

医学教育における放射線健康リスク科学教育 人材養成プログラムの開発

松田 尚樹¹、浦田 芳重²、永安 武²、粟井 和夫³、大津留 晶⁴

¹長崎大学原爆後障害医療研究所、²医学部、³広島大学医学部、⁴福島県立医科大学医学部



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(2014年)9月4日

日本学術会議

臨床医学委員会

放射線防護・リスクマネジメント分科会

医学生に対する放射線影響、防護管理などの知識やリスクに関する教育を徹底

医師となった時に、住民らの疑問に答え、適切な知識を提供する担い手になる

医学生全員に「放射線健康影響と防護管理」(講義と実習)を必修化

医学部以外の学生にも公開

大学間の連携を通じて教育拠点を整備



国立大学医学部長会議

教育制度・カリキュラムに関する小委員会

- 放射線の健康リスク科学教育の必修化WG (H27.1~)



課題解決型高度医療人材養成プログラム (H28~)

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(筑波大)
- 放射線健康リスク科学人材養成プログラム(長崎大、広島大、福島県立医大)

医学教育モデル・コア・カリキュラム (平成28年度版)

E-6 放射線の生体影響と放射線障害

医学・医療の分野に広く応用されている放射線や電磁波等の生体への作用や応用を理解する。



放射線の生体影響と放射線障害



生体と放射線



医療放射線と生
体影響



放射線リスクコ
ミュニケーショ
ン



放射線災害医療

放射線健康リスク科学案（8コマ）



放射線健康影響
と放射線防護
(4)

放射線の生物影響、
放射線による発癌・
遺伝性影響、放射線
防護・管理



医療放射線と人
体影響 (2)

IVR、X線CT等による
被ばく影響、放射線
治療の生物学、重粒
子線治療の生物学



放射線リスクコミュ
ニケーション (1)

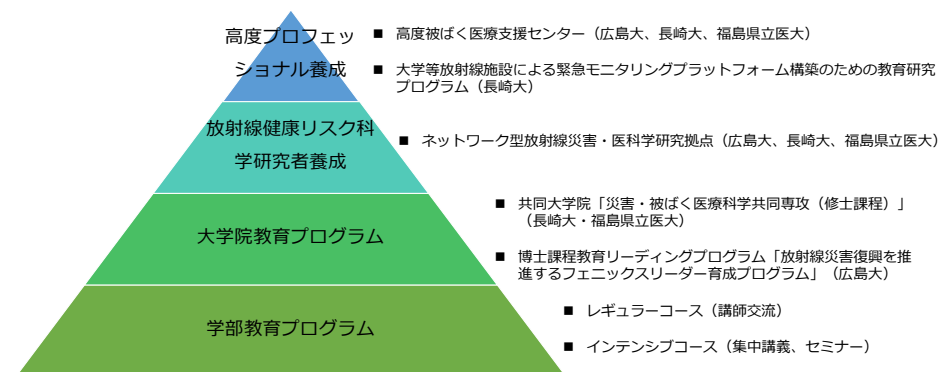
放射線に関する医師
と患者の意思疎通・
合意形成、医師と原
子力被災者の意思疎
通・合意形成

