

厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の
知識向上と不安低下度の定量的解析

平成29年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 岡崎 龍史

平成 30 年 3 月

目 次

I. 総括研究報告

- 放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と不安低下度の定量的解析
研究代表者 岡崎 龍史 ----- 1

II. 分担研究報告

1. 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発1

- 研究代表者 岡崎 龍史
研究分担者 松田 尚樹
研究分担者 鈴木 啓司
研究分担者 長谷川 有史 ----- 7
(資料1-3) 講義スライド

2. 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発2

- 放射線リスクコミュニケーション-
研究分担者 神田 玲子
研究代表者 岡崎 龍史 ----- 36
(資料4-5) 講義スライドと資料

3. 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発3

- 机上訓練による緊急時組織連携体制改善（組織間連携による放射線不安軽減策の評価）
研究分担者 加藤 尊秋
研究分担者 長谷川 有史
研究代表者 岡崎 龍史 ----- 58
(資料6) 机上訓練結果（模造紙記入事項）

4. 放射線業務従事者に対する放射線教育講習会による知識向上と不安軽減の解析

- 研究代表者 岡崎 龍史
研究分担者 森 晃爾
研究分担者 立石 清一郎
研究分担者 松田 尚樹
研究分担者 鈴木 啓司
研究分担者 長谷川 有史
研究分担者 島田 義也
研究分担者 神田 玲子
研究分担者 加藤 尊秋 ----- 63
(資料7-9) 「放射線被ばくに不安に関する」アンケート調査用紙

5. 日立 GE(株)における放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

- 研究分担者 島田 義也
研究代表者 岡崎 龍史
研究分担者 神田 玲子
研究分担者 加藤 尊秋 ----- 79

6. フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラムの我が国への応用展開

- 産業保健的立場から-
研究分担者 立石 清一郎
研究分担者 長谷川 有史
研究代表者 岡崎 龍史 ----- 84

7. 放射線業務従事者が主体的に参加できる教育環境・機会を提供する

- フランスから学ぶ留意すべき効果的な教育手法-
研究分担者 長谷川 有史
研究代表者 岡崎 龍史
研究分担者 立石 清一郎 ----- 87
(資料10) 放射線防護責任者のトレーニングの方式とトレーニング機関の認証に関する省令

労災疾病臨床研究事業費補助金

総括研究報告書

放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と 不安低下度の定量的解析

研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授

研究要旨

放射線業務従事者の放射線不安はいまだに残り、不安低減となるような教育方法の確率は重要である。平成 29 年度は放射線業務従事者に対し、座学講義においては一方的な講義にならないような工夫をし、放射線リスクコミュニケーションにおいてはロールプレイを独自に開発し、また災害対応机上訓練として受講生参加型の教育講習会を行った。独自に作成した質問調査票及び GHQ（精神健康調査）票と STAI 状態 - 特性不安尺度)票を用いて、教育による不安軽減効果を解析した。現場に即した講義内容にするためには、日立GEニュークリア・エナジー株式会社の福島原発作業者に対する教育の取り組みや、フランスにおける放射線業務従事者の被ばく管理、制度や教育などについて視察を行った。

A. 研究目的

被ばく線量の比較的低い千代田テクノル株式会社社員と協力企業(千代田社員)、並びに福島原発作業に従事する放射線業務従事者に対しての放射線教育講習プログラムを開発し、放射線知識の向上と不安軽減効果がみられるか解析する。定量的評価は、教育前後での講義に沿った問題の正答率の変化、並びに質問調査票、GHQ及びSTAIにより不安度を解析した。

教育講習会の内容をより良きものとするために福島原発視察、日立GE株式会社（日立GE）での取り組み、さらにフランスにおける法令教育、被ばく管理並びに研究施設を視察した。

B. 研究方法

1) 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発

千代田社員は、毎年放射線安全・一般安全講習会を東京、仙台、大阪及び福岡で開催している。その4会場に我々の教育プログラムを導入した。座学講義として、「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、「原子力災害医療」及び「放射線リスクコミュニケーション」に関する講義を行った。一方的な講義でなく途中で質問を受けたり、問題の解答などの双方向的な講義を行った。

福島原発作業者に対しては、いわき市内2カ所

で行い、「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、「原子力災害医療」は座学講義を行い、「放射線リスクコミュニケーション」に関しては、座学講義も行ったが、Slovicが開発したリスクランキング法で個人によってリスクが異なることを認識したのち、傾聴や共感を身に付けるためのロールプレイや不安を軽減するための発言をどのようにするかというシナリオ作りの演習を行った。また、緊急時組織連携体制改善として机上訓練を行い、種々の関連企業の組織間連携による放射線不安軽減策の評価した。

座学に関しては、関連する問題を作成し、座学の前後で正答率の変化を見て、知識の向上の有無を解析した。

2) 放射線教育講習会による知識向上と不安軽減の解析

千代田社員と福島原発作業員の作業状況並びに職場環境に合わせたアンケートを作成した。知識の向上や放射線影響による不安の程度は自己申告によるが、アンケート前後での変化を解析した。General Health Questionnaire (精神健康調査:GHQ) 12及びState-Trait Anxiety Inventory (状態-特性不安: STAI) 検査によって、不安尺度を計測した。統計解析は、対応のある2群間の比較、Wilcoxon符号付順位和検定を行った。

3) 日立GEにおける放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

日立GEは、東京電力(株)の元請企業として福島原発構内で業務を行い、独自の管理によって不安軽減を図っている。研究班においても現場に即した教育講習会を行うために、日立GEを通じて、

作業前の朝礼とTool Box Meeting (TBM)及びリスク危険予知(RKY)並びに福島第一原発構内の作業状況を視察し、さらに独自の放射線教育と環境整備について教授してもらった。

4) フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラム

フランスの原子力政策とフランス国民・原子力事業所放射線業務従事者の放射線不安に関する情報を収集した。今回訪問した機関は、IRSN (放射線防護・原子力安全研究所)、ANCCLI 地元情報委員全国連合(NPO)、CEPN (フランス原子力防護評価研究所)、CEFRI (放射線作業員の訓練とモニタリングの企業認証委員会)、SFRP(フランス放射線防護学会)、ASN (原子力安全局)、EDF (電力会社)である。各機関の担当者に対してインタビューを行い、法律で定められた放射線業務従事者の教育制度、管理、取り組まれている教育方法、研究内容などについての情報を得た。

C. 研究結果

1) 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発

1. 「放射線人体影響」

放射線の基本、細胞に対する基本作用、人体の影響について講義した。

2. 「原子力防災と緊急モニタリング」

原子力災害対策重点区域、緊急事態の区分、原子力、放射線防災の国際的な考え方、包括的判断基準と運用基準、運用上の介入レベル(OIL: Operational Intervention Levels)と防護措置、緊急モニタリングの目的と実施体制、IAEAのIRRS(総合的規制評価レビュー)による我が国の

原子力規制の評価と対応について講義した。

3. 「原子力災害医療」

福島事故の現実と反省、新しい原子力災害医療システム、原子力災害における医療対応の基本と実際について講義した。

4. 「放射線リスクコミュニケーション」

千代田社員では座学講義が中心で、項目は、放射線のリスクの定義及び成り立ち、リスク認知-安全基準を決める要素-、リスク管理-リスク比較が一つの根拠-、リスク評価-線量とリスクの関係-についてである。

福島原発作業員対象においては、学講義、Slovic が開発したリスクランキング法を行ったのち、ロールプレイやシナリオ作りの演習を行った。

1. から 4. の講義時間は、各 60 分とした。また、講義内容に関連した問題を作成し、受講生に教育前後で解答させ、正答率の増加をみることができた。

5. 「机上訓練」

参加者をグループ分けし、原発構内で汚染を伴う傷病者発生という想定で、傷病者や事故の状況をそれぞれのグループで設定してもらう。処置や搬送について議論し、各グループの意見を発表してもらった。講師から現場状況の説明や総評を行った。

2) 放射線教育講習会による知識向上と不安軽減の解析

福島原発作業員の方が千代田社員に比べて被ばく線量が高く、不安度も高かった。しかしながら、今回の講習プログラムによって、知識の向上と不安の軽減をみることができた。若い年齢な

ど不安になりやすい受講者がいたことがわかった。

3) 日立 GE における放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

福島原発内事務所や構内には、放射線や関連するニュース、災害事例など、作業員へ最新の情報を提供していた。朝礼と TBM 及び RKY による作業確認の徹底していた。教育面の取り組みとして、①入所時放射線管理教育、②マスク装着/装着脱訓練及び③放射線体感教育を実施し、また環境面からは、①保健指導、②現場環境整備（熱中症対策、健康面対策、被ばく低減対策、装備の軽減、③積極的な情報提供をすることによって、放射線不安の解消を図っていた。

4) フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラム

各機関からの回答では、原発作業員は放射線不安を抱えている者がいない。その理由は、不安のない労働者が応募、採用されることや、被ばく線量ごとの健康診断の仕組みなども整備がある。適切な教育と制度作り、労働者ネットワークも構築され、不安低減に繋がっている。国民性もあるが、良い意味での個人主義が、教育においても問題解決型の手法がとられ、一方的にならないことが評価される。

D. 考察

1) 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発

今回の教育講習の内容は、知識を向上することができた。座学だけの一方的な教育プログラ

ムでなく、受講生の意見を聞きながらの講習が良かったと思われる。

2) 放射線教育講習会による知識向上と不安軽減の解析

今回の教育講習プログラムによって、自己評価によっても知識の向上をみることができ、さらに不安軽減の効果を見ることができた。不安度の高い人もいるので、リスクコミュニケーションによる講習が重要である。また、場合によっては個別の対応も必要であると考えられた。

3) 日立 GE における放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

日々の取り組みにより、安全性を高め、事故のない作業環境をつくっている。教育や環境面からの取り組みも充実しており、会社全体で信頼関係を作ることも放射線不安を取り除く要因となっている。

4) フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラム

フランスは原発立国であることもあり、不安を解消するためだけの特別な教育プログラムは存在しなくても、フランスの法令教育システムや様々な取り組みによって、放射線不安を持つ作業者がいないと考えられた。

E. 結論

1) 放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発

放射線知識向上並びに不安軽減となる有効な教育プログラムが開発されたと考えられた。

2) 放射線教育講習会による知識向上と不安軽減の解析

有効な教育方法によって、知識の向上と不安軽減が得られると考えられた。

3) 日立 GE における放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

放射線の情報提供、教育、環境面などの取り組みが、放射線業務従事者との信頼関係を構築し、不安軽減となると考えられた。

4) フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラム

放射線に対するリスクマネジメントを適切に行うことにより結果的に不安が低減されている可能性がある。

F. 健康危険情報

本研究では、国内や海外視察などでの移動における危険性が伴う程度である。教育講習プログラム受講者の同様に移動による危険性のみであり、侵襲的なものはなく健康に害を及ぼすものは特にない。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 岡崎龍史、太神和廣、横尾誠、香崎正宙、福島県における原発事故後の放射線影響と福島県民健康調査に対する意識調査、J UOEH（産業医科大学雑誌），39(4):277-290, 2017

2. 学会発表

- 岡崎龍史. ワークショップ：産業医大医学部における放射線教育並びに放射線教育と不安アンケート調査について. 日本放射線影響学会第 60 回大会. 千葉. 2017 年 10 月
- 岡崎龍史. ワークショップ：福島原発作業者の放射線不安に関するアンケート調査. 日本放射線影響学会第 60 回大会. 千葉. 2017 年 10 月
- 岡崎龍史, 太神 和廣, 横尾 誠. 福島原発事故の放射線影響についてのアンケート-特に甲状腺検査事業に対する意識調査結果について-. 日本放射線影響学会第 60 回大会. 千葉. 2017 年
- 岡崎龍史, 太神和廣, 横尾誠, 香崎正宙. 原発事故の放射線影響についてのアンケート -特に甲状腺検査事業に対する意識調査結果について-. 産業医大学学会. 2017 年
- 岡崎龍史, 香崎正宙, 盛武敬, 長谷川有史, 神田玲子, 島田義也, 松田尚樹, 鈴木啓司, 加藤尊秋, 横尾誠, 大津山彰, 鈴木克典, 久保達彦, 立石清一郎, 森晃爾. 福島原発作業者の放射線被ばくの不安に関するアンケート調査. 平成 29 年度日本産業衛生学会九州地方会学会. 熊本. 2017 年 7 月
- 太神和廣, 岡崎龍史, 横尾誠. 原発事故の放射線影響についてのアンケート - 特に甲状腺検査事業に対する意識調査結果について. 日本小児科学会福島地方会. 福島. 2017 年 6 月
- 岡崎龍史, 香崎正宙, 甲斐倫明, 姜英, 久保達彦, 大津山彰, 佐渡敏彦, 盛武敬, 立石清一郎, 鈴木克典, 森晃爾. 福島原発事

故緊急時に従事した東電原発作業者の体内被ばくと体外被ばく線量影響評価：2164 名の作業員の健康診断結果の解析. 第 3 回東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究カンファレンス. 小倉. 2017 年

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

なし

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発1

研究代表者	岡崎 龍史	産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授
研究分担者	松田 尚樹	長崎大学原爆後障害医療研究所放射線リスク制御部門 教授
研究分担者	鈴木 啓司	長崎大学原爆後障害医療研究所放射線リスク制御部門 准教授
研究分担者	長谷川 有史	福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 教授
研究分担者	神田 玲子	量子科学技術研究開発機構 センター長
研究分担者	加藤 尊秋	北九州市立大学国際環境工学部 教授
研究協力者	横尾 誠	産業医科大学産業生態科学研究所環境疫学 助教

研究要旨

放射線業務従事者に対する放射線知識の向上と不安軽減のための放射線教育講習会を開催した。受講生の教育による理解度は、各講義内容に関する問題を教育前後の正答率、並びにアンケートによる主観的な理解度点数にて評価した。

A. 研究目的

今回、放射線業務従事者に対して、独自の放射線教育講習プログラムを開発し、放射線知識の向上が得られたかについて評価する。

B. 研究方法

被ばく線量の低い千代田テクノル株式会社社員並びに協力企業社員（千代田社員）、並びに被ばく線量の比較的高い福島原子力発電所（福島原発）作業員に対して講義を行った。

講義内容は、「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、及び「原子力災害医療」である。各講義内容に関する問題を4問ずつ作成し、教育前後の正答率を評価した。また質問調査票にて各講義内容の理解度を自己評価してもらい、理解度の向上を分析した。

千代田社員は、同社が行う放射線安全・一般安

全講習会の東京、大阪、福岡及び仙台の4会場で、今回の講習プログラムの内容で行った。福島原発作業員者は、いわき市2カ所で講習会を開催した。

確認テストの統計解析は、対応のある2群間の比較(Wilcoxon符号付順位和検定)を用いた。

（倫理面への配慮）

回答用紙には個人情報に記載しない。匿名化されており、記載を持って同意が得られたとした。

C. 研究結果

I. 講習プログラム

「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、及び「原子力災害医療」の講義内容は下記のごとくである。講義スライドを添付する。

1. 放射線の人体影響(資料1)

人体影響の講義で学ぶことは少ない。法令による人体影響は 30 分であり、十分な知識を得られない。今回の講義では、放射線の基本から、放射線の影響を細胞レベルから人体レベルまで含めた。一般的に内部被ばくと外部被ばくの影響や遺伝性影響に対する誤解している者が多く、正しく理解してもらえた。低線量の影響なども含めて解説をした。講義の内容は下記のごとくである。

(1) 放射線の基本

放射線の種類、単位、線量線量率効果係数、内部被ばく、外部被ばくについて。特に内部被ばくと外部被ばくの影響については、勘違いが多く正しい理解を得た。

(2) 放射線の細胞に対する基本的作用

分裂遅延、増殖死、間期死、損傷と回復、遺伝子突然変異、染色体異常。細胞レベルの話でも人体影響や治療への影響について解説した。

(3) 放射線の人体影響

確率的影響、確定的影響、放射線障害の事例（原爆被爆者、東海村 JCO 事件など）、甲状腺がん、遺伝性影響、低線量被ばく影響。特に遺伝性影響がヒトでもあるという認識が強かった。

2. 原子力防災と緊急モニタリング（資料 2）

東京電力福島第一原子力発電所事故以降に新たに体制が作られつつある原子力災害対策について、最新の原子力災害対策指針にしたがい、以下の項目を順に解説した。

(1) 原子力災害対策重点区域

予防的防護措置を準備する区域（PAZ : Precautionary Action Zone）と緊急防護措置を準備する区域（UPZ : Urgent Protective Action Planning Zone）について。

(2) 緊急事態の区分

警戒事態、施設敷地緊急事態（原災法 10 条事象）、全面緊急事態（原災法 15 条事象）について。

(3) 原子力・放射線防災の国際的な考え方

IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2、IAEA TECDOC 1432、IAEA Safety Standards/

General Safety Guide No. GSG-2 に記載されている国際的な考え方の流れについて。

(4) 包括的判断基準と運用基準

予測される被ばく線量、あるいはすでに被ばくした線量として設定される包括的判断基準と、現場で測定可能な数値や可視化情報としての運用基準について。

(5) 運用上の介入レベル（OIL : Operational Intervention Levels）と防護措置

緊急防護措置実施のための OIL1 と OIL4、および早期防護措置実施のための OIL2、飲食物摂取制限のための OIL6 について。

(6) 緊急モニタリングの目的と実施体制

緊急モニタリングの定義、目的、測定項目、測定機材、及び緊急時モニタリングセンター（EMC : Emergency Monitoring Center）の構成と機能について。

(7) IAEA の IRRS（総合的規制評価レビュー）

による我が国の原子力規制の評価と対応

東京電力福島第一原子力発電所事故以前に受けていた IAEA の IRRS における指摘と、IAEA の福島事故報告書について。最新の IRRS 結果と、新たな指摘に対する法令改正等の対応状況について。

3. 原子力災害医療 -医療の視点から見た放射線安全（資料 3）

東日本大震災とそれに伴う福島第一原子力発電所事故（以下福島事故）では、医療・保健・福祉における多くの現実と課題が露見した。そこで以下の 3 項目の中で福島事故の現実を伝えつつ、午前中の講義内容の定着を図り、かつ参加者個人が主体的に考え、意見表出できるように配慮した。具体的には、以下に関連した三択設問を 19 課題提示し、参加者の解答を提示した後に、内容の解説を行うよう配慮した。

担当時間で参加者と共有した内容は以下の通りである。

(1) 福島事故の現実と反省

福島事故では医療者を含む国民に放射性物質

に関する基本的知識が無かったために医療の質が低下する危険性すらあった。現状を鑑みると放射線による直接影響よりむしろ、放射線の影響を回避する対策に伴って生じる間接的影響の方が、顕著に確認されている。

(2) 新しい原子力災害医療システム

福島事故前は規制が推進に包含されるいびつなシステムであった。福島事故後に医療システムの改革が行われたが、ハザードに対峙する観点からは種々の課題が残っている。

(3) 原子力災害における医療対応の基本と実際

特に放射線取扱作業従事者が作業中に遭遇する状況を想定した設問と回答、その理由を、特に福島第一原子力発電所での復旧作業に焦点を当てて考えた。

II. 各講義に対する設問並びに正答率

「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、及び「原子力災害医療」に対して、各4問ずつ問題を作成した。各問は三者択一とし、正しいと思う記号a.～c.のうち一つ選び、解答欄へ記載してもらった。講義前と講義終了後に解答してもらった。

問1. 以下の線量単位のうち人体への被ばくの影響を表すのに最も適切な単位はどれか

- a. Bq b. Gy c. Sv

問2. 以下の放射線のうち人体を通り抜ける能力が最も高いものはどれか

- a. α 線 b. β 線 c. γ 線

問3. 被ばく形態の異なる放射線(1Sv)の人体への影響について正しいものはどれか

- a. 内部被ばくの影響は外部被ばくの影響よりも大きい
b. 内部被ばくの影響は外部被ばくの影響と同じ
c. 内部被ばくの影響は外部被ばくの影響よりも小さい

問 4. 放射線の人体に対する影響(遺伝的影響)について正しいものはどれか

- a. 放射線を被ばくした人の子孫には影響が出る
b. 放射線を被ばくしたマウスの子孫には影響が出る
c. 放射線を被ばくした人およびマウスの子孫には影響が出る

問 5. 原子力災害対策指針における緊急時モニタリングの目的はどれか

- a. OIL(運用介入レベル)に基づく防護措置の実施の判断材料の提供
b. EAL(緊急活動レベル)に基づく原子力施設状況の提供
c. 可視情報の提供

問 6. 緊急防護措置を行うための基準線量策定の目的はどれか

- a. 重篤な確定的影響を防止し、将来の確率的影響のリスクを低減させる
b. 放射線による健康影響のリスクをゼロにする
c. 炉心のメルtdownを防ぐ

問 7. 緊急被ばくスクリーニングで適用される体表面の除染を要する基準(OIL4:GMサーベイで発災1ヶ月後13,000cpm、初期40,000cpm)の設定基準はどれか

- a. 実効線量1mSv/年 b. 実効線量1.3mSv/3月
c. 小児の甲状腺等価線量100mSv

問 8. 原子力災害対策指針における緊急時モニタリングに含まれていない測定項目はどれか

- a. 空間線量率 b. 体内放射能
c. 環境試料の核種分析

問 9. 福島事故における健康影響について最も適切なものはどれか

- a. 作業員の確定的影響は明らかである
b. 住民の確率的影響は明らかである
c. 住民の生活習慣病が増加している

問 10. 福島事故後の原子力災害への体制とその医療体制の変化について最も適切なものはどれか

- a. 福島事故前から、原子力安全規制の「独立性担保」と「組織の一元化」が図られていた
- b. 原子力災害医療協力機関の対象は医療機関に限定されている
- c. 高度被ばく医療支援センターが全国で 5 施設指定された

問 11. 災害医療について最も適切なものはどれか

- a. 対応の原則は「スイッチを入れて CSCATTT」である
- b. 指揮命令系統の確立は災害対応においては重要ではない
- c. 自己の安全より、患者の生命を優先する

問 12. 福島第一原子力発電所廃炉作業に関わる医療について不適切なものはどれか

- a. インフルエンザ集団発生防止のために事業所主体で作業員に予防接種を行っている
- b. 熱中症予防の指標として WBGT があり、予防のためには水分のみの摂取が重要である
- c. 身災害防止のために「危険体感施設」におけるカリキュラムが準備されている

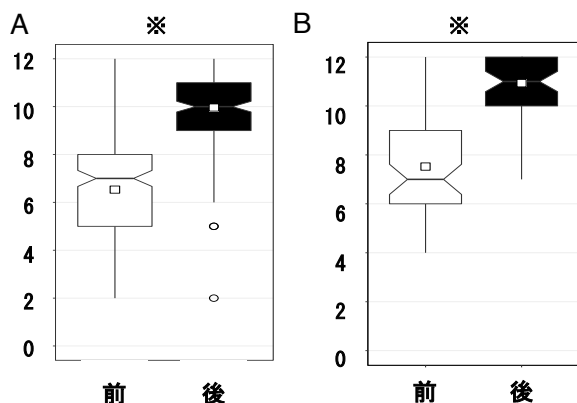


図 1. 講習会前後の正答率の変化 A: 千代田社員、B: 福島原発作業員、※: $P < 0.001$

参加者は千代田社員は 201 名、福島原発作業員は 59 名であった。教育前の正答率の中央値は共に 7、教育後の中央値は前者は 10、後者は 11 であり、有意に上昇していた（対応のある 2 群間の比較: Wilcoxon 符号付順位和検定、 $p < 0.001$ ）（図 1）。

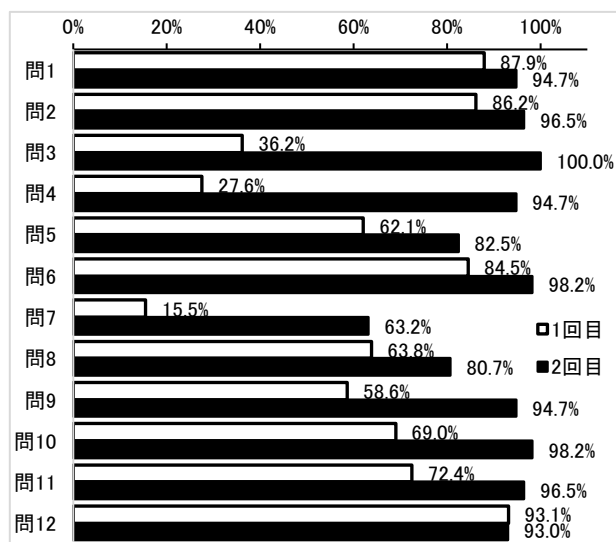


図2. 教育前後での核問題の正答率
問題によって難易度が異なった（図2）。

D. 考察

「放射線人体影響」、「原子力防災と緊急モニタリング」、及び「原子力災害医療」の講義を行った。試験問題の正答率が、教育前と比べて教育後で上がり、知識の向上がみられていた。設問は検討の余地があると考えられる。

アンケート等で知識の向上をその効果を調べ、自己評価でも知識が上昇したとの回答があった（別章参照）。

E. 結論

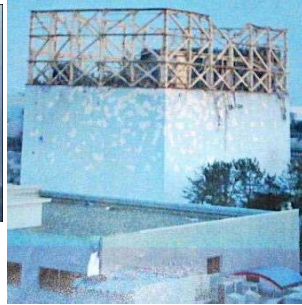
今回の講義内容で、知識の向上がみられ、教育の効果があったと考えられた。

F. 参考文献

1. 原子力・放射線防災と緊急モニタリング
<http://www-sdc.med.nagasaki-u.ac.jp/nuric/ricnew/ri/B03.pdf>

平成29年度 放射線教育講習会

放射線の人体影響



研究班組織

- 産業医科大学 ●長崎大学
- 福島県立医大 ●量研機構放医研
- 北九州市立大学

放射線学入門

一福島第一原発事故を受けて一

一般向け緊急被曝ガイド

産業医科大学 産業生態科学研究所
放射線健康医学研究室

お問い合わせ先:j-hsyknk@mbox.med.uoeh-u.ac.jp

図説 放射線学入門

改訂版

基礎から学ぶ緊急被曝ガイド

産業医科大学 産業生態科学研究所 放射線健康医学研究室 教授 岡崎 龍史



医療科学社

放射線の正体

放射線は、電離や励起を引き起こす粒子線あるいは電磁波

小さな粒(粒子線)

アルファ(α)線: 陽子2個、中性子2個からなるヘリウム原子核

中性子 陽子

ベータ(β)線: 電子 9.1×10^{-31} kg中性子線: 1.6×10^{-27} kg陽子線: 1.6×10^{-27} kg

重粒子線



見えない光(光子、電磁波)

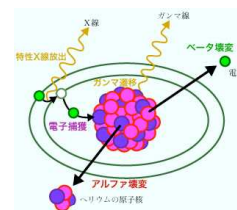
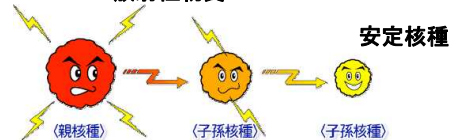
ガンマ(γ)線、X線: 超高周波数(波長は短い)電磁波

放射線の単位

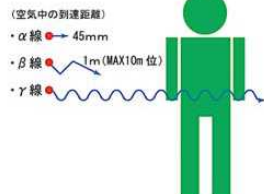
	単位	意味	簡単に説明すると
放射能	Bq ベクレル	放射性物質が1秒間に崩壊(壊変)した数	放射性物質から1秒間に1つ放射線が出ると1ベクレル(1崩壊で α 線と γ 線または β 線と γ 線が同時に出ることもあるので、厳密には違います。)
吸収線量	Gy グレイ	ある任意の物質中の単位質量あたりに放射線により付与されたエネルギーの平均値 J(ジュール)/kgで表される。	放射線が物質に与えるエネルギーの単位
等価線量	Sv シーベルト	組織・臓器における放射線の影響を、放射線の種類やエネルギーによる違いを補正し、共通の尺度で表現する量	放射線の人に対する影響に用いる単位
実効線量	Sv シーベルト	等価線量を組織荷重係数によって補正し、全身の放射線影響の指標となる量	

壊変あるいは崩壊

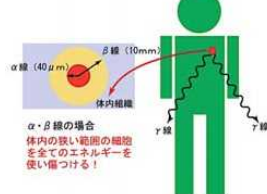
放射性物質



外部被曝



内部被曝



預託実効線量(Sv)：
放射性物質摂取後50年間に受ける量を摂取時に受けたと想定した放射線量

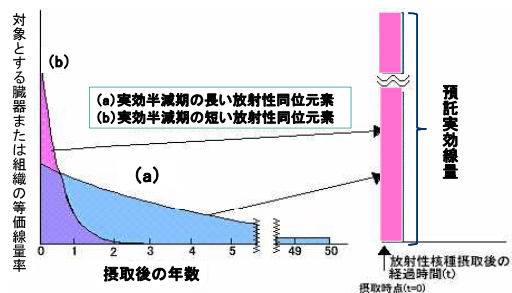


図1 放射性物質を摂取したものの臓器または組織中の等価線量率の時間変化

【出典】日本アイソトープ協会(編)：ICRP Pub42、ICRPが使用しているおもな概念と量の用語解説、丸善(1986年6月)99

「内部被ばく」も「外部被ばく」も
人への影響はすべて
シーベルト(Sv)の大きさに判断する

「シーベルト(Sv)」単位
に正しく変換することで

人への影響を一つの物差し
にあてはめることができる



時間当たりの放射線量(線量率)が小さい程、放射線の影響は小さい
DDREF(線量線量率効果係数)=2(ICRP、UNSCEARは2~10としている)

