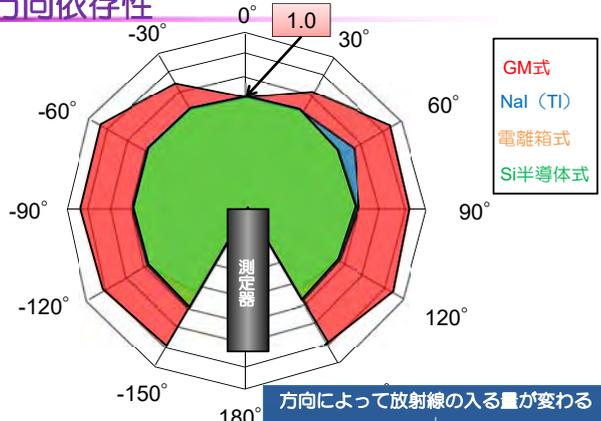
1. エネルギー特性



2. 感 度



3. 方向依存性



測定の際の注意点-1

(1) 測定器を選ぶ

- 測定する場所、放射線の量、放射線のエネルギー等によって測定器を使い分ける

(2) 正しいレンジを使用する

- レンジとは目盛りの範囲。

高い線量でレンジが小さい 低い線量でレンジが大きい 最適なレンジで測定!

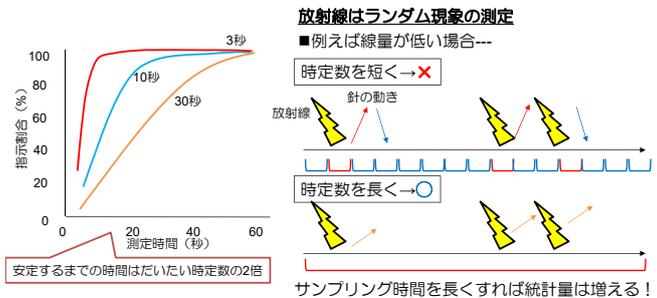


- ただし、最新機種では自動でレンジで合わせてくれる測定器も多い---

測定の際の注意点-2

(3) 時定数の設定

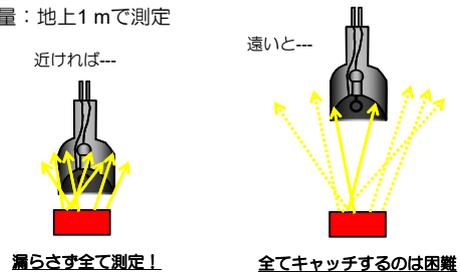
- 時定数とは「放射線を計測しはじめてから一定の測定値になるまでの速さ」（針が変化するスピード）



測定の際の注意点-3

(4) 測定する位置 (高さなど)

- 測定する位置がバラバラだと、他の測定値と比較できないので、あらかじめ高さを決めておく必要がある。
- 表面汚染：できるだけ汚染箇所近くで測定 (Ex: 1 cm / 5)
- ⇒ 空間線量：地上 1 m で測定



測定の際の注意点-4

(5) 繰り返し測定し、平均値をとる

- 放射線が測定器に入ってくる量は一定ではないので、値がバラつく。
- できるだけ真の値に近づくように、繰り返し測定して平均値を出す必要がある。

(6) 校正定数

- 自分が使っている測定器が正しく放射線を検出しているか標準の測定器と比較する (校正する) 必要がある。
- 校正された測定器には校正定数があるので、指示値に校正定数を掛けることによって正確な線量が得られる。

校正とは?

例えば物の長さを測るとき・・・



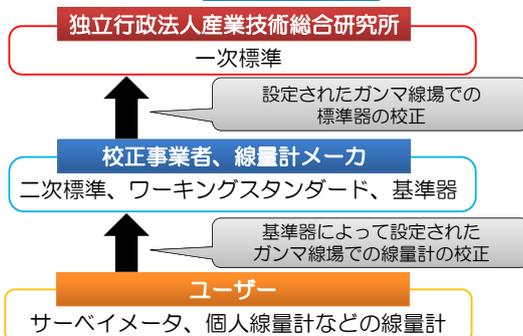
証明するには 国で定められた標準の定規の長さは正しく1m? → 1mと比較

放射線の検出器も、標準となる検出器の値と比較する必要がある

これが“校正”

トレーサビリティ

- とは言っても、全ての定規を国の基準となる定規と比較するのは大変・・・→ そこでトレーサビリティ!



校正の方法～空間線量測定器～



$$\text{校正定数} = \frac{\text{基準値}}{\text{校正したいサーベイメータでの測定値}}$$

測定器の使い方

GM管式サーバイメータ (TGS-133を例に説明)



GM管式サーバイメータ (TGS-133を例に説明)

□ 使用前点検

① GM管式サーバイメータのプローブをラップでカバー

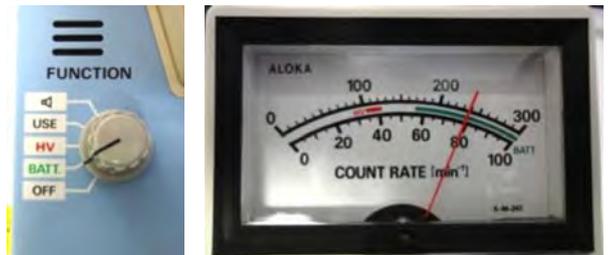
ラップが汚染した場合、新しいものと交換し、汚染したものは放射性廃棄物として取り扱う。



GM管式サーバイメータ (TGS-133を例に説明)

□ 使用前点検

② バッテリーチェック



GM管式サーバイメータ (TGS-133を例に説明)

□ 使用前点検

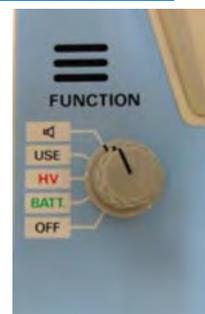
③ HVチェック



GM管式サーバイメータ (TGS-133を例に説明)

□ 基本操作

① FUNCTIONつまみを【USE】



GM管式サーバイメータ（TGS-133を例に説明）

□基本操作

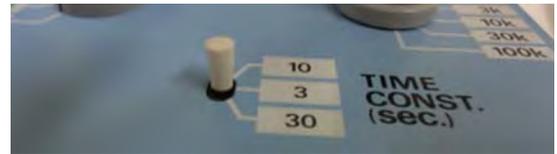
②COUNT RATEの選択



GM管式サーバイメータ（TGS-133を例に説明）

□基本操作

③時定数（TIME CONST）の選択



GM管式サーバイメータ（TGS-133を例に説明）

□基本操作

④指示値の読み方



GM管式サーバイメータ（TGS-133を例に説明）

□注意事項

- ① 検出器部分は破損しやすいので、注意して取り扱う
- ② サーバイメータは常温、低温度の場所で保管し、**一定期間で校正点検**を行う
- ③ 長時間使用しない時は、乾電池を取り出して乾燥した場所に保管する
- ④ 消耗した電池を交換しないで長時間放置した場合、電解液の漏出により電池ホルダー端子の腐食、その他の故障の原因となることがある

個人被ばく線量計（ポケット線量計を例に説明）

- ① 電池挿入部にリチウム電池が挿入されていることを、確認（電池の向きに注意）



個人被ばく線量計（ポケット線量計を例に説明）

- ② 【電源スイッチ】を約3秒間押しと電源が投入
ディスプレイ上には、以前まで記録された積算線量が表示



個人被ばく線量計（ポケット線量計を例に説明）

- ③ 積算線量をリセットしたい場合、一度【電源スイッチ】を約3秒間押して、電源を落とす
- ④ 【電源スイッチ】を約10秒間以上押して、積算線量のリセット



ポケット線量計 注意事項

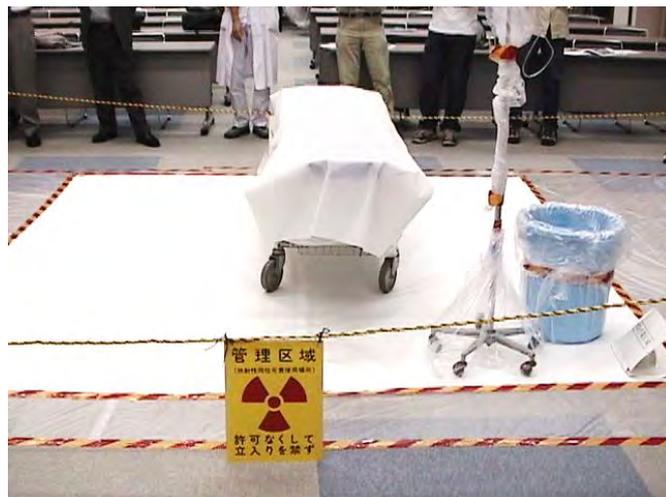
- ① ポケット線量計は、使用する型により使用可能エネルギー領域が存在するので、予めエネルギー領域の確認を行い、分類分けをする
- ② ポケット線量計を装着する場合、落下防止のため、掛け紐をつけることを推奨
- ③ ポケット線量計の検出部分の向きに注意する(デジタル表示側が体表面と接する向きにして、術衣の中に身に付ける)
- ④ 基本的に、男性は胸部、女性は腹部の位置にて使用
- ⑤ 強い電波が放出される機器(例：携帯電話、PHS等)がポケット線量計の近くに存在すると、誤計数を招くため、注意が必要

実 習：

- ① 養 生（管理区域の設定）
- ② 医療スタッフの放射線防護
- ③ クイックサーベイ

養生

ここでいう養生とは、放射線汚染（Contamination）の汚染拡大防止を目的に管理区域を定め、放射線汚染の拡大を防ぐため、あらかじめビニールシートやろ紙などで廊下、壁、医療資機材などを覆うことを言う。養生は、放射線汚染防止に限らず、感染対策予防にも応用でき、作業終了後に養生したシートを外すことで、通常の状態に速やかに戻ることができる。



- ◆ 外で汚染検査を行う場合にも、場所を設定し養生が必要となる。



養生の手順

- ① 処置室の確保
- ② 物品の準備
- ③ 搬入口から処置室の経路の養生
- ④ 処置室の養生
- ⑤ 使用物品の養生

① 処置室の確保

診療を行う処置室は、以下の条件を満たすことが望ましい。

- ・ 搬送患者の受け渡しを行う場所から近いこと。
- ・ ストレッチャーを2台以上入れるスペース（理想は5～6台入れる広さ）があること。
- ・ 患者の動線が一般外来と分けられること。
- ・ 汚染拡大防止のために、不要な物品を処置室から搬出するため、固定された物品が少ないこと。
- ・ 部屋の出入り口は別々に2カ所以上あること。
- ・ 処置室の近くに更衣する場所を確保できること。
- ・ 汚染物の入ったポリエチレン袋棟を一時保管できる場所があること（別室でも可）。
- ・ 汚染に使用した洗浄水等を一時保管できる場所があること（別室でも可）。
- ・ 部屋の床等を防水性の滑りにくいシート等で覆うことができること。

② 養生に必要な物品（例）

- ◆ 酢酸ビニールシート
- ◆ ろ紙
- ◆ 養生テープ or 布ガムテープ
- ◆ トラテープ（放射能シール）
- ◆ トラロープ
- ◆ 管理区域標識
- ◆ はさみ
- ◆ ごみ袋

③ 搬入口から処置室の経路の養生

汚染拡大防止のため、搬入口から処置室の経路、その他考えられる動線には、汚染に対する養生を行う。

1. 搬入口から処置室の経路に酢酸ビニールシートを敷き、養生テープで止める。この際、縁やつなぎ目をしっかりテープで固定すること。また、シート内に空気が入らないようにすること。

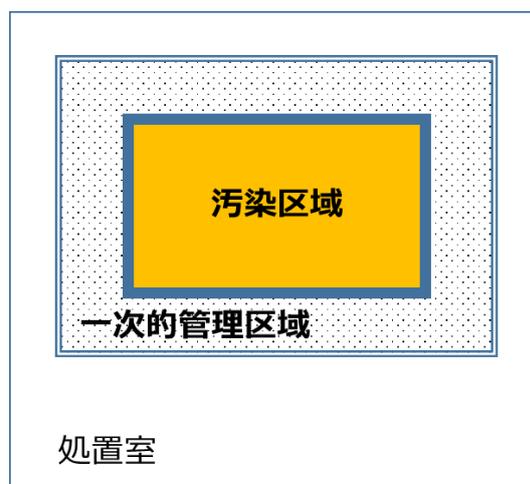


2. 汚染区域に該当する部分にポリエチレン紙を敷き、テープで固定する。



④ 処置室の養生

処置室内は、あらかじめ不要な物品を室外へ移動させてスペースを確保する。



1. 一次的管理区域場所を決め、酢酸ビニールシートを敷き、養生テープで止める。

- * 酢酸ビニールシートのつなぎ目は余裕をもって重ねること。
- * 床とシートの間は空気を抜きながらテープで止めること。

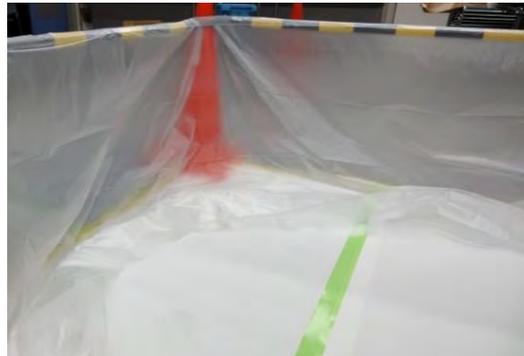
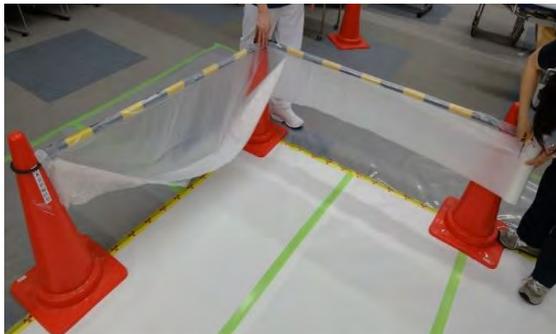


2. 汚染区域場所にポリエチレンろ紙シートを敷き、養生テープ（トラテープ）で止める。

- * ろ紙シートのつなぎ目は余裕をもって重ねること。
- * 床とシートの間は空気を抜きながらトラテープで止めること。



3. 汚染区域の境界にポールや仕切りを設置し、薄いビニールシート等で敷居の養生を行う。



* シートは内側に広げる

⑤ 使用物品の養生

*ストレッチャーの養生

1. ストレッチャーの上に防水性滅菌シート等を先に数枚敷いておく。その上からポリエチレンろ紙を敷く。



2. ストレッチャーの下部分の養生も考慮しつつ、全体を薄いビニールシートで覆う。この際、隙間なく養生を行い、養生テープで固定する。



3. 再度、寝台部分をポリエチレンろ紙を敷く。この際、ろ紙を何重にも敷くこと。



- *タイヤ部分にも養生テープを貼り、汚染拡大を防ぐこと。



*点滴台の養生

1. 点滴台全体をビニールシートで覆う。

点滴台上部は、吊るせるようにゆるみを持たせて形作る。

点滴台下部は、最低限の動作（移動等）ができることを考慮し、ゆるみを持たせる。



2. その他、不要な部分は隙間がないようにゴミ袋などを用いて、養生テープで止める。



*ゴミ箱の養生

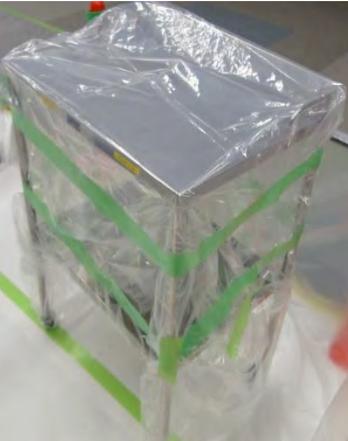
1. 上からゴミ袋で覆う。



2. その後、下からゴミ袋で覆う。蓋つきの場合、蓋も隙間なく覆う。



*カートの養生

		
1. カート全体をビニールシートで覆う	2. 小さなビニールシート（ごみ袋）で車輪部分を覆う	3. 隙間のないようにゴミ袋などで覆い、養生テープで止める

その他

- 空調および換気を止める

パウダー状の放射性物質による体表面汚染がある患者を処置する場合には、処置室内の空気が拡散するのを防ぐため、除染処置が終了するまでその部屋の空調および換気扇のスイッチを切ること。

- 処置室での汚染拡大防止は、手術室における清潔操作に準じて行う。

⑥ 処置後の対応

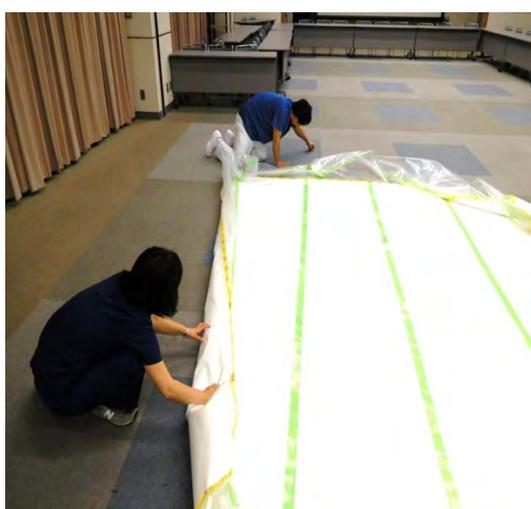
- 処置室から患者および医療スタッフが退室する際には必ずサーベイを行い、汚染のないことを確認する。
- 処置室の機器、床、壁などの汚染検査を行い、汚染のないことを確認する。