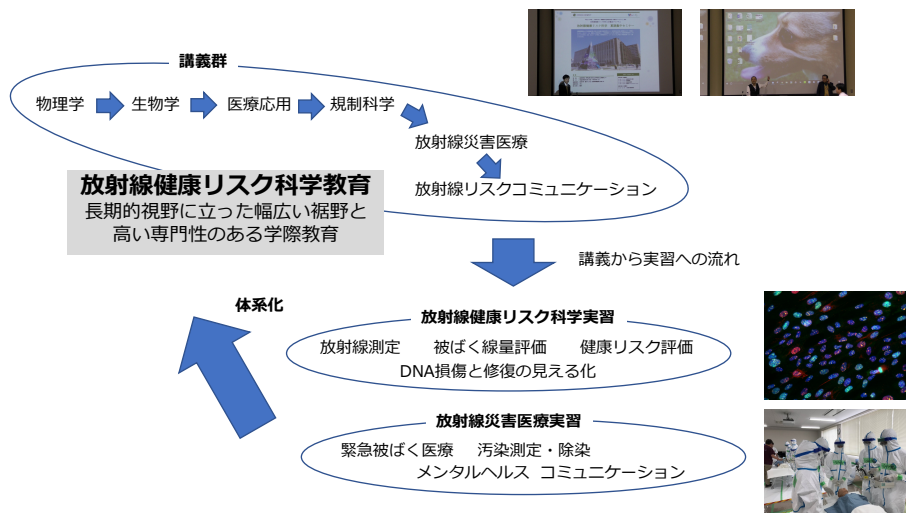


原子力災害医療
(1)

急性放射線症・緊急
被ばく医療（メンタ
ルヘルスを含む）、
原子力災害/放射線災
害の事例

放射線健康リスク科学人材養成プログラム（長崎大、広島大、福島県立医大）によるキャリアパス

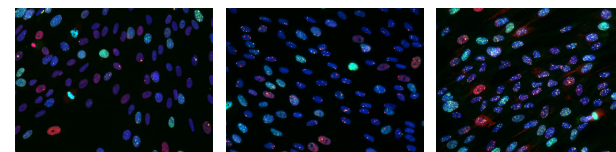




放射線影響の可視化

正常ヒト線維芽細胞におけるフォーカス（リン酸化ヒストンH2AX、53BP1）の顕微鏡写真

- 0 Gy
 - 0.1 Gy
 - 0.25 Gy
- 照射直後、6時間後、12時間後
照射直後



フォーカスカウント

DNA二本鎖切断の線量依存性と修復について考察

ゲルマニウム半導体検出器による土壌資料の核種分析と 周辺住民の被ばく線量の推定

インド・タミル
ナドゥ高自然放
射線地域土壌



福島県内各地の
汚染土壌

核種分析

Ac-228 / Th-228
Cs-134 / Cs-137



ゲルマニウム半導体検出器

→ 分布マップの作成

→ IAEA TECDOC1162
Procedure E3 に基づく
被ばく線量の推定

健康リスクの考察

放射線被ばくによる健康リスクアセスメント



演習問題

- ① 体外汚染患者のケアに伴う外部被ばくによる健康リスク
- ② 頭皮の汚染による将来の脱毛のリスクと洗髪を行なわなければならない時間リミット
- ③ ホールボディカウンタで体内放射能が検出された場合の健康リスク
- ④ 尿から放射能が検出された場合の健康リスク

ホールボディカウンタによる健康リスク評価

- ホールボディカウンタ検査で体内放射能が検出された。
Cs-134 200,000Bq/body
Cs-137 200,000Bq/body
- 汚染した野菜を1週間前に食べたようだ。
- 内部被ばく線量は？

考え方（1）

- 摂取1週間後の体内残留率を用いて、摂取時の放射能を逆算する。

Cs-134	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
1日後	0.977	0.972	0.975	0.976	0.976	0.979
1週間後	0.752	0.707	0.745	0.773	0.836	0.863
1ヵ月後	0.272	0.203	0.317	0.459	0.674	0.721
1年後	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.041	0.064

Cs-137	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
1日後	0.977	0.973	0.976	0.977	0.977	0.980
1週間後	0.756	0.711	0.749	0.778	0.841	0.869
1ヵ月後	0.279	0.208	0.325	0.470	0.692	0.740
1年後	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.056	0.088

考え方（2）

- 経口摂取の内部被ばく線量換算係数（Sv/Bq）を用いて預託実効線量を計算する。

Cs-134	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
預託実効線量係数	2.6×10^{-8}	1.6×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.4×10^{-8}	1.9×10^{-8}	1.9×10^{-8}

Cs-137	3ヶ月	1歳	5歳	10歳	15歳	成人
預託実効線量係数	2.1×10^{-8}	1.2×10^{-8}	9.7×10^{-9}	1.0×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.3×10^{-8}