日本原子力研究開発機構「大洗研究開発センター」の作業員被ばく事故

放射性物質 Pu-239に被ばく

肺：2万2千ベクレル
体内総量：約36万ベクレル
内部被ばく線量
1年で1.2シーベルト
50年で12シーベルト

6/7

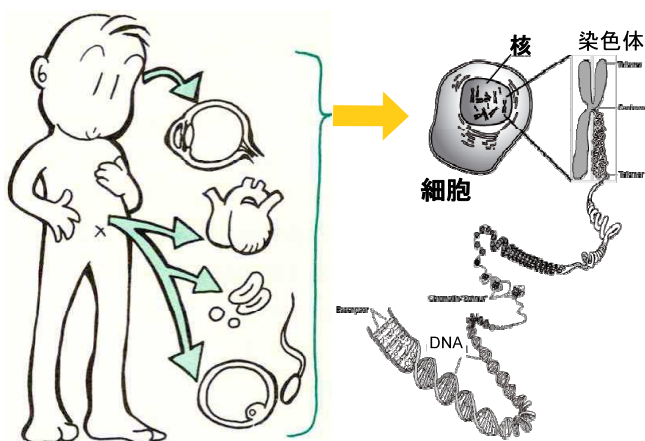
50代男性アメリシウム241も220ベクレル検出。法律で報告が義務づけられた5ミリシーベルト以上の被曝は確実とみられる。

残りの4人はプルトニウムは検出されなかったが、うち2人からアメリシウム241が130ベクレル、12ベクレルがそれぞれ検出された。

6/19

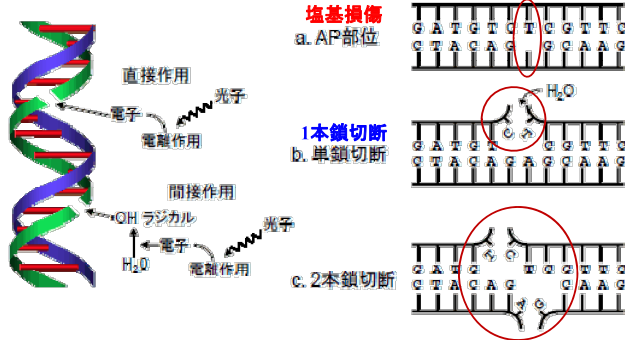
検出限界値(1日分の尿で約1mBq)を上回る程度の微量

最終的に最高100-200mSvの被ばく



DNAが受けるX線あるいはγ線による直接作用と間接作用

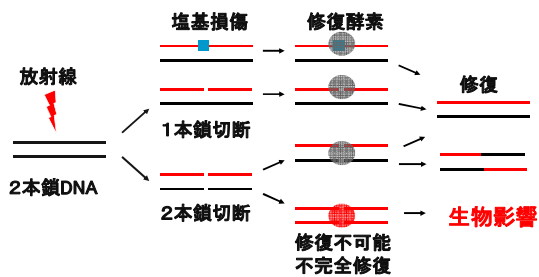
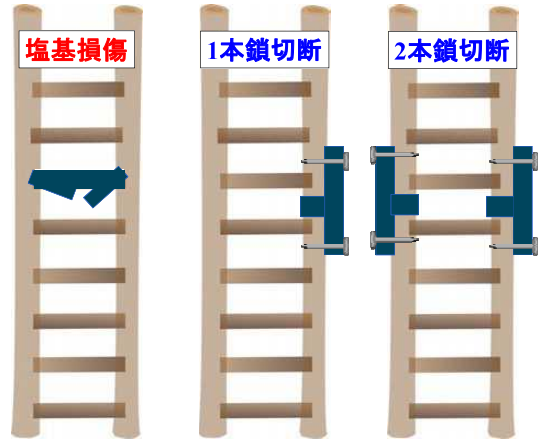
神谷研二：放射線発がんを考える 2008



塩基損傷

1本鎖切断

2本鎖切断



損傷	自然発生 (/細胞/日)	放射線誘発 (/細胞/Gy)
塩基損傷	20,000	300
1本鎖切断	50,000	1,000
2本鎖切断	10	30

細胞が1Gy被曝すると、
2本鎖切断が自然発生よりも20個増える

放射線の細胞に対する基本的作用機序 1

1. 分裂遅延(分裂阻止)

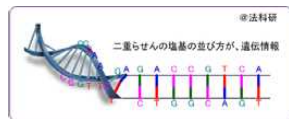
2. 増殖死と間期死

3. 損傷と回復

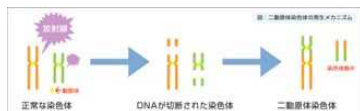


放射線の細胞に対する基本的作用機序 2

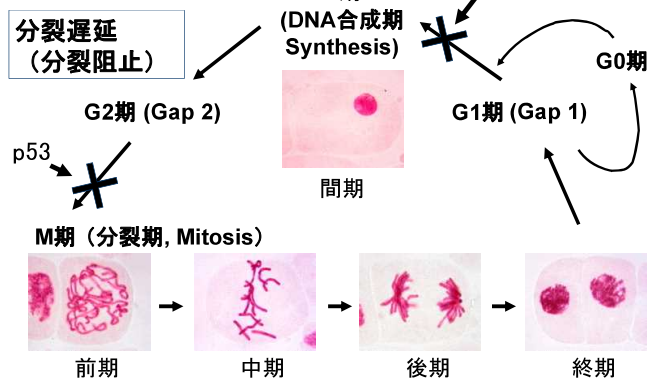
5. (遺伝子)突然変異



6. 染色体異常



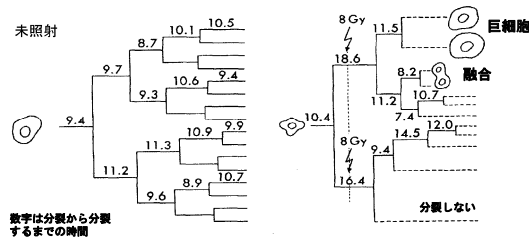
細胞周期



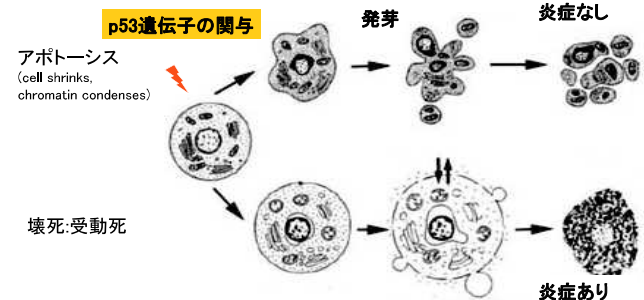
2-1) 増殖死 (分裂死) Reproductive death

分裂を繰り返している細胞に放射線を照射すると、細胞によっては数回の分裂の後に分裂を停止し、死滅するものが出てくるようになる。巨細胞を形成する場合もある。

例：がん細胞、初代培養細胞



2-2) 間期死 (アポトーシス): 放射線の線量が高くなると細胞は分裂することなく死滅するようになる。近年この様式の死は、アポトーシス (能動死、細胞の自殺) と同じであることがわかった。放射線抵抗性の細胞 (神経、筋、肝)、リンパ球、胸腺細胞は低線量でも起こる。



3) 放射線による損傷

○致死損傷 (Lethal damage): DNA切断による修復のない損傷をいう。

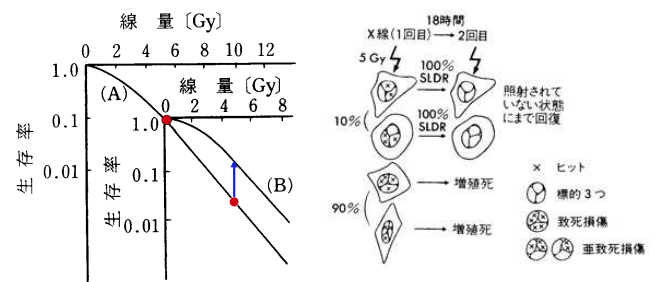
○亜致死損傷 (Sublethal damage): 細胞に放射線の分割照射を行うと、1回照射の場合と比べて、総線量が同じでも生存率が上がる。このように照射と照射の間に回復するような損傷をいう。

○潜在的致死損傷 (Potentially lethal damage): 細胞に放射線照射を行い、その後何らかの条件下に置いて生存率を見ると、生存率が上昇する場合がある。プラト一期の細胞を照射し、すぐにまき直すと致死となったが、そのままの状態におくことで修復され生存率が高くなるような損傷をいう。

3-1) 回復 (Recovery)

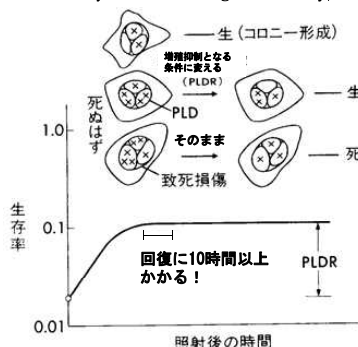
○亜致死損傷からの回復 (Sublethal Damage Recovery SLD回復)

Elkind回復



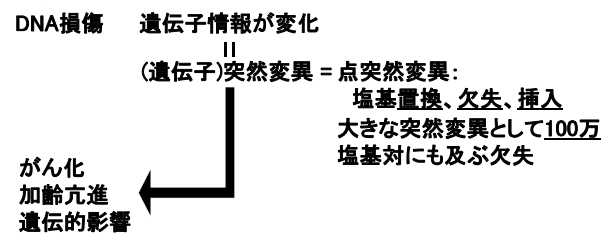
3-2) 回復 (Recovery)

○潜在的致死損傷からの回復 (Potentially Lethal Damage Recovery, PLD回復)



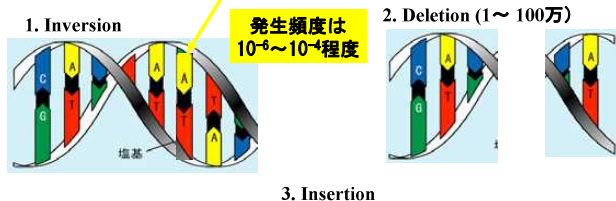
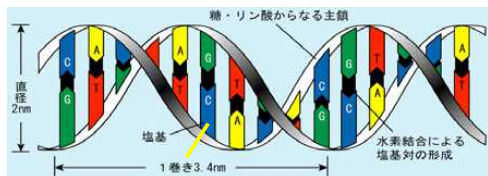
4) (遺伝子) 突然変異 (Mutation)

遺伝子は、通常極めて安定。



最近の研究では、直接的な機構の他に、長期にゲノム不安定性が誘導され遅延的に突然変異が起こることもわかった。

DNA



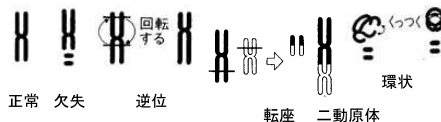
5) 染色体異常 (Chromosome aberration)

○染色体型異常 (Chromosome type aberration)

DNA合成期よりも前 (G1期からS期前半) に照射を受けると、2個の切断が同一染色分体の同位置に存在する。

安定型 (長期にわたって残る) : 欠失、逆位、転座

不安定型 (比較的短期で消失) : 環状、二動原体



○染色分体型異常 (Chromatid type aberration)

DNA合成期よりも後 (S期後半からG2期) に照射を受けると、染色分体が2本になって切られるので、異なった位置に切断が生じる。



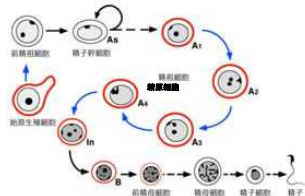
6) 細胞における放射線感受性決定因子 の前に

ベルゴニー・トリボンドー

Bergonié - Tribondeauの法則

- 細胞分裂頻度の高いものほど、
- 将来、分裂回数の大きいものほど、
- 形態および機能において未分化なものほど、

組織及び細胞の放射線感受性が高い。

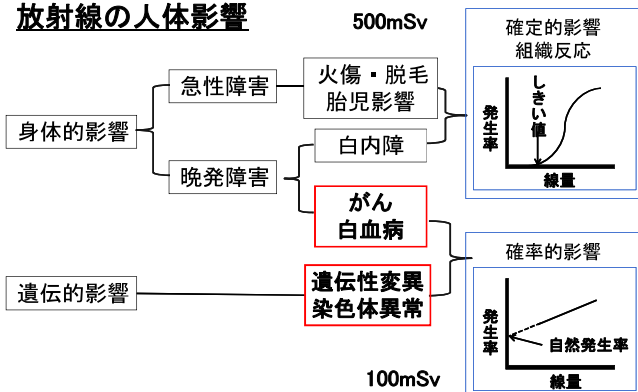


細胞再生系	造血組織	腸上皮	皮膚	精巣	水晶体
幹細胞 幹細胞 幹細胞 (分化) (老化) 成熟細胞 (死滅)	幹細胞 リンパ球 粒球 好中球 赤血球 球 (血小板)	腸上皮 (幹細胞) 絨毛	基底細胞 (幹細胞) 角質層	幹細胞 精子	上皮 (幹細胞) 水晶体繊維 赤道部
正常な分化過程	4	4	4	4	2日
正常な成熟過程	1	7-10	7	100	2日
照射による変化	免疫能力低下 発育遅延	血液凝固低下 食作用低下	酸素輸送低下	絨毛の短縮と脱落、出血、下痢	紅斑、萎縮、潰瘍
				3-4週間	7-8週間 一時的または永久不妊
					1/2-3年
					白内障

細胞再生系 (造血組織、腸上皮、皮膚、精巣、水晶体) の分化、成熟過程による変化

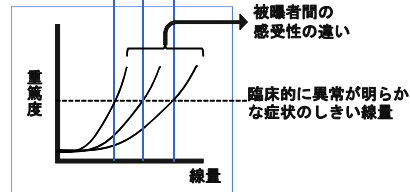
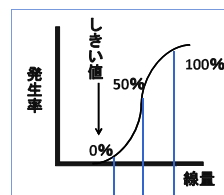
(吉井義一著、放射線生物学概論 [第2版] より引用)

放射線の人体影響



確定的影響 (組織反応)

火傷・脱毛
胎児影響
白内障

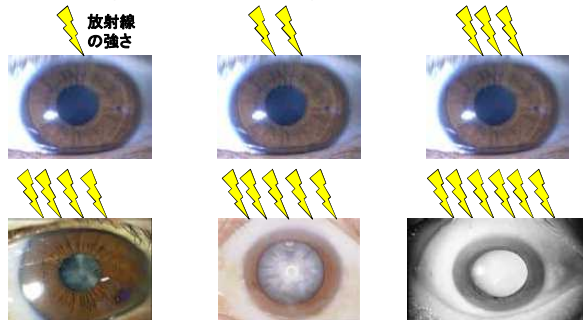


線量により重篤度は増す

しきい値(しきい線量について)

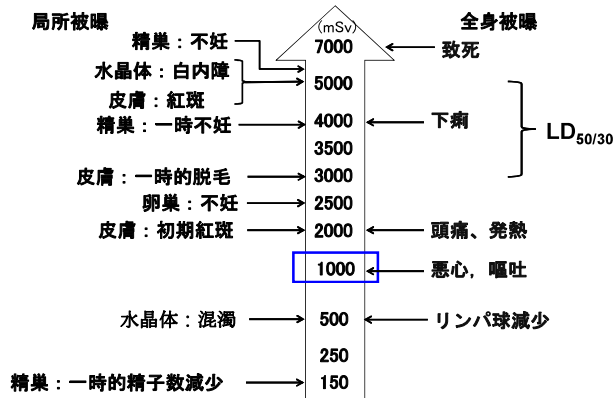
例えば白内障の場合、上半分の線量では被曝しても白内障にはなりません。下半分の線量では、白内障になります。下半分の一番最小の線量がしきい線量ということです。

水晶体混濁は0.5Gy視力障害を伴う白内障は5Gyがしきい線量です。



線量が高いと重篤度が増す

急性放射線被曝の局所及び全身症状



全身被曝による急性影響の症状と被曝線量との関係

γ線を急性全身均等被曝した時

線量 (Gy)	症状
0.25以下	ほとんど臨床的症状なし
0.5～1	白血球(リンパ球)の一時減少、染色体異常
1	放射線宿酔(吐き気、嘔吐、全身倦怠) リンパ球の著しい減少(急性障害は治癒)
1.5	50%の人に放射線宿酔
2	5%の人が数週間で死亡 (骨髓死：白血球、血小板減少、感染、出血)
3～5 (LD50/30)	30日間に50%の人が死亡
6	14日間に90%の人が死亡
7	100%の人が死亡

参考文献：文光堂 放射線生物学ノート 小須田 茂 著

電離則改正の趣旨

- 東電原発事故において、特例省令を定め、緊急被ばく限度を250 mSvまで引き上げ
- 当初、全ての緊急作業を対象。段階的に適用作業を限定し、原子炉の安全性が確保された段階で廃止
- 174人が100 mSvを超えて被ばくし、そのうち6人が250 mSvを超えて被ばく
- この経験を踏まえ、あらかじめ特例的な基準を定めるとともに、特別教育規程及び事象告示を制定

電離則改正の概要①

○特例緊急被ばく限度(第7条の2関係)

- 通常作業における5年あたり被ばく限度100 mSvを超える作業を行う正当化が必要
- ICRPの勧告等で100 mSvを超える被ばく限度の適用が認められる作業として「破滅的な状況の回避」が示されている
- 東電原発事故においても、250 mSvで緊急対応が可能であった経験、リンパ球数減少のしきい値を決めるのは困難なことを踏まえ、250 mSvを定めた

電離則改正の概要②

○特例緊急被ばく限度(第7条の3関係)

- 原子炉施設が破滅的な状況に至ることを回避することを主たる目的とする作業のための作業者に限定
- 放射線業務従事者であって、特別の教育を受けた者
- 上記以外の労働者については、特定緊急被ばく限度は適用されない
- 特例緊急作業に係る労働条件を明示した上で双方合意の上で労働契約を締結

皮膚の急性障害

2Gy	初期紅斑
3 Gy～	脱毛
3 - 6 Gy	紅斑・色素沈着
7 - 8 Gy	水疱形成
10 Gy～	潰瘍形成
20 Gy～	難治性潰瘍 慢性化、皮膚がんへ移行

37

放射線による皮膚障害と発現時期

皮膚障害の種類	発現時期
紅斑	数～48時間
乾性落屑	数日 3～6週
湿性びらん 潰瘍 壊死	4～6週 >6週 >10週

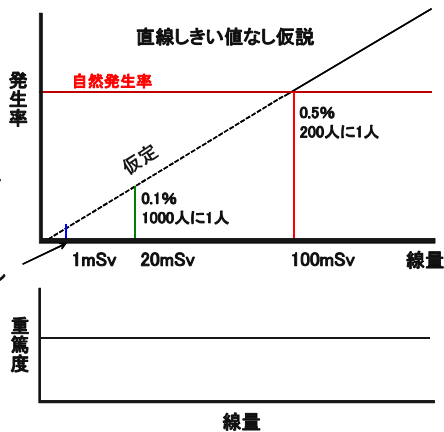
確率的影響

がん
白血病
遺伝的影響

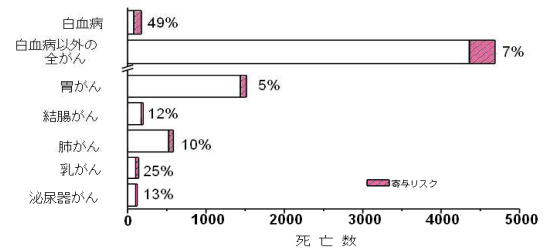
あくまでも
計算上です

0.005%
20000人に1人
容認できるレベル

日常死亡リスク
交通事故
1万に1人



原爆投下の翌日に爆心地に入り1週間作業をした人の被曝線量は、広島で約0.1Gy、長崎で0.3～0.4Gyと推定されている。約5万人が爆心地からおおよそ2.5km以内で0.005SV以上の放射線量に被曝



原爆被爆者: 被ばく線量が5mSv以上の被ばく者 (平均被ばく線量 200mSv)

図2 原爆被爆者におけるがん死亡者中の放射線に起因する割合(寄与リスク)

[出典] Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K: Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part 1. Cancer: 1950-1990. Radiation Research, 140, 1-27, 1993.

Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors, Report 14, 1950-2003:

An Overview of Cancer and Noncancer Diseases

原爆被爆者の死亡率に関する研究
第14報1950-2003年
がんおよびがん以外の疾患の概要

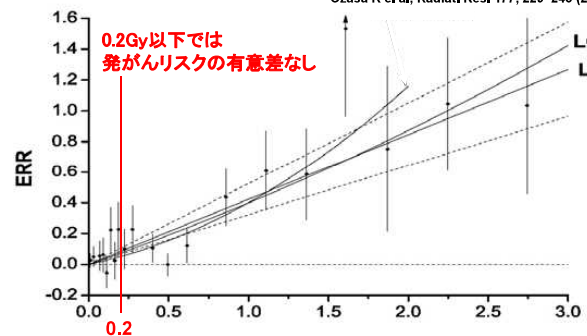
Kotaro Ozasa et al. 小笹晃太郎
Radiation Effects Research Foundation

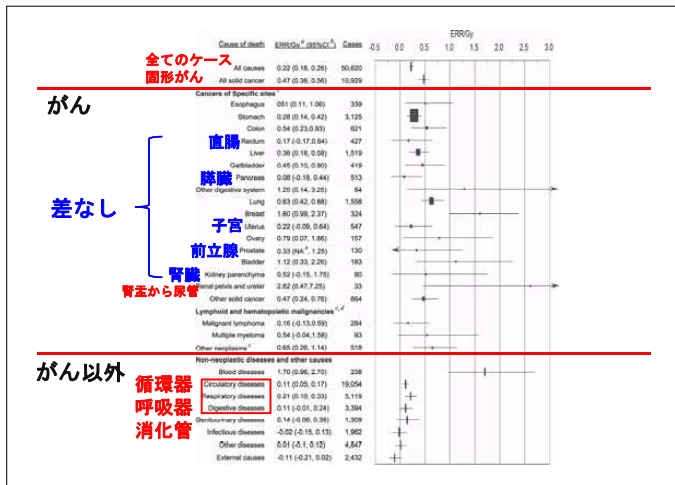
Radiation Research 177, 229-243 (2012)
放影研報告書 RR 4-11

原爆被爆者約9.3万人と対象者2.7万人

1950-2003年での原爆被爆者の放射線被曝と固形がんの過剰リスク

Ozasa K et al, Radiat. Res. 177, 229-243 (2012)





甲状腺ホルモン(T4, T3)が作られるのにヨウ素が必要。
ヨウ素は成人の体内に約25mgあり、1日摂取量約1.5mg必要。

T4: サイロキシン

T3: トリヨードサイロキニン

非放射性ヨウ素と放射性ヨウ素は競合するので、
事前に非放射性ヨウ素を内服しておく。

原発従事者の内服方法

初回	2日目	3日目	4日目	5日目
2錠	1錠	1錠	1錠	1錠

2日 休日

初回	2日目	3日目	4日目	5日目
2錠	1錠	1錠	1錠	1錠

最大14日間

100 mg 50 mg

原発事故時のヨウ素¹³¹(¹³¹I)による甲状腺がんからの予防
100mgのヨウ化カリウム投与した時の¹³¹Iの摂取防止率

投与時期	¹³¹ Iの摂取防止率
被曝24時間前	約70%
被曝12時間前	約90%
被曝直前	約97%
被曝3時間後	約50%
被曝6時間後	防止できない

40歳以上も甲状腺がんのリスクがあるので、服用した方がよい。
ヨウ素として100mg(50mg錠x2)を服用。

原爆被爆者における胎児の死産率及び奇形率

父母の原爆被爆状況	死産	奇形率
被爆無し	1.3%	0.92%
高線量被爆者	1.4%	0.7%

差無し

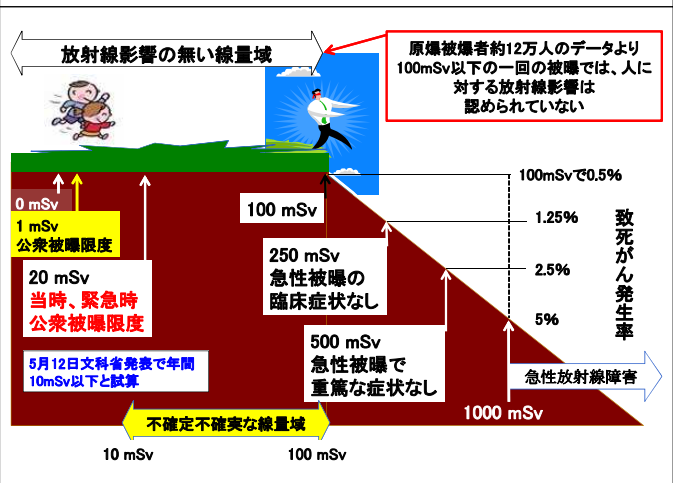
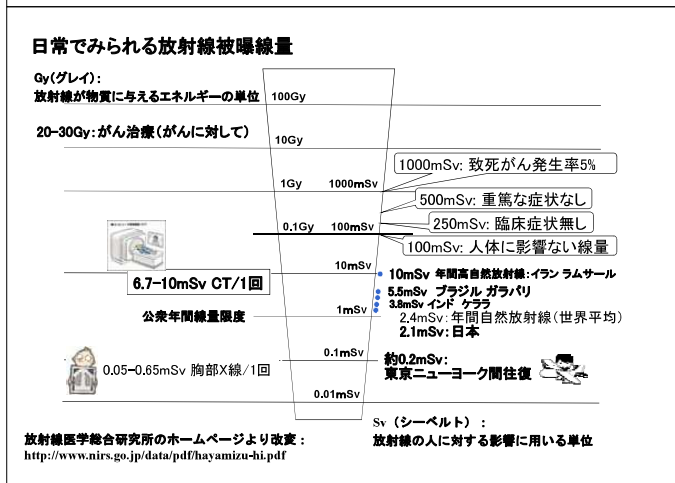
放射線被曝による遺伝的影響はありません！

2011/4/15 福島出身を理由に結婚破談？のニュース

「放射能の影響で元気な子供が生まれなかったらどうするの？」と、
婚約者男性の母親からこう言われ、福島出身の女性が結婚破談？

もしこれが事実なら、明らかに放射線影響の知識不足

46



資料2

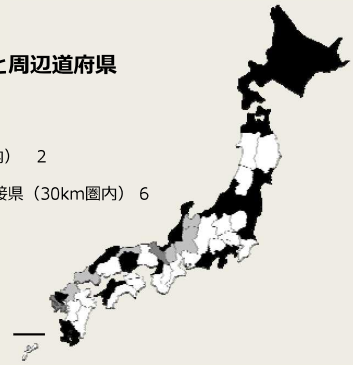
平成29年度 放射線安全・一般安全講習会

長崎大学原爆後障害医療研究所 松田 尚樹

原子力防災と緊急モニタリング

原子力施設の所在と周辺道府県

- 立地道府県 16
- 隣接府県（10km圏内） 2
- UPZによる新たな隣接県（30km圏内） 6



原子力災害対策重点区域

- PAZ（Precautionary Action Zone）
 - 原子力施設から概ね半径5km圏内。
 - 放射性物質が放出される前の段階から予防的に避難等を行う。
- UPZ（Urgent Protective Action Planning Zone）
 - PAZの外側の概ね半径30km圏内。
 - 放射性物質が放出される前の段階から予防的に屋内退避を行う。

緊急事態の区分

区 分	状 況	対 応
警戒事態	異常事象の発生またはそのおそれがある	情報収集、 緊急時モニタリング の準備、要避難者の避難準備
施設敷地緊急事態（原災法10条）	公衆に放射線による影響をもたらす可能性がある事象が発生	緊急時モニタリング の実施、PAZ内住民の避難等準備、要避難者の避難実施
全面緊急事態（原災法15条）	公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が発生したため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階	緊急モニタリング の実施、PAZ内住民の避難実施、安定化ヨウ素剤の服用など予防的防護措置の実施

原子力・放射線防災のための国際的な考え方の流れ

IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2 (2002)

- Preparedness and response for nuclear and radiological emergency

IAEA-TECDOC1432 (2005)

- Development of an extended framework for emergency response criteria: Interim report for comment

IAEA Safety Standards/General Safety Guide No. GSG-2 (2011)

- Criteria for use in preparedness and response for a nuclear or radiological emergency

脅威区分

区分	対象となる施設	施設の例
I	敷地外において重篤な確定的健康影響を生じ得る敷地内の事象や、大気又は水系への放射性物質の放出、若しくは敷地内のある場所を起源とした外部被ばく（遮蔽の喪失又は臨界事象に起因するような）が想定される施設	原子力発電所
II	緊急防護措置を必要とするような敷地外住民への線量を生じ得る敷地内の事象が想定される施設	研究炉
III	敷地内の緊急防護措置を必要とするような線量又は汚染を生じ得る敷地内の事象が想定される施設	産業用放射線施設
IV	緊急防護措置を必要とするような原子力又は放射線の緊急事態に至る活動（違法に入手した危険線源に関連した活動のような許可されていない活動、産業用の放射線計測用線源、原子力衛星又は放射線熱発電機のような危険な移動線源が含まれた輸送及び許可された活動）	予期されない場所
V	脅威区分Ⅰ又はⅡの施設における事象の結果、国際基準に従って生産物の迅速な制限が必要となるレベルの汚染を生産物に高い確率生じる活動	

原子力・放射線災害による重要な健康影響

IAEA Safety Standards
GSG-2, Table 7

		標的器官
確定的影響	致死性	造血器障害 胃腸障害 放射線肺炎 胎死 赤色骨髓 小腸（外部被ばく） 結腸（内部被ばく） 肺 胎児（すべての期間）
	非致死性	皮膚障害 壊死 白内障 急性放射線甲状腺炎 甲状腺機能低下症 永久精子数減少 重篤な精神遅滞 IQ低下 奇形 成長遅滞 皮膚 軟組織 水晶体 甲状腺 卵巣 精巣 胎児（8-25週齢） 胎児（3-25週齢）
確率的影響		甲状腺がん
		すべての確率的影響
		甲状腺
		すべての器官

緊急防護措置を行う基準をいかにして決めるか

健康リスク	防護措置を決めるために用いる線量	
	今後被ばくが予想される線量	すでに被ばくした線量
重篤な確定的影響の発現	避難などの予防的な緊急防護措置（数時間以内）	重篤な確定的影響の管理と治療のための医療処置、除染、長期健康調査、心理カウンセリングなど
確率的影響のリスク増加	予防的な緊急防護措置と、移動、食品制限などの早期防護措置（数日から）	早期診断と健康管理のための臓器の被ばく線量評価、健康調査とカウンセリングの必要性判断