* 備品の搬出



ビニール袋を外して、サーベイメータで汚染の確認をする。汚染が無ければ、一次的管理区域外へ搬出し、汚染があれば、汚染管理区域内に置いておく。

* 養生シートの撤収



養生したシートを内側に包み、汚染物関連をゴミ袋にまとめる。

*最終確認

養生した作業場について、汚染の有無をサーベイメータで確認する。特に床や壁に汚染が拡大していないかチェックすること。

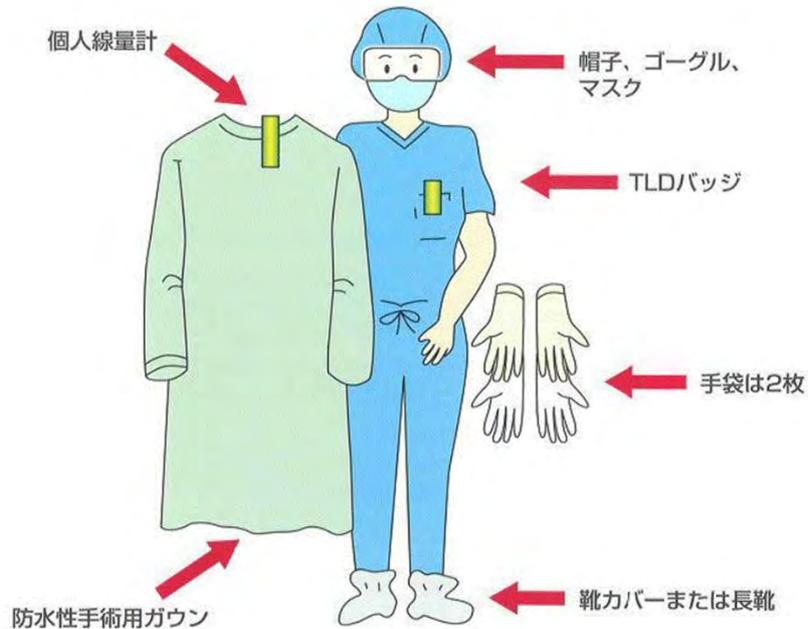
汚染がないことが確認できれば、現状復帰



汚染物に関しては、原子力事業所の放射線管理要員に撤去依頼をする。

医療スタッフの放射線防護（個人装備）

放射線汚染患者から体表面汚染、内部被ばく、外部被ばく防護を目的に、医療スタッフはディスポ術衣やガウン、ゴム手袋、個人線量計を装着する必要がある。



* 緊急被ばく医療マニュアル作成の手引き
(財団法人原子力安全研究協会)より引用

個人装備物品（例）

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• ディスポ術衣(タイベックスーツ)、ディスポガウン• ディスポキャップ• マスク• フェイスシールド• 手袋 | <ul style="list-style-type: none">• シューズカバー• 個人線量計（アラーム or 直読式）• 養生テープ• マジックペン• 椅子 |
|---|--|

個人装備の装着手順

- ① ディスポ術衣（タイベックスーツ）の装着
- ② シューズカバーの装着
- ③ ディスポガウンの装着
- ④ 個人線量計の装着
- ⑤ マスク、フェイスシールド、ディスポキャップの装着
- ⑥ 名前を明記
- ⑦ 手袋の装着

① ディスポ術衣（タイベックスーツ）の装着

② シューズカバーの装着

1. ディスポ術衣（タイベックスーツ）を
着る。

タイベックスーツ*

<http://www.bougofuku.com/syoukai/t.htm> より
引用



2. シューズカバーを履く

シューズカバーはふくらはぎまで
覆うことができるものが理想



3. タイベックスーツとシューズカバーとのつなぎ目を養生テープ等で覆う

固定は屈伸をして、弛みを付けてから

テープの固定は脱ぐことを考えて貼る



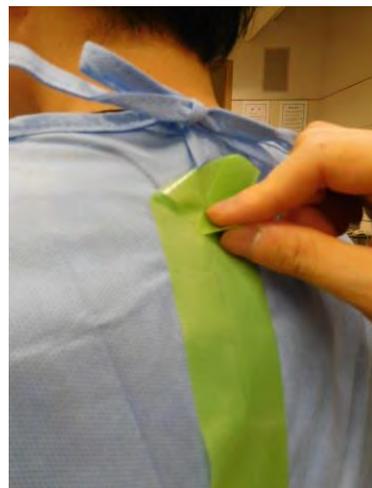
③ ディスポガウンの装着

1. ディスポガウンを着る

2. 背中のつなぎ目も養生テープで覆う

- テープの固定は可動範囲に制限が入らないように

- テープの固定は脱ぐことを考えて貼る



④ 個人線量計の装着

アラーム付または直読式の個人線量計を首からぶら下げる。

原則として、男性：胸部、女性：腹部に装着する。

- 作業中でも線量計をガウンから取り出して、線量を確認できるようにする場合には頸部着用する

⑤ マスク、フェイスシールド、ディスポキャップの装着

1. マスク、フェイスシールド（フェイスシールド付マスク）を装着する



2. ディスポキャップを装着する

マスク、フェイスシールドが別の場合

マスク → ディスポキャップ

→ フェイスシールド

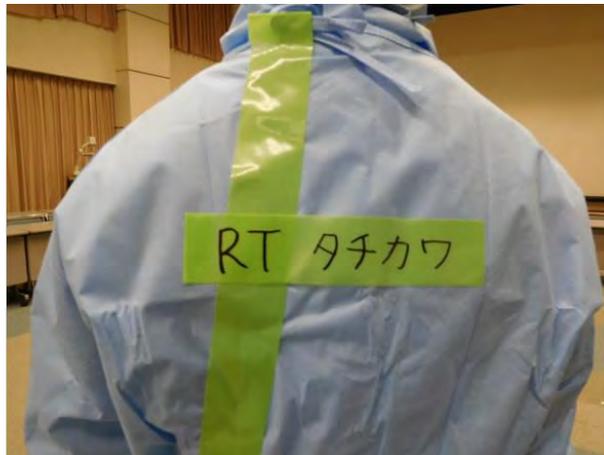
の順になることもある

キャップは聴診器を当てる場合を考慮する。

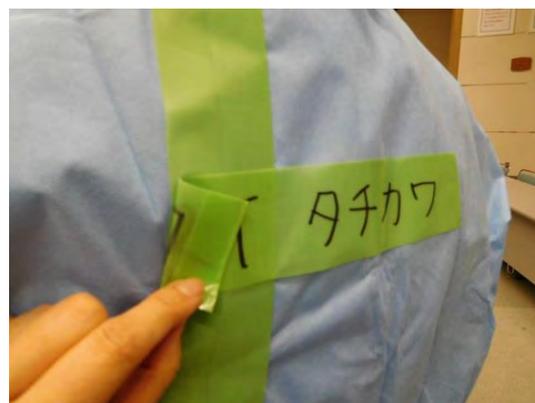


⑥ 名前を明記する

1. 前胸部と後背部にマジックで名前を大きく明記する



- テープの固定は脱ぐことを考えて貼る
- 名前とともに役割 (医師、看護師、技師)も明記する



⑦ 手袋を装着する

1. 手袋を装着し、手袋の開口部をガウン袖に養生テープで固定する



2. 2枚目の手袋を装着する

1枚目と2枚目で色を変えるか、内側の手袋の甲に○印を目立つように大きくマジックで書き視覚的に区別できるようにしておく



個人装備の脱衣手順

- ① 外側の手袋を外す
- ② 内側の手袋のテープをはがす
- ③ ディスポガウンのを脱ぐ
- ④ 個人線量計の値を確認する
- ⑤ ディスポキャップ、フェイスシールド、マスクを外す
- ⑥ シューズカバーを脱ぐ
- ⑦ 内側の手袋を外す
- ⑧ 全身のサーベイを行う

- ① 外側の手袋を外す
- ② 内側の手袋のテープをはがす

1. 外側（2枚目）の手袋を外す

外側の手袋を外し、手をサーベイ



2. 内側（1枚目）の手袋の養生テープをはがす

内側の手袋は一番最後に外す



- ③ ディスポガウンを脱ぐ
④ 個人線量計の値を確認する

1. つなぎ目等の開口部を覆った養生テープをはがす



- 外側にまるめ込むように脱ぐ

2. 個人線量計の値を確認し、記録する
線量計の値は外のスタッフに通達する

⑤ ディスポキャップ、フェイスシールド、マスクを外す

マスクがゴムの場合には、中央をつまんで左右に振り、頭部に触れずに外す



⑥ シューズカバーを脱ぐ

1. 養生した椅子に座り、片足のみシューズカバーを脱ぎ、汚染管理区域から外へ出す



2. もう片方のシューズカバーを脱ぐ



- シューズカバーを外した後は、汚染管理区域内に足をつけない
- サーベイを行った後、汚染管理区域から足を出す

- ⑦ 内側の手袋を外す
- ⑧ 全身のサーベイを受ける

1. 内側(1枚目)の手袋を外す



2. 全身のサーベイを行う
手袋を外した後は必ず手を洗う。

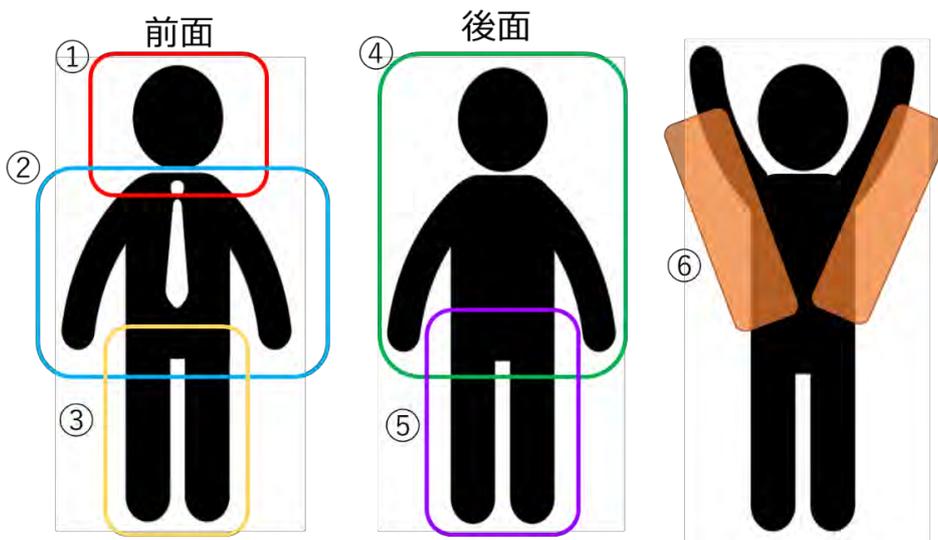
クイックサーベイ

放射能汚染のスクリーニング検査作業は、正確・迅速なスクリーニング検査を担保する必要がある。今までのスクリーニング作業は、具体的な手順がなく、スピード・動作もバラバラであり、無駄な動作が多いために疲弊するといった問題があった。そこで横須賀三浦放射線技師会 NAS（原子力災害特別派遣）チームは、1人3分間で行うスクリーニングを目的とした「セグメント法」を検討・開発した。

セグメント法*

セグメント法は、全身を6つのセグメントに分割し、一筆書きの要領でサーベイすることにより取りこぼしが無く、身体的負担を軽減し、操作・速度の安定を図ったスクリーニング方法である。

①セグメント	頭・顔・頸・肩
②セグメント	全身前面 上半身（上肢も含む）
③セグメント	全身前面 下半身
④セグメント	全身後面 頭部・上半身（上肢も含む）
⑤セグメント	全身後面 下半身（靴底も含む）
⑥セグメント	上肢・腹部側面とその他



*横須賀三浦放射線技師会 NAS チーム:セグメント法マニュアルより引用

方法

1. ①セグメント：頭、顔、頸、肩 (20秒)

上肢を身体側につけ、手の甲をやや前方へ向ける。

顔面→右肩→頭部（右側面）
→頭部（頭頂部）→頭部（左側面）→左肩



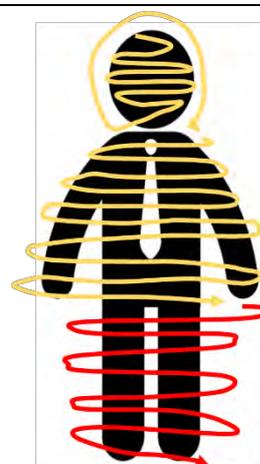
2. ②セグメント：全身前面 上半身（上肢も含む） (40秒)

①セグメントから連続で、しゃがみながら上半身（上肢・手の甲を含めて）をサーベイ。



3. ③セグメント：全身前面 下半身 (30秒)

②セグメントから連続で、下半身をサーベイ。
側面も含めて、足先まで行う。



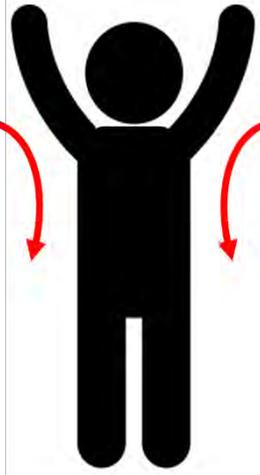
4. ④セグメント：全身後面 頭部・上半身（上肢も含む）（30 秒）

<p>被験者に回れ右をしてもらう。</p> <p>一度立ち上がり、頭部後面から再度しゃがみながらサーベイ。</p> <p>頭部・上肢の側面は①、②セグメントで測定済みのため、後面のみサーベイ。</p>	
--	---

5. ⑤セグメント：全身後面 下半身（靴底も含む）（30 秒）

<p>④セグメントから連続で、下半身をサーベイ。</p> <p>下半身側面は③セグメントで測定済みのため、後面のみサーベイ。</p> <p>被験者には、片足ずつ踵を上げてもらい、足の裏まで測定する。</p>	
---	--

6. ⑥セグメント：上肢・腹部側面とその他（30 秒）

<p>被験者に両手をあげてもらおう。</p> <p>サーベイ測定者は立ち上がり、上肢内側と両脇、腹部側面をサーベイ。</p> <p>その他、気になる部分をサーベイ。</p>	
--	---

＊測定前の準備

- 1) 必要物品リストを参考に資機材の準備を行う。
- 2) クイックサーベイを行う作業場として、なるべく動線が一方通行になり、サーベイ作業が十分に行えるスペース（8畳以上）を確保する。
- 3) 各種サーベイメータの使用前点検を行う。
- 4) GM 管式サーベイメータを用いてバックグラウンド（B.G.）の測定を行う。レンジは指針がメータ中央付近を指すように設定する。時定数は基本 10 s で、測定状況に応じて使い分ける。設定した時定数の 3 倍以上の時間が経過してから、指針の振れの中央値を 3 回読み取り、平均値を記録する。
- 5) NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータを用いて B.G.の測定を行う。測定場所は、地上約 1 m の高さで、レンジは指針がメータ中央付近を指すように設定する。時定数は基本 30 s で、測定状況に応じて使い分ける。設定した時定数の 3 倍以上の時間が経過してから、指針の振れの中央値を 3 回読み取り、平均値を記録する。
- 6) NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータを用いて、クイックサーベイ作業場の空間線量率の測定を行う。時定数は基本 10 s で、測定場所の状況に応じて使い分ける。作業開始から終了まで、定期的に確認を行う必要がある。

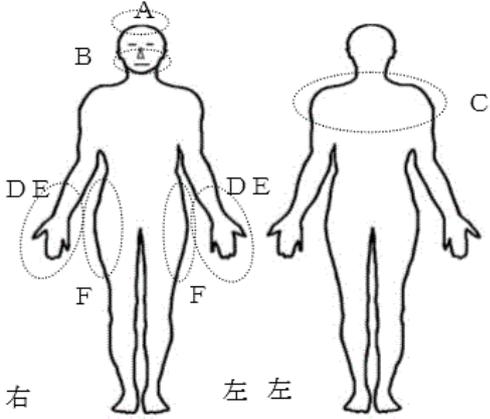
＊運用上の介入レベル（OIL：Operational Intervention Level）

原子力災害対策指針（原子力規制庁）でスクリーニングレベルが設定されている。

基準の種類		基準の概要 (防護措置等)	初期設定値
緊急	OIL 1	住民等を数時間内に避難や屋内退避等させるための基準	地表面から1 m 500 μ Sv/h (空間線量率)
	OIL 4	除染を講じるための基準	β 線 40000 cpm β 線 13000 cpm (1カ月後の値)
早期	OIL 2	住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準、地域生産物の摂取を制限	地表面から1 m 20 μ Sv/h (空間線量率)

＊原子力災害対策指針：原子力規制庁より抜粋

放射能汚染検査記録票

氏名			 <p style="text-align: center;">汚染部位は朱色記入</p>
ID No.			
測定日			
測定時間			
測定器 型番 No.	① GM : ② NaI : ③ α用 :		
バックグラウンドを含んだ計測値の記入	測定器： (単位) cpm, μSv/h	汚染部位	
バックグラウンド			
A (頭部)	汚染なし		
B (顔)	汚染なし		
C (両肩)	汚染なし		
D (両手の掌)	汚染なし		
E (両手の甲)	汚染なし		
F (服, ズボンのポケット)	汚染なし		
G (その他)	汚染なし		

測定者： _____ , 記録者： _____

*汚染なしの判断は、バックグラウンド値の変動幅を考慮の上行うこと

*汚染なしの場合も、計測値は記入すること



筑波大学における放射線健康リスク科学 教育システムの構築

磯辺 智範*1、榮 武二*2、櫻井 英幸*3

1. 背景

2017年6月、日本原子力研究開発機構大洗研究開発センターにおいて放射性物質漏洩による内部被ばく事故が起きたのは記憶に新しいところであり、歴史的には広島および長崎への原爆投下をはじめ、1999年の東海村JCO臨界事故といった放射線による被ばく事故を本邦は経験している。なかでも、2011年3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故により、放射線健康リスク科学の重要性が浮き彫りとなった。災害時の救急医療において、放射線防護に関する正しい知識を持った医師は少なく、その対応は後手に回った。また、災害収束後は、放射線健康リスク科学*の知識を持った医師が相談に乗る“患者に寄り添った医療”を現地の住民に対して十分に提供することができなかった。これらの経験から、これまで不十分であった医師に対する放射線

に関する基礎教育の必要性が認識されるようになった。2016年、文部科学省が支援する課題解決型高度医療人材養成プログラムにおいて、放射線健康リスク科学が取り上げられた。課題解決型高度医療人材養成プログラムとは、全国の大学および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である。本支援事業において、“放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域”がテーマとして取り上げられ、筑波大学の教育プログラムが採択された（申請件数：7件（単独事業6件、共同事業1件）、選定件数：2件（筑波大学（単独、放射線災害の全時相に対応できる人材養成）、長崎大学（広島大学、福島県立医科大学共同、放射線健康リスク科学人材養成プログラム））。本稿では、筑波大学が取り組んでいる“放射線災害の全時相に対応できる人材養成”を紹介するとともに、これまでの進捗および成果を報告する。

2. 事業概要

“放射線災害の全時相に対応できる人材養成”のキーワードは“全時相”である。原子力事故発生直後は緊急被ばく医療を要する時

*放射線健康リスク科学：日本学術会議からの提言「医学教育における必修化をはじめとする放射線の健康リスク科学教育の充実（平成26年9月4日）<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t197-3.pdf>」では、「放射線の健康リスクを扱う学問領域としては、放射線医学・放射線防護学（保健物理学）・放射線健康管理学・放射線生物学・放射線疫学・放射線影響科学・放射線規制科学等の名称が使われる多くの分野があるが、原文のまま引用する場合や慣用的用語等の例外を除き、本提言ではこれらの総称として“放射線健康リスク科学”という名称に統一して用いる。」としている。