計算結果

- 成人の場合
摂取した放射能（Cs-137）＝ 200,000[Bq] / 0.869 ＝ 230,150 Bq

核種	測定値 (Bq/body)	1週間後の体 内残留率	摂取した放射 能(Bq)	預託実効線量 係数(Sv/Bq)	預託実効線量 (mSv)
Cs-134	200,000	0.863	231,750	1.9 × 10 ⁻⁸	4.4
Cs-137	200,000	0.869	230,150	1.3 × 10 ⁻⁸	3.0

リスクアセスメント

- 預託実効線量がCs-134、Cs-137合算で7.4mSv
- 一般公衆の実効線量限度（1mSv/年）を超える。
- いかなる確定的影響のしきい線量も超えない。
- 発がんリスクの有意な上昇が見られる線量域ではない。
- 不要な被ばくを避ける観点から、残った野菜の摂取は避けるべき。
- 体外に排泄されていることを確認する意味で、一定期間後に再検査をしても良い。
- 乳幼児の場合も大きくは変わらない。

「課題解決型高度医療人材養成プログラム」の取組概要及び中間評価結果

評価機関	2
評価対象大学等	長崎大学 （広島大学、福岡県立医科大学）
評価テーマ等	「テーマ①」放射線災害を含む放射線健康リスクに関する領域
事業名	放射線健康リスク科学人材養成プログラム
事業推進責任者	医学部長 永家 武
取組内容	東京電力福島第一原子力発電所事故（福島原発事故）により引き起こされた放射線の健康影響に対する不安の増大は、医学教育においては、放射線影響学ののみならず災害医療、リスクコミュニケーションも含めた幅広い放射線健康リスク科学教育の必要性を示した。この領域の教育リソース（人材、コンテンツ、施設・設備等）は極めて限られているため、現在の教育資源を有効に活用し速やかに全国的に展開する機方向と、従来の人材を育し、教育リソースを充実化する機方向の両面の推進が不可欠である。特に後者について、医学士教育からプロフェッショナル養成、そしてグローバルヘルスと原子力災害に対応できる人材育成までの長期的視野に立った、幅広い活動と高い専門性のある学際教育を実現するためのピラミッド型の段階的かつ組織的な教育体制の新たな構築が重要な課題となる。 この課題を解決するため、本事業では、放射線健康リスク教育の全面展開のための人材の輩出・配置及び国際機関への人材供給と対応機構での放射線リスクへの対応と共通のテーマとなる人材育成を目指す。として、並行に放射線災害を経験し、放射線健康リスク科学に関する教育リソースを有する長崎大学、広島大学、福岡県立医科大学が連携し、医学部教育における原子力災害となる新しい教育プログラムの実施、共同大学院等による学際的な研究推進、3大学共同研究拠点を活用した高度プロフェッショナル養成、そして高度知能医療支援センター・原子力災害医療・総合支援センターと協同した災害グローバルヘルス対応推進のための長期人材養成プログラムを実施する。この期間では経験者達の教育交流及び研究交流を行い、推進する全てのリソースを横断的、網羅的に把握・活用することのできる放射線健康リスク科学リソースセンターを創設する。
中間評価結果	（総合評価） A 順調に進捗しており、現行の努力を継続することによって当初目的を達成することが可能と判断される。 【コメント】 ○ 優れた点等 ● 改善を要する点等 【優れた点等】 ○本領域に関する問題意識と実証能力を持った3大学が連携し、医療学、生物学、医療応用から放射線リスクコミュニケーションに至る教育体系を構築し、放射線健康リスク科学人材の養成に精力的に取り組んでいる。 ○平成28及び29年度に実施した実習の内容が拡大であったことを踏まえ、実習内容の精査や補修資料の活用による展開化を図るなど、実習項目の理解度を深めつつも、学生及び教員の負担を軽減するための見直しを行っている点は評価できる。 ○全国的に教員及び教育コンテンツが不足している「放射線災害医療」、「放射線リスクコミュニケーション」分野について、DVDやアーカイブをプラットフォームとして展開できるとデモコンテンツを開発しており、当該分野に関する教育レベルの向上に対する貢献が期待される。 【改善を要する点等】 ●構築した教育プログラムは、連携3大学の強みを生かした高質なものと考えられる一方で、他大学への普及に当たっては、実施困難な内容も含まれているように思われることから、他大学への普及・促進に適切な教育内容の精査を図ることも必要と考えられる。 ●本事業の成果の普及・促進に向けて、他大学等への積極的な広報活動及び展開をすることが望まれる。