IAEA Safety Standards GSG-2, Table 1

緊急防護措置戦略策定の手順

重篤な確定的影響を防ぐための予防的緊急防護措置基準線量の決定

被ばく線量レベルの決定
(20~100 mSv)

確率的影響のリスクを減らすための防護措置基準線量の決定

実際に運用する基準の決定
・線量
・施設異常状況
・観察結果

包括的判断基準
(generic criteria)

運用基準
(operational criteria)

重篤な確定的影響を防ぐための措置を行う基準線量

基準線量		防護措置の例
急性外部被ばく（10時間以内）		
骨髄線量	1Gy	予防的緊急措置により基準線量以下に保つ住民への情報提供と注意喚起 緊急除染の実施
胎児線量	0.1Gy	
組織線量	25Gy at 0.5cm	
皮膚線量	10Gy to 100cm ²	
急性摂取による内部被ばく（30日間）		
骨髄線量	0.2Gy（原子番号90以上）	緊急医療処置 汚染管理 体内汚染除去（可能な場合） 長期健康調査 心理カウンセリング
胎児線量	2Gy（原子番号89以下）	
甲状腺線量	2Gy	
肺線量	30Gy	
結腸線量	20Gy	
胎児線量	0.1Gy	

IAEA Safety Standards GSG-2, Table 2

確率的影響のリスクを減らすための措置を行う基準線量

基準線量		防護措置の例
次の基準線量を超えることが予想され緊急防護措置が必要なとき		
甲状腺線量	50mSv/7日	安定化ヨウ素剤の投与
実効線量	100mSv/7日	屋内退避、避難、除染、食物制限、安心確保
胎児線量	100mSv/7日	
次の基準線量を超えることが予想され早期防護措置が必要なとき		
実効線量	100mSv/年	一時的移動、除染、食物置換、安心確保
胎児線量	100mSv/全期間	
次の基準線量を超えてしまったとき		
実効線量	100mSv/月	臓器の被ばく線量評価、心理カウンセリング
胎児線量	100mSv/全期間	意思決定のためのカウンセリング

IAEA Safety Standards GSG-2, Table 3

包括的判断基準と運用基準

運用介入レベル

放射線測定値

緊急モニタリング

包括的判断基準

緊急活動レベル

施設状況

運用基準

観察結果

可視情報

データ

運用基準

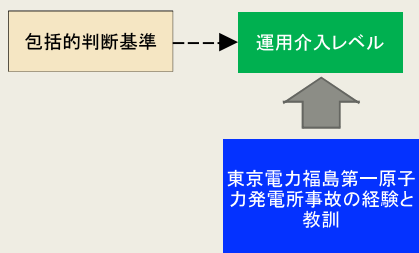
観察結果

可視情報

データ

IAEA Safety Standards GSG-2, Fig.1

現行のOIL設定方法



運用上の介入レベル（OIL）と防護措置

基準の種類	測定項目	初期設定値	防護措置
緊急防護措置	OIL1 空間線量率	500 μ Sv/h 地上1m	数時間以内に避難または屋内退避
	OIL4 表面汚染密度	40,000cpm 120Bq/cm ² 13,000cpm 1ヶ月後 40Bq/cm ²	簡易除染等
早期防護措置	OIL2 空間線量率	20 μ Sv/h 地上1m	1日以内に地域生産物摂取制限 1週間以内に一時移転

OIL: Operational Intervention Level

運用上の介入レベル（OIL）と防護措置

基準の種類	測定項目	初期設定値	防護措置
飲食物摂取制限	飲食物スクリーニング	空間線量率 0.5 μ Sv/h 地上1m	数日以内に飲食物の核種分析
	OIL6 核種分析	核種ごとに設定	摂取制限
核種	飲料水 乳製品	牛乳	野菜類 穀類 肉 卵 魚 その他
放射性ヨウ素		300Bq/kg	2,000Bq/kg
放射性セシウム		200Bq/kg	500Bq/kg
プルトニウム及び超ウラン元素の アルファ核種		1Bq/kg	10Bq/kg
ウラン		20Bq/kg	100Bq/kg

即時の避難を要する基準 OIL1

大熊町大野局（5km地点-PAZ）の空間線量

日	時	μ Sv/h
3/15	10:00	>100
	10:10	449
	10:20	625
	10:30	616
	10:40	347
3/16	11:30	559
	12:10	567
	12:20	408
	12:30	309

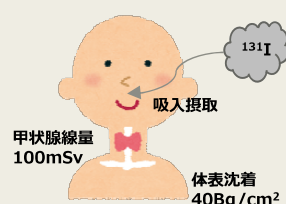
500 μ Sv/h

一時移転を要する基準 OIL2

日	時	地点	μ Sv/h
3/15	04:00	SSW 43km	23.7
	12:00	WSW 22km	20.5
	16:00		22.7
	18:20	NW 39km	44.7
3/16	10:00	NW 55km	22.2
	11:35	NW 25km	80.0
3/17	13:10		167.0
	14:00	NW 30km	170.0
	14:17		95.1

20 μ Sv/h

体表面の除染を要する基準 OIL4



2011/3/16 15:56
福島県大除染室前
5,470cpm

13,000cpm
GMサーベイメータ
(入射窓面積20cm²)

体表面の除染を要する基準 OIL4

13,000cpm
1ヶ月後

→

40,000cpm
初期

福島原発事故後に緊急的に設定された基準

100,000cpm

- ・ GMサーベイメータの測定上限
- ・ 線源から10cmの位置で1 μ Sv/h

飲食物の摂取制限を要する基準 OIL6

飲食物の放射能検査の対象となった最遠方 = 静岡県

5/31の航空機モニタリングでは0.1~0.2 μ Sv/h

初期値に換算すると >0.5 μ Sv/h

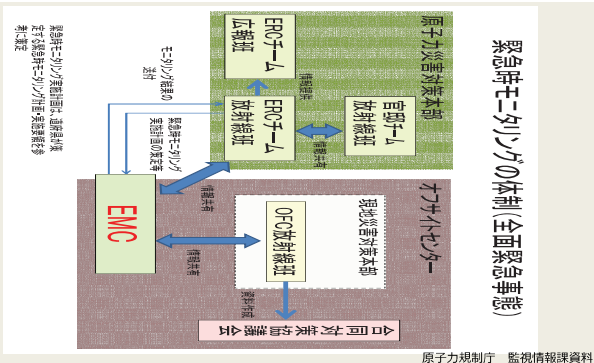
0.5 μ Sv/h

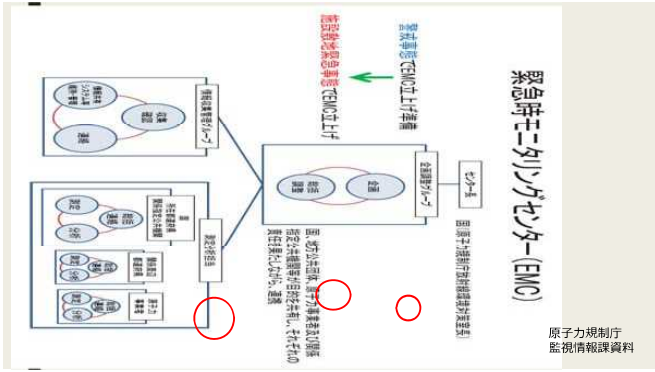
緊急時モニタリングの目的

- 原子力災害による環境放射線の状況に関する情報収集
- OILに基づく防護措置の実施の判断材料の提供
- 原子力災害による住民等と環境への放射線影響の評価材料の提供

初期モニタリング

- OILに基づく防護措置の実施の判断材料の提供
 - 原子力災害対策重点区域 (PAZ、UPZ)
 - 空間線量率
 - 大気中の放射能濃度 (希ガス、ヨウ素)
 - 環境試料
 - 核種分析 (ヨウ素、セシウム、ウラン、プルトニウム、超ウラン α 核種)
 - 広範な周辺環境
 - 空間線量率
 - 放射能濃度





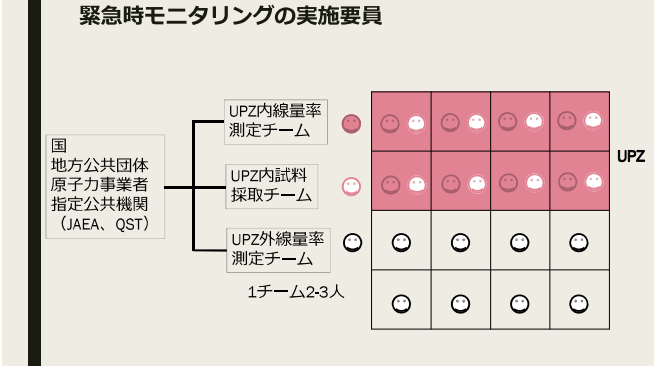
初期モニタリングの役割分担

	オンサイト	PAZ	UPZ	UPZ外
国			航空機モニタリング	モニタリングポスト 走行サーベイ 航空機モニタリング
自治体		モニタリング ポスト	緊急時モニタリング計画作成 モニタリングポスト 走行サーベイ 大気モニタ ヨウ素サンブラ 核種分析	
事業者	モニタリングポスト 排気口・排水口モニタ ヨウ素モニタ	モニタリング ポスト	モニタリングポスト	

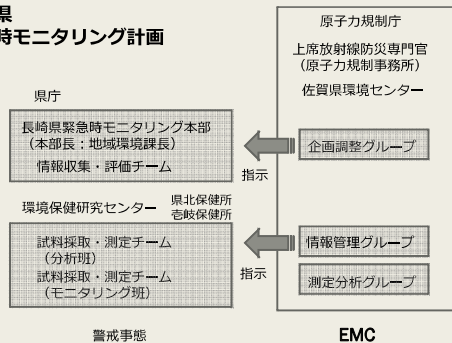
- 資機材
- 空間線量率・積算線量
 - 固定観測局
 - 可搬型モニタリングポスト
 - ガンマ線サーベイ
 - NaIシンチレーション、電離箱サーベイ、電子式線量計など
 - 中性子線モニタ（核燃料施設）
 - 個人線量計
 - TLD、ガラスバッジ、ポケット線量計など

- 資機材
- 空気中放射能濃度・環境試料核種分析
 - 大気モニタ
 - ヨウ素サンブラ
 - ダストサンブラ
 - ガンマ線スペクトロメータ
 - ゲルマニウム半導体検出器、NaI検出器など
 - アルファ線スペクトロメータ
 - 低バックグラウンドベータ線計数装置
 - 液体シンチレーションカウンタ
 - 質量分析（ICP-MS）

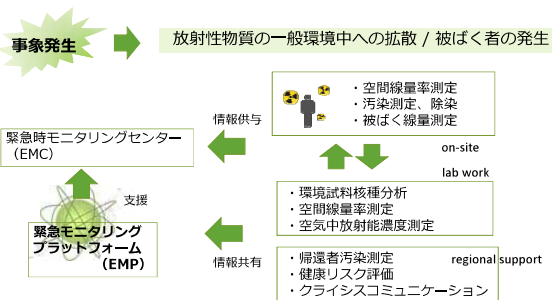
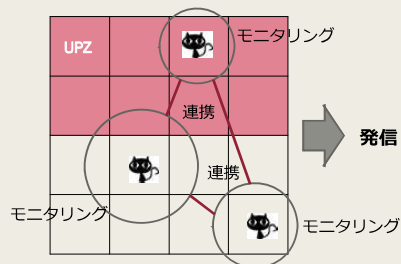
- 資機材
- 表面汚染密度
 - GMサーベイ
 - ZnSシンチレーションサーベイ
 - プラスチックシンチレーションサーベイ



長崎県 緊急時モニタリング計画



緊急時における放射線施設の位置づけ



放射線施設を緊急時モニタリングステーションに

2015年9月1日 朝日新聞 (夕刊)

2015年9月1日 読売新聞 (夕刊)



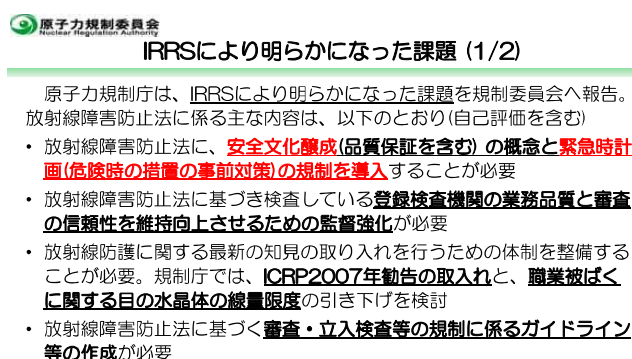
原発の設計や緊急時対応で弱点があったことに加え、外部電源が長時間失われた事態や、複数の原子炉が事故を起こす想定をせず、緊急事態への備えを怠ったことが事故の主要な要因。

原子力安全・保安院のIRRS受入れ (2007年)



There are no legal regulations for the consideration of beyond the design basis, as Japanese plants are considered to be adequately safe as ensured by preventive measures. The regulatory body has strongly requested licensees to voluntarily implement severe accident management (SAM) and carry out probabilistic safety assessment (PSA) including preventive and mitigatory measures in line with the guide for SAM review prepared by METI. Accident management measures are taken by licensees on a voluntary basis.

設計基準を超える場合の考慮については、法的な規制は存在しない。日本のプラントは予防措置によって安全が十分に保証されているとみなされているためである。規制機関は、経済産業省が作成したシビア・アクシデント・マネジメント (SAM) レビュー指針に沿って、また、予防措置及び緩和措置を含め、SAM を自発的に実施するとともに確率的な安全評価 (PSA) を実施するよう、原子炉設置者に強く要請した。アクシデントマネジメント措置は、原子炉設置者によって自発的に講じられている。



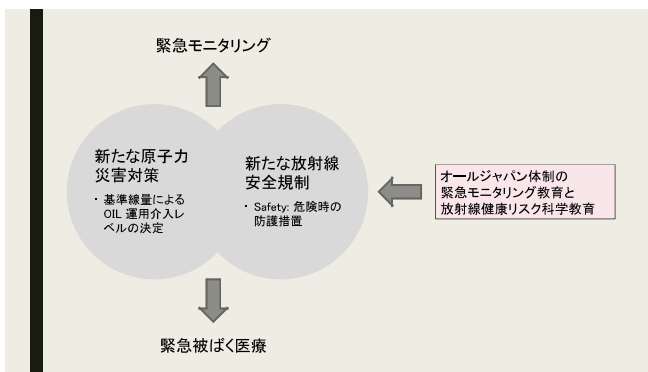
IRRSにより明らかになった課題 (2/2)

前述のIRRSにより明らかになった課題を踏まえ、原子力規制庁は、以下について、検討・対応予定

- ・ **安全文化醸成** (品質保証含む) や **緊急時計画 (危険時の措置の事前対策)** については、**使用の実態やgraded approach (等級別扱い) を考慮しつつ、法令改正により導入予定** (例: **放射線障害予防規程** の改正等)
- ・ 登録検査機関を含め、**原子力規制委員会の代行をする全ての登録機関の業務品質と信頼性を維持向上し、規制上の監督を強化するため、立入検査実施要領を改正し、登録機関への立入検査を実施 (対応済)**
- ・ 職業被ばくに関する目の水晶体の線量限度も含め、ICRPやIAEA等**最新の知見の取り入れに必要な検討を実施→放射線審査会の機能強化**
- ・ 放射線障害防止法に基づく**審査・立入検査等の規制に係るガイドライン等を作成し、定期的な更新を実施**

危険時の措置 (Safety)

- 訓練や資機材整備、緊急被ばく医療機関との連携を要求
- 重篤な確定的影響が生じる可能性のある施設
- 放散性核種 (非密封核種)
 - IAEAの安全指針GS-G-2.1に定められた核種ごとのハザード指標であるA/D2で規定
- 非放散性核種 (密封核種)
 - 線源から1mの距離で1Gy/h
 - 核種ごとに規定
 - 自己遮蔽型は除く
- 加速器施設
 - 線源から1mの距離で1Gy/h
 - ビームエネルギーと強度で規定



資料3



原子力災害医療

－医療の視点から見た放射線安全－

長谷川 有史
福島県立医科大学 放射線災害医療学講座
原子力災害医療・総合支援センター

ふくしまから
はじめるよう。

福島原発作業員に対する放射線教育講習会
平成29年12月26日、於 いわきゆったり館

FUKUSHIMA
MEDICAL
UNIVERSITY

内容

- ・ 福島事故の現実と反省
- ・ 新しい原子力災害医療システム
- ・ 原子力災害における医療対応の基本と実際



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

原子力災害医療の対象とは？

原子力発電所事故時の放射線防護専門家ニーズ

作業員への医療対応

- ・ 医療(救命処置)
- ・ 作業員・危機対応者
- ・ 確定的影響
(おもに医療機関が現場)

住民の被ばく・汚染への対応

- ・ 保健+福祉(検診や予防)
- ・ 避難者・環境動植物
- ・ 確率的影響
(あらゆる施設・環境が現場)



JCO Criticality Accident, 1999 Fukushima Nuclear Disaster, 2011 Fukushima Nuclear Disaster, 2011

事故の規模や内容により多様な状況が想定される

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

問1.

福島事故による現在の健康影響について

1. 放射線による確定的影響が出現した
2. 放射線による確率的影響が出現した
3. 放射線とは直接関係ない生活習慣病が増加した

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

福島事故による健康影響と放射線(現時点)

放射線由来	<< 放射線防護の代償
放射線の直接影響	放射線の間接影響
・ 確定的影響は無し (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	・ 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

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

Clinical Oncology 28, 237-244, 2016

問2.

「非常用冷却装置による注水が出来なくなった」
事象は、EALのうち

1. EAL1
2. EAL2
3. EAL3

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

EALと緊急事態区分の使い分け

基準名称	概要	主な用途
緊急事態区分	事故の影響の程度を必要となる対策に基づいて数段階に区分	防災関係者全員が事故の程度を共通に認識して、計画立案や対策実施
緊急時活動レベル(EAL)	事故の発生した原子力発電所の状態がどの緊急事態区分に該当するか判断する技術的基準	原子力発電所の運転者が通報等を行う際の判断を客観化、迅速化



問3.

「非常用冷却装置による注水が出来なくなった」事象は、緊急事態区分のうち

- 警戒事態
- 施設敷地緊急事態(原災法10条)
- 全面緊急事態(原災法15条)

©2017 Aifumi HASEGAWA FMU

原子力災害対策指針に定められた主なEAL(BWRの場合)

主なEAL(BWRの例)	警戒事態	施設敷地の緊急事態	全面緊急事態
原子炉停止機能の異常	原子炉停止信号の発信が一定時間継続(原因が特定できない場合)	—	制御棒の挿入により原子炉を停止することができないこと
冷却材の漏えい	保安規定を超えるもの	非常用炉心冷却装置の作動	非常用炉心冷却装置による注水不可
給水/注水機能の喪失	全ての給水機能の喪失	非常用炉心冷却(減圧系)による注水不可	非常用炉心冷却装置による注水不可
残留熱除去機能喪失	残留熱機能の一部喪失	残留熱機能の全部喪失	原子力格納容器の圧力抑制機能喪失
炉心損傷の検出	—	—	原子力格納容器の放射線量を検知
電源供給機能の異常	交流電源1系統のみ(15分以上) 外部電源喪失(3時間以上)	全交流電源喪失(5分・30分以上) 直流電源1系統のみ(15分以上)	全交流電源喪失(30分・1時間以上) 全直流電源喪失(5分以上)
原子炉格納容器機能の異常	—	異常な圧力/温度の上昇等	設計上の最高使用圧力/温度に到達
放射線量の検出	—	—	敷地境界の空間放射線量率 $5\mu\text{Sv/h}$ (2地点以上または10分異常継続)
外的な事象	震度6弱以上(立地適応等)等	—	—

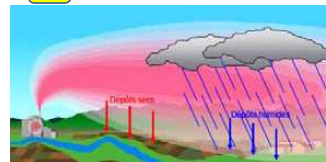
©2017 Aifumi HASEGAWA FMU

JAEA-Review 2013-015

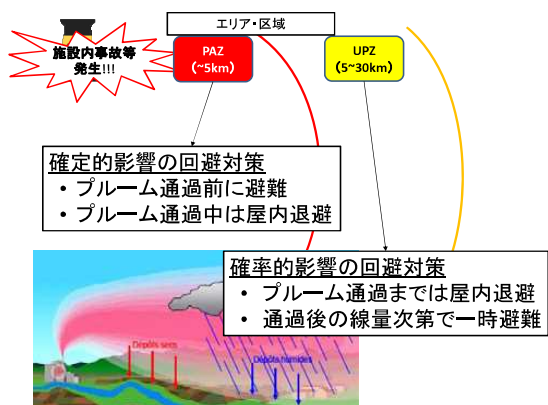
問4.

確定的影響を避けるためにPAZでは

- ブルーム通過前に避難
- ブルーム通過中に避難
- ブルーム通過後に避難



©2017 Aifumi HASEGAWA FMU



問5.

福島事故で放射性物質が付着した傷病者に対する医療機関の現実

- 医療サービスの質が向上した
- 医療サービスの質は変わらなかった
- 医療サービスの質が低下した

©2017 Aifumi HASEGAWA FMU

“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)(80 (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	36	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

LLEs: Loss of Life Expectancies (寿命の損失期間(人・日))

Rapid evacuation; 緊急避難(シナリオ1)

90-day delayed evacuation; 90日後の避難(シナリオ2)

20-mSv exposure; 20mSvの急性被ばくを受けたと仮定した場合

100-mSv exposure; 100mSvの急性被ばくを受けたと仮定した場合

Nursing home residents; 介護・保健・福祉施設入居者

Nursing home staff; 介護・保健・福祉施設のスタッフ



PLoS One 2015;10:e0137906.

©2017 Arifumi HASEGAWA, FMU

緊急避難・転居による影響; 死亡率の上昇が継続

避難指示区域の介護保健福祉施設入居者死亡率比較

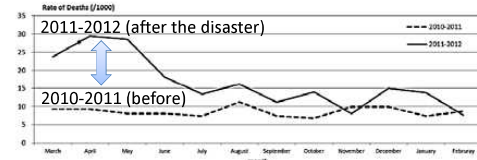


Fig. 1. Changes of mortality rates among the institutionalized elderly before and after the Fukushima NPP accident. (in the evacuation area when the disaster occurred)

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)

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

©2017 Arifumi HASEGAWA, FMU

問6.

放射線の影響を避けるために行われた避難の結果生じた現実

1. 放射線から受ける影響が増えた
2. 緊急避難のおかげで寿命が延びた
3. 避難後も数ヶ月死亡率が上昇した

©2017 Arifumi HASEGAWA, FMU

問7.

放射性物質が付着した傷病者の受入にあたり事故直後の福島医大病院で直面した現実

1. 放射性物質からどのくらい人体影響を受けるのかわからなかった
2. 提供される数値の意味を理解できなかった
3. 過去に同様の治療を行った経験がなかった

©2017 Arifumi HASEGAWA, FMU

★二次被ばく医療機関(地域レベル)



災害急性期の福島医大病院緊急被ばく医療

判らない

不確か

未経験

知識・技術の不足

情報不足

意識の欠如

「医療の質の低下」

©2017 Arifumi HASEGAWA, FMU

福島事故を踏まえた反省点 (福島医大病院関連)

原子力安全委員会

国会事故調

(例) 二次被ばく医療機関について

災害拠点病院が期待されることは避けられない

災害拠点病院に負担が集中することは避けがたい

地域住民不安解消に対する重要な役割がある

福島医大病院は知識が不足しており

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

必要以上に不安を抱いた

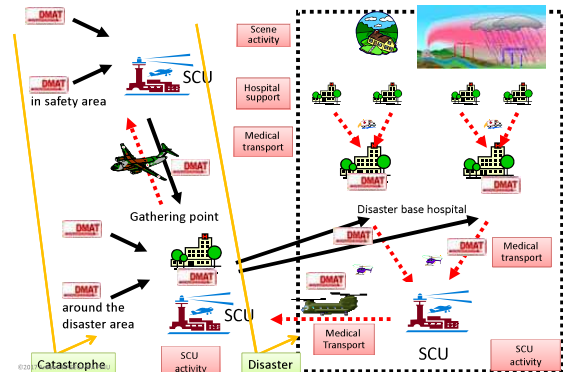
問8.

医療支援を行うチームが直面した現実とは

1. 自然災害に対する知識・装備と経験は十分だった
2. 原子力災害に対する知識・装備と経験は十分だった
3. 複合災害に対する知識・装備と経験は十分だった

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

放射線災害におけるDMATの現実



© 2017

福島事故の反省点

<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知識・技術・安全面での不安を伴った。
- ・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。

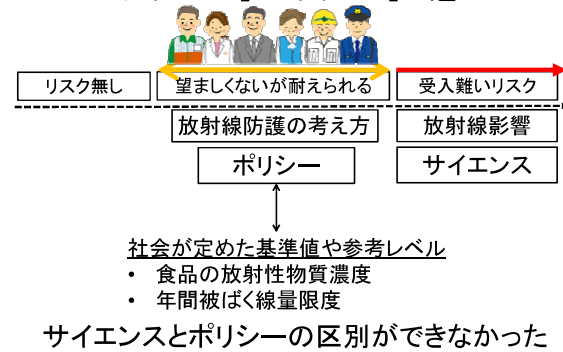
不幸中の幸い

- ・致死傷を伴う被ばく・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



「サイエンス」と「ポリシー」の違い



© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

内容

- ・福島事故の現実と反省
- ・新しい原子力災害医療システム
- ・原子力災害における医療対応の基本と実際



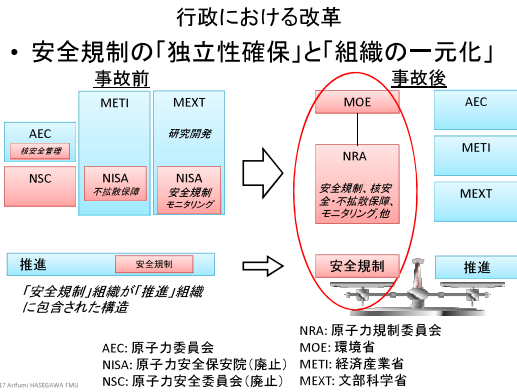
© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU

問9.

福島事故時の原子力災害医療の問題点は

1. 原子力「推進」省庁に「抑制」部門が属する不適切な体制だった
2. 既存の救急・災害医療との整合性が乏しい体制だった
3. ヒューマンリソースに乏しい体制だった

© 2017 Arifumi HASEGAWA FMU



福島事故の反省点(国)

安全神話に依存した
災害時に機能しにくい体制

＜福島事故を踏まえた反省点＞

- 初期被災医療機関が原子力発電所周辺に集中していたため、事故の影響により、その多くが機能を果たせなかった。
- 原子力災害特有の事情により、現地の医療関係者が不足するなど、重篤患者等への十分な治療や看護の確保が困難となった。
- 病院職員等の放射線知識の不足により、汚染のおそれがある患者の受け入れの際に混乱が生じた。

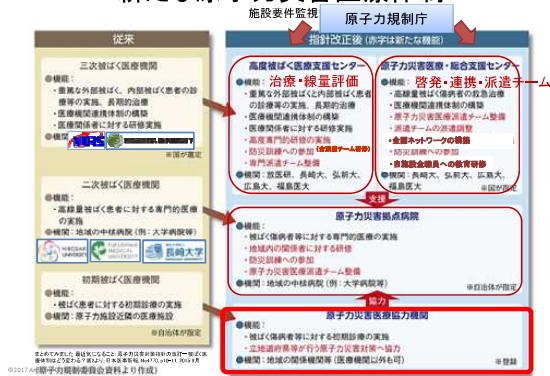
※政府事故調や国会事故調の報告書から関係部分を要約・引用

以下の項目に課題を認識

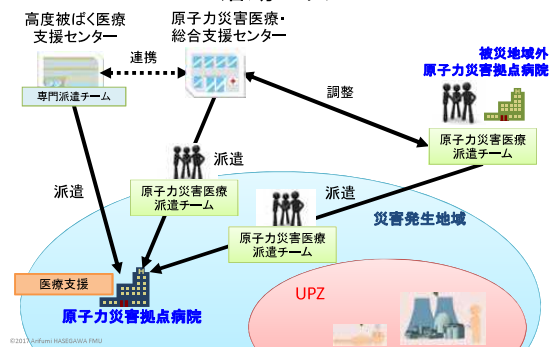
- 原子力施設近隣県を超えての連携の仕組み
- 原子力災害医療派遣チーム維持派遣体制
- 外傷診療・集中治療、多数傷病者受入などの体制

平成25年12月原子力規制委員会改定

新たな原子力災害医療体制



原子力災害医療派遣チーム 活動エリア



問10.

あたらしい原子力災害医療体制においては

1. 担当医療機関の数が増加した
2. 医療支援のための「原子力災害医療派遣チーム」が設立された
3. 治療は地域で完結を目指すこととなった

CBRNE

- C: Chemical
- B: Bacterial
- R: Radiological
- N: Nuclear
- E: Explosive

生活の中に潜む
身近な外来脅威

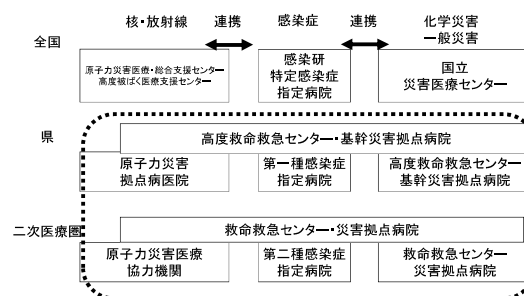
問11.

外来脅威(ハザード)に対する日本の危機管理体制は

- 1. 対応する組織が統合されている
- 2. 対応する組織が一部統合されはじめている
- 3. 対応する組織が分断されている

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

CBRNE災害対応体制の目指すところ



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

内容

- ・ 福島事故の現実と反省
- ・ 新しい原子力災害医療システム
- ・ 原子力災害における医療対応の基本と実際



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

問12.

被ばくについて正しい記載はどれか

- 1. 被ばくした部位に触れると汚染する
- 2. 被ばくを繰り返すと汚染する
- 3. 被ばくした部分は汚染する

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

問13.