*1 Tomonori ISOBE 筑波大学 医学医療系

*2 Takeji SAKAE “

*3 Hideyuki SAKURAI “

期であり、医師およびメディカルスタッフは救急医療に関する知識が必要不可欠である。しかし、原子力事故という特殊なケースでは、放射線防護に関する知識も求められる。すなわち、医療行為の際に自身の放射線被ばくリスクを低減すること、汚染拡大を抑止すること、周囲の被ばくリスクを低減することなど、医療行為と同時に放射線防護も実施しなければならない。緊急被ばく医療が収まった後は、事故収束期の対応が必要となる。この時期は、事故現場付近に居住する住民が不安を抱えやすい期間であるため、住民の不安を和らげる精神災害支援、メンタルヘルス、リスクコミュニケーションが必要となる。また、住民にとって不安を抱える最大の原因となっている放射線被ばく対策に関する正しい知識を、医師が身につけておくことが重要である。事故収束期の後に一定時間が経過すると、住民の放射

線に対する意識は薄れていく。この時期に重要なことは、放射線被ばくによる人体への影響をエビデンスとしてまとめ、新たな知見を加えることによって、マイナスの事象をプラスのデータとして次の世代に引き継ぐことである。具体的には、原子力災害で被ばくした方々を長期的にフォローアップする必要がある、これらのデータを解析する疫学の知識が必要となる。また、原子力災害発生時の対策は正しかったかどうかを見直すことで、いつ起こるかわからない次の緊急時に備えることも重要である。

このように、原子力災害発生時は、「救急医療」「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・メンタルヘルスケア」「放射線による健康リスク管理」「放射線の疫学調査」など、災害発生時からの時相ごとに異なったスキルを持つ専門人材の

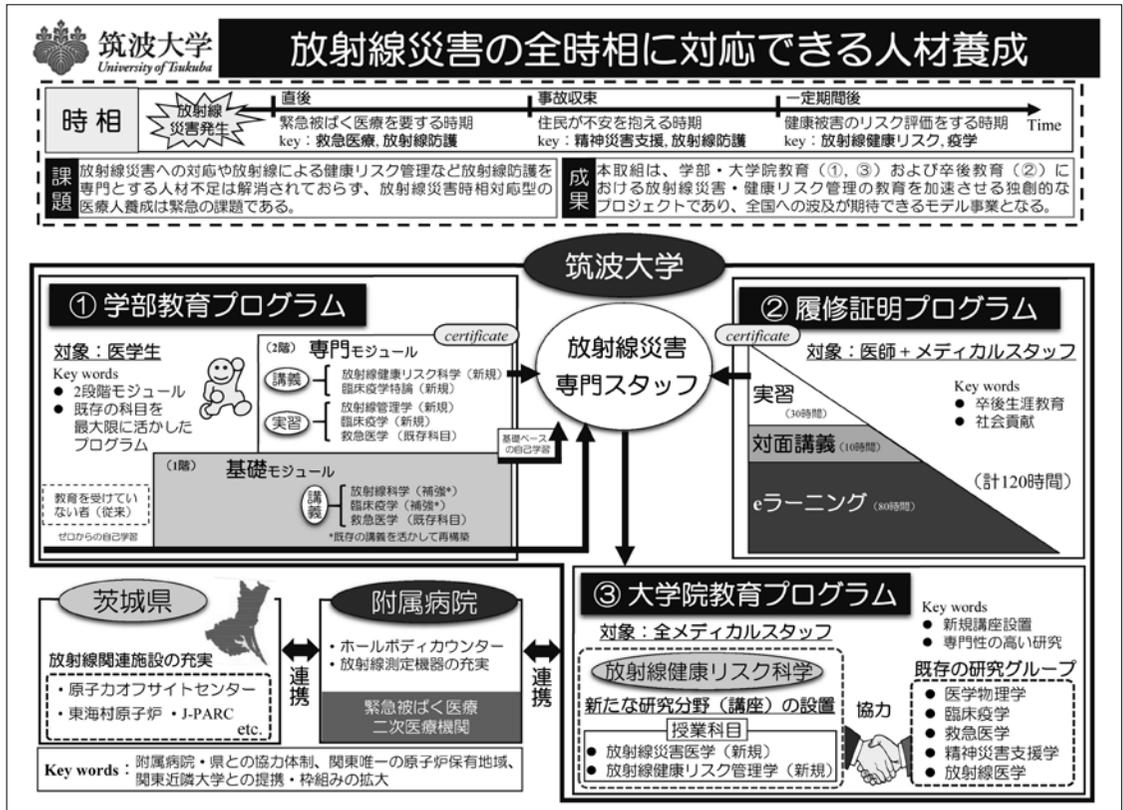


図1 筑波大学における放射線健康リスク科学教育概要改変

育成が必要不可欠となる。筑波大学の“放射線災害の全時相に対応できる人材養成”プログラムは、これに対応するための教育システムである(図1)。学部教育、卒業後教育、大学院教育の3つのアプローチにより専門スタッフの育成を行う。この点については、「3つの教育プログラム」の項で解説する。教育体制は、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て包括的な教育を行う。また、茨城県には、東海村原子炉、J-PARC、原子力オフサイトセンター、千代田テクノル大洗事業所といった放射線関連施設が充実しており、県や企業との連携も視野に入れている。千代田テクノルには、本事業に関して、全社をあげてのサポートをいただいていることを付け加えておく。

3. 3つの教育プログラム

“放射線災害の全時相に対応できる人材養成”として、筑波大学は3つの教育プログラムで対応する(図2)。1つ目は、医学部生(筑波大学では医学類生)を対象とした“学部教育”である。6年間の学部教育の一部に放射線健康リスク科学を取り入れ、座学および実習に多くの時間を割く。2つ目は、既に現場で活躍しているメディカルスタッフを対象と

した“卒業生涯教育”である。ここでは、医師に限定せず、診療放射線技師、臨床検査技師、医学物理士など放射線に関わる職種をはじめ、看護師、保健師、薬剤師など放射線災害医療に関わる全ての職種を対象とする。3つ目は、“大学院教育”である。放射線災害発生時に現場で活躍できるメディカルスタッフの養成に加え、放射線健康リスク科学分野の研究者や放射線災害医療専門スタッフのトレーナーなど、当分野においてリーダーとなる人材育成を目的とする。

i. 学部教育

学部教育は、「放射線科学」「救急医療学」「臨床疫学」を教育の柱としてプログラムを構成している(図3)。教育プログラムは、基礎モジュールと専門モジュールに大別されている。基礎モジュールでは、放射線健康リスク科学を学ぶ上で必要不可欠となる知識の習得を目指す。講義は座学のみでなく、実習により身体を動かすことで知識の定着を図る。また、放射線災害医療を実践する上で重要となる多職種合同のチーム医療演習も取り入れる。専門モジュールでは、放射線災害医療における実践的な内容に特化したクリニカルコースと、専門的な研究に触れるアカデミックコースの2コースを用意する。クリニカルコースの“科目名：放射線健康リスク科学”では、放射線健康リスク科学に関連する幾つかの実習、e-learningによる放射線災害医療に特化した専門講義を用意し、学生が興味のある分野を積極的に学習できるアラカルト選択方式を採用している。また、「専門的な講義および実習による専門スタッフの養成」をクリニカルコースのコンセプトとし、現場で活躍できるスタッフ育成を目指す。アカデミックコースでは、「放射線医学」「臨床疫学」「救急医療学」のうち、学生が希望するいずれかの研究室に配属され、研究グループが主体となる研究指導および教育を実施する。本コー

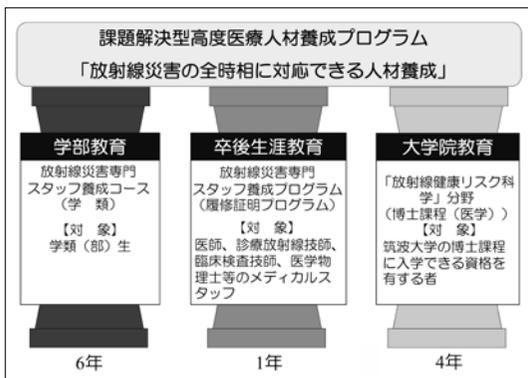


図2 3つの教育プログラム



図3 学部教育プログラム

スは、早い段階から積極的に学会参加など研究に触れる機会を設ける狙いがある。また、所属研究室のみで完結せず、「放射線医学」「臨床疫学」「救急医療学」で短期的な相互学生受け入れを行うことで、包括的な知識の習得を目指す。アカデミックコースのコンセプトは「研究者へのステップ」であり、卒後は大学院へ進学し、放射線健康リスク科学の研究者の育成を目指す。以上が学部教育プログラムであり、本課程を修了することにより放射線災害医療専門スタッフとして認定される。本プログラムで育成する人材像は、放射線医学に疫学を加えることで、患者に対してリスク等のエビデンスを踏まえた放射線被ばくの説明ができる医師であり、放射線医学に救急医療学を加えることで、患者およびメディカルスタッフの被ばくを考慮した放射線災害医療に対応できる医師を目指す。本プログラムは平成30年度より開始し、初年度では受け入れ目標人数を40名としている。

ii. 卒後生涯教育

学部教育では“未来”の放射線災害医療に

対応できる医師の育成に主眼を置いているが、卒後生涯教育（履修証明プログラム）では、“即戦力”となる放射線災害医療専門スタッフの育成に取り組む。チーム医療として放射線災害へ立ち向かうために、卒後生涯教育では医師に限定せず、診療放射線技師、臨床検査技師、医学物理士、看護師、保健師、薬剤師など、多職種のメディカルスタッフを対象とする。プログラムの構成を図4に示す。履修時間は120時間（e-learning：80時間、実習：30時間、職種に特化した対面講義：10時間）とする。

e-learningをプログラムの主体とすることで、普段は臨床業務に携わっている多忙な社会人でも好きな時間に好きな科目の講義を進められるというメリットを有する。e-learningでは、職種ごとに既に習得している放射線医学の知識レベルが異なることを鑑み、コンテンツを充実させて知識レベルに合った講義を受講できるシステムとなっている。科目は、放射線に関する知識の習得を目指した放射線科学、既存のメディカルスタッフ教育では学ぶことのでき

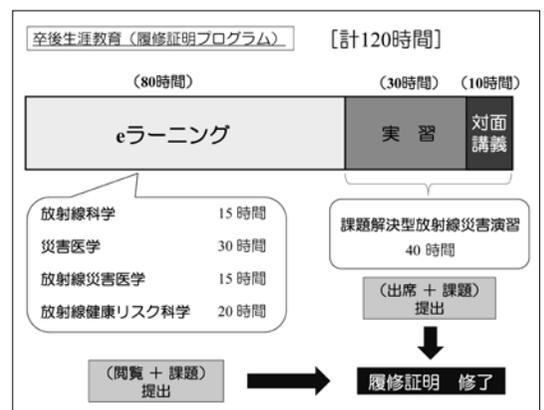


図4 履修証明プログラム

ない災害医学、これらをベースに放射線に特化した放射線災害医学、全時相に対応するために必要な疫学やリスクコミュニケーション等を包含した放射線健康リスク科学を用意している。e-learningは“聞くだけ”ではなく、受講後に課題に取り組むことで知識の定着を図ることができる。実習では、放射線災害を想定した管理区域の設定や、サーベイメータ等の測定器の取り扱いや除染など、現場に直結する内容を用意している。対面講義では、職種に特化することで専門性を深め、学会参加など最新の研究に触れる機会を設けている。本プログラムは、平成30年1月に募集開始、平成30年4月に入学生を受け入れることが決定している。開講期間は1年間、募集人員は10名である。詳細に関しては、12月を目処にホームページ (<https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/>)にて案内する予定である。

iii. 大学院教育

大学院教育では、学部教育および卒業後生涯教育から一歩踏み込み、放射線災害の全時相に対応できる人材として、研究者および災害医療スタッフを教育する指導者の育成を目的としている。そのため、研究分野（講座）として「放射線健康リスク科学」を新設し、「放射線医学」「臨床疫学」「救急医療学」と連携して人材養成を行う。新設した“放射線健康リスク科学”のコンセプトは次の通りである。「放射線災害においては、災害発生直後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、放射線の汚染管理対応まで、各災害時相に対応する必要がある。本分野では、放射線計測、放射線防護、放射線管理、さらには、健康リスク管理まで、幅広い範囲で研究テーマを抽出し、新規技術開発やエビデンスの確立につながる研究を行う。」

放射線健康リスク科学の大学院教育プログラムは、「所属するコースの必修科目」「専門科目」「選択科目」の3つに大別される。必修

科目は、本学で規定されている所属するコース（疾患制御医学専攻）の必修科目を用いる。新設科目は主に専門科目であり、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。専門科目の詳細については学生のニーズに合わせてフレキシブルに対応し、年度ごとにアップデートしていく予定である。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。現在、平成30年度入学生を募集中である。8月に入学試験を終えたが、2018年2月にも入学試験を実施するので、興味があるかたは磯辺 (tiso@md.tsukuba.ac.jp)まで連絡をいただければ幸いである。

4. 実績

3つの教育プログラムの運用開始は平成30年度からである。そのため、準備期間となる平成28年度および平成29年度は、教育プログラムの構築を行うとともに、本事業の社会還元の一環としてセミナーおよびシンポジウムを開催している（表1）。放射線健康リスク科学セミナーは、放射線健康リスク科学の知識習得を目指す、あるいは興味を持っている“メディカルスタッフおよび教員”を対象とした講演会という位置づけで実施した。そのため、メディカルスタッフに役立つ内容を目指し、臨床に直結するテーマを選んでいる。RaMSEP（Radiation health risk Science Medical Staff Education Program）基礎講座は、放射線健康リスク科学の知識習得を目指す“学生および教員”を対象とした勉強会と

*がんプロ：がんプロフェッショナル養成基盤推進プログラムの略称。がんプロとは、がん医療に携わる専門スタッフを大学単位で養成するプロジェクトで、文部科学省の補助事業である。筑波大学では本事業に採択され、これまでに“がんプロ全国e-learningクラウド”を整備・構築して、大学および大学院教育に取り入れた実績を有する。

表1 開催セミナーおよびシンポジウム

開催日時	開催内容	参加人数
平成28年 12月15日	第1回放射線健康リスク科学セミナー 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外部被ばく-	39名
平成29年 1月26日	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-	52名
平成29年 2月11日	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-	53名
平成29年 3月8日	第1回RaMSEP基礎講座 核医学物理学の基礎-放射性医薬品の取扱、PET検査-	11名
平成29年 3月9日	第2回RaMSEP基礎講座 医療放射線防護-各モダリティにおけるDRLsの測定方法-	7名
平成29年 3月9日	第3回RaMSEP基礎講座 放射線防護-ICRP2007年勧告、デトリメント-	8名
平成29年 3月10日	第4回RaMSEP基礎講座 放射線管理-関連法規、遮蔽設計、放射化物、クリアランス等-	6名
平成29年 3月15日	第5回RaMSEP基礎講座 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-	6名
平成29年 3月15日	第6回RaMSEP基礎講座 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クと医療被ばくにおけるリスクミ-	7名

いう位置づけで6回開催した。そのため、学生への教育を主眼に置き、座学の講義に近い基礎的な内容のテーマを多く選んでいる。これら2つのセミナーは、e-learningで収録を実施しているため、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受講が可能となっている。

公開シンポジウムでは、メディカルスタッフ、学生、教員だけでなく、一般市民に向けた放射能・放射線の基礎に関する講演も加えることで、社会還元の色を強めている。また、外部評価委員を招集し、本プログラムに対する講評をいただき、本事業の客観的評価も行っている。平成29年度は、「平成29年度放射線医学オープンスクール～最先端技術に触れる～」を公益財団法人医用原子力技術研究振興財団と共催予定（8/29～8/30）であり、他にも各種セミナーおよびシンポジウムを開催予定である。詳細については、本事業のホームページ（<https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/>）を参照いただきたい。

5. まとめ

原子力災害に対応できるメディカルスタッフの人材養成には、“全時相”に対応できることが必要不可欠である。これを目標に、筑波大学では放射線健康リスク科学分野を立ち上げ、教育プログラムを“学部教育”“卒業後生涯教育”“大学院教育”の3つに分けて取り組んでいる。また、放射線健康リスク科学の情報発信として、各種セミナーを開催するとともに、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、最新情報の提供にも取り組んでいる。これらの活動は放射線に関わる職種を担う我々の責務であり、今後も尽力を捧げる所存である。

著者プロフィール



磯辺 智範

1993年 診療放射線技師免許取得。千葉大学医学部附属病院等で診療放射線技師として勤務。2002年 筑波大学にて博士（医学）を取得。北里大学医療衛生学部 講師を経て、2008年1月から筑波大学大学院人間総合科学研究科 講師（大学院）としてがん医療に携わる人材を養成する任に着く。また、放射線腫瘍科および陽子線医学利用研究センターにて、医学物理士として放射線治療業務を兼務する。2010年12月からは筑波大学附属病院放射線治療品質管理室 副室長に着任、2011年7月からは、筑波大学医学医療系准教授として、臨床検査技師教育に携わり、画像検査、チーム医療、医療安全等の教育を担当している。2017年1月、筑波大学医学医療系（医学物理学・放射線健康リスク科学）教授に昇任し、現在に至る。