【改善を要する点等】

- 構築した教育プログラムは、連携3大学の強みを生かした高質なものと考えられる一方で、他大学への普及に当たっては、実施困難な内容も含まれているように思われることから、他大学への普及・促進に適切な教育内容の精査を図ることも必要と考えられる。
- 本事業の成果の普及・促進に向けて、他大学等への積極的な広報活動及び展開をすることが望まれる。

放射線健康リスク科学教育（放射線の生体影響と放射線障害）に関する実態調査結果

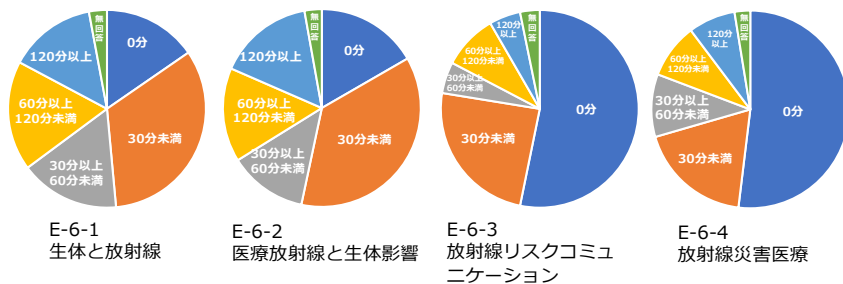
（2017年11月実施 回答数 78大学）

国立大学医学部長会談 教育制度・カリキュラムに関する小委員会 放射線の健康リスク科学教育の必修化WG

■ モデル・コア・カリキュラムに対応した講義（座学）について

医学教育モデル・コア・カリキュラム（平成28年度改訂版）E-6「放射線の生体影響と放射線障害」に示された4つの項目と学修目標について、貴大学における座学による教育時間、及び今後のカリキュラムへの取り入れの予定についてお教えてください。

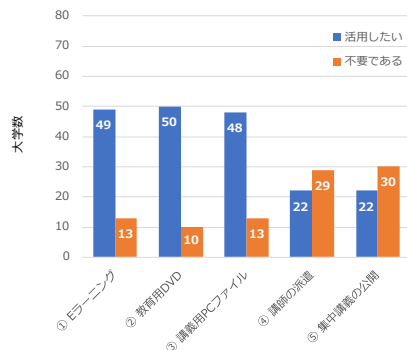
各項目の教育時間（分）



■ 教育支援プログラムについて

放射線の健康リスク科学教育の必修化WGでは、教育コンテンツ、実習教材、指導人材などの限られた教育リソースを有効に活用して放射線の健康リスク科学教育を全国展開するための教育支援プログラムを検討しています。貴大学として活用できると思われるプログラム、またご協力いただけるプログラムがあれば教えてください。

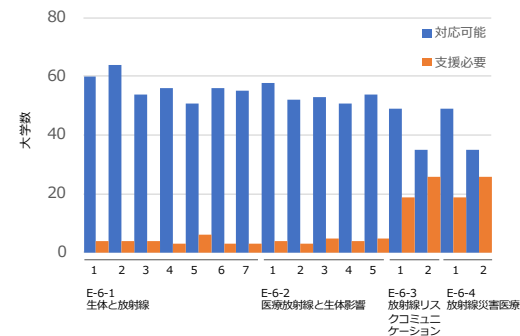
今後の予定



■ モデル・コア・カリキュラムに対応した講義（座学）について

医学教育モデル・コア・カリキュラム（平成28年度改訂版）E-6「放射線の生体影響と放射線障害」に示された4つの項目と学修目標について、貴大学における座学による教育時間、及び今後のカリキュラムへの取り入れの予定についてお教えてください。