「汚染」について正しい記載はどれか

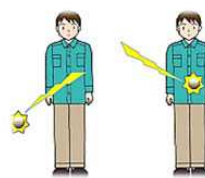
- 1. 元々存在しない物質が新たに付着することである
- 2. 汚染した部分に何の影響や変化がなくとも汚染することがある
- 3. 汚染したからといって、必ずしも影響が出るとは限らない

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

被ばく

放射線をあびる

外部 内部

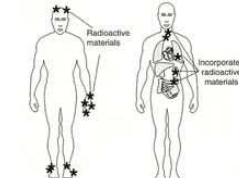


[Sv], [Gy]

汚染

放射性物質が付着

外部 内部



[Bq/cm²], [Bq/Kg], [Bq/L]

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

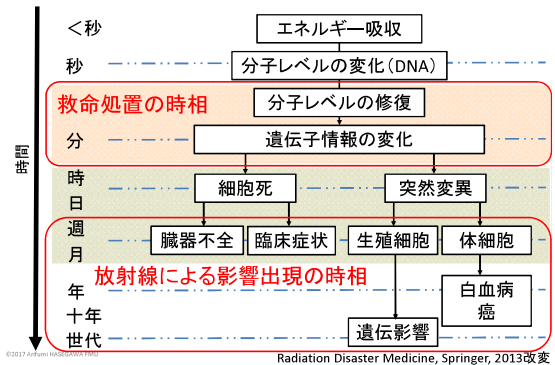
問14.

放射性物質が付着した傷病者に提供する医療について正しい記載はどれか

- ☒ 1. 付着した放射性物質を取り除く処置は、救命処置より優先順位が高い
- ☐ 2. 放射性物質を取り除く処置は、救命処置と同じくらい優先順位が高い
- ☐ 3. 放射性物質を取り除く処置は、救命処置より優先順位が低い

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

放射線による生体影響と出現時間



問15.

組織が危機的状況に陥った場合は

- ☒ 1. まず指揮命令システムを確認する
- ☐ 2. リーダーは自己の安全よりメンバーの安全を優先する
- ☐ 3. 情報は組織の中で管理し、他の組織との共有を避ける

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

想定例

- ・ 運転中の原子力発電所において原子炉建屋内・一次冷却水系にトラブルが発生、パイプに亀裂が入り小規模な爆発が生じた。
- ・ 事故概要は直ぐに当該自治体に報告がなされた。
- ・ 事態は施設敷地緊急事態へと発展した。

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

スイッチを入れてCSCATTT

大規模事故・災害へ組織的対応の基本

「スイッチを入れて」 大事故・災害モードに転換

C: Command & Control	指揮と連携
S: Safety	安全
C: Communication	情報伝達
A: Assessment	評価

特に多部門・施設の「連携」が重要な部分

T: Triage	トリアージ
T: Treatment	治療
T: Transport	搬送

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU (英国MIMMS® Major Incident Medical Management and Support) より引用、改変

スイッチを入れてCSCA

「スイッチを入れて」

- ・ 組織の体制を大事故・災害モードに転換
- ・ 組織内に災害医療対策本部を立ち上げる
- ・ 災害においてどのような役割を担うかを決断する
- ・ 災害対応期間の業務調整を行う
 - － 組織の業務
 - － 家庭の業務

- ・ 自施設のどの情報端末に初期情報が入りますか
- ・ どのような手段で皆さんに情報伝達されますか
- ・ 皆さんはどこに集合しますか
- ・ 災害対応資機材はどこに備蓄されていますか

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

スイッチを入れてCSCA

S: Safety (安全)

三つのS

- 1 自分(医療者) (Self)
- 2 現場 (Scene)
- 3 生存者(患者) (Survivor)

熱意だけの支援活動の戒め。
支援活動には、相応する知識、装備が不可欠。

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

MIMMS Advanced courseより引用・改変

災害時に収集すべき情報

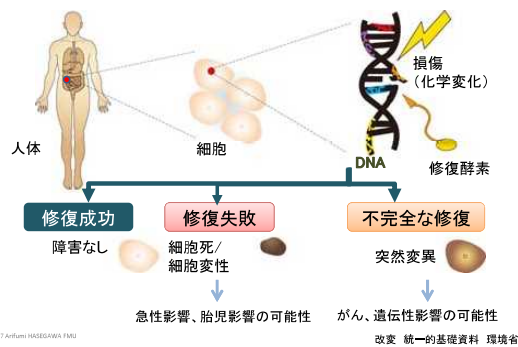
"METHANE report"

- M: My call sign, Major incident 大規模災害宣言
- E: Exact place 正確な発生場所
- T: Type of accident 事故・災害の種類
- H: Hazard 危険性
- A: Access to the scene 進入経路
- N: Number of casualties 傷病者数
- E: Emergency response 現状と今後の対応

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

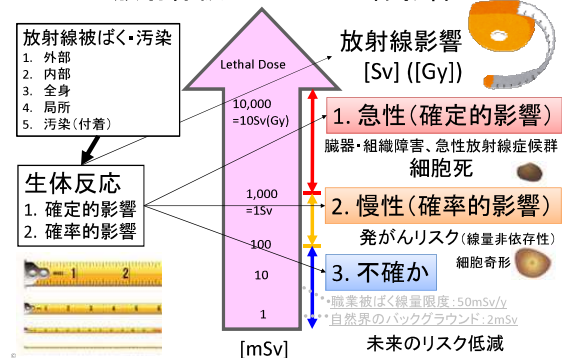
MIMMS 大事故災害への医療対応 第3版

放射線に対する生体影響



©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

放射線被ばくによる生体影響



©

問17.

医療の視点から見た放射線防護で

1. 確定的影響を来す被ばく線量は回避する
2. たとえ事態が変化して他のリスクが増加しても、線量限度は必ず遵守せねばならない
3. 社会における役割が異なっても、線量限度値は同じ数値である

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

放射線防護の大原則 どの程度まで被ばくを減らせばいいか？

1. 影響が出現する量に達する被ばくを受けない

確定的影響は回避

2. 影響が出現する量以下の低い線量でも

無理支障なく減らす

確率的影響は可能な限り少なく

ALARA(アララ)の原則

あなたはどの程度の線量(例えば空間線量率)で現場からの避難を決断しますか？

1. $1 \mu \text{ Sv/h}$
2. 1 mSv/h
3. 1 Sv/h

©2017 Arifumi MASEGAWA, IMU

危険領域の限界も知っておく

総務省消防庁資料より

問19.

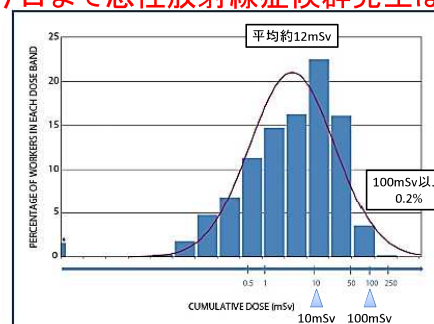
福島第一原子力発電所廃炉作業においては

1. 被ばくによる確定的影響で作業員に急性放射線症候群が発生している
2. 救急医療室受診者の病因の90%が外傷である
3. 現場における怪我や病気の発生を事前に予防することが重要である

©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

作業員の被ばく線量分布

今日まで急性放射線症候群発生はなし

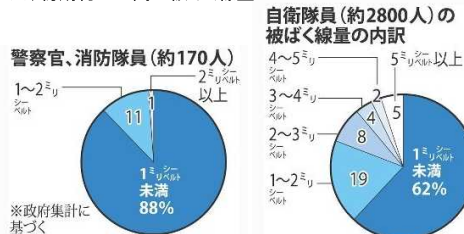


©2017 Arifumi HASEGAWA FMU

L'UNSCFAR Report 2013 ANNEX A Figure VIII

多いと感じるか 少ないと感じるか

東京電力福島第1原発事故の際、原発周辺で住民の救援活動などに従事した自衛隊員や警察官、消防隊員約3000人、初期約20日間の被ばく総量



毎日新聞 2015年10月26日 東京朝刊

TBM-KY

ツールボックスミーティング・危険予知

：労働安全対策の一つ。作業員と職長（作業の直接指揮者）のコミュニケーションにより作業員自身の主体性を想起

- 1 作業前準備
- 作業区画を①、お客さまに②提供し、工事連絡をする。
 - 危険予知シートを、KY実施情報(情報)又はヘルメットに付ける。
 - 作業指揮者は、作業指揮者章を着用(又はヘルメットに取付)。
- Ⅲ TBM開始
- 1 指揮者はこれをかかTBM-KYを行います。
 - 2 TBMの実施
 - (1) 指揮者は健康状態はいいですか。(健康状態の確認)
 - (2) 相手が服装が正しいですか(何かはあてがひがある)に告げる。
 - (3) 相手が健康状態はいいですか、手元を指して健康状態に告げる。
 - (4) 相手が健康状態良好。(安全確認を、頭より、ボウリング球等) 手元を確認。(保護眼鏡と鏡以外では保護手等を着用のこと) 服を着用。
 - (5) 指揮者は、作業区画、作業手順、注意事項等を説明する。
 - (6) 相手が上へ手元で作業を指示するが、何か質問がありますか。
 - (7) 相手が理解が深い、なければ「アタリマシヤン」。

- IV KY(危険予知実施例)
- 1 指揮者=それでは、危険予知を行います。
 - 2 全員 KYボードの前に集合する。(指揮者と向かい合う)

www.ehimedenkoso.org/.../8b6d73e3b9d14fd8af2e56e24a4a2245.xl



TBM-KYボード・画板型:余川商事株式会社

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発2
-放射線リスクコミュニケーション-

研究分担者 神田 玲子 量子科学技術研究開発機構 センター長
研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授

研究要旨

リスク認知に影響を及ぼす因子に配慮し、放射線作業員自身の不安低減を目的とした講義プログラムを作成した。また放射線の健康不安を抱えている職員や家族との適切な対話を行えるようになるための講義+演習プログラムを作成し実施した。

A. 研究目的

社会心理学的研究からは、リスクが「自発的行為によるもの」で「制御管理可能」である場合や「熟知している」リスクの場合、人はリスクを許容しやすいと言われている。言い換えると、放射線作業員が仕事に消極的であったり、放射線防護方法についての認識が低ければ、より放射線への不安が高まる可能性がある。そこで、こうした社会心理学的要素を取り入れた講習プログラムを開発し、放射線の不安低減に資する。

B. 研究方法

千代田テクノ株式会社社員並びに協力企業社員においては、座学で放射線リスクコミュニケーション（リスクミ）の講義を行った。講義に関する知識の向上を、講義前後の試験問題の解答によって評価した。

福島原子力発電所（福島原発）に対し、リスクランキング法、ロールプレイやシナリオ作りの演習などを取り入れた新たに開発した講習プログラムを実施した。アンケート等でその効果を調べた。

確認テストの統計解析は、対応のある2群間の比較(Wilcoxon符号付順位和検定)を用いた。

（倫理面への配慮）

回答用紙には個人情報に記載しない。匿名化されており、記載を持って同意が得られたとした。

C. 研究結果

1. 千代田テクノ(株)における放射線リスクミ
主に以下の4項目について講義を行った。

(1) 放射線のリスクミとは？

リスクミは双方向の情報共有であり、放射線に関しては、線量やリスクと線量の関係についての知識や社会心理学的知識が必要である。リスク管理の一環でもある。緊急時のリスクミ、リスクミ欠如例、類型、場について解説。

(2) リスクミの成り立ち

リスクミの歴史。リスクを社会と科学技術との接点と捉え、リスク-便益分析やリスク比較といった学問領域が発展。現在はリスクに関する意見交換過程そのものをリスクミと言う。

(3) リスク認知～安全基準を決める要素～

国際安全規格での「安全」は、許容できないリスクが存在しないことと。自治体や専門家は「安全」とは、多くの方が許容できるリスクレベルをいう。リスク受容に影響する要素。人工放射線と自然放射線のリスク受容。

(4) リスク管理～リスク比較が一つの根拠～

国際放射線防護委員会(ICRP)の見解。100mSv以下ではがんのリスクの程度は不明だが、よりは小さい。線量と他のリスク(喫煙や飲酒など)と比較。

(5) リスク評価～線量とリスクの関係～

ICRPの線量限度の変遷。低線量放射線の疫学研究。疫学研究の難しさ。INWORKS(フランス、英国、米国の原子力産業に従事した方ががん死亡の疫学研究)。

講義資料添付(平成29年度放射線安全・一般安全講習会、資料4)。

(6) 講習前後の設問

下記のごとく、4問作成した。

問1. 社会心理学的に受け入れにくいリスク源はどれか

- a. 自分で制御管理可能
- b. 利益も伴う
- c. 子どもに影響を及ぼす

問2. 自然界に存在し、どんな生物も有する放射性物質はどれか

- a. カリウム 40
- b. ヨウ素 131
- c. セシウム 134

問3. 国際放射線防護委員会が2007年勧告以降、引き下げを勧告した線量限度はどれか

- a. 公衆の水晶体等価線量限度
- b. 職業人の水晶体等価線量限度
- c. 職業人の実効線量

問4. 安全の定義として一番近いものはどれか

- a. リスクが全くない状態
- b. 許容できないリスクがない状態
- c. リスクが全くないと思い込んでいる状態

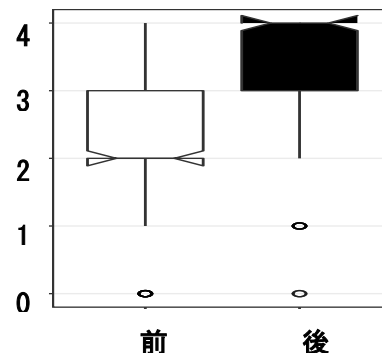


図1. 講習会前後の正答率の変化

参加者202名であった。教育前の正答率の中央値は2、教育後の中央値は4であり、有意に上昇していた(対応のある2群間の比較: Wilcoxon符号付順位和検定、 $p < 0.001$) (図1)。

2. 福島原発で作業員対象の放射線リスクコミ

以下、プログラム内容を記す。

(1) リスクランキング法

Slovicが開発したリスクランキング法によるリスク認知調査を実施し、個人差が大きいことを理解する。

(2) 座学講義

放射線に関する不安は、放射線に関する知識の量や内容にも依存し、特にリスク管理の知識が過度の不安を軽減するのに重要であることを理解する。

(3) ロールプレイやシナリオ作りの演習

実際に放射線に不安を抱く職員や家族との対話に必要な知識とスキルを習得する。傾聴や共感を身に付けるためのロールプレイやシナリオ作りの演習を行った。ロールプレイは、1. 職場での上司部下の関係、及び2. 作業者と田舎の母親との会話方法(傾聴)に違いを受講者とともに行った。またシナリオ作りでは、傾聴と共感を踏まえ、どのように話すことが、不安を軽減できるか検討した。受講者は積極的に講義・演習に取り組み、受講後のアンケートの結果でも概して好評であった。

講義資料添付(放射線教育講習会 in いわき、資料5)

D. 考察

放射線の知識のみでは、放射線に対する不安軽減とならない場合がある。また上司が部下に対して放射線影響を数値のみで説明しても、理解が得られないこともある。放射線リスクの知識を持って対応することが重要であることがわかった。

今回のロールプレイやシナリオ作りは、福島原発作業員の環境を考慮して開発したオリジナル演習である。そのため受講生がどの程度主催者の意図を理解し課題に取り組めるか、時間が適正か等是不安要素が多かったものの、結果的には想定以上のシナリオを完成させたチームが現われた。しかし今回は、受講生に恵まれた可能性があるので、来年度もプログラムを改訂し、検証を行う。

不安への対応の習得には効果があった

E. 結論

放射線リスクの知識の向上がみられた。また、受講生の反応等からは、開発したプログラムがリスク認知を客観視するのに適していると評価できた。

F. 参考文献

なし

G. 研究発表

2. 学会発表

R. Kanda, M. Pinak, K. Akahane and R. Okazaki;
The problems of occupational exposure protection in Japan. 第60回日本放射線影響学会, 2017年10月, 千葉

放射線リスクコミュニケーション

量研・放医研
放射線防護情報統合センター
神田玲子

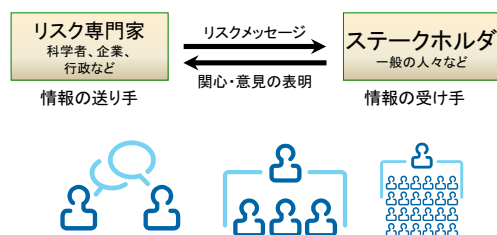
自己紹介



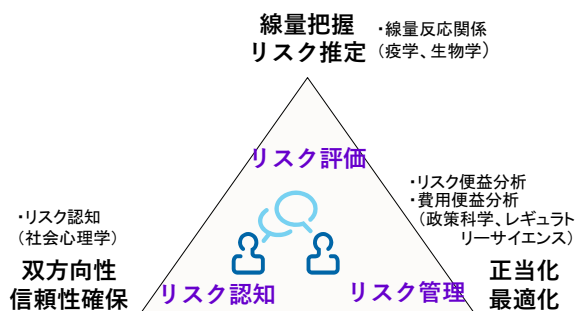
1. 放射線のリスクコミュニケーションとは何か

リスクコミュニケーションとは何か

- ・ 双方向性
- ・ 信賴関係

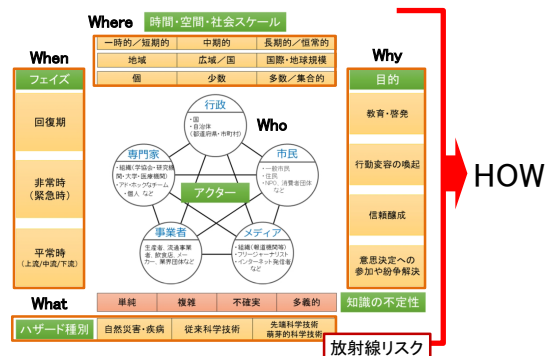


リスクコミュニケーションの3要素



知識を提供する部分が多いが、教育ではなく、リスク管理の一環

リスクコミュニケーションの類型枠組み



リスクコミュニケーションの推進方策(平成26年3月27日 安全・安心科学技術及び社会連携委員会)より

緊急時のリスクコミュニケーション

平常時(緊急事態発生前)

コンセンサスコミュニケーション

関係者と情報共有し、リスクを検討して、リスク管理について決定する
ステークホルダー関与の一種

ケアコミュニケーション

一般的に分かっているリスクやその対処法に関する科学的情報を提供する

緊急事態発生直後

クライシスコミュニケーション

突然に起こった極度の危険/事故/緊急事態に対し、公衆が適切な行動をとるように誘導するため、重要な情報に絞って発信する

緊急事態収束後(回復期)

ケアコミュニケーション

コンセンサスコミュニケーション

Regina Lundgren, "Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental Safety and Health Risk"

リスクコミュニケーション欠如が招いた悲劇

遠隔地での人工流産の増加

・チェルノブイリ事故発生1986年4月26日

・ギリシャでは、1987年1月の出生率が激減

⇒1986年5月に妊娠初期の胎児の23%が人工流産と推定

・イタリアでは、事故後5ヶ月間は1日当たり

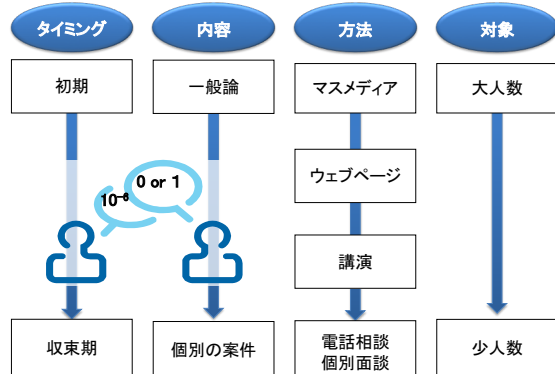
約28~52件の不必要な中絶があったと推定

・デンマーク:少しはあった

・スウェーデン、ノルウェー、ハンガリー:なかった

Proceedings of the Symposium on the effects on pregnancy outcome in Europe following the Chernobyl accident. Biomedicine & Pharmacotherapy 45/No 6, 1991

事故後のリスクコミュニケーションの類型



リスクコミュニケーションの場

線源	対象者(例)
原子力発電	立地地域住民、消費地住民、原子力関係従事者
医学利用 (X線、CT、PETなど)	患者や家族、介護者、医療従事者
工業利用、農業利用、食品 照射	消費者、該当する産業の従事者
自然放射線(宇宙線、自然起 源放射性物質:NORMなど)	航空機乗員、旅行者、ウラン鉱 採掘業、NORMを扱う産業の従 事者、高自然放射線地域住民

共通の内容で
あることが重要

リスクコミュニケーションで扱う情報
リスク ベネフィット、コスト、代替法など

2. リスクコミュニケーションの成り立ち

リスク：社会と科学技術との接点

Maximum Benefit at Minimum Cost

Social Benefit versus Technological Risk

What is our society willing to pay for safety?

Chauncey Starr

The evaluation of technical approaches to solving societal problems customarily involves consideration of the relationship between potential technical performance and the required investment of societal resources. Although such performance-versus-cost relationships are clearly useful for choosing between alternative solutions, they do not determine how much society can justifiably pay for a given level of risk. In this article I attempt to establish a quantitative measure of benefit relative to cost for an important element in our spectrum of technological developments and societal risks: the relationship between technological performance and the associated costs of technological development and societal risk. In this article I attempt to establish a quantitative measure of benefit relative to cost for an important element in our spectrum of technological developments and societal risks: the relationship between technological performance and the associated costs of technological development and societal risk.

日本では
・テクノクラート主導の政策決定⇒Public Acceptance
・食品安全や環境化学物質がリスクコミュニケーションの先行分野

リスク-便益解析
・リスク比較解析
・公衆によるリスク-便益の認識

リスクコミュニケーションの歴史

リスク・コミュニケーションという言葉は、アメリカで1970年代半ばに誕生

第1期(米:1975年ごろから84年):

リスクデータの開示・リスク比較の時代

リスクが小さくても受け入れられない場合も多く、リスク認知研究が発展

第2期(米:85年ごろから94年):

受け手のニーズと信頼の時代

多くの実践的なコミュニケーション活動が行われた
コミュニケーションのテクニックに走って失敗した事例が多い

第3期(米:95年以降):

相互作用プロセスの時代

何らかの結果を目的としないリスクに関する意見交換

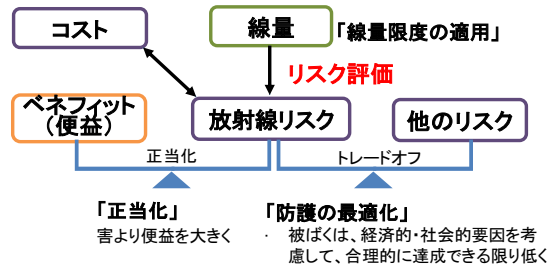


リスクコミュニケーションは万能薬ではない
リスクを理解すれば、リスク通りの認知になるわけではない
蓄積した成果には「べからず」が多い
うそをつかない、隠さない、逃げない

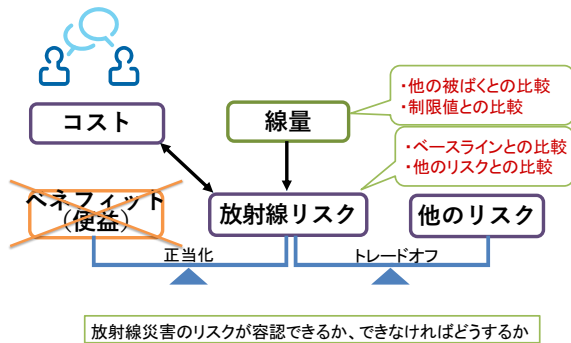
リスクコミュニケーションで伝える情報



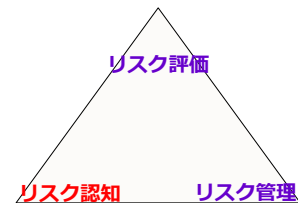
食品添加物、農業、予防接種
などのリスクコミュニケーション
と共通点が多い



放射線災害のリスクコミュニケーション



3. リスク認知 ～安全基準を決める要素～



一般用語としての「安全」

危なくないさま。物事が損傷・損害・危害を受けない、または受ける心配のないこと(岩波国語辞典第二版)

安らかに危険のないこと。物事が、損傷したり、危害を受けたりする恐れのないこと(広辞苑第四版)

危害または損傷・損害を受けるおそれのないこと。危険がなく安心なさま(大辞林 第三版)



規制における「安全」

“許容できないリスクがないこと”

2013年以前は“容認できないリスクがないこと”

(国際標準化機構 (ISO) / 国際電気標準会議 (IEC) ガイド 51)

受け入れられる

受け入れられない



多くの方(=社会)が
許容できるリスクのレベル
= 規制における「安全」

リスク受容に影響する要素

受けにくいリスク	受けやすいリスク
押しつけられたもの	自発的なもの
他人が制御管理	自分で制御管理可能
利益がない	利益がある
人為的・人工的	自然由来
不公平に及ぶ	公平に及ぶ
破滅的	統計に基づいている
リスク源が信用できない	リスク源が信用できる
経験がない、外来	熟知している
子どもへの影響	大人への影響

放射線に関する知識

	設問	答	正答率
1	放射線の強さは時間がたっても変わらない	X	64.2%
2	放射線を出す物質は地球ができた時から自然界に存在する	O	62.7%
3	放射線の進む方向は強い風によって変わる	X	50.3%
4	放射線は微量だが普通のおもものの中からも出ている	O	49.0%
5	放射線は微量だが常に身体からも出ている	O	41.9%
6	自然放射線と人工放射線は性質が異なる	X	19.3%

平成14年度実施 日本原子力産業会議 報告書より

放射線に関するイメージ(国際比較)

	日本	中国	インドネシア	フィリピン	タイ	ベトナム
危険である	87.2%	81.6	84.7	83.7	86.1	93.8
役に立つ	57.6%	70.4	81.7	78.8	85.2	87.7
身近なもの	26.4%	43.5	70.1	84.6	44.7	52.4
管理できる	21.7%	54.5	51.8	49.6	58.6	75.0

平成14年度 日本原子力産業会議 報告書より

- ・放射線の知識レベルに差異はない
- ・放射線を同様に「危険」と思っている
- ・違うのは、リスクの受容に影響を及ぼす「利益」「制御可能性」「身近さ」というイメージ

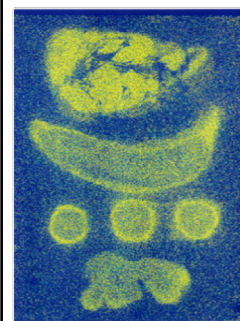
放射線計測と管理



リスク受容に影響する要素 (再掲)

受けにくいリスク	受けやすいリスク
押しつけられたもの	自発的なもの
他人が制御管理	自分で制御管理可能
利益がない	利益がある
人為的・人工的	自然由来
不公平に及ぶ	公平に及ぶ
破滅的	統計に基づいている
リスク源が信用できない	リスク源が信用できる
経験がない、外来	熟知している
子どもへの影響	大人への影響

目で見える食品中の放射能



事故前の食品中の放射能

- ・主に カリウム40のベータ線
- ・カリウム40の存在比は0.012%
- ・カリウム40の半減期は 1.26×10^9 年

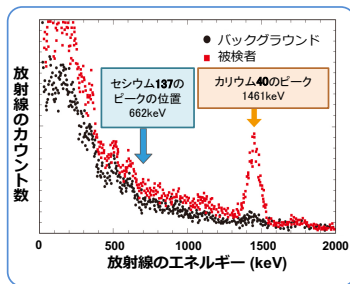
豚肉、バナナ（縦切りおよび横切り）、シヨウガの放射能像

森, 応用物理, 97, No.6, 1998

目で見る人体中の放射能



ホールボディ・カウンタ

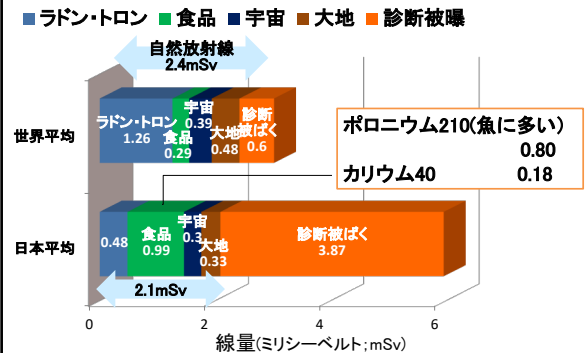


体内から出てくる放射線を測定 ⇒ 体内の放射能を物質別に求める

体内にあるカリウムの量は体重1kgあたり2g程度、
そのうち約0.01%が放射性のカリウム40

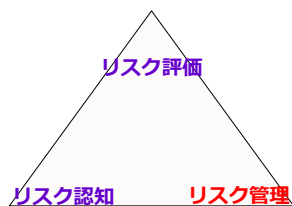
keV : キロ電子ボルト

日常生活における放射線被ばく

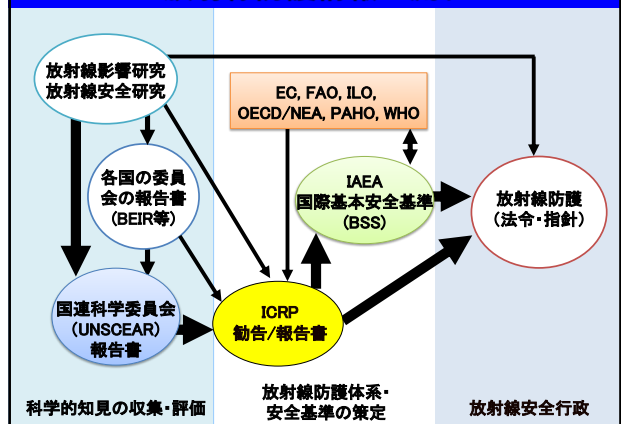


2008年国連科学委員会報告、2011年原子力安全研究協会「生活環境放射線」より

4. リスク管理 ～リスク比較が一つの根拠～



放射線防護情報の流れ



国際放射線防護委員会 (ICRP)