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

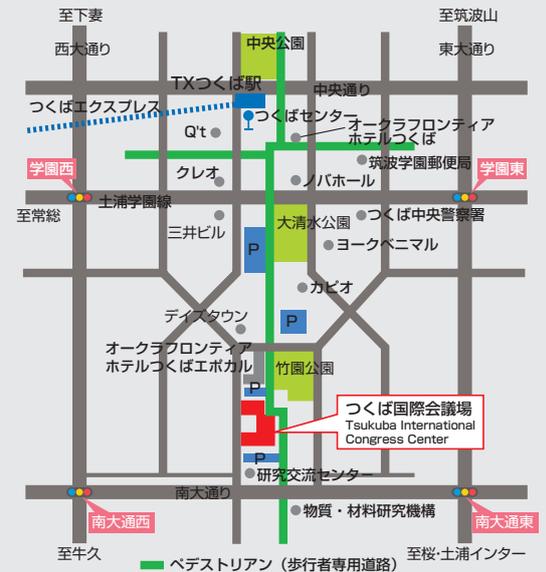
事故対応とヒューマンファクター

2017年 **11月3日** [祝・金] 13:00 - 17:30

つくば国際会議場 中ホール200 茨城県つくば市竹園2-20-3

プログラム

13:00	開会のあいさつ 榎 正幸 (筑波大学医学群長)
13:10	第一部 プログラム進捗報告 座長：末木 啓介 (筑波大学アイソトープ環境動態研究センター教授) ①「放射線健康リスク科学人材養成プログラム」 浦田 芳重 (長崎大学医学部医学科先端医育センター助教) ②「放射線災害の全時相に対応できる人材養成」 磯辺 智範 (筑波大学医学医療系教授)
14:20	第二部 特別講演 座長：玉木 義雄 (筑波大学医学医療系茨城県地域臨床教育センター教授) ①「放射線災害とその対応」 大葉 隆 (福島県立医科大学医学部放射線健康管理学講座助教) ②「高度医療分野におけるリスクマネジメントーヒューマンファクターズの視点ー」 石橋 明 (㈱安全マネジメント研究所代表取締役所長 工学博士 東北大学未来科学技術共同研究センター (元全日空国際線首席機長))
16:55	講評 外部評価委員： 島田 義也 (量子科学技術研究開発機構理事) 長谷川 有史 (福島県立医科大学放射線災害医療学講座教授) 大野 達也 (群馬大学重粒子線医学研究センター教授) 福士 政広 (首都大学東京健康福祉学部教授) 米内 俊祐 (量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所)
17:20	閉会のあいさつ 櫻井 英幸 (筑波大学医学医療系教授)


<https://www.epochal.or.jp/>


University of Tsukuba

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：㈱千代田テクノロ
一般財団法人日本医学物理士会問い合わせ先：
筑波大学医学群RaMSEP事務局
Tel: 029-853-7834
E-mail: radipro-jimu@md.tsukuba.ac.jp



University of Tsukuba

付録IX-1

第3回 放射線健康リスク科学セミナー

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

下記の日程にて、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）「第3回放射線健康リスク科学セミナー」を開催いたします。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）」の一環として実施するものです。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内容となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成29年11月29日（水）18:30～20:00

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
(HP：<http://www.pmr.c.tsukuba.ac.jp/access.html>をご覧ください)

参加料：無 料

<プログラム>

放射線災害時の影響と計測対応

18:30 ～ 20:00

株式会社千代田テクノル 営業統括本部 技術アドバイザー
鈴木 敏和 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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



世話人：
筑波大学医学医療系
櫻井英幸、榮 武二、磯辺智範

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

「放射線災害時の影響と計測対応」

鈴木敏和

(株) 千代田テクノ
技術アドバイザー
(株) 東京電力 廃炉カンパニー
技術アドバイザー
前 IAEA NS局 NSRW部 職業放射線防護

2017.11.29 筑波大学
放射線災害の全時相に対応できる人材養成

放射線災害は突然起きる

福島事故では電話機の向こうで泣きじゃくる医師が..

医療関係者の放射線に対する知識があまりに不足している

1979年、米国TMI事故では、有意な放射能放出が無かったにもかかわらず、風評により1300件余りの墮胎が報告されている

放射線・放射能の定量的影響認識が不可欠

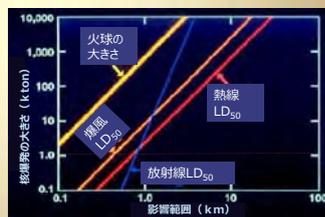
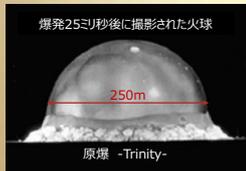
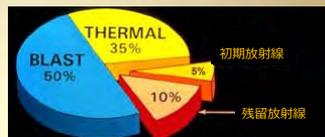
計測の重要性を認識

原爆で想定される死者の割合

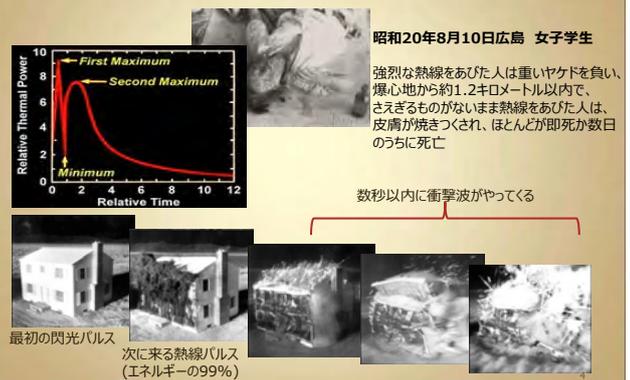
85%は爆風と熱線により死亡

15%が放射線により死亡

1キロトン以下の小型核では放射能による死者は出ない



原爆エネルギーの35%は熱、50%は衝撃波である



チェルノブイリ原発事故

1986.4.26

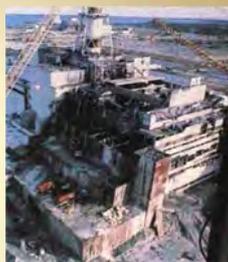
事故 反応度事故 (実験中、原子炉が暴走)

原因 機器の構造 (RBMK型炉の構造欠陥) 運転員の運転規則違反

影響 炉心溶融、水蒸気爆発 環境中への放射性物質の放出

死傷者 急性放射線障害発症者 134名中、早期は28名、2010年までに22名が死亡し、合計死者数は50名

汚染ミルクを飲んだ乳幼児5000名中、甲状腺がんで死亡9名



チェルノブイリ原発事故

1986.4.26

事故後、ロシアの平均寿命は1994年には事故前と比べて7歳も下がり、特に高齢者の死亡率が上がった。一部の人はこれを放射能の影響だと主張するが、死亡率の上昇は原発からの距離に関係なく、むしろ現地のウクライナより遠いロシアのほうが上昇率が高い。また放射線の影響は癌以外には出ないが、事故後に増えたのは心疾患などのストレス性の病気だった

事故に続く25年の状況分析によって、放射能という要因と比較した場合、精神的ストレス、慣れ親しんだ生活様式の破壊、経済活動の制限、事故に関連した物質的損失といったチェルノブイリ事故による社会的・経済的影響のほうがはるかに大きな被害をもたらしていることが明らかになった。

ロシア政府公式報告書より

福島原発事故

2011.3.11

事故 **崩壊熱除去困難事故**
(原子炉は緊急停止し核反応は終了)

原因 設計基準を超える地震と津波による
全交流電源喪失の長期化

影響 炉心溶融、**水素爆発**
環境中への放射性物質の放出

死傷者 放射能による死者は0名、急性放射線障害発症者は0名



3.14 10:55

中央特殊武器防護隊6名が放水準備のために、3号機前に到着

この頃、福島第一での汚染者に対応するため、中央特殊武器防護隊の全面協力で、破壊されたオフサイトセンタ除染施設を復旧、給水車からの温水を除染用シャワーに接続することに成功した



3.14 11:01

3号機水素爆発
東電社員2名、協力会社社員1名の打撲を確認。
行方不明者は7名で、うち1名が協力会社社員、6名が自衛隊員と報道された



3号機水素爆発



破壊された3号機原子炉建屋

経緯

陸上自衛隊の状況

10:55 3号機原子炉建屋前に中央特殊武器防護隊員6名が到着
11:01 3号機水素爆発⇒爆風とともに搭乗車両をコンクリート片直撃
11:05 偶然、放棄されていた近くの鍵付きトラックで脱出
11:20 正門付近で待機している筈の化学防護車が水素爆発で退避
11:25 資材搬入のために正門に居た軽トラック荷台に載せてもらいオフサイトセンタへ
11:35 オフサイトセンタに到着するも、空気汚染があるとの理由でガス扉開放拒否

緊急対応の状況

・除染シャワー設備も給水車との接続を待つばかりであった11時35分、閉鎖されたオフサイトセンタのガラス扉前で、茫然と立ちすくむ自衛隊員6名を発見
・1名は膝からの出血もあり歩行困難、体表面10cm位置で線量率が1mSv/hを超えたため、各自2m以上の距離をとって除染施設まで走らせた
・給水車と除染シャワーの接続が終わった直後であったため、全員に屋外で脱衣を指示
・しかし、タイベック下の迷彩服まで汚染が浸透していたため、ハサミで全衣服を切り裂き除染シャワーまで誘導

外部被ばく測定結果

- ・脱衣後5分以内で脱ぎ捨てられた迷彩服に残った個人線量計からは**20mSv**の警報が発報
- ・預託実効線量は外部被ばく線量の半分以下
- ・衛星電話、カメラ等全装備は汚染が激しく、ビニル袋に包んで現地に保管

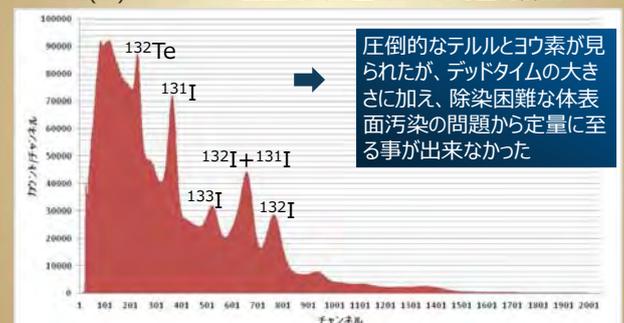


迷彩服から検出された核種
(3月16日)

核種
Te-129
Te-129m
Te-132
I-131
I-132
I-133
Cs-134
Cs-136
Cs-137
La-140

体内汚染測定結果

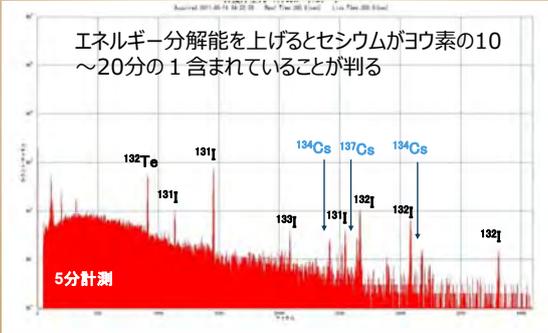
NaI(Tl)-8"φx4" 4基並列ベッド型WBCによる全身計測



甲状腺測定結果

n-Ge半導体検出器型甲状腺モニタによる甲状腺計測

エネルギー分解能を上げるとセシウムがヨウ素の10~20分の1含まれていることが判る

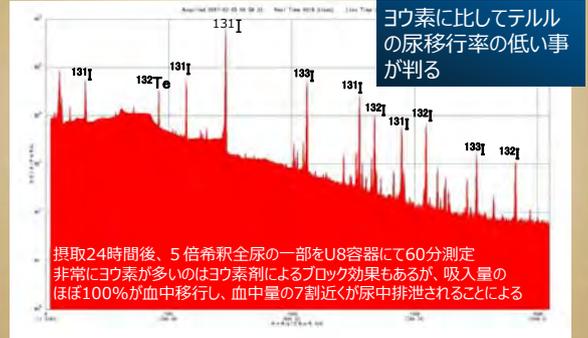


13

尿測定結果

相対効率40%Ge半導体検出器による尿中放射能計測

ヨウ素に比してテルルの尿移行率の低い事が判る



摂取24時間後、5倍希釈全尿の一部をU8容器にて60分測定
非常にヨウ素が多いのはヨウ素剤によるブロック効果もあるが、吸入量のほぼ100%が血中移行し、血中量の7割近くが尿中排泄されることによる

14

6名の中特防隊員の被ばく線量評価

被ばく線量は想定より少ないが、水素爆発の爆風を直接受け、タイベックスーツと戦闘服を放射性物質が突き抜けた

(6名中の最大値)
体表面から10cmのγ線線量率は 1mSv/h

外部被ばく線量は 20mSv
預託実効線量は 4.2mSv
総被ばく線量は 24.2mSv

今後とも放射線による影響は、全く考えられない

着用していたタイベックスーツのポアサイズ



爆風に含まれる、セシウムが粒子状であったと仮定してもこのポア径で圧がかかれば透過するかもしれない

16

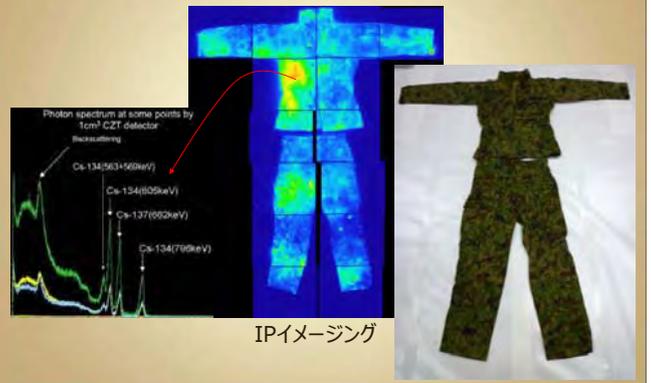
7か月後



水素爆発後、6か月を経てもなおTyvekスーツを透過して戦闘服に付着した¹³⁴Cs+¹³⁷Csの放射能汚染は法定上限値の30倍を超える

17

7か月後 戦闘服の汚染状況



IPイメージング

18

3.17

84名の自衛隊員がCH-47JAヘリによる使用済み核燃料プールの空中散水冷却に挑んだ

3号機上空300ftにおける空間線量率は90mSv/hを示した

パイロットと整備士の座席下には鉛シートが敷き詰められた

胴体下部の開口部には透明アクリル板がはめ込まれ、放射性物質の侵入を防ぐ措置がとられた

乗組員は放射線防護用戦闘服の下に放射線防護服を身に着け、全面マスクを装着するとともにヨウ素剤も服用した



3.17

4回の飛行ミッションを通じて、外部被ばく線量は全員が1mSv以下

内部汚染測定は自衛隊中央病院に設置されたWBCにより実施されたが、全員が検出限界以下

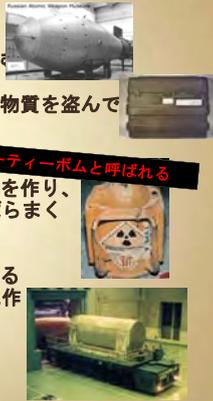


NRテロとは

-IAEAによる定義-

- 原子爆弾・核ミサイル等、核兵器を盗む
- 高濃縮ウランやプルトニウムなどの核物質を盗んで核爆発装置を製造する
- 盗んだ放射性物質で噴霧装置や爆発物を作り、広範囲に放射性物質をばらまく
- 原子力施設や放射性物質輸送船に対する妨害・破壊工作

RDDやダーティーボムと呼ばれる



スーツケース爆弾

-米議会証言-



NRテロ事例 1

- 1982: 南アでアパルトヘイトに反対する従業員によって原子炉頂部に2個の地雷が仕掛けられた
- 1993: ロシアマフィアが事務室に仕掛けたγ線源によって会社員を殺した
- 1995: チェチェンの反体制派がモスクワの公園に少量の¹³⁷Csを入れたコンテナを埋めた (公になった初のRテロ)
- 1996: ニューヨークで3人の政治家の食品、車、歯磨き粉に²²⁶Raを入れようとしていたグループが逮捕された
- 1996: ロシアのBalakovo原子力発電所へのチェチェングループ攻撃を未然に防止した
- 1998: 米ノースカロライナ州の病院から厳重に管理された癌治療用¹³⁷Csチューブ19本が高度に訓練されたグループにより奪取され、未だ見つからない。

NRテロ事例 2

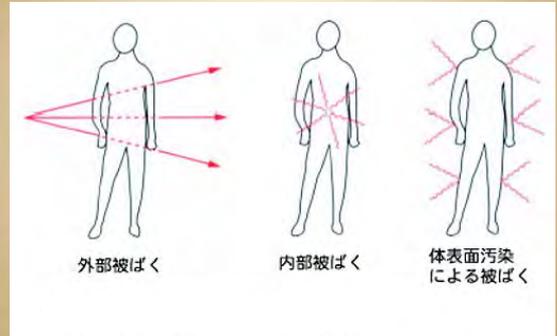
- 1998: チェチェン反体制グループとみられる組織により作成された放射性物質拡散装置が線路脇に隠されているのが発見された。これは放射性物質を満たした容器と地雷を組み合わせたものであった
- 1999: ロシアのグロズネーにある放射性廃棄物処理場から200gの放射性物質の入ったコンテナが盗まれた。犯人のうち1人は被ばく後30分で死亡し、他の1人も瀕死の状態入院した
- 2001: 廃棄された旧ソ連製の原子力灯台から鉛を取りだそうとした廃品回収業者2人が漏れた⁹⁰Srにより被ばくし入院した
- 2001: コーカサス州リロで木ごりたちがキャンプ場近くで発熱する容器を発見した。背負って帰る途中でめまい・嘔吐に襲われ入院したが、後のIAEAの調査により旧ソ連製の原子力暖房装置で、それぞれ4000Ci以上の⁹⁰Srの入っていることが判った



NRテロ事例 3

- 2002: パキスタンで訓練を受け、ウランを使ったダーティーボムを作ろうとしていたアルカイダのメンバーがFBIにより逮捕されたがウランでは放射能が弱くダーティーボムにはなり得なかった
- 2003: 英国情報部は、アルカイダがタリバン支配地区の病院から取り出した放射性物質を用い小型ダーティーボム製造に成功したと発表
- 2004: 英国で煙感知器に含まれる ^{241}Am を集めてRDDを作ろうとしていたテロリストが逮捕された。しかし、有効なRDD製造には数百万個の煙感知器が必要である
- 2006: ロシアの元スパイ、リトビネンコがプーチンによって暗殺された。ここでは旧ソ連伝統の ^{210}Po による放射性物質が用いられた。この手法はプーチンの護衛暗殺にも用いられた
- 2007: オーストラリアの地元出身のテロリスト集団は、ロケット発射機でオーストラリアの兵器庫からルーカスハイツ原子炉の攻撃を計画していたが、直前に阻止された

被ばくの形式



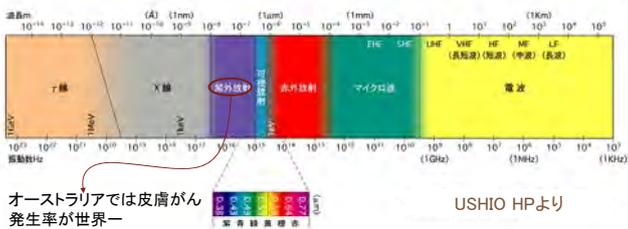
外部被ばく

1. 人体外部から入射する放射線によって引き起こされる被ばくである
2. 対象となる放射線は α 線以外すべてである
3. 外部被ばくの線量限度は全身については実効線量、臓器については等価線量で定められている
4. 実際に測定できる量は1cm線量等量である