今後の予定



放射線健康リスク科学人材養成プログラム
Radiation Health Risk Science Human Resource Development Program

NAGASAKI UNIVERSITY

2019年9月25日

本学で制作した「放射線リスクコミュニケーション」と「放射線災害医療」の教育教材（ビデオコンテンツ、各2タイトルずつ）の公開を開始します。

ストリーミング視聴、及び動画ファイルのダウンロードが可能です。

このため「放射線リスク科学教育教材シリーズ」より、ストリーミング視聴サイトに移動します。

動画ファイルのダウンロードをご希望の方は、下記までご連絡ください。

担当：渡辺芳恵 urata@nagasaki-u.ac.jp ☎095-819-7987

2019年9月25日

本プログラムを含む医学放射線教育の現状と課題に関する報告が長崎県医師会報に掲載されました。

2019年9月25日

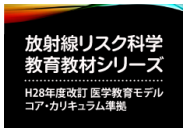
広島大学キャンパスにおいて「第3回放射線健康リスク科学・専門集中セミナー」が8月8～9日が開催されました。

2019年7月16日

第51回日本医学教育学会大会（7月27日、京都府立京都大学・京大総合体育館（京大総合体育館））で、「医学教育における放射線健康リスク科学人材養成プログラムの発表」（山口誠心、徳島大学）を発表します。

2019年7月16日

放射線災害医療を題材とし、放射線健康リスク科学に関する教育リソースを有する3大学（長崎大学・広島大学・徳島大学）が連携し、リアルタイムの最新放射線健康リスク科学教育に基づき、段階的・組織的な教育体制のもとで、放射線グローバルヘルスにも貢献できる人材養成するプログラムです。



国立大学医学部長会議HP
<http://www.chnmsj.jp>

放射線健康リスク科学教育 e-learningコンテンツ

放射線健康リスク科学教育に是非ご活用ください。

コンテンツ
放射線健康リスク科学人材養成プログラム（長崎大学・広島大学・福島県立医科大学） http://www.med.nagasaki-u.ac.jp/rh-risk/elearning/
医学教育モデル・コア・カリキュラム/看護学教育モデル・コア・カリキュラムに対応した放射線健康リスク科学教育におけるeラーニング講義と試験（放射線健康リスク科学教育センター（東北大学）） http://www.radbio.med.tohoku.ac.jp/irec/
放射線災害の全時相に対応できる人材養成 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 https://ramsep.md.tsukuba.ac.jp/e-learning

放射線健康リスク科学教育 その他教材（冊子等）

放射線による健康影響等に関するポータルサイト（環境省）
<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/portal/>

以下の冊子をダウンロードできます。
「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」 上巻・下巻・Q&A・英語版

第2期
放射線健康リスク
科学教育
教材シリーズ

2020.3公開予定

【生体と放射線】

広島大学原爆放射線医科学研究所 細胞修復制御
田代 聡 教授

広島大学原爆放射線医科学研究所 放射線ゲノム疾患
松浦 伸也 教授

【放射線災害医療】

原発事故後の甲状腺スクリーニングと健康リスクコミュニケーション
福島県立医科大学医学部 放射線健康管理学
緑川 早苗 准教授

放射線災害時の被ばく線量評価と健康リスクアセスメント
長崎大学原爆後障害医療研究所 放射線生物・防護学
松田 尚樹 教授

まとめ

- 福島原発事故以降の医学放射線教育は、従来の放射線の基礎、生体影響、防護等に加えて、リスクコミュニケーションと災害医療も含んだ放射線健康リスク科学教育として形が整えられつつある。
- 基本カリキュラム
 - 物理学→生物学→医療応用→規制科学→放射線災害医療→放射線リスクコミュニケーションの流れの講義
- 実習
 - 放射線健康リスク科学/ 放射線災害医療実習
- 全てを実践できる大学は限られている
- 教育支援ツールの開発が必要
 - 自学用E-ラーニング、ビデオコンテンツ配信
 - 標準的実習ガイド