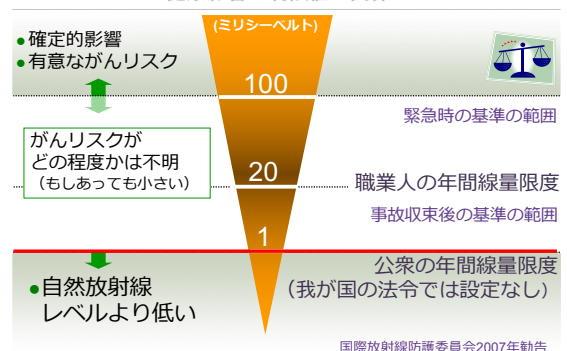
放射線防護の基本的な枠組みと防護基準を勧告することを目的
・主委員会
・専門委員会 ①放射線影響 ②線量概念 ③医療被ばくの防護
④勧告の適用 ⑤環境の放射線防護

線量限度の引き下げ 遺伝性影響の比重軽減

	1977年勧告	1990年勧告	2007年勧告
実効線量限度 (職業人)	50mSv/年	100mSv/5年 かつ50mSv/年	100mSv/5年 かつ50mSv/年
実効線量限度 (公衆)	5mSv/年	1mSv/年	1mSv/年
国内法令への 取り入れ	1989 (施行)	2001 (施行)	(審議は2007年 より開始)

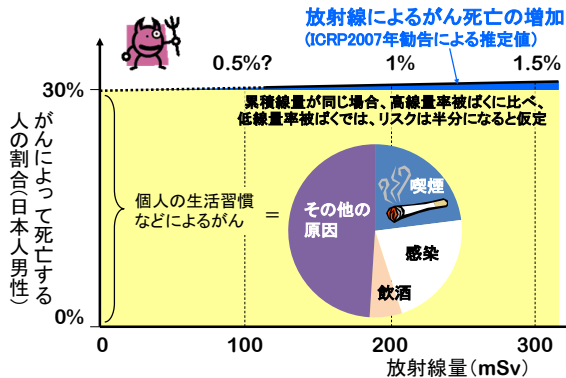
放射線影響と放射線安全の基準値

健康影響と制限値の関係



国際放射線防護委員会2007年勧告

放射線によるがん死亡の増加分

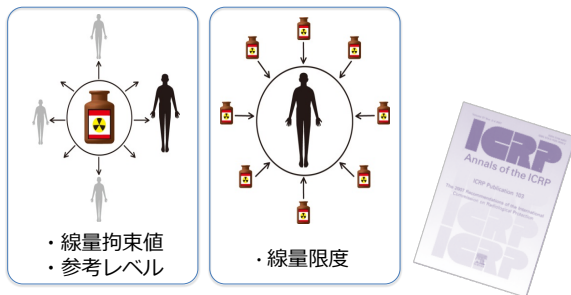


他のリスクとの比較

放射線の線量(mSv)	生活習慣因子	がんの相対リスク*
1,000 - 2,000	喫煙者 大量飲酒 (毎日3合以上)	1.8 1.6 1.6
500 - 1,000	大量飲酒 (毎日2合以上) 肥満 (BMI≥30) やせ (BMI<19)	1.4 1.4 1.22 1.29
200 - 500	運動不足 高塩分食品	1.19 1.15 - 1.19 1.11 - 1.15
100 - 200	野菜不足 受動喫煙 (非喫煙女性)	1.08 1.06 1.02 - 1.03
100 以下		検出不可能

*放射線のがんリスクは広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ(図形がんのみ)であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない
国立がん研究センターHPより

放射線防護に用いられる制限値



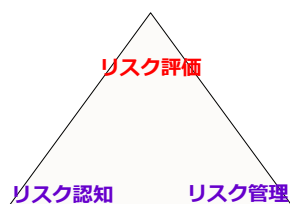
放射線防護体系の特殊性

化学物質は、種類一つ一つのリスクを経路ごとに管理



放射線は、人体が受けるトータルの放射線量を管理

5. リスク評価 ～線量とリスクの関係～



ICRP勧告の線量限度の変遷

◎放射線の防護の枠組みは、科学的な新知見を取り入れて、進化する

	1990年勧告	2007年勧告	ソウル声明 (2011)
実効線量限度 (職業人、実効線量)	100mSv/5年 かつ50mSv/年	100mSv/5年 かつ50mSv/年	
実効線量限度 (公衆、実効線量)	1mSv/年	1mSv/年	
水晶体の線量限度 (職業人、等価線量)	150 mSv/年	150 mSv/年	100mSv/5年 かつ50mSv/年
水晶体の線量限度 (公衆、等価線量)	15 mSv/年	15 mSv/年	15 mSv/年

主に以下3編の疫学的知見をもとに導出

急性被ばくのしきい線量: 0.5 Gy (原爆被爆者のデータ)

・Minamoto et al. Int J Radiat Biol 80 (2004) 339-345

・Neriishi et al. Radiat Res 168 (2007) 404-408

分割・遷延被ばくのしきい線量 < 0.5 Gy (チェルノブイリ事故清掃員)

・Worgul et al. Radiat Res 167 (2007) 233-243.⇒しきい線量 0.34-0.5 Gy

放射線疫学研究の主な対象

- ・ **原爆被爆者**
- ・ **職業被ばく**

原子力施設作業員、放射線科医・技師、航空機乗務員、
鉱山労働者、チェルノブイリ事故処理作業員など

- ・ **環境中の被ばく**

フォールアウト(核実験、事故)、原子力施設周辺住民、
屋内ラドン、高自然放射線地域住民など

- ・ **医療被ばく**

放射線治療: がん、強直性脊椎炎、胃潰瘍、頭部白癰など
放射線診断: 胸部透視、脊柱測弯症、胎内被ばく、小児CTなど

低線量率被ばくでの発がんリスクは高線量率被ばくに比べて小さい?!

低線量放射線影響に関する疫学研究

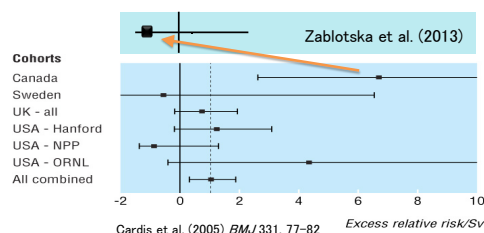
線量率	研究対象	人数	平均 累積線量 (mGy)	平均 追跡 年数	固形 がん数	1Gyあたり 過剰相対リスク (90%信頼区間)
高	原爆被爆者	105,427	~230	26.2	17,448	0.47 (0.40-0.54)
低	高自然放射線地域 住民(インド・ケララ)	385,103	161	10.5	1,379	-0.13 (-0.58-0.46)*
低	高自然放射線地域 住民(中国)	80,640	~100	15.5	677	-0.11 (-0.67-0.69)
低	テチャ川流域 住民	17,433	40	25.6	1,836	1.00 (0.3-1.9)
低	原子力作業員 (15カ国)	407,391	19.4	12.7	4,770	0.97 (0.27-1.80)
低	原子力作業員 (英国)	174,541	24.9	22.3	10,855	0.27 (0.06-0.53)

Boice et al. (2010) *Radiat Res* 173, 849-854

*95%信頼区間

疫学研究の難しさ(横軸の問題)

線量率	研究対象	人数	平均 累積線量 (mGy)	平均 追跡 年数	固形 がん数	1Gyあたり 過剰相対リスク (90%信頼区間)
低	原子力作業員 (15カ国)	407,391	19.4	12.7	4,770	0.97 (0.27-1.80)



様々な報告が相次ぐ疫学調査

- ◎放射線技師で**白内障**が増加?!

Chodick et al. *Am J Epidemiol*, 168: 620-631, 2008

- ◎放射線技師の**小児でがん**増加?!

Johnson et al. *Br J Cancer* 99: 545-550, 2008

(技師の大半は女性)

- ◎ドイツの原発周辺では5歳未満の**小児白血病**が増加
(オッズ比は2.19)

Kaatsch et al. *Int J Cancer* 1220: 721-726, 2008

フランスの原発周辺では5歳未満の**小児白血病**が
増加していなかった

Laurier et al. *J Radiol Prot* 28: 401-403, 2008

INWORKS (固形がんによる死亡リスク)

コホート

- ・ フランス、英国及び米国の原子力産業従事者、電離放射線の外部被ばくに関する詳細なモニタリングデータがそろっている308297名の作業員
- ・ 被ばく群の平均累積結腸線量は**20.8mGy**(中央値は4.1mGy)

調査

- ・ 死亡登録データを調べ、がん死亡に関する1Gyあたりの過剰相対率を推定

結果

- ・ 放射線被ばくの増加に従い、がん死亡が直線的に増加
- ・ 白血病を除く全がんの推定死亡割合は、潜伏期間を10年と仮定した場合、累積線量1Gyあたり48%(90%信頼区間 20%-79%)の増加
- ・ 線量域を0-100mSvとした場合、正確さは劣るが、全線量域から得られたのと同じ線量-効果関係が得られた。
- ・ 喫煙や職業によるアスベスト曝露が交絡因子となる可能性があるが、肺がんや胸膜がんを除外しても、推定死亡割合に変化はなかった。

結論

- ・ 一般に、低線量率照射に比べ、高線量率照射の方が危険であると考えられているが、**放射線作業員の線量あたりのがんリスクは日本の原爆被爆者の推定値と同じであった。**

Richardson, DB et al. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS) *BMJ* 2015

INWORKS (白血病等による死亡リスク)

コホート

- ・ フランス、英国及び米国の原子力産業従事者、電離放射線の外部被ばくに関する詳細なモニタリングデータがそろっている308297名の作業員
- ・ 被ばく群の累積線量(赤色骨髄の吸収線量)は平均で**15.9mGy**

調査

- ・ 白血病、リンパ腫と多発性骨髄腫による死亡について調査し、赤色骨髄の吸収線量との関係を求めた

結果

- ・ 潜伏期間を2年と仮定した場合、白血病(慢性リンパ性白血病を除く)の過剰相対リスクは2.96/Gy(90%信頼区間 1.17-5.21)
- ・ 正の相関が得られた理由は、慢性骨髄性白血病と線量との間に見られた強い相関関係が影響している(過剰相対リスクが10.45/Gy、90%信頼区間 4.48-19.65)。

結論

- ・ 今回報告された値(2.96/Gy)は、20~60歳の時に被爆した**原爆被爆者(男性)における推定値(2.63/Sv)と大きく違わない。**
- ・ 日本の原発等放射線従事者の追跡健康調査(第V期、平均累積線量13.8mSv、観察平均期間は14.2年、20.4万人)からは、白血病リスクの増加は認められていない。

Leuraud, K et al. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study. *Lancet Haematol* 2015

自然放射線（小児の発がん、スイス）

- コホート
 - 1990 年と2000 年のスイス国勢調査で登録された16 歳未満の小児 (2,093,660 人)
 - 累積線量は、平均 **9.06mSv** (中央値 9.12mSv、範囲 0.03~49.4mSv)
- 調査
 - 追跡調査は2008 年まで
 - がん発生症例についてはスイス小児がん登録で確認
 - 居住地の地上ガンマ線および宇宙線による線量率を予測
- 結果
 - がん発症は1,782 件、うち、白血病は530 件、リンパ腫は328 件、中枢神経系腫瘍は423 件
 - 外部放射線累積線量の1mSv 増加毎のハザード比は、
 - がん 1.03 (95%CI: 1.01, 1.05)、
 - 白血病 1.04 (95%CI: 1.00, 1.08)
 - リンパ腫 1.01 (95%CI: 0.96, 1.05)
 - 中枢神経系腫瘍 1.04 (95%CI: 1.00, 1.08)
- 結論
 - バックグラウンド放射線は白血病や中枢神経系腫瘍などの小児がんリスクに寄与する可能性がある**

Spycher BD et al. Background Ionizing Radiation and the Risk of Childhood Cancer: A Census-Based Nationwide Cohort Study. Environmental Health Perspectives 2015

[illegible]

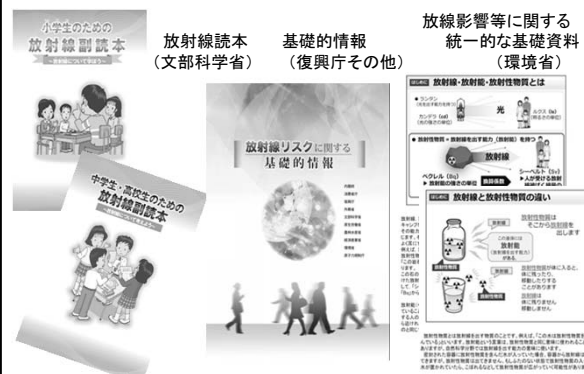
放射線教育講習会 in いわき

放射線リスクコミュニケーション

量研・放医研
放射線防護情報統合センター
神田玲子

1

自己紹介



2

講義・演習の流れ

0. (演習1) 自分のリスク認知を調べる
Slovicのリスクランキング調査
1. 放射線の不安の個人差
2. 放射線のリスクコミュニケーションとは何か
3. リスクコミュニケーションの技法～傾聴～
(演習2) 日常的リスクコミュニケーションを考える
4. まとめ

3

Slovic のリスクランキング調査(日本)

- 1983年（主に放医研職員対象）
- 1992年（いろいろな職種を対象）
- 2007年（WEBを用いた大規模調査）



アンケート風景（放医研職員）



WEBアンケート画面（全国）

演習1 Slovicのリスクランキング調査

リスク30項目：危ないと思う順に並べてください
(10～15分程度)

喫煙	ピストル	自動車
飲酒	狩猟	バイク
医療用X線	原子力発電	自転車
予防接種	電気	鉄道
抗生物質	家電製品	民間飛行機
避妊薬	自動芝刈り機	自家用飛行機
農業	登山	外科手術
食品添加物	フットボール	大規模建設工事
食品着色料	スキー	警察業務
スプレー	水泳	消防業務

裏返し

喫煙	④
飲酒	⑥
△△	No
○○	No
◎◎	No
××	No
⋮	⋮
●●	No

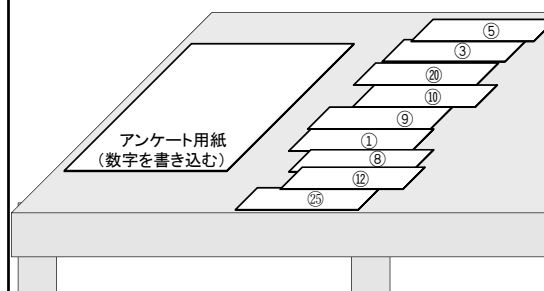
アンケート用紙
(数字を書込む)

- 0) 机の上を広くする
- 1) 30のカードを、10枚ずつ3つの組に分ける
- 2) 10枚のカードの中で、危ないと思う順に並べる
- 3) 2組目、3組目も同様に並べる

5

昼休みは13時30分まで

- ・アンケート用紙への記載が終わった方は昼休みに入ってください。
- ・配付資料のP3-4にも、必ず目を通しておいてください。



リスクランキング調査(米国の結果)

Activity or technology	婦人有権者	大学生	ビジネスマン	専門家
原子力	1	1	8	20
自動車	2	5	3	1
ピストル	3	2	1	4
喫煙	4	3	4	2
オートバイ	5	6	2	6
アルコール	6	7	5	3

Swimming	19	30	17	10	7
Contraceptives	20	9	22	11	18
Skating	21	25	16	30	24
X-rays	22	17	24	7	9
High school and college football	23	26	21	27	23
Railroads	24	23	29	19	10
Food preservatives	25	12	28	14	27
Food coloring	26	20	30	21	28
Power mowers	27	28	25	28	22
Prescription antibiotics	28	21	26	24	29
Home appliances	29	27	27	22	15
Vaccinations	30	29	29	25	35

出典
・リスク認知: Slovic, P. (1987):
Perception of risk, Science 236,
280-285
・客観的リスク(アメリカでの年間
死亡数): Upton, A.C. (1982):
Scientific American 246, 29-37

リスクランキング調査(日本の結果)

1992年	大学生	成人女性	研究者・技術者	
			理工学	リスク評価
1位	原子力	原子力	ピストル	ピストル
2位	ピストル	ピストル	自家用飛行機	オートバイ
3位	オートバイ	食品保存料	狩猟	民間飛行機
原子力	1位	1位	14位	27位

(1992年に放医研が実施)

最近の一般公衆のリスク認知(2007年)

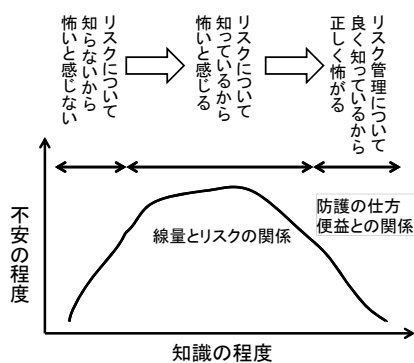
- ・性別、年齢、職業、専門性によらずよく似ている
- ・ピストル、原子力、喫煙が、どの集団でもトップ3

自分のリスク認知のまとめ

- 30項目の中で一番危ないと判断したリスクは？
- 喫煙者：喫煙(番号では④)は、30項目中何位？
- 原子力(番号では①)は、30項目中何位？
- 医療用X線(番号では㉒)は、30項目中何位？

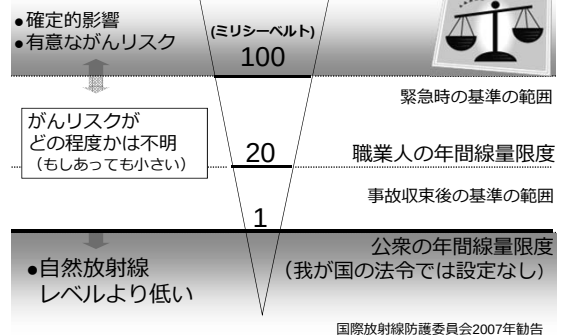
1. 放射線の不安の個人差

知識と不安の関係



放射線の知識と不安①: 線量限度

健康影響と制限値の関係



東電福島第一原発作業員の被ばく線量

事故後、東電福島第一原発で働いた作業員は約3万8千人（平成26年9月末日までの入場者）。緊急作業で250mSv超が6人、100mSv超が174人。ステップ2完了後も被ばく線量の高い作業があるため、被ばく線量の低減等について、引き続き厳しく指導する。

●東電福島第一原発における作業員の被ばく状況

表1. 震災発生後の全作業員の累積被ばく線量

H23.3～H28.9月累積線量				平成26年度の作業員の累積被ばく線量			
30歳以下	31～40	41～50	51～60	30歳以下	31～40	41～50	51～60
1人～5	266	8,275	9,003	27	1,595	15,963	15,364
6～10	1,169	10,577	11,537	1	39,557	39,833	39,833
11以上	1,333	31,121	38,454	0	0	0	0
計	678,300	238,142	678,300	計	1,326	3,256	3,100
平均(mSv)	23.05	10.76	12.12	平均(mSv)	1.326	3.256	3.100

注1. 設定線は0mSv。通常時は50mSv/年以下、緊急作業（事故対応作業）時は100mSv/年。

注2. 平成23年3月14日に、東電福島第一原発の緊急作業中の被ばく線量を100mSv以下、250mSv以下に引き上げる時間を厳格に管理。

注3. 平成23年12月16日のステップ2の完了とともに250mSvの時間制限を廃止し、原則として通常時の被ばく線量を50mSv/年以下、100mSv/5年以下、（原子力発電所の作業従事者（東電社員のみ500人）は、引き続き緊急作業時の被ばく線量（100mSv）を適用）。

（厚生労働省 第129回放射線審議会資料）

被ばく線量の比較（平成27年度）

	個人線量測定機関協議会のデータ*（H27.4～H28.3）						～27.11
	一般医療	歯科医療	獣医療	一般工業	非破壊	研究教育	
>50mSv	14	0	0	0	0	0	0
50～20	233	0	0	7	4	1	329
20～10	1157	2	3	19	9	6	1285
10～5	3635	7	7	101	60	34	1879
5～1	27246	143	125	953	362	389	5419
<1mSv	311310	22684	14494	66609	3323	66523	7693

*<http://kosenkyo.jp/siryou/datalink.htm>

原子力発電所等での放射線業務従事者

⇒放射線影響協会の放射線従事者中央登録センターが被曝線量を登録・管理
事故後の複雑な線量管理も（ある程度）対応可能

原子力施設以外の放射線業務従事者

⇒登録制度がない。

放射線の知識と不安②： 実感・体感

リスクの受け入れやすさに影響する要素

受け入れにくいリスク	受け入れやすいリスク
押しつけられたもの	自発的なもの
他人が制御管理	自分で制御管理可能
利益がない	利益がある
人為的・人工的	自然由来
不公平に及ぶ	公平に及ぶ
破滅的	統計に基づいている
リスク源が信用できない	リスク源が信用できる
経験がない・外来	熟知している
子どもへの影響	大人への影響

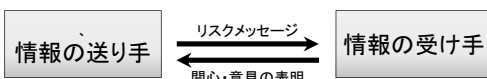
（Fischhoff B et al, 1981）



2. 放射線のリスクコミュニケーションとは何か

リスクコミュニケーションとは何か

- ・双方向性
- ・信頼関係



・家庭内での会話



・朝礼での打ち合わせ
（安全確認）



リスクコミュニケーションの種類

平常時

◎コンセンサスコミュニケーション

リスクに関する社会全体としての意思決定のための意見交換

◎ケアコミュニケーション

リスクやその対処法に関する科学的情報の提供

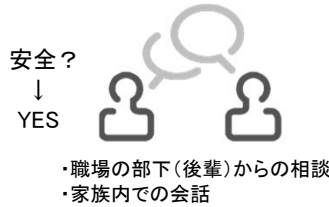
緊急時

◎クライシスコミュニケーション

さし迫った危険についてのコミュニケーション

日常的なリスクコミュニケーション

情報の送り手として、どう対応しますか



ポイント:放射線に関する知識は必要、
知識を伝えるスキルも必要⇒“心理学”的要素

19

3. リスクコミュニケーションの技法 ～傾聴～

相談の動機と対応

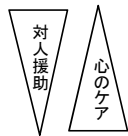
一対一のリスクコミュニケーション＝相談

動機は何か

- ◎情報が欲しい
⇒インターネットや新聞・TV、書籍からも得られる
- ◎不安を聞いてほしい、自分の気持ちを理解してほしい
⇒提供すべきは「情報」だけでなく、「心のケア」も必要

対応

- ◎代りにやってあげる
- ◎解決策を示す(情報提供、助言、指導・説得)
- ◎問題を整理してあげる
- ◎相手の気持ちを理解する(傾聴、共感)



21

傾聴と問題の整理の具体的な技法

傾聴＝Active listening(積極的に聴く)

- ◎アイコンタクト＝「あなたに関心を持っています」
- ◎相槌＝「もっと話して!」
- ◎相手の言葉を繰り返す＝「あなたの言葉を受け止めました」
- ◎相手の調子に合わせる(声の大きさ、テンポ、口調、表情)
＝「あなたと同じ気持ちです」

問題の整理

- ◎話の脱線に戻す
・・・「話を戻していいですか」「今の話はこの問題とどうつながるの」
- ◎要点をまとめる
・・・「まとめるということですか」「確認させてほしいのですが」
- ◎できることとできないことを区分する
・・・「ここで対処できる問題ですか」

シチュエーション1: 職場

- ・ Aさん(50歳)は、福島第一原発で働いている。
- ・ 相談者
- ・ 部下(22歳、独身)は、今年から福島第一原発に配属になった。
- ・ 喘息持ちらしく、先月から休みが頻繁になっている。
- ・ 本人は放射線の影響について気にしている。
- ・ 新潟の実家の親御さんも心配している。

日常(?)会話の例

A氏: どうだ、調子は。風邪は治ったのか。
部下: はい、ご迷惑をおかけしました。でもなんか本調子ではありません。福島は体
に合わない気がします。
A氏: 君は新潟の出身だったよね、ここより寒いだろう。
部下: 雪が降ると結構テンションあがるんですよ。この辺はただ寒いだけだから、気持ちが
暗くなるんです。。
A氏: 若いんだから、寒いからなんて、仕事を休む理由にはならないよ。
部下: でも本当に体調が悪いんです。。。。
放射線のせいじゃないかと思うんです、このところ、体調が悪いのは。
A氏: なんだ、そんなこと、気にしていたのか。気にしすぎだよ。
部下: そうでしょうか。原発の近くは白血病になる人が多いって聞きました。会社の教育で
は絶対そういうこと、言わないけど。
A氏: そんな話は、聞いたことがないな。
部下: そんなことないです。みんな、気にしています。僕の母親だって、ぼくが体調悪いって
言ったら、もう仕事を辞めて帰ってきたら、って言っています。。
A氏: 気にすることはないよ。線量計、付けているんだろ。アラーム、鳴ったことないだろう。
だったら平気なんだよ。
部下: アラーム、鳴るまで被ばくしたら、もう死んじゃいます。

24

シチュエーション2: 家族

- ・ A氏(28歳)は福島第一原発で働いている
- ・ 奥さん(ゆり子さん)と娘(佳代ちゃん)と一緒に暮らしている
- ・ 母親(55歳)は東京に一人暮らし
- ・ ゆり子さんとはあまり相性は良くない
- ・ ドイツでは、原発付近の小児白血病の罹患率が高いという研究成果が発表されたという言うニュースをみて 息子のもとに電話をかけてくる

日常会話の例

母親: もしも。あ、私。ちょっと、大変じゃない!!。
A氏: なんだよ、急に。
母親: 今、ニュース見てたら、あんたたちのことが心配になっちゃったわよ
A氏: 何のニュース?
母親: 何のって、あんた見なかったの。原発の近くに住んでいる子供に白血病が多いんだって。海外の有名な先生がそう言ってるんだって。
A氏: ふーん。
母親: ふーんじゃないわよ。佳代ちゃんのことが心配になってさ。あの子、最近、鼻血出したりしてない?
A氏: お母さんも暇だね。
母親: 暇じゃないわよ、あんたのこと心配していたら、暇になんかしてられないわよ。やっと高校卒業して、就職してくれたと思ったら、ゆり子さんなんかと結婚しちゃって。もう、佳代ちゃんは私が引き取るうかしら。
A氏: 何言ってるんだか。
母親: 大体ゆりさんは、佳代ちゃんのことが心配じゃないのかしら。私だったら自分の子どもが白血病になるかもしれないと思ったら、心配でいられないのに。
A氏: 俺、忙しいから。切るから、じゃあね。

演習2 ロールプレイ

- 2) グループで意見交換: 体験した類似事例について(伝聞も含む)
⇒ 感情移入できそうなシチュエーションを選ぶ(1 or 2)
- 3) A氏の言葉がけを改善する
グループで相談しながら、**傾聴、共感の観点から**改善できる言葉がけがあれば、表の右欄に書いてください。
- 4) 部下・母親の反応を予測する
A氏の言葉がけが改善し、部下・母親の反応が変わると思う箇所があれば、表に書いてください
(必須ではない)

発表とコメント

- 1) シチュエーション1
 - ・ 1を選んだ理由や改善のポイント
 - ・ 実技(ロールプレイ)
 - ・ 他のグループからのコメント
- 2) シチュエーション2
 - ・ 2を選んだ理由や改善のポイント
 - ・ 実技(ロールプレイ)
 - ・ 他のグループからのコメント

4. まとめ

リスク認知には個人差がある

リスク管理の知識が、過度の不安を軽減することがある

- ① 福島原発作業員の場合: 緊急作業時の線量限度に関する情報が必須
自分がリスクを制御していることが安心に直結
- ② 仕事に不慣れ・消極的な場合、放射線への不安が大きくなることも。

不安を抱えている人との対話

- ① リスク認知に個人差があることを認める
- ② 傾聴、共感を示すことが大事、ボディランゲージの情報が8割
- ③ 最終的なゴールは問題の解決だが(例: リスク管理の妥当性の納得)、
不安を抱えている人のペースで進める。

演習 1 の説明資料 Slovic のリスクランキング調査 補足資料～米国の調査結果～

Activity or technology	婦人有権者	大学生	ビジネスマン	専門家	客観的リスク
Nuclear power	1	1	8	20	20
Motor vehicles	2	5	3	1	3
Handguns	3	2	1	4	4
Smoking	4	3	4	2	1
Motorcycles	5	6	2	6	6
Alcoholic beverages	6	7	5	3	2
General (private) aviation	7	15	11	12	19
Police work	8	8	7	17	17
Pesticides	9	4	15	8	28
Surgery	10	11	9	5	8
Fire fighting	11	10	6	18	16
Large construction	12	14	13	13	12
Hunting	13	18	10	23	14
Spray cans	14	13	23	26	30
Mountain climbing	15	22	12	29	21
Bicycles	16	24	14	15	13
Commercial aviation	17	16	18	16	11
Electric power (non- nuclear)	18	19	19	9	5
Swimming	19	30	17	10	7
Contraceptives	20	9	22	11	18
Skiing	21	25	16	30	24
X-rays	22	17	24	7	9
High school and college football	23	26	21	27	23
Railroads	24	23	29	19	10
Food preservatives	25	12	28	14	27
Food coloring	26	20	30	21	26
Power mowers	27	28	25	28	22
Prescription antibiotics	28	21	26	24	29
Home appliances	29	27	27	22	15
Vaccinations	30	29	29	25	25

出典

- ・リスク認知: Slovic P, Science 236, 280-285, 1987
- ・客観的リスク(アメリカでの年間死亡数): Upton AC, Scientific American 246, 29-37, 1982
- 日本での調査結果(次頁): Kanda R et al, Health Physics 102, 384-390, 2012