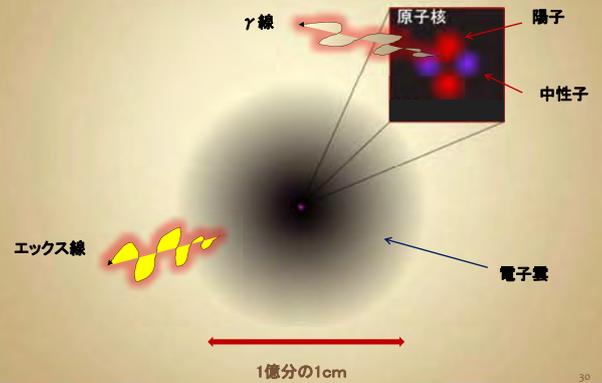
放射線と放射能

- ・自然に放射線を出す能力があることを放射能があると言う
- ・電源がない限り放射線の出ないX線発生装置は放射能があるとは言わない
- ・放射線は電磁波と粒子に大別される
- ・ γ 線とX線は電磁波である
- ・ β 線、陽子線、中性子線、 α 線、重粒子線は粒子である

電磁波



原子の構造と放射線



α線

- α線はα崩壊により、Heの原子核がひと固まりとなって大きな原子核から飛び出してきたものである
- 放射性同位元素から放出されるα線のエネルギーは3MeV~9MeVである
- α崩壊する放射性同位元素は質量数が200を超える核種が大部分を占める

31

中性子線

- 中性子は陽子とともに原子核を構成しているが、電的に中性で核分裂時に飛び出す
- 大量に中性子線が当たると、通常物質に放射能を持たせることがある→放射化
- 中性子は半減期614秒で電子を1個放出し、陽子に変わる
- 生体内では散乱を繰り返しながらエネルギーを与えてゆく
- 核分裂直後のエネルギーの高い中性子を高速中性子、エネルギーが下がり切った中性子を熱中性子と呼ぶ

32

外部被ばくの形態



α線の飛跡
(生体組織内で約30μm)

皮膚の角質層で止まるため、外部被ばくに寄与しない



β線の飛跡
(生体組織内で数mm)

皮膚の幹細胞にまで到達するため、皮膚や水晶体が被ばくする可能性有



γ線(X線)の飛跡
(生体組織内を透過)

臓器まで到達するため、全身が被ばくする可能性有

33

放射線による透過の違い

噴水の玩具に中性子線を照射

Ge半導体検出器に150KVのX線を照射



噴水が見える



内部の電気部品が見える



IPを用いた画像

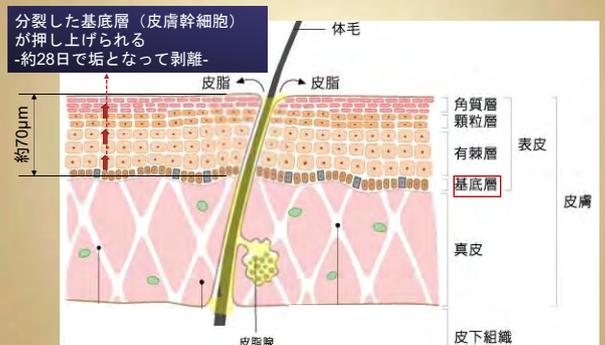
東芝レビュー Vol64, No.7 2009より

β線

- β崩壊に伴って、原子核から出てくる高速の電子
- β崩壊ではβ線とニュートリノが放出
- β崩壊によるエネルギーはβ線とニュートリノで分け合う
- 放射性同位元素から放出されるβ線のエネルギーは18keV~3.0MeV程度
- 原子番号200以下では大部分の放射性物質はβ崩壊

35

皮膚の構造



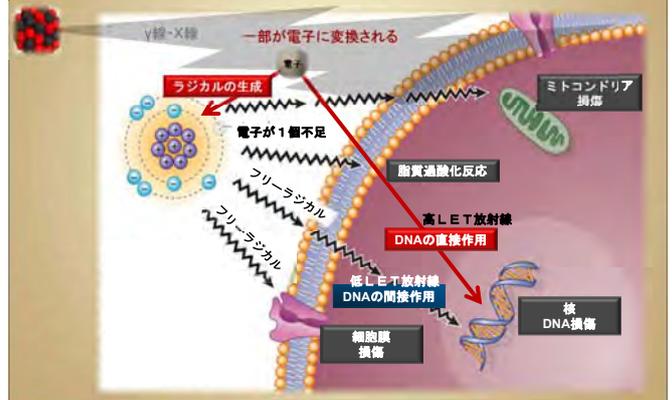
36

低エネルギーX線や高エネルギーβ線による被ばく

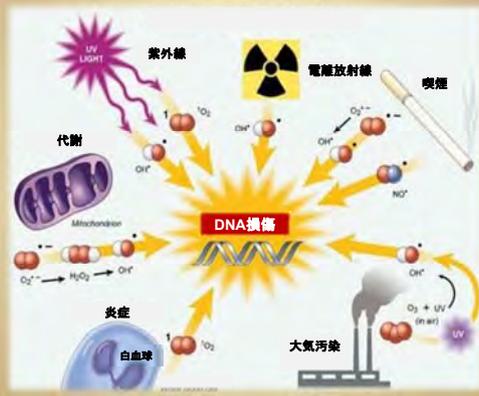


37

細胞への直接作用と間接作用

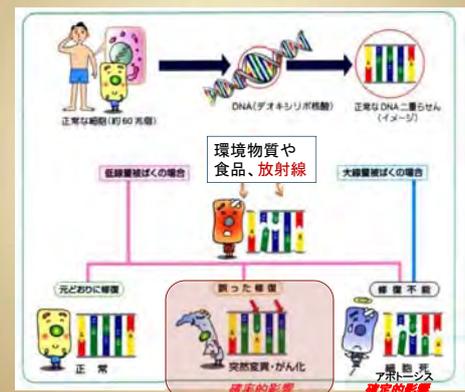


フリーラジカルの生成要因

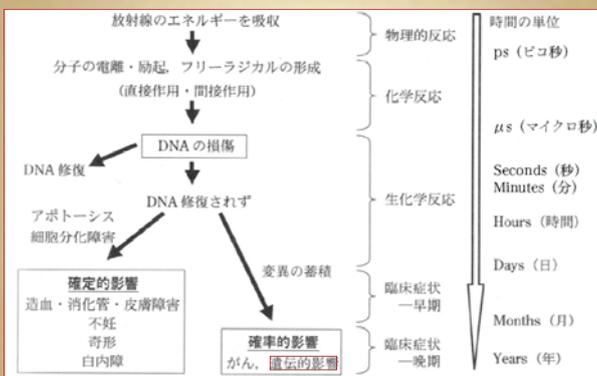


39

DNAの損傷



放射線被ばく後に起こる生体反応の経時的変化

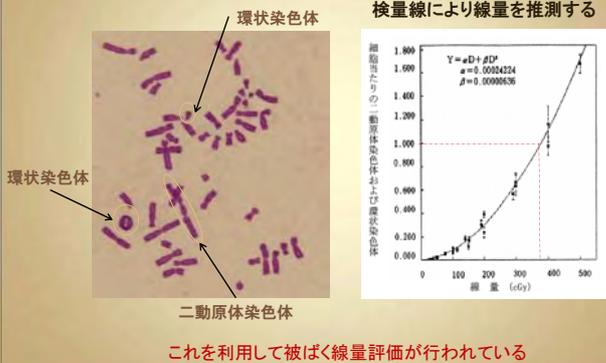


突然変異

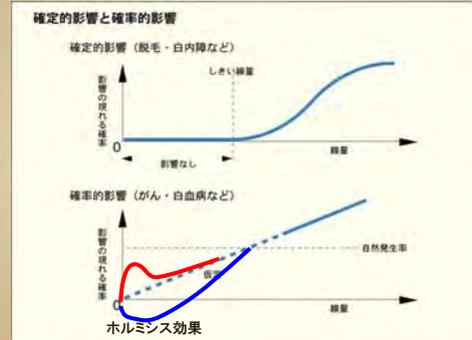
突然変異とは、ある集団の大多数の形質と異なる形質を持つようになることである

DNAあるいはRNA上の塩基配列に物理的変化が生じることを**遺伝子突然変異**といい、染色体の数や構造に変化が生じることを**染色体突然変異**という

染色体分析

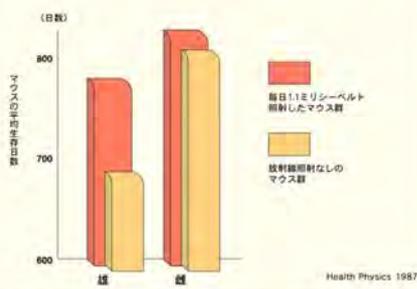


確定的影響と確率的影響



ホルミシス効果とは

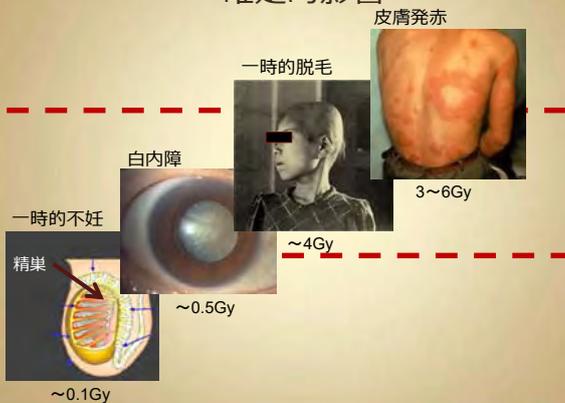
放射線ホルミシス効果のみられた実験例



確定的影響

- 0~0.25 Gyのときは、臨床的症候は発現せず
- 0.25~0.5 Gyのときは、リンパ球の一時的減少
- 1~2 Gyのときは、放射線宿酔とよばれる悪心、吐き気、嘔吐、リンパ球の明らかな減少が発現 (3000/ μ L以下が目安) 1.5Gyが死亡閾値→米軍線量限度1.3Gy
- 3~6 Gy ヒトのLD₅₀₍₆₀₎は4 Gyとされており、この付近の線量を被ばくした場合は造血系の障害が主体
初期: 1~2時間後から放射線宿酔が起こり、1~2日継続。リンパ球が減少
第1週: (潜伏期) 血液変化 (リンパ球、顆粒球の減少) は出現しているが、初期に見られた症状とれ、自覚症状なし
第2週: (憎悪期) 紅斑、脱毛、食欲不振 (胃腸障害)、発熱を伴う全身衰弱 (倦怠)
第3週: (憎悪期) 口内炎、咽頭炎
第4週: (憎悪期) 下痢、出血、極度の全身衰弱。被ばく線量が多いと、出血、感染症
第5週: (回復期) 線量が少ない場合、回復期に入るが、回復には数か月以上を要す
- 7 Gy被ばくした場合は、100%の人が骨髄死
- 10~50 Gyの場合は、腸死に至る。被ばく後、数時間で強い嘔吐、下痢を起こす。
1~2日はいったん症状が軽くなるが、2日以降、再び嘔吐、下痢、発熱を起こし、
胃腸系の障害で2週間以内に全員死亡します (平均生存期間は10日)。
- 100 Gy~数100 Gyの場合は、中枢神経死に至り、全身けいれんなど中枢神経症状を起こし、1~2日以内に死亡します。

確定的影響



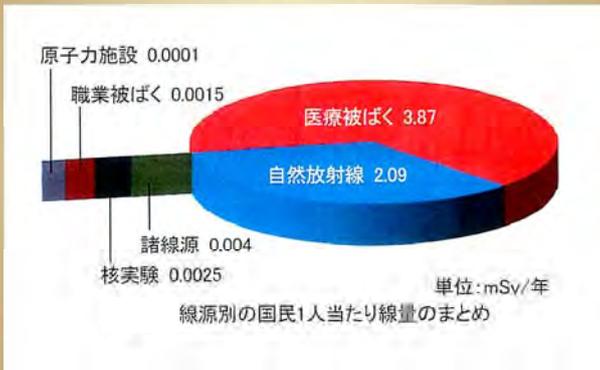
致死線量

ヒトの致死線量は6~7Gyである
1999年9月30日、JCO臨界事故で、中性子線により推定17Gyの全身被ばくを受けた大内久さんは、放医研から10月2日に東大附属病院に搬送された。造血機能が失われ白血球数も一時的に零となり、免疫機能が完全に喪失、無菌室に入って83日目に息を引き取った。腸管細胞も再生機能が失われ、1日に10リットルの輸血・輸液を行い、ただれた熱傷跡からは一日1リットルの体液が流れ出し、看護師が日に3回全身に巻いた包帯を交換した。



大内氏剖検時の画像

国民線量

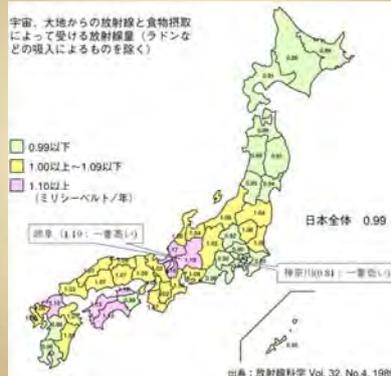


我が国の自然放射線

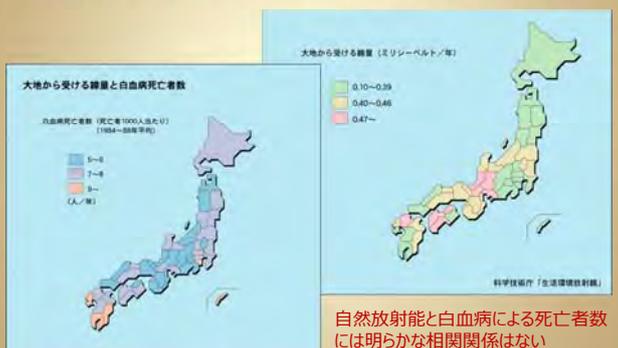
線源		実効線量 (mSv/年)	
外部被ばく	宇宙放射線	0.3	
	大地放射線	0.33	
内部被ばく	宇宙放射線	^3H ^{14}C	8.20E-06 0.01
	大地放射線	ラドン	0.37
		トリウム	0.09
		ウラン・トリウム	0.006
		喫煙 (^{210}Po , ^{210}Pb 等)	0.01
		食品 (^{210}Po , ^{210}Pb 等)	0.8
		食品 (^{40}K)	0.18
	合計		2.10

日本国内での大地放射線は岐阜県の1.19mSv(最大)から神奈川県の0.81mSv(最小)と世界平均の半分以下である

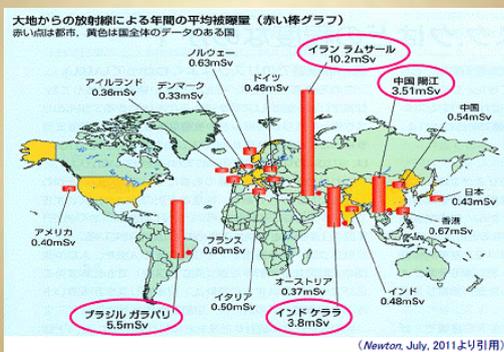
地域で異なる自然放射能



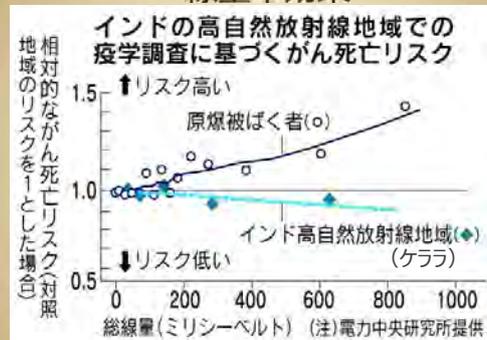
自然放射能と白血病



世界各国の大地からの年間平均自然放射線量

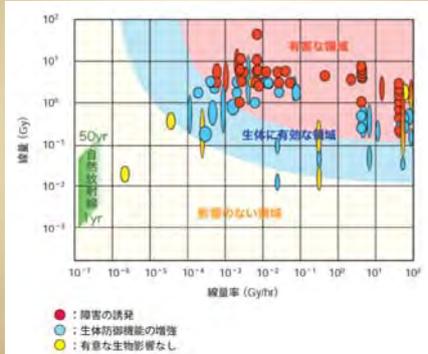


線量率効果



インドの高自然放射線地区住民は、最大600mSvレベルの被ばくでも発がんの相対リスクは有意に増加しない

疫学・動物実験に基づく線量・線量率と人体影響



福島原発事故 -健康影響-

- 幼児の甲状腺等価線量：35mSv (約)
- 住民の最大実効線量：3mSv (未確定値)
- 作業者の最大実効線量：670mSv (約)
- 作業者延べ16179名に対する平均実効線量：10.4mSv

重症度	被ばく線量 (Gy)	患者数	死亡者数	主な死因
0	0.25~1	6	0	-
軽度 I	1~2	0	0	-
中程度 II	2~4	0	0	-
重度 III	4~6	0	0	-
極重度 IV	6~16	0	0	-
合計	0.25~16	6	0	

放射線と他の発がんリスク

がん罹患の 相対過剰リスク	被ばく線量 (mSv)	日常生活リスク	ダイオキシン換算
1.6	1000-2000	喫煙・飲酒 (1日3合)	
1.4	500-1000	飲酒 (1日2合)	ダイオキシン血中濃度数千倍
1.29	500	やせ過ぎ (BMI <19)	
1.22	400	ふとり過ぎ (BMI >30)	
1.15-1.19	300	運動不足	
1.11-1.15	200	高塩分食品	
1.06	100	野菜不足	
1.02-1.03	100程度	受動喫煙	
-	100以下	特定困難	ダイオキシン血中濃度数百倍

定量性の概念(単位とリスク)

雨と放射線



どれくらい降ったか？ 照射線量 (C/kg)
 どのくらい濡れたか？ 吸収線量 (Gy)
 どのくらい風邪をひいたか？ 実効線量 (Sv)

- 1000-2000mSvの相対リスク 喫煙者又は大酒飲み
- 200-500mSvの相対リスク BMI 30以上、19未満
- 100-200mSvの相対リスク 野菜不足や受動喫煙

定量性の概念(放射能)

- ・油田における原油スラッジ中²²⁶Ra濃度は200Bq~370kBq/kg
- ・土壌中の平均⁴⁰K濃度は440Bq/kg
- ・三朝温泉水の²²²Rn濃度は約9400Bq/kg
- ・放射能泉の定義は²²²Rn濃度111Bq/kg以上
- ・体内放射能量は成人男性で約7000Bq
- ・ホメオスタシスによる日々の体内⁴⁰K変動量は±約50Bq
- ・成田-ニューヨーク間を1往復すると外部被ばく線量は0.18mSv



100mSvの持つ意味は……

(助放射線影響研究所における原爆被爆者の疫学データを30歳で被ばくした場合にあてはめると、1000mSvの被ばくで70歳における、がん死亡の相対リスクが、被ばくしなかった場合に比べて50%増加することになる (男女平均))

線量-効果関係の直線仮説に従えば、100mSv被ばくした場合には5%相対リスクが増加すると計算される。

被ばくが無い場合、がんで死亡する生涯リスクは約20%と報告されており、100mSvの被ばくがある場合の生涯リスクは $20 \times 1.05 = 21\%$ と計算される。即ち、100mSvの被ばくによりがん死亡する生涯リスクは1%増加することになる

しかし、根拠となった疫学データは原爆による急性被ばくであり、食品や環境に起因する慢性被ばくとは人体に対する効果が異なる。そのため、影響は半分程度と考えるのが一般的であり、100mSvの慢性被ばくによる生涯リスク増加は0.5%程度と推定される

組織の放射線感受性

最高

リンパ球、骨髄、腸、精巣、卵巣

高

水晶体、皮膚、口腔、食道、胃、尿管

中

成長期の骨および軟骨、結合組織

低

骨、肺、腎、肝、脾、甲状腺、副腎

最低

神経、筋肉

61

ベルゴニー・トリボンドーの法則

放射線に対する細胞の感受性は

- (1)細胞分裂頻度が高いほど、
- (2)将来行う細胞分裂の数が多いほど、
- (3)形態および機能が未分化なほど、

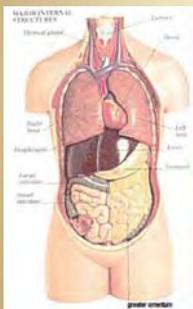
強く現れる

放射線に対する組織の感受性は細胞分裂頻度の高い組織ほど感受性が高い
リンパ球は細胞分裂しないが、アポトーシスしやすいので感受性が高い

62

実効線量 (防護量: 法令規制値)

実効線量 = (肝臓吸収線量 × 放射線荷重係数(1.0) × 組織荷重係数(0.04) +
+ 胃吸収線量 × 放射線荷重係数(1.0) × 組織荷重係数(0.12) +
(.....))