リスクランキング WEB 調査（2007 年の調査、日本）の結果

	男性					女性					職業*			ライフスタイル			
	20 代	30 代	40 代	50 代	>60	20 代	30 代	40 代	50 代	>60	A 群	B 群	C 群	喫煙者	喫煙しない	運転する	運転しない
回答者数	44	84	103	77	11	44	84	103	77	11	292	58	288	162	476	463	175
1. ピストル	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. 原子力	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. 喫煙	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	5	3	3	3
4. 自家用飛行機	5	6	5	4	5	8	6	7	5	7	4	3	7	4	4	4	4
5. 狩猟	9	8	4	8	14	10	4	6	4	3	6	5	5	6	5	5	7
6. 警察職務	8	5	8	6	13	6	7	3	7	19	7	7	4	7	6	7	5
7. 外科手術	4	3	7	5	10	4	5	9	9	6	5	6	8	3	8	6	6
8. 消防職務	15	9	9	7	12	5	8	5	6	17	9	10	6	11	7	8	8
9. オートバイ	7	7	6	10	6	9	15	8	8	9	8	9	9	8	9	9	10
10. 大規模建設工事	10	10	10	9	15	12	11	13	10	8	11	11	10	10	10	10	12
11. 自動車	6	11	11	12	9	13	13	10	13	11	10	16	11	9	12	11	11
12. 医療用 X 線	11	13	12	11	3	7	12	11	11	5	12	8	12	12	11	12	9
13. 民間飛行機	14	12	17	13	22	11	10	12	12	23	13	17	13	14	13	13	14
14. 殺虫剤	19	14	13	14	7	16	9	14	17	12	14	13	15	15	14	14	13
15. 抗生物質	12	16	14	15	11	14	17	15	14	14	15	14	14	13	15	15	15
16. 食品保存料	13	18	16	17	8	15	14	19	15	13	17	12	16	17	16	16	16
17. 登山	18	15	15	16	20	20	18	16	18	10	16	18	18	18	17	17	18
18. 食品着色料	17	20	18	18	16	19	16	17	16	15	18	15	17	16	18	18	17
19. 自動芝刈り機	21	17	20	20	17	17	19	18	20	21	19	19	19	20	19	19	20
20. 避妊薬	16	23	19	23	23	18	24	20	21	16	21	23	20	19	21	21	19
21. 飲酒	20	19	21	21	18	21	21	23	23	20	20	20	22	21	20	20	22
22. 予防接種	26	21	23	19	21	23	23	21	19	18	22	22	21	22	22	22	21
23. スプレー缶	22	22	22	22	19	26	20	22	22	26	23	21	23	23	23	23	23
24. 鉄道	27	24	25	25	25	22	22	24	25	24	24	25	24	24	24	24	24
25. スキー	23	26	24	24	27	25	27	25	24	22	25	24	25	26	25	25	25
26. 自転車	28	25	27	26	26	29	26	26	26	27	26	28	26	25	26	26	27
27. 家電製品	24	28	30	28	28	24	25	27	28	29	27	29	27	27	28	28	26
28. 電気ower	25	27	28	29	24	27	28	29	29	28	28	30	28	28	27	27	28
29. フットボール	30	30	26	27	29	28	29	28	27	25	29	26	29	29	29	29	29
30. 水泳	29	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	27	30	30	30	30	30

*A 群:会社員、公務員 ; B 群:自営業、自由業 ; C 群:主婦、パート、無職

演習 1

自分のリスク認知を調べる～Slovic のリスクランキング手法調査～

ランク	リスク項目 No	ランク	リスク項目 No
1(一番危ない)		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

➤ あなたはタバコを吸いますか はい ・ いいえ
⇒喫煙の順位は何位でしたか 位

➤ あなたはよくお酒を飲みますか はい ・ いいえ
⇒飲酒の順位は何位でしたか 位

➤ あなたは運転をしますか はい ・ いいえ
⇒自動車の順位は何位でしたか 位

➤ ご自身のリスク認知について気が付いた点があれば、以下にお書きください

・
・
・

リスク項目と No の対応

No	リスク項目	No	リスク項目
①	原子力	①⑥	自転車
②	自動車	①⑦	民間飛行機
③	ピストル	①⑧	電気
④	喫煙	①⑨	水泳
⑤	オートバイ	②⑦	避妊薬
⑥	飲酒	②①	スキー
⑦	自家用飛行機	②②	医療用 X 線
⑧	警察職務	②③	フットボール
⑨	殺虫剤	②④	鉄道
⑩	外科手術	②⑤	食品保存料
⑪	消防職務	②⑥	食品着色料
⑫	大規模建設工事	②⑦	自動芝刈り機
⑬	狩猟	②⑧	抗生物質
⑭	スプレー缶	②⑨	家電製品
⑮	登山	③⑦	予防接種

演習2

グループワーク： 日常的风险コミュニケーションを考える

シチュエーション1: 職場

	オリジナル	改善
A 氏	どうだ、調子は。風邪は治ったのか。	
部下	はい、ご迷惑をおかけしました。でもなんか本調子ではありません。福島の気候が体に合わない気がします。	
A 氏	君は新潟の出身だったよね、ここより寒いだろ。	
部下	雪が降ると結構テンションあがるんですよ。この辺はただ寒いだけだから、気持ちが暗くなるんです。。	
A 氏	若いんだから、寒いからなんて、仕事を休む理由にはならないよ。	
部下	でも本当に体調が悪いんです。。。放射線のせいじゃないかと思うんです、このところ、体調が悪いのは。	
A 氏	なんだ、そんなこと、気にしていたのか。気にしすぎだよ。	
部下	そうでしょうか。 原発の近くは白血病になる人が多いって聞きました。 会社の教育では絶対そういうこと、言わないけど。	
A 氏	そんな話は、聞いたことがないな。	
部下	そんなことないです。みんな、気にしています。 僕の母親だって、ぼくが体調悪いって言ったら、もう仕事を辞めて帰ってきたら、って言っています。。。	
A 氏	気にすることはないよ。線量計、付けているんだろ。アラーム、鳴ったことないだろ。だったら平気なんだよ。	
部下	アラーム、鳴るまで被ばくしたら、もう死んじゃいます。	

1) ロールプレイ

- 2) ペアで意見交換：体験した類似事例について（伝聞も含む）
＜話した内容は、以下にメモしておいてください＞

3) A 氏の言葉がけを改善する

ペアで相談しながら、**傾聴、共感の観点**から改善できる言葉がけがあれば、上表の右白欄に書いてください

4) 部下の反応を予測する

A 氏の手言葉がけが改善し、部下の反応も変えると思う箇所があれば、上表の右灰欄に書いてください

5) 発表とコメント

シチュエーション 2: 家族

	オリジナル	改善
母親	もしもし。あ、私。ちょっと、大変じゃない!!。	
A 氏	なんだよ、急に。	
母親	今、ニュース見てたら、あんたたちのことが心配になっちゃったわよ	
A 氏	何のニュース？	
母親	何のって、あんた見なかったの。原発の近くに住んでいる子供に白血病が多いんだって。海外の有名な先生がそう言ってるんだって。	
A 氏	ふーん。	
母親	ふーん、じゃないわよ。佳代ちゃんのことを心配になってさ。あの子、最近、鼻血出したりしてない？	
A 氏	お母さんも暇だね。	
母親	暇じゃないわよ、あんたのこと、心配していたら、暇になんかしてられないわよ。 やっと高校卒業して、就職してくれたと思ったら、ゆり子さんなんかと結婚しちゃって。 もう、佳代ちゃんは私が引き取ろうかしら。	
A 氏	何言ってんだか。	
母親	大体ゆり子さんは、佳代ちゃんのことを心配じゃないのかしら。私だったら自分の子どもが白血病になるかもしれないと思ったら、心配でいられないのに。	
A 氏	俺、忙しいから。切るから、じゃあね。	

1) ロールプレイ

- 2) ペアで意見交換: 体験した類似事例について(伝聞も含む)
 <話した内容は、以下にメモしておいてください>

3) A 氏の言葉がけを改善する

ペアで相談しながら、**傾聴、共感の観点**から改善できる言葉がけがあれば、上表の右白欄に書いてください

4) 母親の反応を予測する

A 氏の言葉がけが改善し、母親の反応も変えると思う箇所があれば、上表の右灰欄に書いてください

5) 発表とコメント

労災疾病臨床研究事業費補助金

分担研究報告書

放射線業務従事者の不安低減のための講習プログラム開発3

机上訓練による緊急時組織連携体制改善

(組織間連携による放射線不安軽減策の評価)

研究分担者 加藤 尊秋 北九州市立大学国際環境工学部 教授

研究分担者 長谷川 有史 福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 教授

研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授

研究要旨

原子力発電所（原発）のように様々な組織が関わる複雑な職場では、緊急時に関係組織が的確に情報を流し、連携して活動できることが作業員への健康影響等の防止につながり、不安軽減に役立つ可能性がある。本分担研究では、福島第一原発の作業員を対象に作業現場での緊急事態への対処能力を高めるための机上訓練を開発し、実際に同原発の作業員の参加を得て試行した。これにより、緊急時の組織連携について作業員が理解している流れを整理するとともに、その改善方法を検討した。

A. 研究目的

原子力発電所（原発）のように様々な組織が関わる職場では、緊急時に関係組織が的確に情報を流し、連携して活動する必要がある。電力会社と元請け企業、下請け企業、地域の消防機関や医療機関等の連携改善により、緊急時の対処を確実にこなせるようになれば、それが作業員の不安軽減に役立つ可能性がある。

原発構内での連携体制を改善するための机上訓練を開発し、福島原発の作業員の参加を得て試行すること、また、この試行を通じて連携体制改善のための課題を把握することを目的とした。

B. 研究方法

当研究班と関係機関との協議により、福島第一原発の作業員向けに机上訓練を行うこととし

た。机上訓練とは、机上演習、Table top exerciseとも呼ばれ、関係者が会場に集まり、具体的な災害状況を想定しながら、災害対応の改善点を議論する形式の訓練である。そして、放射性物質による汚染を伴う作業現場において、非常事態に対する具体的な対処方法を検討し、非常事態における被ばくの影響軽減を通じて不安を低減させるための訓練課題を作り、試行することとした。

課題作りは、訓練参加者同士の関係に応じて行う必要がある。訓練の参加形態は、おもに2つあり、第一に、実際の作業現場でともに働く人たちが実際の指揮系統を活かした形で参加する場合がある。第二に、さまざまな組織から作業員を集めて臨時に訓練用の班を作り、机上訓練を行う場合がある。福島第一原発で働く様々な企業・職場の人たちが集まり、訓練を行う後

者の形態となった。このため、個別の企業や現場に特化した指揮系統は想定せず、作業内容が異なる多くの現場作業者が意見を出し合っ
ともに取り組める課題を作ることにした。この結果、作業現場において放射性物質による汚染をともなう負傷者が生じた場合を想定し、現場の作業者がすべき対処内容、および、関係部署との連絡・連携事項を話し合い、アイデアや課題を共有し合うことにした。一回の訓練所要時間は、1時間20分ほどとした。

訓練手順は、次の通りである。議論の活性化のために、参加者を事前に班分けした。1つの班は5から7名とした。今回の訓練では、さまざまな企業・個人の参加があったため、企業や職種、作業現場を超えた情報共有が行われることを期待し、乱数を使って班分けを行った。訓練開始とともに、班別に着席してもらい、本研究分担者が以下の手順で司会進行をした。かっこ内におおよその所要時間を示す。課題については後述する。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 演習趣旨説明、司会者、講師紹介（3分）2. 班別に自己紹介（職務内容等）、代表者と書記を決定（7分）3. 各班で課題1の議論と模造紙への結果まとめ（12分）4. 課題1の発表（各班代表者）（10分）5. 各班で課題2の議論と模造紙への結果まとめ（15分）6. 課題2の発表（各班代表者）（20分）7. 全体質疑（5分）8. 司会者および講師からのコメント、講評（8分） |
|--|

現場で行う事の出来る応急処置などの医学的な事項を含め、訓練参加者からの質問には、適宜回答した。訓練終了時にまとめとして講評を行った。

訓練課題は、次の2つとした。課題2の実施にあたっては、参考資料として図1に示す組織連携の例を各班に配布した。

課題1：あつてはならないことですが・・・転落等で作業員1名に救急搬送を要する開放性の骨折と出血があり、放射性物質による傷口の汚染がある状態を想定してください。グループごとに状況の詳細を決めてください。 ・事故の発生場所（イエローゾーン、レッドゾーン等） ・考えられる汚染の内容

課題2：さきほど想定していただいた状況について、以下を考えて模造紙に記入してください ①自分たちは、持ち場で何をするか ②自分たちはどこからどんな連絡を受けるか、どこに連絡するか、何を伝え、何を要望するか ③負傷者が現場から病院に運ばれるまでに、どんな連携がなされると思うか（わからないところは想像で） ④①～③で整理していただいた事柄について、不安な点、改善を要する点、疑問点などあれば記入してください

C. 研究結果

平成29年11月14日、および、12月26日に福島県いわき市内で行った当研究班による原発作業員向け一日研修の中で机上訓練を行った。いずれの日も机上訓練は、研修時間割の最後に行った。11月14日の机上訓練では、32名を5班に分

け、12月26日は30名を4班に分けた。参加者の所属は、東京電力関係者、現場の作業を行うプラントメーカーやゼネコン関係者、放射線管理を行う企業、さらに、発電所関係の不動産管理を行う企業など、多様であった。職種も多様であり、実際に防護服を着て現場に入る人に加え、現場とは離れた場所で事務作業のみを行う人も参加していた。現場に入る人については、作業班のリーダー的な立場となる人や放射線管理員など、ある程度、放射線や放射性物質に関する知識と経験のある人が中心であると思われた。参加者の大半は男性であったが、各回ともに数名の女性参加者もあった。

課題1について各班で想定された状況は、負傷者に開放性の骨折と出血が発生する事態を指定したこともあり、9班中の8班が高所からの転落とした（1班は明確な想定なし）。また、事故発生場所の発電所内の区分としては、9班中の2班がレッドゾーン（原子炉建屋、ないし、タービン建屋内）、7班がイエローゾーン（屋外、ないし、タービン建屋、汚染水処理建屋内）を想定した。被災者の放射性物質による汚染状況については、基本的には、傷口への土砂等の付着が想定されていた。また、1つの班においては、放射性物質を含む水が全身にかかった状態が想定された（タンク周囲にあるせき内に雨水がたまった場所に転落したと想定）。

課題2の現場での対応事項については、各班で被災者のけがの程度の確認が挙げられていた。次いで、被災者の搬送に関わる事項（搬送ルート確保・救急車誘導、建屋内の搬送）が6個の班で挙げられており、周囲の作業者等の安全確保・二次災害防止は、5つの班で挙げられていた。一方、現場周囲にいる作業者の招集や集まった作業者の中での役割分担の確認は、3つの班に限られていた。

現場の外にある組織との連携としては、すべての班が発電所の救急医療室（ER）を挙げており、また、6個の班は、発電所の復旧班も挙げていた。このほかの連絡先としては、現場の主管部署や自社の管理部署が挙げられた。連絡事項として挙げられた項目は、被災者の氏名、けがや汚染の程度、事故発生場所と発生状況などであった。

現場外への問い合わせ事項としては、応急措置の内容や搬送方法（搬送の可否、救急車との会合場所等）、身体サーベイの方法（放射線管理員がいない場合の措置等）が挙げられており、いずれも、ERへの問い合わせ事項と思われる。

これらの問い合わせ事項に関しては、この机上訓練の質疑応答、および、講評の中でも講師から情報提供を行った。

（資料6 机上訓練結果（各班による模造紙記入事項を整理）

D. 考察

今回の机上訓練では、さまざまな企業や職場からの参加者による臨時編成の班を作って議論を行ったが、いずれの班においても活発な議論がなされていた。ただし、特に、1回目の机上訓練では、仕事で事務作業のみを行う参加者が現場の状況を中心とする議論に参加できていない状況も見られた。このため、2回目の机上訓練では、これらの人たちに書記を担当していただくことを勧めた。

今回の机上訓練を通じて、緊急事態対応の改善により作業者の不安軽減につながる可能性があると思われた事柄は、以下である。

訓練参加者による議論を聞いていると、全体に、放射性物質による汚染が生じた負傷者の扱いについて、戸惑いが見られた。現場で実施すべき事項については、定まった見方がなく、基

本的には、ERの指示を仰いで対処するとの発言がなされていた。ERの役割は大きいと言える。事前にERのスタッフにヒアリングを行ったところでは、現場でできる応急処置の大切さを指摘する意見がある一方、現場の作業者にあまり多くを求めることは、非現実的であるとの意見もあった。これについては、現場の作業者が放射性物質の付着した負傷者にどのような対処をすべきか、最低限の実施事項を広めておくことにより、万が一の際の対応が改善できると考える。特に、広く複雑な原発構内で救急車を素早く誘導するために要所に人を出すなど、現場とERや他の組織との連携のために、一般の作業者が協力しやすい改善項目もある。

当研究分担者としては、今回の訓練のように、さまざまな参加者を混ぜた班を作る場合、参加

者間で情報交換ができる一方、現実的な議論がやりにくくなるのではないかと懸念も感じていた。実際には、どの班でもおおむね活発な議論がなされており、さらに、研修後の参加者アンケートには、「様々なジャンルの方の意見が聞けたので非常に参考になった」との意見が見られた。

E. 結論

福島第一原発の作業員計 62 名に対し、放射性物質による汚染の可能性がある状況での負傷者対応に関する机上訓練を実施した。この訓練では、発電所内での緊急事態対応の改善を通じて不安軽減に役立つ可能性のある課題を抽出した。

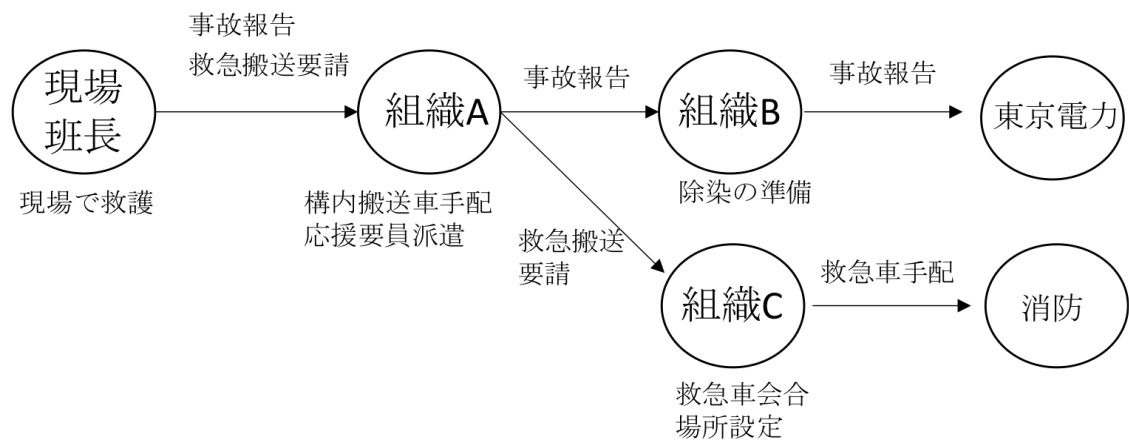


図1 緊急時の連絡経路の一例

注：福島第一原発における実際の連絡経路を示すものではない

2017年 福島原子力発電所作業向け研修 机上訓練結果(各班による模造紙記入事項を整理)

日時	班番号	事故想定						機材	対応			
		事故原因	場所	環境	汚染内容	症状	装備	通信機	現場実施	直接連絡先	連絡事項	要確認・支援事項
11月14日	1	仮設足場から転落	タービン建屋内	レッドゾーン 空間線量率 1mSv/h 表面400Bq/cm2		足の開放性骨折、出血あり、 意識あり、歩行不可	カバーオール アノラック 全面マスク		低線量エリアへの移動	ER 自社監督者	場所 被災者の状況、被曝量、 汚染の有無	被災者受け渡し場所 移動方法 応急措置方法
	2	タンクから転落	屋外	イエローゾーン 雨でせきに水がた まっている	傷口が汚染 全身に汚染水付着				意識の有無の確認 外傷の確認 周囲に協力依頼 せき内から救助	ER 復旧班長 所属会社 主管部署		
	3	転落	汚染水処理建屋内	イエローゾーン		防護服が破れ骨が露出			装備をはずす 止血 添え木	ER 現場責任者		身体サーベイ方法 応急措置方法
	4			イエローゾーン	傷口に砂利等が付着				二次災害の防止 搬送ルートの確保	ER 復旧班長 自社	被災状況(いつ、どこで、 誰が、どのように) 被災者の意識 けがの程度	応急措置方法
	5	足場から転落		イエローゾーン	防護服が裂ける 傷口に土が付着	右足開放性骨折			安全確保 作業員招集・役割分担 車両ルート確保 車両誘導	ER 復旧班長 所属会社		応急措置方法
12月26日	1	垂直はしごから転落	1号機原子炉建屋	レッドゾーン	傷口1万cpm	右足首開放性骨折	カバーオール アノラック 全面マスク		作業中止 安全確保 止血 持病、既往歴、かかりつけ 医、投薬を聞き取る 救急車誘導 担架で建屋から運び出し	ER 復旧班長	状況(場所、持病、既往 歴、かかりつけ医、投薬)	救急車要請
	2	足場から転落	1号機原子炉建屋屋外	イエローゾーン 表面40Bq/cm2	傷口に土付着	右ひざ開放性骨折、 意識あり、歩行不可			けがの程度、意識の有 無、自分で動けるか 二次災害防止、封鎖 役割分担確認(連絡役、 救護役、安全確保役)	ER	けがの内容、意識あり、 歩行不可	救護要請
	3	足場組み立て作業中	1号機タービン建屋2階	イエローゾーン 表面40Bq/cm2 100μSv/h		右足大腿骨骨折	タイベック 全面マスク		意識の有無の確認 他の症状の確認 搬送準備(ルート・手段) 止血	ER 復旧班長 主管グループ 自社	場所、汚染、発生状況 被災者状況 応急措置内容	被災者受け渡し場所
	4	吊り荷ガイドロープ操作 時に転落	タンク上部	イエローゾーン	傷口に汚染が付着	足首開放性骨折	タイベック アノラック 全面マスク		被災者状況確認 二次災害防止	ER 元請け(上長)	場所 被曝状況	処置のしかた 放射線管理員がいないとき どう汚染を伝えるか

表中の用語は、原則として、模造紙上の記述をそのまま使用

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者に対する放射線教育による知識向上と不安軽減の解析

研究代表者	岡崎 龍史	産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授
研究協力者	横尾 誠	産業医科大学産業生態科学研究所環境疫学 助教
研究分担者	森 晃爾	産業医科大学産業生態科学研究所産業保健経営学 教授
研究分担者	立石清一郎	産業医科大保健センター 准教授
研究分担者	松田 尚樹	長崎大学原爆後障害医療研究所放射線リスク制御部門 教授
研究分担者	鈴木 啓司	長崎大学原爆後障害医療研究所放射線リスク制御部門 准教授
研究分担者	長谷川 有史	福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 教授
研究分担者	島田 義也	量子科学技術研究開発機構 理事長
研究分担者	神田 玲子	量子科学技術研究開発機構 センター長
研究分担者	加藤 尊秋	北九州市立大学国際環境工学部 教授

研究要旨

放射線業務従事者の放射線の教育受講状況や放射線不安等の現状を把握し、当該研究班が開発した放射線業務従事者の不安低減のための講習受講によって、不安軽減がみられたかを質問調査票を作成し行なった。今回、被ばく線量の低い千代田テクノル株式会社社員並びに協力企業社員、及び被ばく線量の比較的高い福島原子力発電所作業員を対象とした。

A. 研究目的

今回、放射線業務従事者に対して、独自の放射線教育講習プログラムを開発し、放射線知識の向上と不安軽減が得られたかについて、独自に開発した質問調査表などで評価する。

B. 研究方法

昨年度作成した質問調査票（資料7：千代田テクノル株式会社社員並びに協力企業社員（千代田社員）用前半アンケート、資料8：福島原子力発電所（福島原発）作業員用2ページ目、資料9：後半アンケート）を改良し、さらにGeneral Health

Questionnaire（GHQ）12（精神健康調査）、及びState-Trait Anxiety Inventory（STAI）不安検査を用いて、教育の前後で比較した。

被ばく線量の低い千代田社員、及び被ばく線量の比較的高い福島原発作業員を対象とした。

統計解析は、対応のある2群間の比較、Wilcoxon符号付順位和検定を行った。

（倫理面への配慮）

質問調査票、GHQ12及びSTAIは、個人情報に記載しない。匿名化されており、記載を持って同意が得られたとした。

C. 研究結果

1. 千代田社員

受講者は、男性 188 名、女性 12 名、未回答 2 名の計 202 名、平均年齢は 43.4 ± 12.9 歳（最年少 21 歳、最年長 70 歳）であった。千代田テクノル（株）社員は 106 名、協力業者が 90 名、未回答が 6 名であった。

業務内容は、事業所内放射線管理区域が 82 名、除染作業が 7 名、その他 75 名、未回答が 41 名であった。

事故前の居住地は、福島県内は 2 名（1%）、県外は 196 名（97%）、未回答が 4 名（2%）であった。事故後は、福島県内は 7 名（3%）、県外は 191 名（95%）、未回答が 4 名（2%）であった。

放射線に関する有資格者は 53 名（26%）、無資格者は 138 名（68%）、未回答は 11 名（5%）であった（図 1）。

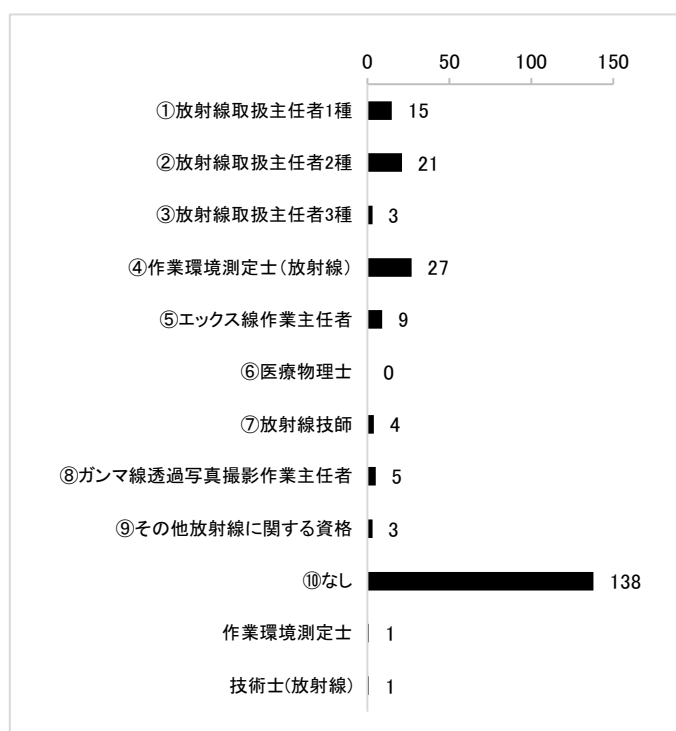


図 1. 放射線に関する資格者数

現職種での作業経験年数は、1 年未満が 23 名、1-5 年未満が 54 名、5 年以上 10 年未満が 36 名、10 年以上が 87 名、未回答が 2 名であった（図 2）。

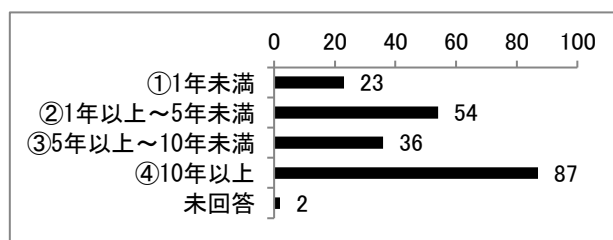


図 2. 現職種での作業経験年数

福島県内での作業経験年数は、なしが 143 名、1 年未満が 24 名、1-3 年未満が 15 名、3-5 年未満が 7 名、5 年以上が 10 名、未回答が 3 名であった（図 3）。

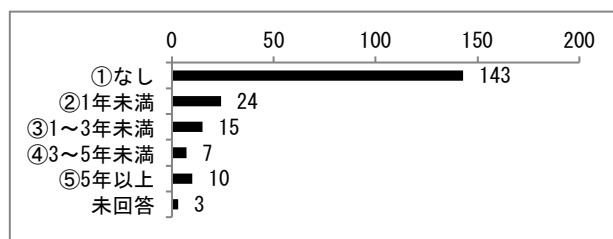


図 3. 福島県内での作業経験年数

震災前後で業務は同じであるものが 124 名、異なるものが 72 名、未回答が 6 名であった。

作業内容についてわかりやすい説明を受けたかで「はい」は 107 名、「どちらかといえばはい」は 67 名、「どちらかといえばいいえ」は 8 名、「いいえ」が 12 名、未回答が 8 名であった。

線量限度についての説明を受けたかでは、「はい」が 76 名、「どちらかといえばはい」は 63 名、「どちらかといえばいいえ」は 31 名、「いいえ」が 23 名、未回答が 9 名であった。

線量限度を説明されたことによるが不安がありましたかという問いでは、「はい」が 9 名、「どちらかといえばはい」は 24 名、「どちらかといえばいいえ」は 46 名、「いいえ」が 106 名、未回答が 17 名であった。

作業環境は放射線に対して安全に配慮されているかでは、「はい」が 110 名、「どちらかといえばはい」は 67 名、「どちらかといえばいいえ」は 4 名、「いいえ」が 5 名、未回答が 16 名であった。

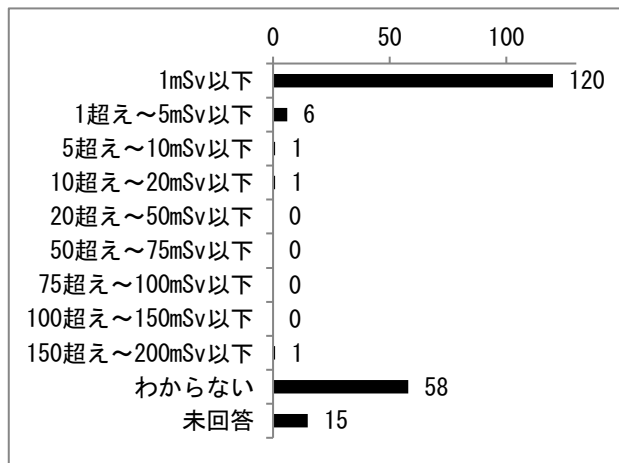


図4. 2011年以降の累積被曝

2011年以降の累積被曝では、1 mSv以下は120名、1～5mSv以下が6名、5～10mSv以下が1名、10～20mSv以下が1名、150～200mSv以下が1名、わからないが58名、未回答が15名であった（図4）。