右記の各臓器についてすべて加算評価
↓
実測は困難

放射線荷重係数	1975年勧告		2007年勧告	
	線子	線子	線子	線子
放射線荷重係数	中性子	5	5	2
	生体組織	0.20	0.08	0.08
	骨髄	0.12	0.12	0.12
	腸	0.12	0.12	0.12
	腎	0.12	0.12	0.12
	肝臓	0.04	0.04	0.04
	胃	0.05	0.12	0.12
	肺	0.05	0.04	0.04
	脾臓	0.01	0.01	0.01
	骨	0.01	0.01	0.01
放射線荷重係数	皮膚	—	0.01	0.01
	眼	—	0.01	0.01
	骨中の線維組織	—	0.01	0.01
骨中の線維組織	0.05	0.12	0.12	0.12
合計	1.00	1.00	1.00	1.00

1cm線量等量 (実用量: 実測値)

・外部被ばくの場合、実際に測れるのは1cm線量等量である

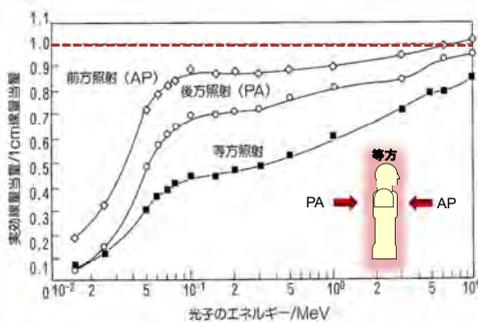
・測定単位は実効線量と同じSvである

・1cm線量等量は様々な方向から来る、種々のエネルギーを持ったγ線に対し、実効線量よりも高い値を示す

・従って、防護量としての規制対象値である実効線量よりも必ず高い値を示すため安全側の評価となる

・Sv単位を持った外部被ばく線量測定器は1cm線量等量で校正されている

1cm線量等量と実効線量



1cm線量当量に対する実効線量の比と光子エネルギーとの関係

資料: 外部被ばくにおける線量当量の測定・評価マニュアルより引用

現時点で最も優れたサーベイメータ

IAEA検査官、放医研REMAT等で制式採用



表面汚染測定



1cm線量測定

66

線量が同じであれば、

内部被ばくも外部被ばくも影響に差は無い

内部被ばく

1. 体内に取り込まれた放射性物質からの放射線よって引き起こされる被ばくである
2. 対象となる放射線はα線・β線である
3. 内部被ばくの線量限度は全身については**預託実効線量**、臓器については**預託等価線量**で定められている
4. 実際に測定できるは**体内取り込み放射能**であり、計算により**預託実効線量**が得られる

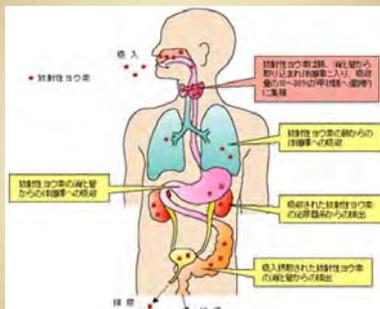
内部被ばくは何故起こるか

- ・クリプトン85やキセノン133のような希ガスは、原子炉事故後にブルームとして上空を通過する
- ・これは外部被ばくの可能性があるものの、体内に入っても沈着はせず、ただちに呼吸として出て行ってしまふことから内部被ばくは引き起こさない
- ・放射性物質を含む微粒子を吸い込んだ場合や放射性物質で汚染された食品等を食べた場合には内部被ばくを引き起こす可能性がある
- ・内部被ばくとは体内に取り込まれた放射性物質が血液を介して特定の組織に沈着し、長い時間にわたってその組織が被ばくすることをいう

体内除染剤



甲状腺ブロック剤



放射性ヨウ素にさらされる24時間前	90%以上の抑制効果
放射性ヨウ素を吸入した8時間後	40%の抑制効果
放射性ヨウ素を吸入した24時間後	7%の抑制効果

元素の周期表と体内動態

1	H	皮膚からでも簡単に吸収。全身に蓄積																2	He																
3	Li	4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																				
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																				
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu		
87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr		

骨に均等に分布

骨に肝臓に蓄積 (Uは腎臓にも蓄積)

甲状腺に選択吸収

遅やかに吸収され筋肉に分布

臓器親和性

ボーンシーカー(骨親和性)-骨腫瘍、白血病-
:³²P, ⁴⁵Ca, ⁶⁵Zn, ⁹⁰Sr, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁸U, ²³⁹Pu, ²⁴¹Am

¹³⁷ Cs	: 全身、筋肉 (80%は筋肉、数%が骨、残りが肝臓などの組織に)
³ H, ¹⁴ C	: 全身
²²² Rn	: 肺
⁵⁵ Fe	: 造血器、肝臓、脾臓
⁶⁰ Co	: 肝臓、脾臓
²³² Th	: 骨、肝臓
²³⁸ U	: 骨、肝臓
²³⁹ Pu	: 可溶性Puは骨、肝臓、不溶性Puは肺(肺がん)
²⁴¹ Am	: 骨、肝臓

Fe, Co, Zn : 体内でコロイドを形成 細網内皮系(肝臓、脾臓、骨髄、リンパ)に蓄積

消化管吸収率 : Cs, I:100%、Sr :30%、Co :5%、Pu :0.001%

73

さまざまな核種の半減期

半減期(T)が短いほど比放射能(Bq/g)は大きい

代表的短半減期核種

¹⁰⁶ Rh	30秒
²²⁰ Rn	56秒
¹¹⁴ In	72秒

PET 4核種

¹⁵ O	2分
¹³ N	10分
¹¹ C	20分
¹⁸ F	110分

天然核種

⁸⁷ Rb	475億年
²³² Th	141億年
²³⁸ U	45億年
⁴⁰ K	13億年

地球の年齢は46億年
当初、ウラン-鉛の同位体比から算出

74

内用療法に用いられる核種

¹³¹I (ヨウ化ナトリウムカプセル) γ/β 線 8日

⁹⁰Y (ゼバリン) β 線 2.7日

⁸⁹Sr (メタストロン) β 線 50.5日

そして...

²²³Ra (ゾーフィゴ) α 線 11.4日



75

実効半減期

- ・体内に取り込まれたRIは血流によって移動する
- ・その分布は核種によって異なる
- ・排泄の経路も腎からの尿、消化管からの糞便、呼吸器からの呼気、あるいは皮膚からの汗などがある
- ・体内量の実際の減少は次式で表される
実効半減期(T_{eff})に従う

$$1/T_{\text{eff}} = 1/T_p + 1/T_b$$

ここで、物理的半減期(T_p)、生物学的半減期(T_b)

76

内部被ばくの測定方法 -スミア法-

- ・体内摂取が疑われる場合、綿棒に巻きつけたろ紙を用いて鼻・口の周辺を擦り取り、汚染の有無を判断する
- ・定量性は無いが、鼻・ロスミアにより汚染が検知された場合は、体内汚染があると見做して体外計測もしくはバイオアッセイに進む

77

内部被ばくの測定方法 -体外計測器-

- ・体内汚染が疑われる場合、体内に残留する核種から出てくるガンマ線により放射能を測定するのが体外計測器である
- ・被測定者は遮蔽体に包まれた体外計測器に密着して測定を受ける
- ・すべての体外計測器はガンマ線エネルギー分析により、体内の放射能を直接計測する
- ・内部被ばく線量を評価する上では最も精度の高い計測方法である

78

内部被ばくの測定方法 -体外計測器-

¹³⁷Csの例
662keVの光電ピーク

BOMABファントム

国家基準で検定された既知放射能を含むBOMABファントムを標準線源として校正する

対象核種の光電ピークカウントを求め、標準線源との比を計算する

79

病院におけるホールボディカウンター

内部汚染を早期に検知

80

内部被ばくの測定方法 -バイオアッセイ-

- ・アルファ線やベータ線しか放出しない核種が体内に取り込まれた場合、体外から検出することは困難
- ・血液、毛髪、尿、便等の中に含まれる放射性物質の分析を行うことで内部被ばく線量を評価
- ・生体試料は蒸発濃縮や灰化、共沈等の前処理をうけた後、化学分離され、さらに放射能測定器で測定出来る試料として処理

81

内部被ばくの測定方法 -バイオアッセイ-

尿や血液の直接γ線計測

10MeV中性子で照射されたマウスの血液から出るγ線スペクトル

²⁴Na 1.369MeV

²⁴Na 2.754MeV

Ge半導体検出器

γ線遮蔽体

電気冷却システム

82

内部被ばくの測定方法 -バイオアッセイ-

尿

糞

フリーズドライ

灰化処理

有機物分解

化学分離

α線計測

β線計測

β線計測

β線スペクトロメータ

Si半導体検出器(α線)

液体シンチレーションカウンタ(α・β線)

内部被ばくの測定方法 -預託実効線量計算-

臓器A

$$\text{吸収線量率} \times W_r \times \text{期間} \times \text{組織荷重係数 } W_t$$

臓器B

$$\text{預託等価線量} \times \text{組織荷重係数}$$

...

臓器Z

$$\text{預託等価線量} \times \text{組織荷重係数}$$

+

預託実効線量

84

組織加重係数

器官・組織	組織加重係数: W_T	
生殖腺	0.20	0.08
骨髓(赤色)	0.12	0.12
結腸	0.12	0.12
肺	0.12	0.12
胃	0.12	0.12
膀胱	0.05	0.04
乳房	0.05	0.12
肝臓	0.05	0.04
食道	0.05	0.04
甲状腺	0.05	0.04
皮膚	0.01	0.01
骨表面	0.01	0.01
脳		0.01
唾液腺		0.01
残りの器官・組織*	0.05	0.12
合計(全身)	1.00	1.00

黒字:ICRP 1990年
赤字:ICRP 2007年

85

内部被ばくの測定方法 - 預託実効線量計算 -

(体外計測器使用の場合)

$$\text{預託実効線量 (Sv)} = \text{体内放射線量} \times \text{実効線量係数 (Bq)} \div \text{全身残留率}$$

(バイオアッセイの場合)

$$\text{預託実効線量 (Sv)} = \text{排泄放射線量} \times \text{実効線量係数 (Bq)} \div \text{排泄率}$$

86

内部被ばくの測定方法 - 実効線量係数 -

実効線量係数

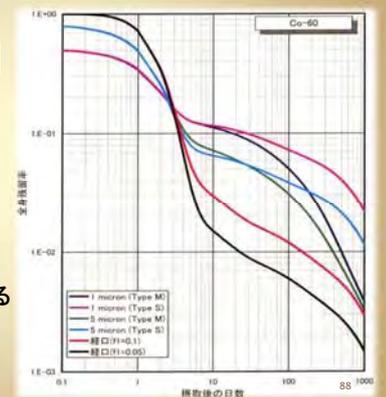
核種	タイプ	f_1	実効線量係数 (Sv/Bq)		経口摂取	
			吸入	経口摂取		
Mn-54	F	0.1	8.30E-10	1.10E-09	0.1	1.10E-10
	M	0.1	1.50E-09	1.50E-08	-	-
Co-57	M	0.1	3.20E-10	3.60E-10	0.1	2.10E-10
	S	0.05	8.40E-10	8.00E-10	0.05	1.90E-10
Co-60	M	0.1	8.60E-09	7.10E-09	0.1	2.40E-09
	S	0.05	2.90E-08	1.70E-08	0.05	2.50E-09
Ag-110m	F	0.05	5.50E-09	6.70E-09	0.05	2.80E-09
	M	0.05	7.20E-09	8.90E-09	-	-
I-125	F	1	5.30E-09	7.50E-09	1	1.50E-08
	F	1	7.60E-09	1.10E-08	1	2.20E-08
Cs-134	F	1	8.80E-09	8.60E-09	1	1.90E-08
	F	1	4.80E-09	6.70E-09	1	1.30E-08
Cs-137	F	1	4.80E-09	6.70E-09	1	1.30E-08
	M	0.0005	3.40E-08	2.90E-08	0.0005	5.20E-09
Ru-228	M	0.2	3.20E-08	2.00E-08	0.2	2.80E-07
	M	0.0005	4.20E-05	2.90E-05	0.0005	2.70E-07
Th-232	S	0.0002	2.50E-05	1.80E-05	0.0002	9.20E-08
	F	0.02	5.10E-07	6.00E-07	0.02	4.60E-08
Pu-239	M	0.0005	4.70E-05	3.20E-05	0.0005	2.50E-07
	S	0.0001	1.50E-05	8.30E-06	0.0001	9.00E-08
Am-241	M	0.0005	3.90E-05	2.70E-05	0.0005	2.00E-07

ICRP Pub' 68Iに示される
実効線量係数(Sv/Bq)

89

内部被ばくの測定方法 - 全身残留率 -

全身残留曲線



ICRP Pub' 78Iに示される
全身残留曲線

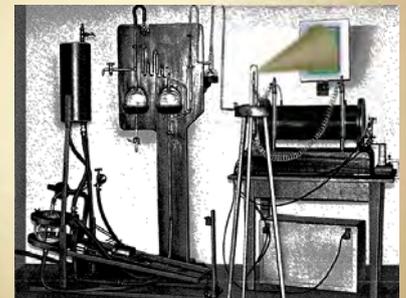
90

放射線計測器の進化と動向 (補足説明資料)

89

放射線で光らせる

1895年
レントゲン博士の実験装置 蛍光板



90

放射線を電流で図る

1928年
Victoreen社 コンデンサー型 "R-Meter"



1933年
Curtiss博士による最初の電離箱 サーマイメータ

91

放射線を数える

1936年
Locher博士による最初のGMサーバイメータ



92

マンハッタン計画で使われた放射線計測器

1945年
中性子計数率計



1945年
GM管 γ 線計数率計



93

小型化を図る

1944年
 β/γ 線用 電離箱サーバイメータ
"Cutie-Pie"



1946年
 β/γ 線用 GMサーバイメータ
"Walkie-Talkie"



1951年
 $\alpha/\beta/\gamma$ 線用 GMサーバイメータ
"R-GUN"



94

高感度化を図る

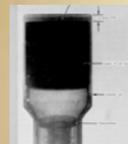
1955年
NaI シンチレーションサーバイメータ登場



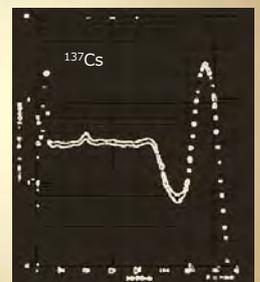
95

エネルギーを分析する

NaI(Tl)シンチレーション検出器の
X線透視画像と結晶実写



NaI(Tl)- γ 線スペクトル分析装置

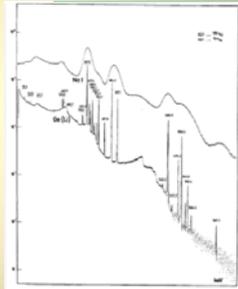
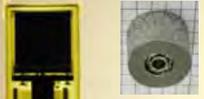


NaI(Tl)シンチレタによるエネルギー分析
1955年

96

高分解能でエネルギーを分析する

Ge半導体検出器のX線透視画像と結晶実写

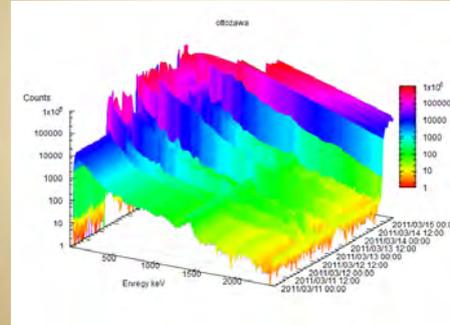


Ge-γ線スペクトル分析装置

Ge半導体検出器とNaI(Tl)シンチレータによるエネルギー分解能の差

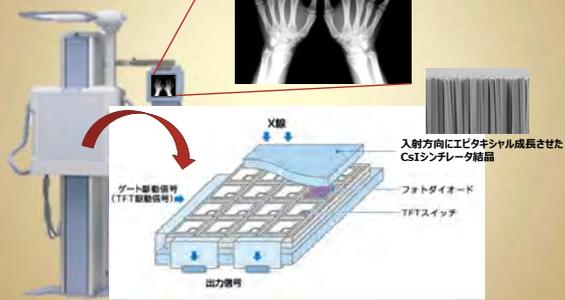
時間とエネルギーを同時に分析する

タイムスタンプ付エネルギー分析

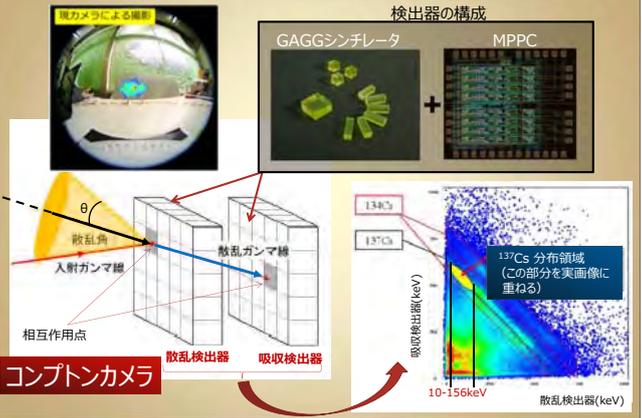


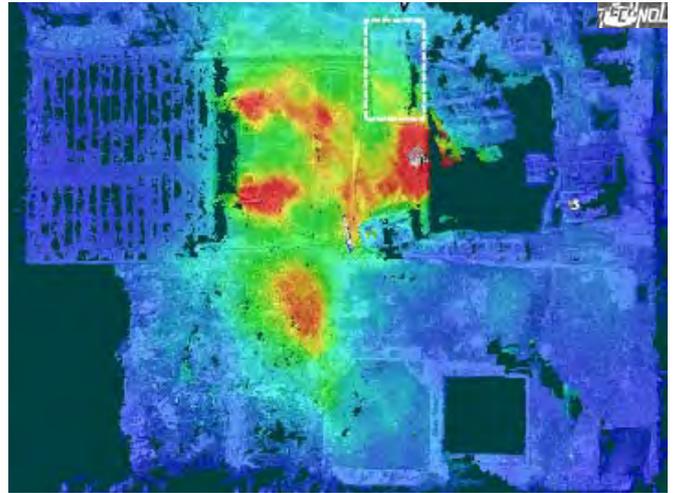
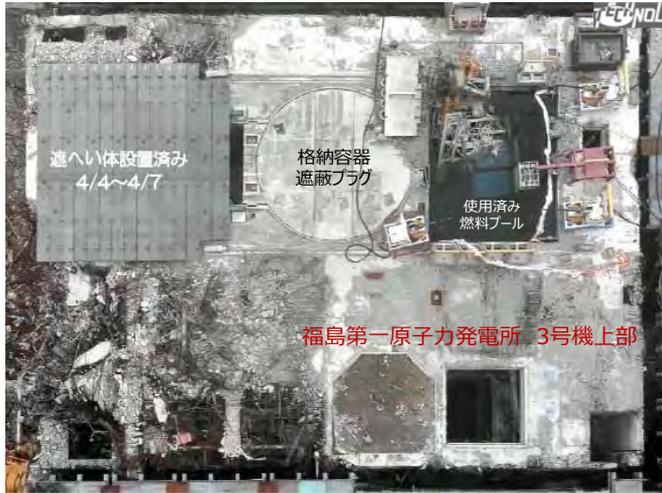
多チャンネル検出器による2次元イメージング

フラットパネルデテクタ



空間イメージングへ







University of Tsukuba

人間総合科学研究科 医学セミナー

共催

第4回放射線健康リスク科学セミナー

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

下記の日程にて、人間総合科学研究科 医学セミナー（共催：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）「第4回放射線健康リスク科学セミナー」）を開催いたします。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内容となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成30年2月14日（水）18:30～20:00

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
 （HP：<http://www.pmr.c.tsukuba.ac.jp/access.html>をご覧ください）

<プログラム>

放射線健康リスクのエビデンス

18:30 ～ 20:00

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

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

共 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）



世話人：
 筑波大学医学医療系
 櫻井英幸、榮 武二、磯辺智範

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

放射線健康リスクのエビデンス

セントメディカル・アソシエイツ
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

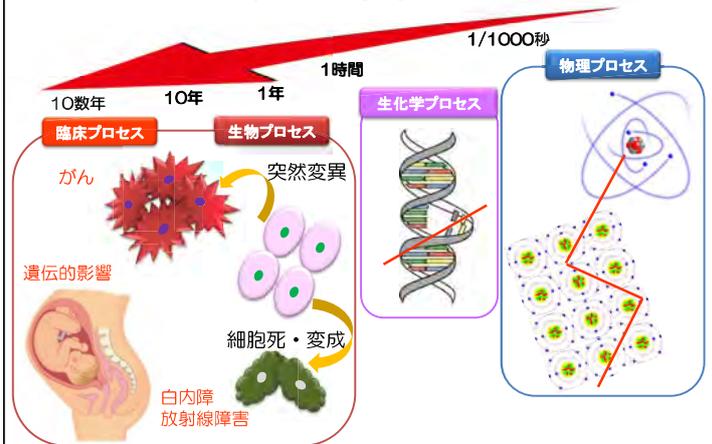
はじめに

- 放射線被ばくの健康影響には根拠となるデータが存在
 - 一方で“個人”により主張も異なっている
- 生体影響研究はDNA、染色体、細胞、ヒト集団など多岐
- 確定的要素もあれば不確定なものもある
- 現在の放射線防護の軸となっているデータをみってみる

実験データと疫学データ

- 実験データ：
 - 人工的な環境で細胞等に放射線を照射
 - DNA損傷、染色体異常、細胞死等は必ずしも病気をもたらさない
- 疫学データ：
 - 被ばく集団としていない集団の疾患発生分布を調査
 - 染色体異常、疾患、次世代影響など調査
 - 疫学データには通常大きな誤差を伴う

被ばく後の時間経過と影響



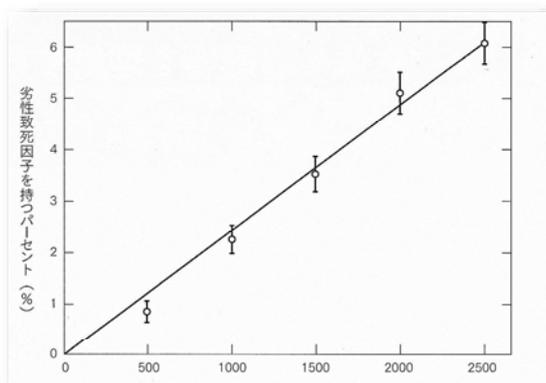
- 初期の動物実験データ
- 原爆被爆者データ
- 高レベル自然放射線地域データ
- チェルノブイリ原発事故データ
- 子供などのデータ

キイロショウジョウバエの突然変異

- 1927年：マラーが放射線によって人為的に突然変異を起こせることを示した実験
 - X線をキイロショウジョウバエ(雄)に照射
 - その子供に突然変異が発生
 - 突然変異は子孫に伝わる

Muller HJ, et al. Further studies on the nature and causes of gene mutations. 1: 213-55 (1932).

キイロショウジョウバエの突然変異



Muller HJ, et al. Further studies on the nature and causes of gene mutations. 1: 213-55 (1932).

得られたもの・疑問点①

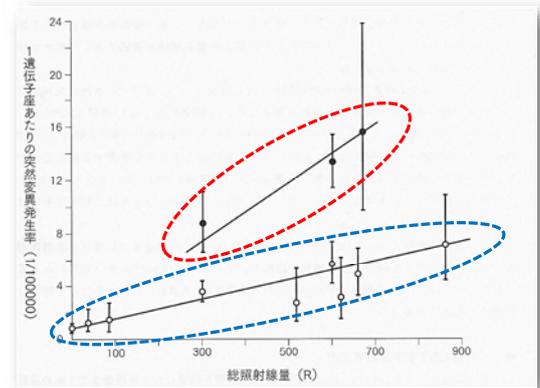
- キイロショウジョウバエの雄にX線照射をすると雄が生まれなくなる突然変異が増加
- その頻度は放射線量に比例、子孫にも影響
- 雄はX染色体を1つしか持っておらず、これが劣性致死変異を有すと雄は生まれない
- 実際には修復能力を持たない精子に照射
- 照射によりDNA切断で修復されず致死
 - 劣性致死突然変異を見ていた
 - この精子では修復工程がない

線量率を変えたマウスの突然変異

- ラッセルらが700万匹のマウスを使い、1950年代より行った実験
 - マウスの精原細胞に放射線(α やX)を照射
 - 指標とした7つの遺伝子座いずれかに突然変異が発生する率を、その子供の表現型(奇形や耳の形)の変異を観察

Russell WL, Kelly EM. Mutation frequencies in male mice and the estimation of genetic hazards of radiation in man. Proc Natl. Acad Sci USA 1982;79:542-4.

線量率を変えたマウスの突然変異

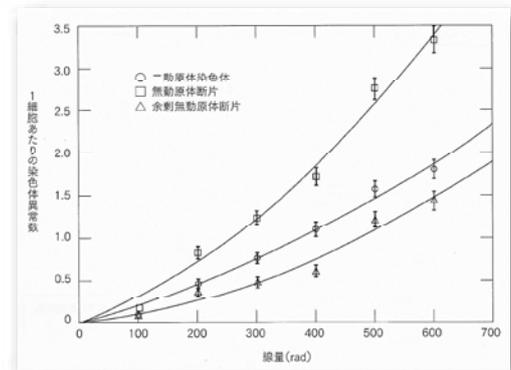


Russell WL, Kelly EM. Mutation frequencies in male mice and the estimation of genetic hazards of radiation in man. Proc Natl. Acad Sci USA 1982;79:542-4.

得られたもの・疑問点②

- 線量・線量率効果係数 (DDREF) の根拠となった
- グラフより高線量率は低線量率より約3倍の変異
 - **DDREF = 3**
 - **ICRP Publ.103ではヒトのDDREF = 2**
 - 他の動物でもDDREF = 2~10

X線照射によるリンパ球の染色体異常



Doggett NA, McKenzie WH. An analysis of the distribution and dose response of chromosome aberrations in human lymphocytes after in vitro exposure to ¹³⁷Cesium gamma radiation. Radiat Environ Biophys 1983;22:33-51

- 初期の動物実験データ
- 原爆被爆者データ
- 高レベル自然放射線地域データ
- チェルノブイリ原発事故データ
- 子供などのデータ

原爆放射線による人体への影響

- 12万人の固定集団を設定して1950年から長期追跡を行なっている (LSS)
- 急性障害：(1945年12月末までの症状)
 - 脱力感、吐き気、嘔吐等：10日以内に死亡
- 亜急性症状：
 - 吐き気、嘔吐、下痢、脱力感、各種出血、白血球減少、赤血球減少等
 - 特に骨髓、リンパ節、脾臓などの組織が破壊

原爆放射線による人体への影響

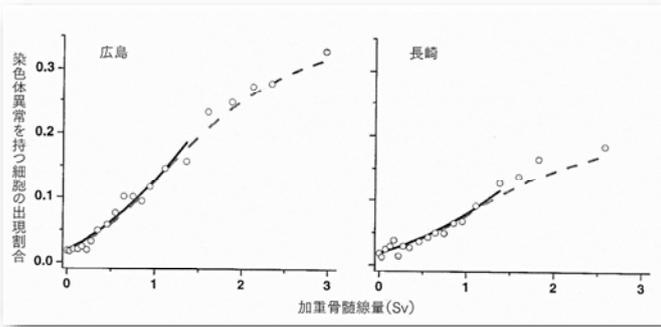
- 放射線障害からの回復：
 - 3~4か月後から始まり、内臓諸器官の機能回復、脱毛からの発毛、各種血球の増殖、正常化へ
- 後障害：
 - 白血病、それ以外のがん、遺伝的影響(?)
 - 胎児、被ばく2世への影響
- その他の影響：
 - 白内障、若年被爆者における発育遅延
 - 甲状腺疾患、循環器疾患等がん以外の疾患でもリスクは小さいが死亡率の上昇が示唆

被爆者の染色体異常

- 原爆被爆生存者のリンパ球内の染色体異常出現割合と被ばく線量との関連を調査
 - 出現割合とは、培養したリンパ球から無作為に選んだ100個の細胞のうち、幾つの細胞で染色体異常が発見されたか
- 染色体異常を持つリンパ球の細胞の出現割合は、被ばく線量とともに増加

Kodama Y, et al. Stable chromosome aberrations in atomic bomb survivors: results from 25 years of investigation. Radiat res 2001; 156: 337-46

被爆者の染色体異常



Kodama Y, et al. Stable chromosome aberrations in atomic bomb survivors: results from 25 years of investigation. Radiat res 2001; 156: 337-46

被爆者の染色体異常

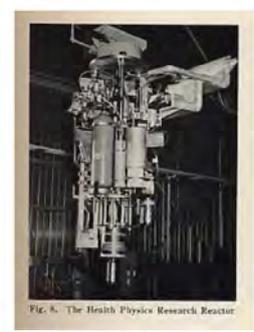
- 数百mSVまでの低線量領域では線量の増加に対してゆるやかに増える
- 1 Sv 近辺ではそれ以下よりも急速に増える
- 数Sv領域になると増え方は再度ゆるやかになり、そのうちに横ばいになり

得られたもの・疑問点③

- 広島と長崎で線量と出現割合に違い??
 - 両地区の線量評価方法は正しかったか?
 - 中性子線とガンマ線の違い?
- 線量評価方法:
 - T57D (Tentative 1957 Dose)
 - T65D (タワー実験 (ICHIBANプロジェクト))
 - DS86 (コンピュータ計算)
 - DS02 (モンテカルロ法)



500 m タワー



裸の原子炉

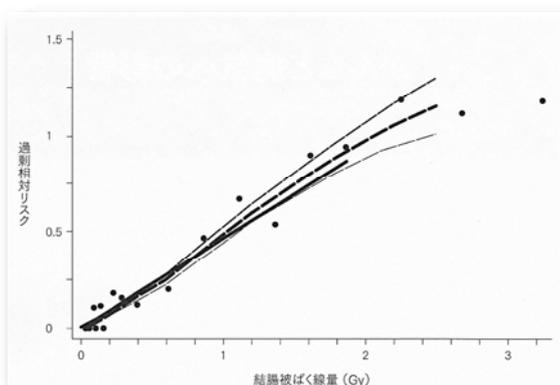
3

被爆者の全固形がん発生リスク

- 原爆被爆者が被ばくした線量と全固形がんの発生リスク
- 30歳のときに被爆→70歳になったときの過剰相対リスクの関係
- 白血病やリンパ腫、骨髄腫など造血細胞の悪性腫は除かれている

Preston DL, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors. Radiat Res. 2007;168:1-64

被爆者の全固形がん発生リスク



Preston DL, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors. Radiat Res. 2007;168:1-64

得られたもの・疑問点④

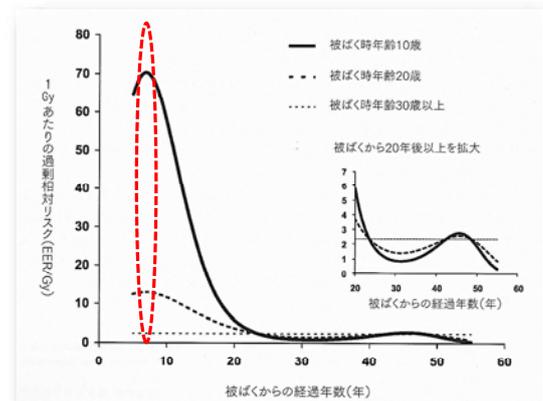
- 高線量で確認されたデータから、低線量にも同様に推測
 - しきい値モデルや回帰モデルを当てはめる
 - **LNTモデル (仮説) とよく合致**
 - 仮にしきい値があると仮定すると、**90%の確率で85mGy以下**
- DS02の不確かさ

被爆者の白血病死亡リスク

- 原爆被爆者の白血病による死亡が被ばくがなかったものとの比較
- 過剰相対リスクを経年的に追った調査
- 1950年～2000年の調査結果に基づいており、被ばく時年齢別に被ばく量を1Gyとして換算

Richardson D. et al., Ionizing radiation and leukemia mortality among Japanese Atomic Bomb Survivors, 1950-2000. Radiat Res. 2009;172:368-82

被爆者の白血病死亡リスク

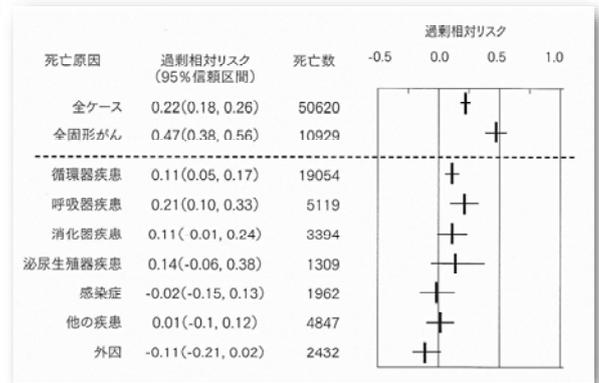


Richardson D. et al., Ionizing radiation and leukemia mortality among Japanese Atomic Bomb Survivors, 1950-2000. Radiat Res. 2009;172:368-82

得られたもの・疑問点⑤

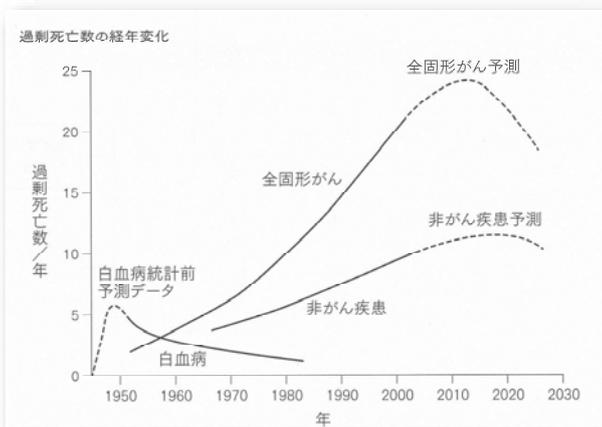
- 先行研究を行い線量との関係を調査
- 直線-二次関数モデルが最適と判明し解析
- 白血病そのものが症例数として少ない
- 統計学的精度としては乏しい
- AML、ALL、CML、その他と解析しているが最終的にそれらを混在したまとめ