既婚者は105名、未婚者は76名、その他が9名、未回答は12名であった。

子供がいる方が97名、いない方が91名、未回答が14名であった。第1子の人数は97名、第2子74名、第3子22名、第4子2名であり、それぞれ平均年齢18.2歳（0-43歳）、16.9歳（0-39歳）、14.5歳（0-31歳）、13.5歳（3-24歳）であった（表1）。

表1 子どもの年齢

子	人数	平均年齢	最年長	最年少
第1子	97	18.2	43	0
第2子	74	16.9	39	0
第3子	22	14.5	31	0
第4子	2	13.5	24	3

教育回数は、0回が16名、1回が16名、2回が17名、3回が26名、4回が8名、5回以上が107名、未回答が12名であった（図5）。

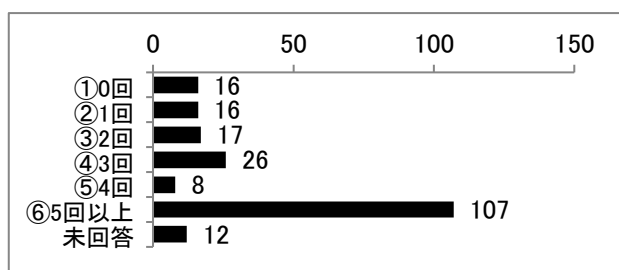


図5. 放射線教育の受講回数

人体影響について詳しく教育を受けたかという問いには、「はい」が165名、「いいえ」が25名、未回答が12名であった（図6）。

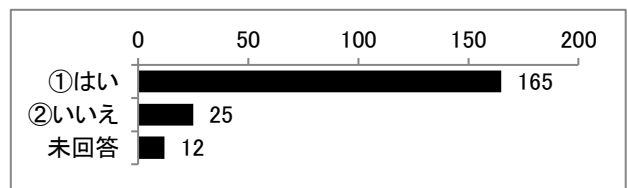


図6. 人体影響について詳しく教育を受けたか

放射線に関連した仕事に就くことに関して家族は不安に感じるかという設問では、「不安」は7名、「まあ不安」は30名、「あまりない」は86名、「不安はない」74名、「未回答」は5名であった（図7）。

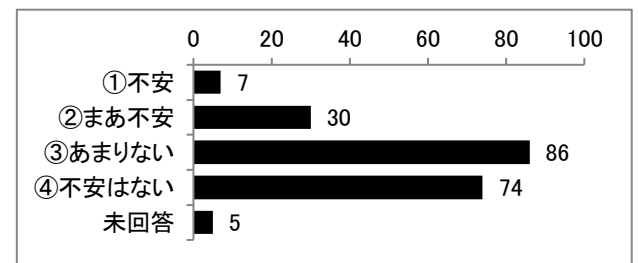


図7. 放射線関連業務に従事に対する家族の不安

住民から差別的な対応を受けたことがあるかでは、「よくある」が1名、「ある」が4名、「ほとんどない」が28名、「全くない」は164名、未回答が5名であった。

2. 福島原発作業員

受講者は、男性 54 名、女性 5 名の計 59 名、平均年齢は 44.3±10.9 歳（最年少 20 歳、最年長 63 歳）であった。参加者の業種は、プラントメーカー11 名、建設会社 6 名、東電グループ会社 9 名、その他 18 名、東電 15 名であった。福島原発構内作業場所は、レッドゾーン（建屋近くの線量の高い場所）での作業員が 10 名、イエローゾーン（汚染水作業、β線被ばくの可能性がある場所）20 名、グリーンゾーン（一般作業服エリア）が 13 名、その他が 16 名であった。

事故前の居住地は、福島県内は 34 名（58%）、県外は 25 名（42%）であった。事故後は、福島県内は

34 名 (58%)、県外は 15 名 (25%)、重複回答が 3 名 (3%)、未回答が 8 名 (14%)であった。

放射線に関する有資格者は 14 名 (24%)、無資格者は 73 名 (73%)、未回答は 3 名 (3%)であった (図 8)。

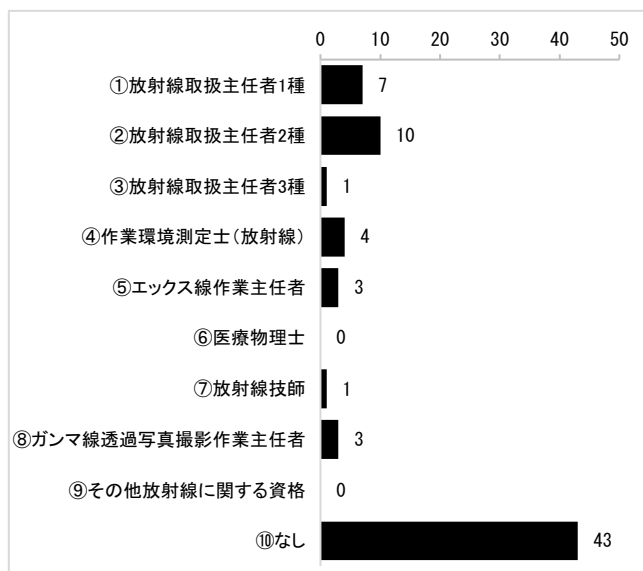


図 8. 放射線に関する資格者数

現職種での作業経験年数は、1年未満が13名、1-5年未満が23名、5年以上10年未満が3名、10年以上が20名であった (図9)。

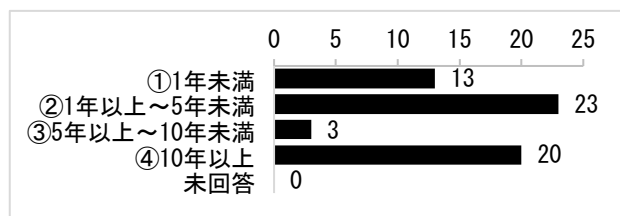


図 9. 現職種での作業経験年数

福島県内での作業経験年数は、なしが1名、1年未満が20名、1-3年未満が10名、3-5年未満が18名、5年以上が10名であった (図10)。

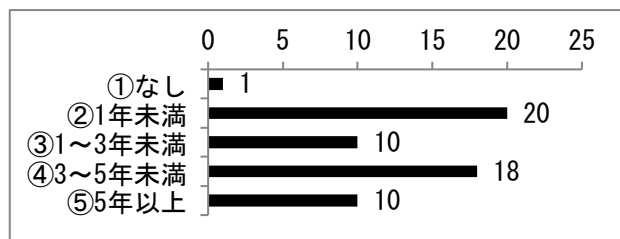


図 10. 福島県内での作業経験年数

震災前後で業務は同じであるものが22名、異な

るものが36名、未回答が1名であった。

作業内容についてわかりやすい説明を受けたかで「はい」は36名、「どちらかといえばはい」は14名、「どちらかといえはいいえ」は1名、「いいえ」が4名、未回答が2名であった。

線量限度についての説明を受けたかでは、「はい」が40名、「どちらかといえばはい」は13名、「どちらかといえはいいえ」は0名、「いいえ」が4名、未回答が2名であった。

線量限度を説明されたことによるが不安がありましたかという問いでは、「はい」が1名、「どちらかといえばはい」は5名、「どちらかといえはいいえ」は12名、「いいえ」が39名、未回答が2名であった。

作業環境は放射線に対して安全に配慮されているかでは、「はい」が34名、「どちらかといえばはい」は18名、「どちらかといえはいいえ」は4名、「いいえ」が2名、未回答が1名であった。

2011年以降の累積被曝では、1 mSv以下は13名、1-5 mSv以下が8名、5-10 mSv以下が5名、10-20 mSv以下が4名、20-50 mSv以下が5名、50-75 mSv以下が7名、75-100 mSv以下は2名、100-150 mSv以下が2名、わからないが58名、未回答が13名であった (図 11)。

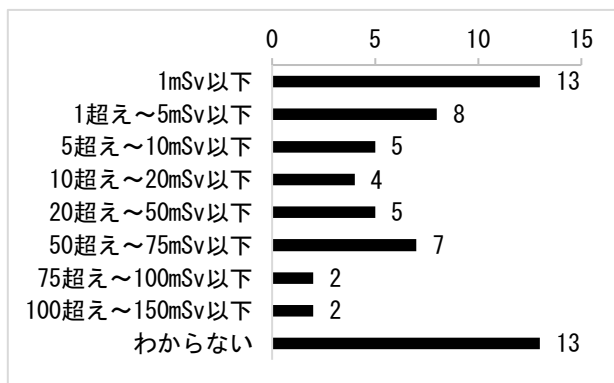


図11. 2011年以降の累計被ばく線量

既婚者は46名、未婚者は11名、その他が2名であった。

子供がいるが45名、いないが14名であった。第1子の人数は40名、第2子29名、第3子7名、第4子1名であり、それぞれ平均年齢17.2歳 (2-34歳)、14.6歳 (0-31歳)、12.4歳 (1-27歳)、16歳であった

(表2)。

表2 子どもの年齢

子	人数	平均年齢	最年長	最年少
①第1子	40	17.2	34	2
②第2子	29	14.6	31	0
③第3子	7	12.4	27	1
④第4子	1	16.0	16	16
未回答	5			

教育回数は、0回が7名、1回が6名、2回が12名、3回が5名、4回が3名、5回以上が26名であった(図12)。

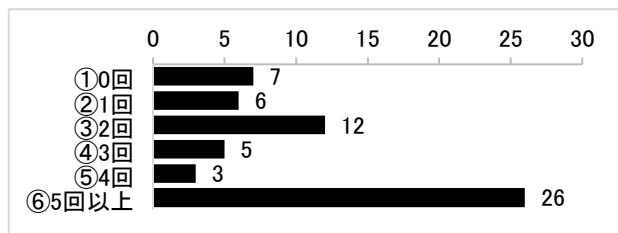


図12. 放射線教育の受講回数

人体影響について詳しく教育を受けたかという問いには、「はい」が39名、「いいえ」が20名であった(図13)。

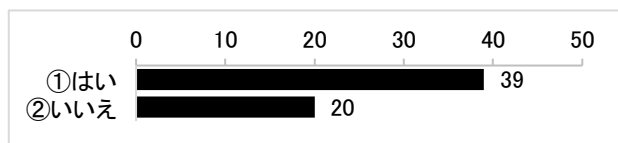


図13. 人体影響について詳しく教育を受けたか

放射線関連業務に就くことに関して家族は不安に感じるかという設問では、「不安」は4名、「まあ不安」は18名、「あまりない」は20名、「不安はない」15名、「未回答」は2名であった(図14)。

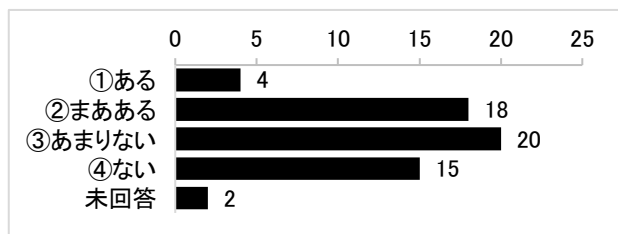


図14. 放射線関連業務に従事に対する家族の不安

住民から差別的な対応を受けたことがあるかは、「よくある」が0名、「ある」が7名、「ほとんどない」が18名、「全くない」は31名、未回答が5名であった。

3. 千代田社員と福島原発作業者の教育効果比較

質問調査票にて、「人体影響」、「放射線防御」、「放射線測定」、「原子力災害対策」及び「放射線災害医療」について、7段階評価で知識の程度を自己評価してもらった。教育前後で2群間に有意差は認められない(図15)。

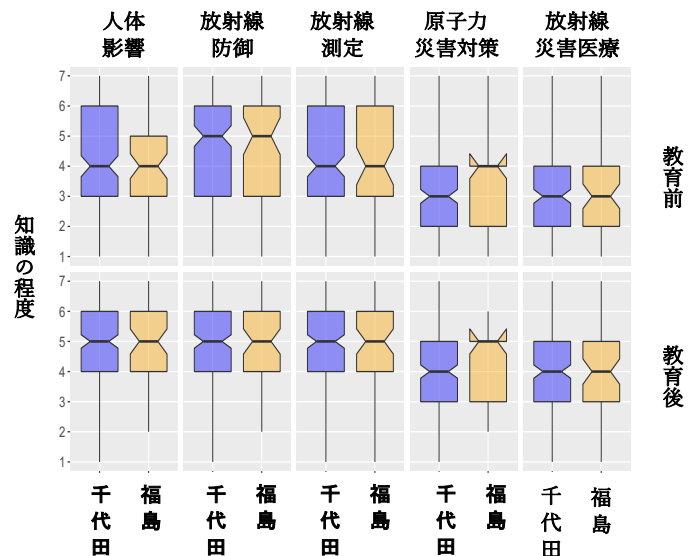


図15. 放射線教育前後の各種知識(自己評価)の変化の千代田社員と福島原発作業者との比較2

しかしながら、それぞれ千代田社員と福島原発作業者の教育前後の比較をすればいずれの項目も自己評価が向上していた(図16)。

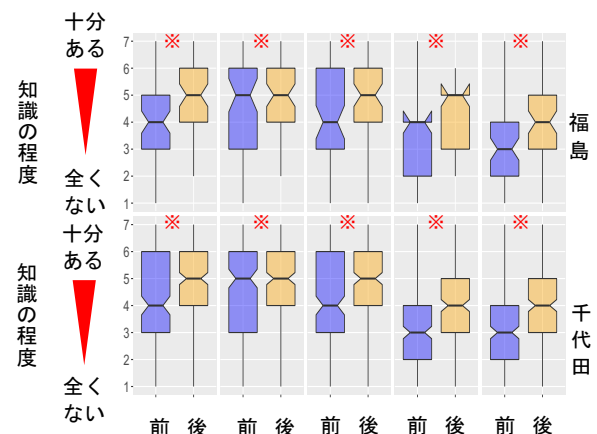


図16. 放射線教育前後の各種知識(自己評価)の変化の千代田社員と福島原発作業者との比較2

教育前は放射線影響による業務の不安が、福島原発作業者では高かったが、教育後は千代田社員と同じレベルになっていた。しかしながら、千代田社員と福島原発作業者それぞれでは、教育前後

で有意差はなかった（図17）。

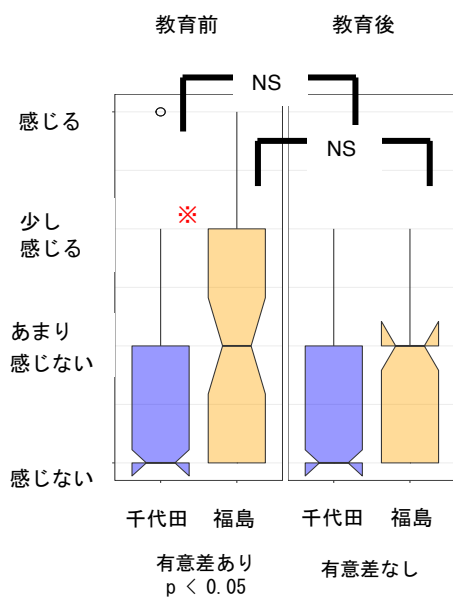


図17 放射線教育前後による放射線の影響から業務に対する不安度の変化

業務に対するやりがいに関しては、ともに「まあある」、「ある」であり、教育による変化はなかった。

放射線の影響に不安を感じ、仕事を辞めたいと思いますかという問いでは、千代田では「あまりない」「ない」と答えていたため、教育による変化は認められなかった。教育前の千代田社員と福島作業員では、福島作業員の方が有意に高かった。福島作業員では教育により、「ない」へ方へ有意に変化した（図18）。

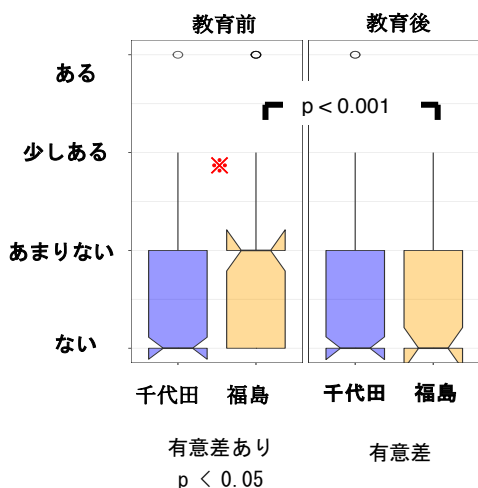


図18. 放射線教育前後による放射線の影響に不安を感じ、仕事を辞めたいと思うかの変化

放射線影響による各項目（a. 甲状腺がん、b. 白血病、c. がん（胃や肺など）、d. 心疾患、e. 脳疾患、f. 白内障、g. 精神疾患、h. 子供への健康影響、i. 将来生まれてくる子や孫への影響、j. 漠然として不安、k. 食物汚染、l. 土壌汚染）に対する不安について、教育前では千代田社員と福島原発作業員では、後者の方が有意に高い項目がe. 脳疾患とg. 精神疾患以外の10項目でみられた（図19）。

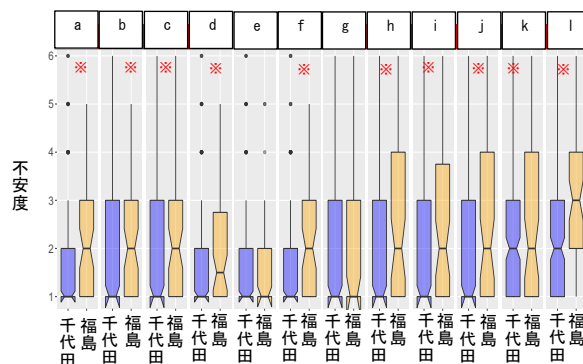


図19. 放射線教育前の放射線影響に関する不安項目の千代田社員と福島原発作業員との比較

a. 甲状腺がん、b. 白血病、c. がん（胃や肺など）、d. 心疾患、e. 脳疾患、f. 白内障、g. 精神疾患、h. 子供への健康影響、i. 将来生まれてくる子や孫への影響、j. 漠然として不安、k. 食物汚染、l. 土壌汚染、不安度は6が高く、1が低い

放射線影響による各項目に対する不安は、教育後ではa. 甲状腺がん、b. 白血病、f. 白内障の3項目に関して、福島原発作業員で有意に高くなり、教育前よりも7項目減った（図20）。

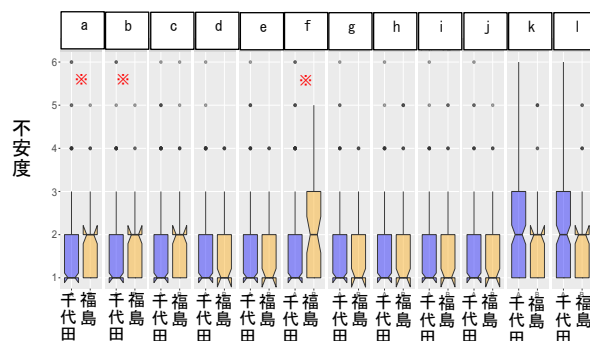


図20. 放射線教育後の放射線影響に関する不安項目の千代田社員と福島原発作業員との比較

a. 甲状腺がん、b. 白血病、c. がん（胃や肺など）、d. 心疾患、e. 脳疾患、f. 白内障、g. 精神疾患、h. 子供への健康影響、i. 将来生まれてくる子や孫への影響、j. 漠然として不安、k. 食物汚染、l. 土壌汚染、不安度は6が高く、1が低い

千代田社員の教育前後における放射線影響による各項目に対する不安度は、教育前から各項目中央値が2以下で低い。心疾患と脳疾患については有意に減少傾向となった（図21）。

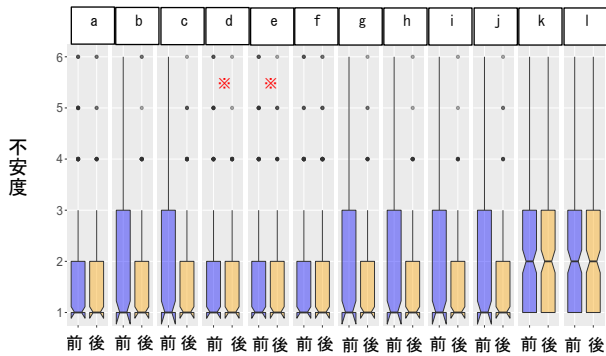


図21. 千代田社員における放射線影響に関する不安項目の放射線教育前後の不安度の変化
a. 甲状腺がん、b. 白血病、c. がん（胃や肺など）、d. 心疾患、e. 脳疾患、f. 白内障、g. 精神疾患、h. 子供への健康影響、i. 将来生まれてくる子や孫への影響、j. 漠然として不安、k. 食物汚染、l. 土壌汚染、不安度は6が高く、1が低い

福島原発作業者の教育前後における放射線影響による各項目に対する不安度も、低い傾向にあった。教育によって、心疾患と白内障以外についてはさらに有意に減少傾向となった（図22）。

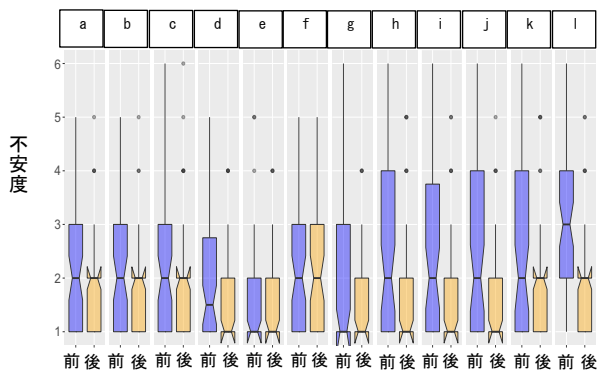


図22. 福島原発作業員における放射線影響に関する不安項目の放射線教育前後の不安度の変化
a. 甲状腺がん、b. 白血病、c. がん（胃や肺など）、d. 心疾患、e. 脳疾患、f. 白内障、g. 精神疾患、h. 子供への健康影響、i. 将来生まれてくる子や孫への影響、j. 漠然として不安、k. 食物汚染、l. 土壌汚染、不安度は6が高く、1が低い

GHQ12は、主として神経症者の症状把握、評価及び発見にきわめて有効なスクリーニング・テストであるが、福島県民調査ではよく使われる質問票であり、身体的症状、不安と不眠、社会的活躍

害、うつ傾向なども評価する。3以下が正常レベルであり、千代田社員と福島原発作業員とも中央値2と1.5で精神健康上問題はなかった。千代田社員及び福島原発作業員で4以上は、それぞれ62名（31%）及び16名（27%）であった。またSTAIは、状態不安と特性不安を評価するもので、前者は「今まさに、どのように感じているか」という不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応、後者は「ふだん一般、どのように感じているか」という不安体験に対する比較的安定した反応傾向を分析する。5段階評価で分類すると、5が不安が高く、1が不安度が低くなる。

GHQを3以下、4以上で分け、教育前後の状態不安を評価したところ、ともに教育によって状態不安は有意に減少した（図23, 24）。

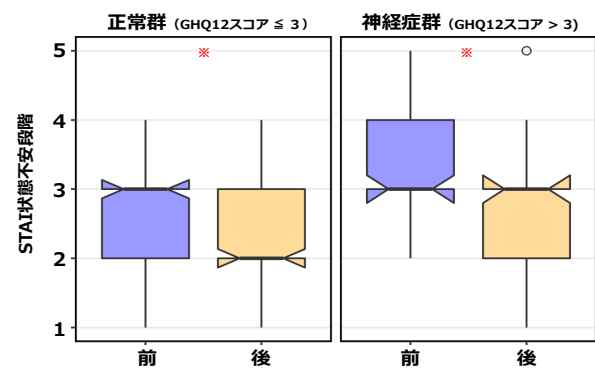


図23. 教育前後のGHQ分類別STAI状態不安の変化（千代田社員）*： $p < 0.05$

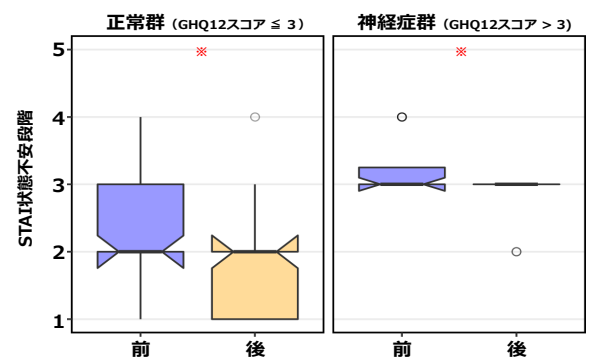


図24. 教育前後のGHQ分類別STAI状態不安の変化（福島原発作業員）*： $p < 0.05$

同様に、特性不安5段階で分けた際も、どの段階も教育後は状態不安が有意に減少した。状態不安は特性不安の段階に伴って単調に増加傾向であった。特性不安は、数が少なく有意な減少はみられなかった（図25）。

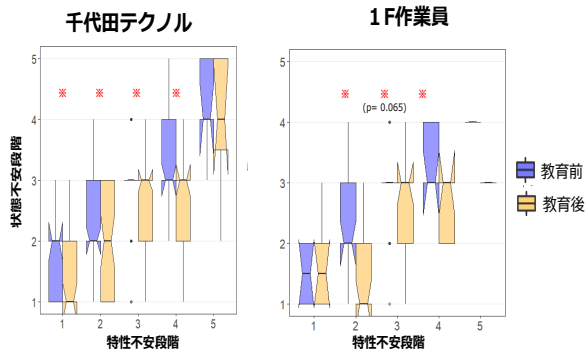


図25. 教育前後の特性不安段階別STAI状態不安の変化 * : $p < 0.001$

特性不安を年齢別にみたところ、20歳代の方が高く、60歳代になるにつれて、減少していく傾向であった（図26）。千代田社員は有意に減少していた（ $p < 0.001$ ）。

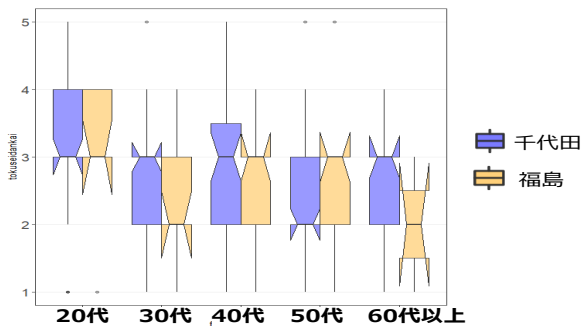


図26. 年齢別特性不安の変化

年齢別の「子供への健康影響」と「将来生まれてくる子や孫への影響」に関しては、若い年齢層の方が不安度は高く、教育前は年齢ともに有意に減少していた。また、福島原発作業員の方が千代田社員よりも高かった。教育によって、不安度は各年齢層とも減少し、年齢による単調な減少はみられなくなった（図27、28）。

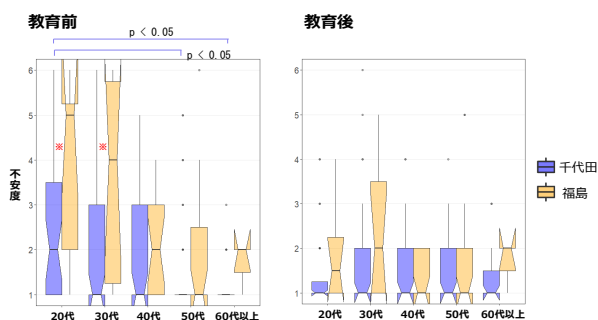


図27. 年齢別子供への健康影響の不安度

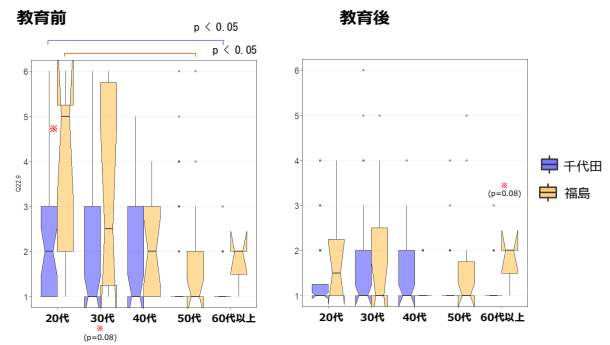


図28. 年齢別将来生まれてくる子や孫への影響の不安度

D. 考察

千代田テクノロ社員よりも福島原発作業員の方が不安度が高めであった。高い線量を被ばくする可能性があることから、不安度が高かった可能性がある。しかしながら、教育によって、自己評価による知識は向上し、不安度の低下が確認された。

GHQが高い群や、STAI特性不安段階が高い群ほどSTAI状態不安段階は高いが、教育によっても有意な不安度の減少が認められなかった。

将来に関する不安度（子どもへの健康影響、子や孫への影響）について、若い年齢群ほど不安度が高めであった。若い世代、特に20代で、千代田社員よりも福島原発作業員の方が不安度が有意に高い項目が多かった。しかしながら、教育によって年代による不安度の傾向性がなくなった。つまり、不安度が減少したと考えられる。

E. 結論

今回の教育講習会の内容によって、不安度が減少する効果が見られた。もともと不安傾向になりやすい方への教育方法は、個別のリスクコミュニケーションによる対応も必要と考えられた。

ご記入に際してのお願い

さて、福島原発事故から6年が経ちましたが、放射線に対する不安は未だに残っているようです。福島原発作業者と比べると不安の程度は異なるかもしれませんが、通常の放射線管理区域における放射線業務従事者において、どのようなことが不安の原因なのかを調査いたします。

1. この質問紙は3ページと別刷（GHQ と STAI）で構成されています。ご記入に20分程度必要とします。
2. 質問紙への回答をもって、調査への参加に同意したものとさせていただきます。
3. 調査への参加を拒否される場合は、記入する必要はありません。
4. 質問紙への回答は、自由意思に基づきます。回答をしない、途中で回答を中止することによって不利益が生じることはありません。
5. 回答は無記名です。個人を特定することはありません。
6. 同一人物の教育効果を確認するため、受講番号を記載ください。