被爆者のがん以外のリスク



Ozasa K. et al. Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 14, 1950-2003: An Overview of Cancer and Noncancer Diseases Radiation Res 2012;177:229-43

被爆者の様々な疾患リスク



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(X線、γ線)	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)

ICRP Publ.60 (DS86) ICRP Publ.103 (DS02)

組織・臓器	w_T	組織・臓器	w_T
生殖腺	0.20	骨髄、乳房、結腸、肺、胃	0.12
骨髄、結腸、肺、胃	0.12	生殖腺	0.08
乳房、甲状腺、食道、肝臓、膀胱	0.05	膀胱、食道、肝臓、甲状腺	0.04
骨表面、皮膚	0.01	骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01
残りの組織・臓器(10)	0.05	残りの組織(14)	0.12
脳・腎臓・大腸上部・筋肉・副腎・小腸・脾臓・膵臓・胸腺・子宮		副腎・胸郭外領域・胆嚢・心臓・腎臓・リンパ節・筋肉・口腔粘膜・睪臓・前立腺・小腸・脾臓・胸腺・子宮/頸部	

ICRP Publication 60(1990),103 (2007)

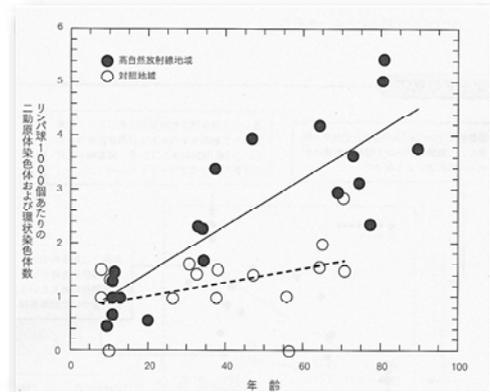
- 初期の動物実験データ
- 原爆被爆者データ
- 高レベル自然放射線地域データ
- チェルノブイリ原発事故データ
- 子供などのデータ

高レベル自然放射線地域住民の染色体異常

- 高レベル自然放射線地域住民について、年齢と染色体異常の関係を調査
- 日中共同プロジェクト
- 中国広東省の13家族、3世代の染色体検査

Jiang T, et al., Dose-effect Relationship of Dicentric and Ring Chromosomes in Lymphocytes of Individuals. J Radiat Res 2000; 41: 63-8

高レベル自然放射線地域住民の染色体異常



Jiang T, et al., Dose-effect Relationship of Dicentric and Ring Chromosomes in Lymphocytes of Individuals. J Radiat Res 2000; 41: 63-8

得られたもの・疑問点⑥

- 高レベル (= 2.74~4.44mGy/年) では年齢の増加に伴い、二動原体や環状染色体の存在率が他より多い
- 例え低線量率であっても一定量のDNA損傷は免れない
- 染色体異常が健康リスクに影響するか？
 - 別調査：発がんリスク=0.96 (有意差無)
 - 線量との関係性は不明 (高年齢は喫煙?)

インド・ケララ州の線量と発がん相対リスク

累積線量 (mGy)	0~49	50~99	100~199	200~499	500以上	種別別のp値
平均±SD	36±6	74±9	141±17	283±49	528±118	
がん発生数(人)	148	195	254	135	13	p>0.5
人年	90922	100359	97088	41540	3273	
相対リスク	1	0.97	0.97	0.98	0.81	
95%信頼区間	-	0.77~1.20	0.78~1.20	0.76~1.26	0.45~1.46	
がん発生数(人)	133	175	209	76	9	p>0.5
人年	121346	127733	109249	42295	3082	
相対リスク	1	0.98	1.08	0.85	1.25	
95%信頼区間	-	0.78~1.24	0.85~1.37	0.63~1.16	0.62~2.49	
がん発生数(人)	282	371	463	211	22	p>0.5
人年	211958	228091	206337	89896	6355	
相対リスク	1	0.97	1.02	0.93	0.95	
95%信頼区間	-	0.83~1.14	0.87~1.19	0.77~1.13	0.60~1.45	

Nair RRK, et al., Background radiation and cancer incidence in Kerala, India-Karanagappally cohort study. Health Phys. 2009; 96: 55-66

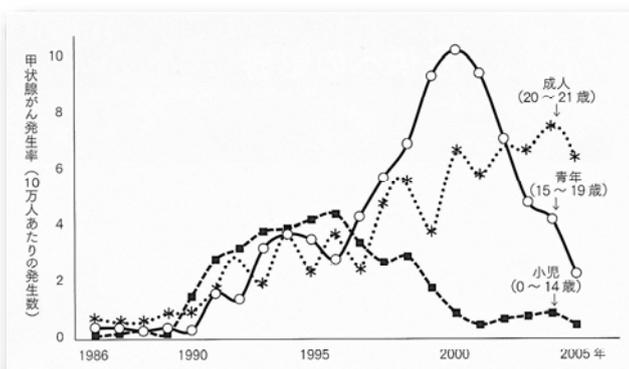
- 初期の動物実験データ
- 原爆被爆者データ
- 高レベル自然放射線地域データ
- チェルノブイリ原発事故データ
- 子供などのデータ

チェルノブイリ甲状腺がん発生率

- チェルノブイリ原発事故より2006年までのベラルーシにおける甲状腺がん発生率
- 1990年以降に増加傾向
- 1986年から2003年までに、740人の小児が甲状腺がんの確定診断を受けたとされる

Davies L, Welch HG. Increasing incidence of thyroid cancer in the United States, 1973-2002. JAMA 2006;295:2164-7.

チェルノブイリ甲状腺がん発生率



Davies L, Welch HG. Increasing incidence of thyroid cancer in the United States, 1973-2002. JAMA 2006;295:2164-7.

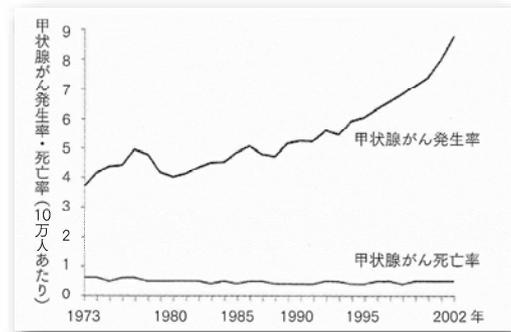
得られたもの・疑問点⑦

- 小児は1990年以降増加傾向、96年ピーク
- その後減少、02年には80年代に近い発生率
 - 2002年時点で0-14歳は事故後生まれ
 - 事故後に生まれた子供では発生率が過剰に高くないことを示唆
- 事故以前に生まれた子供が含まれる年代では、80年代に比べ甲状腺がん発生率が高い
- 発生率増加の原因は、原発事故の影響とスクリーニング効果の二つと考えられている

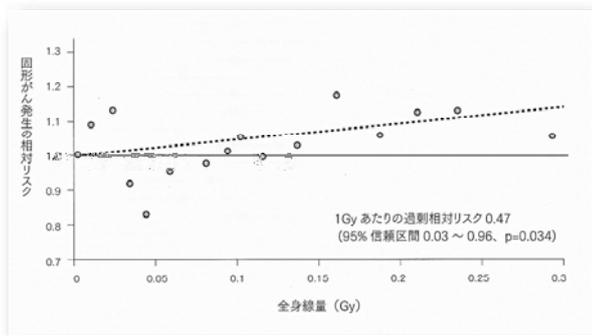
得られたもの・疑問点⑦

- 事故時の年齢が0～4歳であった集団の発生率が継続して高い
- 1983年1月～86年4月生の男女2627人（検査時年齢11～13歳）で、**8件のがん**
- 1987年1月～89年12月生の男女9472人（検査時年齢8～13歳）では、**がん未検出**
 - 放射性ヨウ素の影響がなくなった時期
- 原発事故による放射性ヨウ素が甲状腺がん増加の要因と疑われる

米国の甲状腺がん発生率・死亡率



チェルノブイリ緊急作業員の固形がん発生率



Kashcheev VV, et al., Incidence and mortality of solid cancer among emergency workers of the Chernobyl accident: assessment of radiation risks for the follow-up period of 1992–2009, Radiat Environ Biophys 2015;54:13–23.

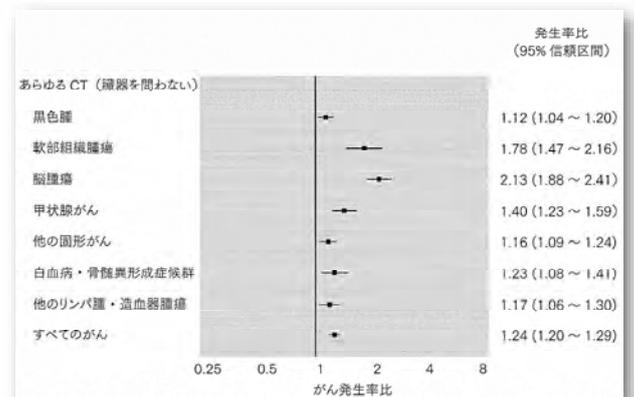
- 初期の動物実験データ
- 原爆被爆者データ
- 高レベル自然放射線地域データ
- チェルノブイリ原発事故データ
- 子供などのデータ

小児・青年のCT有無によるがん発生率

- オーストラリアで1985～2007年にCT検査を受けた0～19歳の小児・青年において、がん発生率への影響を調査
 - がん発生率比とは、CTを用いないコントロール群に比べ、用いた群でがん発生率が何倍になったかを表す比

Mathews JD, et al., Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians, BMJ 2013;346:f2360.

小児・青年のCT有無によるがん発生率

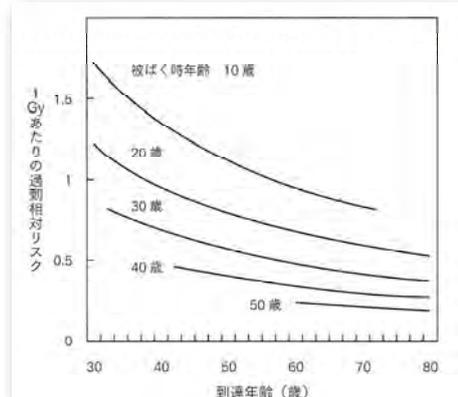


Mathews JD, et al., Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians, BMJ 2013;346:f2360.

得られたもの・疑問点⑧

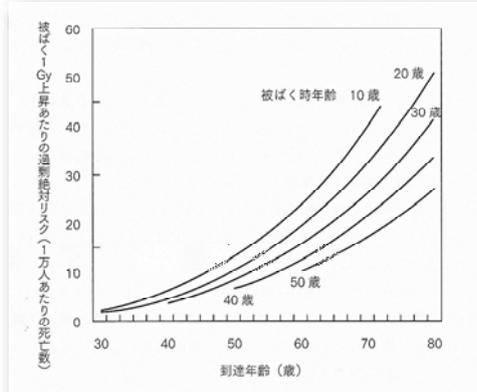
- がん発生率は全対象臓器・全がんで、**1.24倍に増加**
- CT検査部位は脳が最も多く、**脳腫瘍発生率は2.44倍に増加**
- データは診療報酬データベースとして記録
- 過去のデータには、CTの機種・条件が記録されていない
 - 線量は正確にはわからない
 - 本研究の線量は、対象臓器、検査年、年齢など使用状況から推定されたもの

被爆時年齢と生涯における発がんリスク



Ozasa K, et al., Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950–2003: an overview of cancer and noncancer diseases, Radiat Res 2012;177:229–43

被爆時年齢と生涯における発がんリスク



Ozasa K, et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: an overview of cancer and noncancer diseases. Radiat Res 2012;177:229-43

原爆被ばく胎児の小頭症発生頻度

被ばく線量 Gy(グレイ)	小頭症の頻度(小頭症人数/調査人数)			
	広島		長崎	
	胎齢0~17週	胎齢18週以上	胎齢0~17週	胎齢18週以上
コントロール群	31/764		10/246	
0.09以下	4(1)/63	4/65	0/1	0/9
0.1~0.19	6(1)/54	0/44	0/7	0/6
0.2~0.29	6/24	1/14	0/5	2/7
0.3~0.39	4/8	0/10	2/4	0/6
0.4~0.49	3/11	0/6	0/6	0/3
0.5~0.99	9(2)/20	2/24	0/9	0/11
1~1.49	2/4	0/10	0/2	1/5
1.5以上	5(5)/13	1(1)/8	8(3)/9	2(1)/9
不明	1/7	0/3	0/0	0/0
合計	40(9)/204	8(1)/184	10(3)/43	5(1)/56

Miller RW, Blot WJ. Small head size after in-utero exposure to atomic radiation. Lancet 1972;300:784-7

被爆2世と胎内被爆児

- 原爆被爆した親から生まれた子供には、
 - 胎内で被ばくして生まれた子
 - 親の被爆時には受精卵でもない卵原細胞の2つがある
- 胎児として1個体となっている身体では、胎児本人(=子供)が被ばく
- 親の精原細胞、卵原細胞が被ばくし、その後受精卵となり個体(=子供)とでは、被ばく時の状態が全く異なる
- 前者を**胎内被爆児**、後者を**被爆2世**

妊婦へのX線照射による小児がん発生リスク

- 妊婦の被ばくによる小児がん調査
- 1953~67年の15歳以下の子供を対象としたオックスフォードデータより胎児期被ばくとがんによる死亡との関連を調査
- 胎児期の被ばくで、がんによる死亡のリスクは1.47倍増加
- 白血病、固形がんによる死亡の相対リスクはそれぞれ、1.49、1.45

Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. Br J Radiol 1997;70:130-9

妊婦へのX線照射による小児がん発生リスク

がんの種類	各がんで死亡した子供の人数		相対リスク (95%信頼区間)
	全体	胎児期被ばくあり	
リンパ性白血病	2007	290	1.54 (1.34~1.78)
骨髄性白血病	866	120	1.47 (1.20~1.81)
その他の白血病	1179	159	1.43 (1.19~1.71)
リンパ腫	719	92	1.35 (1.07~1.69)
ウイلمス腫瘍(腎母腫)	590	87	1.59 (1.25~2.01)
中枢神経系のがん	1332	179	1.42 (1.20~1.69)
神経芽細胞腫	720	99	1.46 (1.17~1.83)
骨髄癌	244	26	1.11 (0.74~1.66)
その他	856	129	1.63 (1.33~1.98)
すべての白血病	4052	569	1.49 (1.33~1.67)
すべての固形がん	4461	612	1.45 (1.30~1.62)
すべてのがん	8513	1181	1.47 (1.34~1.62)

Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. Br J Radiol 1997;70:130-9

得られたもの・疑問点⑨

- ケース・コントロールスタディであり、胎児期被ばくの有無を診療録や親から調査
 - 実際に受けた線量は不明
 - 研究が行われた時期によっても線量変化
- 最近の報告*では、放射線診断による胎児期被ばくにもなうリスク上昇は示されておらず、白血病に対するオッズ比は0.99

*Schulze,Rath R, Hammer GP, Blettner M. Are pre- or postnatal diagnostic X-rays a risk factor for childhood cancer? A systematic review. Radiat Environ Biophys 2008;47(3):301,12
- 低線量にもなう小さなリスクを検出するためには大規模前向きコホート研究が必要

まとめ

- 放射線被ばくによる人体影響を見いだすことは簡単でない(特に低線量・低線量率)
- エビデンスとなり得るデータは、主に原爆被爆者や医療被ばく者からの疫学調査
- 大規模な前向きコホート研究や細胞レベルから個体へとつながる研究が望まれる
- 照射によるイニシエーションとして放射線誘発がんに関わることが実証されつつある

Ishida Y, et al. Genomic and gene expression signatures of radiation in medulloblastomas after low-dose irradiation in Ptch1 heterozygous mice. Carcinogenesis 31: 1694-1701.2010

今回参考にした書物

- 放射線 必須データ32:被ばく影響の根拠(創元社) ↑特にグラフはここから!!
- 現代人のための放射線生物学(京都大学学術出版会)
- 本当のところ教えて!放射線のリスクー放射線影響研究者からのメッセージ(日本放射線影響学会)

平成 29 年度

第 1 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 1 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 29 年 12 月 8 日（金）13:00～16:00

場 所：筑波大学医学系棟 E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

多職種連携災害医療

13:00 ～ 16:00

理学療法士としての災害医療の関わり方と
高齢者施設の火災を想定した介助避難の方法

北海道科学大学 保健医療学部
宮坂 智哉 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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



平成 29 年度

第 2 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 2 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 30 年 1 月 11 日（木）13:00～16:00

場 所：筑波大学医学系棟 E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

放射線リスクコミュニケーション

13:00 ～ 16:00

量研・放射線医学総合研究所
放射線防護情報統合センター
神田 玲子 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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



平成 29 年度

第 3 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 3 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 30 年 1 月 25 日（木）13:00～16:00

場 所：筑波大学医学系棟 E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

医療統計学の基礎と応用

13:00 ～ 16:00

杏林大学 保健学部
橋本 雄幸 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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



平成 29 年度

第 4 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 4 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 30 年 1 月 31 日（水）13:00～16:00

場 所：筑波大学医学系棟 E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

13:00 ～ 16:00

多職種連携災害医療 —災害看護の役割—

兵庫医科大学病院 看護部
山田 裕基 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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



平成 29 年度

第 5 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 5 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 30 年 2 月 8 日（木）13:00～16:00

場 所：筑波大学医学系棟 E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

原子力概論

—原子炉の仕組み、原子力事故について—

13:00 ～ 16:00

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究センター 副センター長
原子力エネルギー基盤連携センター 副センター長
深堀 智生 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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



平成 29 年度

第 6 回 RaMSEP 基礎講座



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

下記の日程にて、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）平成 29 年度「第 6 回 RaMSEP 基礎講座」を開催いたします。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学生および教員を対象とした研修会となっております。多数のご参加をお待ちしております。

日 時：平成 30 年 3 月 7 日（水）10:00～12:00

場 所：筑波大学医学系棟 4E 棟 5 階ラウンジ

（HP：http://www.tsukuba.ac.jp/access/map_west.html をご覧ください）

参加料：無 料

<プログラム>

ホールボディカウンタ

10:00 ～ 12:00

福島県立医科大学 医学部
放射線健康管理学講座 助教

大葉 隆 先生

* 駐車券の無料化は行っておりません。恐れ入りますが、電車・バス等の公共機関をご利用ください。

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）

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