ご参加よろしく願いいたします。

平成28年度厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と不安低下度の定量的解析研究

研究代表者：産業医科大学 産業生態科学研究所

放射線健康医学 教授 岡崎龍史

連絡先

〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1

電話：093-691-7549

ファックス：093-691-7552

受付時間：平日9:00-17:00

受講番号（ ）

質問は表裏 3 ページです。ご回答よろしくお願いいたします。

以下の質問に対し、記載もしくは、当てはまる番号に○をつけてください。

I. 基本的背景について

1. あなたの性別を教えてください
①男性 ②女性
2. あなたの年齢を教えてください
（ ） 歳
3. 福島原発事故前の居住地域を教えてください 4. 福島原発事故後の居住地を教えてください
①福島県 ②福島県以外 ①福島県 ②福島県以外
5. 下記の放射線に関する資格をお持ちですか。複数回答可。
① 放射線取扱主任者 1 種 ② 放射線取扱主任者 2 種 ③ 放射線取扱主任者 3 種
④ 作業環境測定士（放射線） ⑤ エックス線作業主任者 ⑥ 医療物理士
⑦ 放射線技師 ⑧ ガンマ線透過写真撮影作業主任者
⑨ その他放射線に関する資格（ ）
⑩ なし
6. あなたの予定の業務及び職種を教えてください
業務 ① 事業所内放射線管理区域 ② 除染作業 ③ その他
職種 ① 千代田テクノル ② 協力業者
7. 現在の職種での作業経験年数を教えてください
① 1 年未満 ② 1 年以上～5 年未満 ③ 5 年以上～10 年未満 ④ 10 年以上
8. 前問 7 の内、福島県内で作業した年数を教えてください
① なし ② 1 年未満 ③ 1～3 年未満 ④ 3～5 年未満 ⑤ 5 年以上
9. 震災前と現在で業務は同じですか
① 同じ ② 異なる
10. 作業に入る前に、その日の作業内容を作業班長などから分かりやすく説明してもらっていますか
① はい ② どちらかといえば、はい ③ どちらかといえば、いいえ ④ いいえ
11. 作業に入る前に、線量限度について作業班長などから分かりやすく説明してもらっていますか
① はい ② どちらかといえば、はい ③ どちらかといえば、いいえ ④ いいえ

12. 線量限度を説明されたことによって不安がありましたか？
 ① はい ② どちらかといえば、はい ③ どちらかといえば、いいえ ④ いいえ
13. 作業環境は放射線に対して安全に配慮されていると思いますか。
 ① されている ② まあされている ③ あまりされていない ④ されていない
14. 2011 年以降の生涯被ばく線量をご記入ください。
 ① 1 mSv 以下 ② 1 超え～5 mSv 以下 ③ 5 超え～10 mSv 以下
 ④ 10 超え～20 mSv 以下 ⑤ 20 超え～50 mSv 以下 ⑥ 50 超え～75 mSv 以下
 ⑦ 75 超え～100 mSv 以下 ⑧ 10 超え～150 mSv 以下 ⑨ 150 超え～200mSv 以下
 ⑩ 200 mSv 超え ⑪ わからない

Ⅱ. 生活背景について

15. 現在、結婚していますか
 ① 既婚 ② 未婚 ③ その他
16. お子さんはいらっしゃいますか
 ① いる → 17. へお進みください
 ② いない → 18. へお進みください
17. お子様の年齢についてお答えください
 ① 第1子 () 歳 ② 第2子 () 歳 ③ 第3子 () 歳
 ④ 第4子 () 歳 ⑤ 第5子 () 歳

Ⅲ. 放射線教育について

18. これまでに放射線教育を何回受けましたか（原発登録時の教育を含めます）
 ① 0 回 ② 1 回 ③ 2 回 ④ 3 回 ⑤ 4 回 ⑥ 5 回以上
19. 放射線の人体影響について詳しく教育を受けたことがありますか
 ① はい ② いいえ

20. 下記の放射線に対する知識は十分あると思いますか

	全くない						十分ある
1. 人体影響	1	2	3	4	5	6	7
2. 放射線防護	1	2	3	4	5	6	7
3. 放射線測定	1	2	3	4	5	6	7
4. 原子力災害対策	1	2	3	4	5	6	7
5. 放射線災害医療	1	2	3	4	5	6	7

IV. 仕事と放射線について

21. 放射線の影響を心配し、現在の業務で働くことに不安をお感じですか

- ① 感じる ② 少し感じる ③ あまり感じない ④ 感じない

22. 次の項目のうち、現職の放射線による影響としてご自身が不安に感じる項目はどれですか

全く不安なし

非常に不安

【身体影響に対して】

1. 甲状腺がん	1	2	3	4	5	6
2. 白血病	1	2	3	4	5	6
3. がん（胃、肺など）	1	2	3	4	5	6
4. 心臓疾患（高血圧、心筋梗塞など）	1	2	3	4	5	6
5. 脳疾患（脳梗塞）	1	2	3	4	5	6
6. 白内障	1	2	3	4	5	6
7. うつなど精神疾患	1	2	3	4	5	6

【将来に対して】

8. 子どもへの健康影響	1	2	3	4	5	6
9. 将来生まれてくる子や孫への影響	1	2	3	4	5	6
10. 漠然とした不安	1	2	3	4	5	6

【環境に対して】

11. 食物汚染	1	2	3	4	5	6
12. 土壌汚染	1	2	3	4	5	6

23. 現在の放射線業務に、やりがいをお感じですか

- ① ある ② まあある ③ あまりない ④ ない

24. 放射線の影響に不安を感じ、仕事を辞めたいと思ったことがありますか

- ① ある ② 少しある ③ ない ④ 全くない

25. あなたが放射線に関連した仕事に就くことに関して、家族は不安にお感じですか

- ① 不安 ② まあ不安 ③ あまりない ④ 不安はない

26. 現在の放射線業務の放射線の影響について、住民から差別的な対応を受けたことがありますか

- ① よくある ② ある ③ ほとんどない ④ 全くない

以上ですべての質問は終わりです。記入漏れがないことをご確認のうえ、回収箱に投函してください。
ご参加ありがとうございました。

質問は表裏 4 ページです。ご回答よろしくお願いいたします。 受講番号 ()
 以下の質問に対し、記載もしくは、当てはまる番号に○をつけてください。

I. 基本的背景について

1. あなたの性別を教えてください
 ①男性 ②女性
2. あなたの年齢を教えてください
 () 歳
3. 福島原発事故前の居住地域を教えてください 4. 福島原発事故後の居住地を教えてください
 ①福島県 ②福島県以外 ①福島県 ②福島県以外
5. 下記の放射線に関する資格をお持ちですか。複数回答可。
 ① 放射線取扱主任者 1 種 ② 放射線取扱主任者 2 種 ③ 放射線取扱主任者 3 種
 ④ 作業環境測定士（放射線） ⑤ エックス線作業主任者 ⑥ 医療物理士 ⑦ 放射線技師
 ⑧ ガンマ線透過写真撮影作業主任者
 ⑨ その他放射線に関する資格 () ⑩ なし

6. あなたの予定の職場及び業種を教えてください

職場：福島第一原発内作業場所

- ① レッドゾーン：アノラックエリア ② イエローゾーン：カバーオールエリア
- ③ グリーンゾーン：一般服エリア
- ④ ない場合は具体的な場所を記してください ()

業種（アルファベットと番号に○をつけてください）

A. プラントメーカー

1. 日立 GE ニュークリア・エナジー 2. 東芝 3. 三菱重工業 4. IHI プラント建設

B. 建設会社

5. 安藤・間 6. 鹿島建設 7. 熊谷組 8. 五洋建設 9. 清水建設 10. 倉伸 11. 大成建設
12. 竹中工務店 13. 東亜建設工業 14. 中里工務店 15. 日本国土開発 16. 前田建設工業
17. 三井住友建設

C. 東京電力グループ会社

18. 東京パワーテクノロジー 19. 関電工 20. 東京エネシス 21. 東電フェエル
22. 東京レコードマネジメント 23. 東双不動産管理 24. 日本原子力防護システム
25. 日本原子力発電

D. その他

26. アトックス 27. ウツエバルブサービス 28. 宇徳 29. エイブル 30. 応用地質 31. 岡野バブル製造
32. オルガノ 33. 神戸製鋼所 34. 芝工業 35. 新日本空調 36. 太平電業 37. 東京防災設備
38. 日本フィールドエンジニアリング 39. 阪和 40. ALSOK 福島 41. 関電プラント
42. マグナ通信工業 43. 荏原工業洗浄 44. ウインズトラベル 45. 浜通り交通 46. 報徳バス

E. 47. 東京電力

ご記入に際してのお願い

本で行った教育効果を確認するための質問調査です。

1. この質問紙は 2 ページと別刷 (STAI) で構成されています。ご記入に 10 分程度必要とします。
2. 質問紙への回答をもって、調査への参加に同意したものとさせていただきます。
3. 調査への参加を拒否される場合は、記入する必要はありません。
4. 質問紙への回答は、自由意思に基づきます。回答をしない、途中で回答を中止することによって不利益が生じることはありません。
5. 回答は無記名です。個人を特定することはありません。
6. 同一人物の教育効果を確認するため、受講番号を記載ください。

ご参加よろしく願いいたします。

厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と不安低下度の定量的解析研究

研究代表者：産業医科大学 産業生態科学研究所

放射線健康医学 教授 岡崎龍史

連絡先

〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1

電話：093-691-7549

ファックス：093-691-7552

受付時間：平日 9：00-17：00

受講番号（ ）

質問は表裏2 ページです。ご回答よろしくお願いいたします

以下の質問に対し、記載もしくは、当てはまる番号に○をつけてください。

I. 放射線教育について

1. 放射線に対する知識を増やすことができましたか？

① できた ② ややできた ③ できていない ④ わからない

2. 下記の放射線に対する知識は十分あると思いますか

	全くない						十分ある
1. 人体影響	1	2	3	4	5	6	7
2. 放射線防護	1	2	3	4	5	6	7
3. 放射線測定	1	2	3	4	5	6	7
4. 原子力災害対策	1	2	3	4	5	6	7
5. 放射線災害医療	1	2	3	4	5	6	7

II. 放射線に対する不安について

3. 放射線の影響を心配し、現在の業務で働くことに不安をお感じですか

① 感じる ② 少し感じる ③ あまり感じない ④ 感じない

4. 次の項目のうち、現職の放射線による影響としてご自身が不安に感じる項目はどれですか

全く不安なし 非常に不安

【身体影響に対して】

1. 甲状腺がん	1	2	3	4	5	6
2. 白血病	1	2	3	4	5	6
3. がん（胃、肺など）	1	2	3	4	5	6
4. 心臓疾患（高血圧、心筋梗塞など）	1	2	3	4	5	6
5. 脳疾患（脳梗塞）	1	2	3	4	5	6
6. 白内障	1	2	3	4	5	6
7. うつなど精神疾患	1	2	3	4	5	6

【将来に対して】

8. 子どもへの健康影響	1	2	3	4	5	6
9. 将来生まれてくる子や孫への影響	1	2	3	4	5	6
10. 漠然とした不安	1	2	3	4	5	6

【環境に対して】

11. 食物汚染	1	2	3	4	5	6
12. 土壌汚染	1	2	3	4	5	6

5. 現在の放射線業務に、やりがいをお感じですか

- ① ある ② まあある ③ あまりない ④ ない

6. 放射線の影響に不安を感じ、仕事を辞めたいと思いますか

- ①ある ② 少しある ③ あまりない ④ ない

最後に、今後のために自由にご意見をいただけますと幸いです。是非、ご記入いただけますようよろしくお願い申し上げます。

【自由記載欄】

以上ですべての質問は終わりです。記入漏れがないことをご確認のうえ、回収箱に投函してください。
ご参加ありがとうございました。

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

日立GE (株)における放射線管理関連教育と放射線不安解消への取り組み

研究分担者 島田 義也 量子科学技術研究開発機構 理事
研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授
研究分担者 加藤 尊秋 北九州市立大学国際環境工学部 教授
研究分担者 神田 玲子 量子科学技術研究開発機構 センター長

研究要旨

本研究班における教育講習会の内容については、現場とニーズを把握することは重要である。福島原子力発電所の元請企業で、日立GEニュークリア・エナジー株式会社は複数の協力企業とともに廃炉作業を行っている。同社の福島第一原発構内にて取り組まれている安全対策や管理体制を視察し、また放射線教育と不安解消の対応に対する教育内容について情報提供を得た。

A. 研究目的

教育講習会の講義内容が福島原子力発電所（原発）作業に沿ったものとするために、福島原発作業者が原発構内でどのような作業状況を把握し、また日立GEニュークリア・エナジー株式会社（日立GE）が行っている放射線教育と不安解消の対応について情報提供を得ることである。

B. 研究方法

日立GEの福島第二原発（2F）事務所に赴き、そこで行われている朝礼とTool Box Meeting (TBM) 及びリスク危険予知 (RKY)、さらに福島第一原発（1F）での作業状況を視察し、放射線教育と不安解消の対応についての情報を提供してもらった。

C. 研究結果

I. 1F及び2F構内での作業安全対策

2F事務所内には、放射線や関連するニュース、

災害事例など貼られ、最新の情報をわかりやすく作業者に伝達していた。

表1. 日立GE独自に1F構内での作業ルール

1F 七つのルール

1. 取扱い重量100kg以上の物は人力で扱わない。揚重機等の使用を検討する。
2. 体調不良者が発生した時は、迷わず医務室へ搬送し、体調不良者を一人にしない。事務所に着くまで付き添う
3. 高所作業時は2丁掛け安全帯を使用する
4. きめ細かいRKY*を行い、確実に現場で実践する。作業の中で変化、変更が発生した時は、報・連・相を行い、再度RKYを行い安全を確認する
5. 危険度の高い、高所・閉所・暗所の一人行動は厳禁とする
6. 建屋内作業は全員がヘッドライトを着用する
7. 交通ルールは必ず守る

*RKYはリスク危険予知

表2. 放射線管理 3つのルール

1F放管 3つのルール

1. APD*・GB* (の紐) は首から絶対に外さず、適時着用確認を行う
2. マスク使用時は、フィルタの装着・締込確認とリークチェックを行う
3. 線量率に応じて滞在時間を設定するとともに、APD予備警報4回目で作業エリアから退去する

*APD: Alarm Pocket(Personal) Dosimeter (アラーム付きポケット (個人) 線量計)

*GB: Glass Badges (ガラスバッジ)

表1及び2のような福島原発事故を経験にした独自のルールが定められ、事務所内に掲示されていた。

朝礼の現場では、災害事例を掲示することによって、災害事故発生抑制のため啓蒙を行なっている(図1)。



図1: 1F構内での災害事例の啓蒙

複数の協力企業を集め、当日の作業の流れと安全の確保の方法について順を追って白板に記入しながら説明があった。また、その日は作業のリス

クとして、クレーンによる物の移動の時に手を挟む可能性があること、それを防ぐために作業中は声を出して指さし確認することなどの注意があった。現場責任者の「安全に対する姿勢」が示されていた。

次いで各作業班に分かれ、当日の作業について作業手順RKY用紙に記載した。作業件名、作業エリア、日時、天候を記載し、作業手順、リスク要因、リスク点数(可能性、重大性、合計点)、対策(私たちはこうする、型別「リスク除去・低減」対策リスト確認)、班長、誰が(行うのか)、再評価リスク点数、相互確認必要作業か、ということに関して意見を出し合っていた。作業手順に関して、9件程度上げ、その対策をそれぞれ一つずつ記載されていた。リスク点数は、可能性:大5点、中3点、小1点、重大性:重症10点、軽症5点、ヒヤリハット1点として、5点以下にならないと作業が認められない。危険要因の認識やそれに対する対応などを共有し危険の芽の摘み取りの努力を行っている。作業によっては複数班による共同作業も行われることから、作業前のこの安全に関する意見交換が充分行われていることが重要である。また、作業が終わった後も同様に、作業の安全に関する意見交換を行い、結果を用紙に記入し、日々の反省をしているということであった。

事故の多くはヒューマンエラーである。そのため、安全に関しての危険予知の先取りは事故防止に役立つ。ヒューマンエラーの他に、現場における個々のリスク(天井が低いとか、床が濡れている可能性があるなど)や取り違い、勘違いなどについても意見が出ている班もあった。また、全員参加の意見交換によってチームワークも強くなり、現場の問題解決にも貢献すると考えられた。

現場においては、至る所に線量モニター計が設置され、また、数値を書いた紙も貼ってあり、被ばくに関する注意喚起がなされている。除染によって線量が下がったので、全面マスク・防護服着用エリアが少なくなり、簡易マスクや一般作業着での作業エリアが増え、作業がしやすくなり安全

度が増している。また、熱中症対策（クールベスト、塩飴など）や健康管理も常時成されている。大型休息所が完備され、一般の見学者も利用していることから、被ばくリスクは減少していることが視覚的にも感じる事ができ、精神的にも負担が減少したことが分かる。

II. 放射線管理関連教育

日立GEの作業員に対する教育と不安解消対策についてスライド資料をもちいて説明を受けた。法令で定められた教育のみならず、作業員の放射線不安に対応すべく、日立GE独自の教育放射線体感教育などが行われていた。

1. 教育面からの対応

法令で定められた a 教育、b 教育以外の教育として、①入所時放射線管理教育、②マスク装着/装着脱訓練及び③放射線体感教育を実施している。

① 入所時放射線管理教育

2011年8月から実施

対象：1F登録する作業員全員

内容：1Fの現状、現場立入方法、特に注意すべき内容（マスク着用時の注意等）、日立GEとして実施している対策、過去のトラブル事例の紹介

② マスク装着/装着脱訓練

2014年10月から実施

対象：原子力、1F現地在が初めての作業員（原則、現場立入前に実施）

内容：実際に着用するマスク・カバーオールを事務所に準備し、いつでも・誰でも自由に訓練・着用経験が出来るようにしている。

マスク着用の未経験は、全面マスクを実際に着用し、締め付け具合について体感する。

装着の着脱についても、グループ毎に必要なに応じて訓練を実施する。

③ 放射線体感教育

2014年12月から実施、年2～4回程度実施

対象：原子力、1F経験の浅い作業員

内容：実際には目に見えない放射線・放射性物質を、体感的・感覚的に理解してもらうため、4つの教育を実施

- ・ 身体汚染体感（装着脱衣時の汚染の広がり具合を体感）
- ・ APD警報音聞き取り体感（騒音下でのAPD警報音聞き取り体感）
- ・ 線量低減体感（遮へい・距離での線量低減を理解）
- ・ マスクリーク体感（全面マスク着用方法によるリーク量の変化を理解）

放射線体感教育による理解度を◎、○、－、△、×で評価している。全面マスク、線量低減、APD聞き取り、身体汚染体感の4項目について検討している。教育前はAPD音認識が低かったが、教育後は△、×が無くなり、理解度がいずれも上昇していた（図2）。

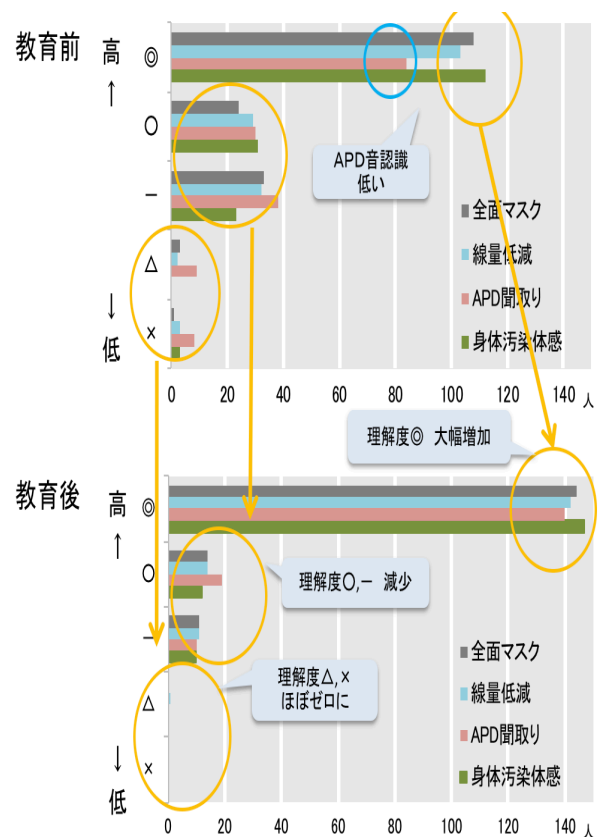


図2：放射線体感教育前後での理解度の変化

2. 環境面からの対応

①保健指導、②現場環境整備（熱中症対策、健康対策、被ばく低減対策、装備の軽減、③積極的な情報提供を実施している。

① 保健指導

- ・ 定期的に、日立産業医が現地事務所に来所し、作業員への保健指導を実施（月2回）
- ・ 作業員は 3ヶ月／回 の頻度で受診
- ・ 震災年の7月より、現地に産業医を派遣して指導を実施している

2016年4月から保健指導実績は、約150から約250の間で推移している。（図3）

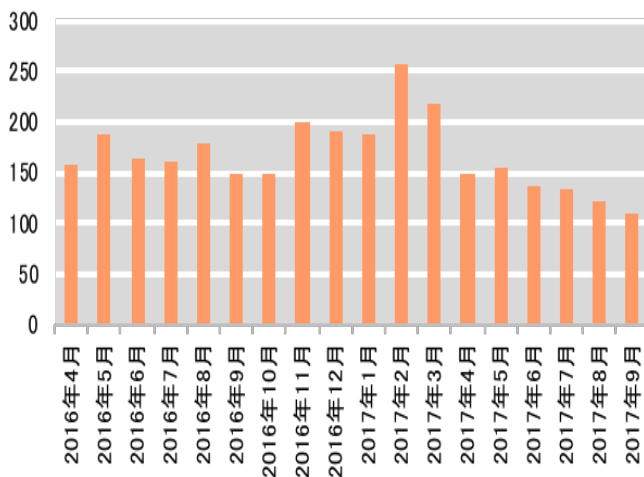


図3. 月別保健指導実績

② 現場環境整備

熱中症対策

- ・ 夏季期間のクールベスト着用
- ・ 塩飴、梅干、OS-1配備
- ・ WBGT値確認、記録
- ・ 30分毎の体調確認、1時間毎の休憩
- ・ 構内休憩所に応急手当普及員を配置（夏季期間、東京消防総監認定員）

健康管理対策

- ・ 日々の体調確認（チェックシート使用）
- ・ 血圧の確認（事務所内に約30台血圧計設置）
- ・ 体温の確認（約60個体温計準備）

被ばく低減対策

- ・ 除染・遮へい

除染・遮へいにより、高線量率エリアの線量率を低減させた後に作業実施

・ 現場での線量表示

線量率表示、サーベイデータ揭示、エリアモニタ（電光式線量表示）設置、チカチカチューブ設置（高線量エリア注意喚起）

・ 設計段階での検討

高線量率エリアを避けた配管ルートを選定等により、高線量率下作業物量を低減させる

・ 無人化・遠隔化

ロボット等の活用により、高線量率下での人力作業の低減、削減を図る

・ 補助測定器の活用

高線量エリアでは、目安PDを着用し、受けた被ばく線量を見える化

・ 低線量エリア設定

低線量待機エリア設定

高線量側の作業を低線量エリアにしながら遠隔カメラで状況確認、マイクによる指示を実施

・ モックアップ訓練の実施

実物を模擬した設備を使用し、実際の作業手順を確認する。

全面マスク、カバーオールなどの実際の装備も着用し、実現場で落ち着いた行動をとれるようにする。

③ 積極的な情報提供

・ 安全衛生協議会

安全・衛生・放射線管理関係等の内容について、関係各社への周知を実施（1回／月）

・ 全体朝礼

全体朝礼時に安全・衛生・放管等の各種内容について周知。

デモンストレーションによる意識高揚対策等実施。

不具合事例（他社含む）の周知。

・ 放射線関連資料の配布・揭示

他サイトでのトラブル事象や、放射線管理に關係する内容をポスター化して、配布・揭示

・被ばく線量管理表配布

定期的に「被ばく線量管理表」を配布し、個人の「月」「年度」「5年間」の被ばく線量実績を確認してもらう（表3）

事業所別線量管理表
(2017年10月05日現在)

氏 名	中央登録 番号	顧客管理 番号	残線量							
			(mSv)	[対象項目]	当 月	3ヶ月	年度	年度(X)	5年間	5年(X)
			9.93	3か月	0.07	0.07	0.62	1	5.32	
			9.99	3か月	0.01	0.01	2.37	1	12.77	
			10.00	3か月	0	0	1.81	1	17.11	
			9.84	3か月	0.16	0.16	4.10	0	19.90	
			9.97	3か月	0.03	0.03	6.25	1	14.95	

表 3：事業所別線量管理表例

これら日立 GE の取り組みでは、訓練用装備の配備、体感教育開始、朝礼デモを開始したことにより、放射線管理上の軽微な不具合（携行品モニタ、退出モニタでの警報発報）の発生率（発生件数/立ち入り人数）が徐々に減少し、平成 29 年 1 月以降はほぼ 0 となっている。

3. 産業医からのコメント

教育等を受講する作業者は、かなりの割合で入れ替わりがある。1F 作業の放射線不安解消対策は、放射線管理要員の負担が大きい。しかし、作業者は放射線不安と訴える者はほとんどいない。その要因として信頼関係の構築が大きな影響を及ぼしていると感じている。

D. 考察

福島原発事故から6年以上経過して、作業環境が良くなったこと、被ばくするエリアが少なくなったことに加え、日々のTBM-RKYの繰り返しにより、安全性が高まってきている。日立GEにおいては、教育面や環境面からの対応の工夫により、不安が低減し、事故発生の減少につながっていると考えられた。

また日立GEの現場では、これまでも放射線不安を訴える作業員はほとんどいないのは、日立GEと

協力会社、あるいは社員間における信頼関係をいかに築くかという会社組織としての取り組みがあることも、放射線不安がほとんどない要因であると考えられている。今回示した教育や環境整備などによる放射線教育だけでなく、責任者、産業医や放射線管理要員などが信頼関係構築を行う努力がうかがえた。その努力に敬意を表する。

E. 結論

本研究班における教育講習会は、放射線に対する不安を解消するためには、現場に即した教育面と環境整備面からの対応が重要である。さらに、講師側が話すという一方的でなく、受講者からの不安の原因を吸い上げ、問題解決型の双方向的教育が必要であると考えられた。

F. 参考文献

日立 GE 提供スライド

フランスにおける放射線業務従事者の不安低減プログラムの我が国への応用展開
ー産業保健的立場からー

研究分担者 立石 清一郎 産業医科大保健センター 准教授
研究分担者 長谷川 有史 福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 教授
研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授

研究要旨

東日本大震災後の福島第一原子力発電所の廃炉作業では一定の労働者が不安を持っているとされている。我が国において、放射線に対する不安を直接的に解消するプログラムは実施されていない。諸外国において、不安を取り除くプログラムにどのようなものがあるか調査することが必要で、原発立地の多いフランスにおける取組みの調査を行う。フランスにおける行政機関（ASN、IRSN、ANCLI）、労働組合（CEPN）、原発施設（EDF）を訪問し対面式でヒアリングを実施した。フランスにおける不安解消のプログラムは存在していなかった。しかしながら、不安を間接的に解消するための取り組みとして、適切な放射線教育、健康診断、制度作り、ネットワークづくりが行われていた。これらの取り組みは一般的なリスクマネジメントの取り組みである。リスク評価とリスク低減を労使が一体となり対応していることが不安の軽減につながっている可能背がある。また、クライシスマネジメントとして実際のシビアアクシデントが発生した時の避難訓練等を精度の高いレベルで行っていることも不安解消につながっている可能性が高い。しかしながら、フランスにおいては重大な原子力災害が発生したことがないことから実際に発生した場合に混乱が起こる可能性もありうる。そのことを踏まえたうえで、我が国の教育の手法の検討を行う必要がある。

A. 研究目的

我が国においては、東日本大災害後の緊急作業および廃炉作業は突然に起こった事象であるため災害に対する備えが十分ではなかった。十分でないもののうちのひとつとして、労働者が作業に従事する際において発生する不安への対応が挙げられる。これまでの作業者への教育はA教育、B教育という通常作業での放射線防御の議論であり、緊急作業のように原発構内・構外に幅広く放射性物質が広がる状況を想定していなかった。これらのことが労働者の不安の一端となっている可能性があるため、国外における労働者の災害発生前の不安対策をまとめる必要がある。

今回我々は原子力先進国であるフランスを訪問し、災害時の不安を抑えるためのプログラムにどのようなものがあるかについて検討を行った。

B. 研究方法

フランスを代表する危機管理機関を訪問した。以下、訪問先・訪問者を示す。

1日目

- ・ IRSN（放射線防護・原子力安全研究所）：Robert Dallendre
- ・ ANCLI 地元情報委員全国連合（NPO）：Yves Lheureux, Coralie Pineau

2日目

- ・ CEPN (Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire): Ludovic Vaillant
- ・ CEFRI (Comité français de certification des entreprises pour la formation et le suivi du personnel travaillant sous rayonnements ionisants): Pascal Vaucheret, Director CEFRI
- ・ SFRP (Société française de radioprotection): Valérie Chambrette, Director SFRP

CEPN, CEFRI, SFRP: 原発分野における労働者の放射線防護、研修、フォロー、監督。シンクタンク

3日目

- ・ ASN (原子力安全局): Isabelle Forest, Pierrick Jaunet
- ・ EDF (電力会社): Julie Vanghelder, Eric Trelet, Olivier Ferrand, David Hamon

訪問先でのインタビューは日本語通訳を通じて1回につき2時間程度行った。インタビューは半構造化面接法により実施された。聴取した内容は、①労働者の放射線に対する不安についてどのように考えているか、②平時からの労働者に対する不安を解消するプログラムはあるか、③緊急時に労働者の不安が発生した場合の対策の準備がなされているか、という点について聴取した。聴取された内容はそれぞれのインタビューについてインタビューシートに記載し、すべての機関の取り組みについて内容分析法の手法を参考に、キーワードを抽出しカテゴリーごとにまとめる作業を行った。

C. 研究結果

各機関の特徴は他稿にゆずる。インタビューで聴取された不安に関連する内容について項目ごとに記載を行う。

① 労働者の放射線に対する不安についてどのように考えているか。

不安については、IRSN、ANCCLI、CEPN、ASN、EDFともに、放射線について不安を抱えている労働者がいないという回答であった。我が国においては一定程度不安を持つ労働者が存在する上に、フランス一般住民においても不安があるとの調査結果があるにもかかわらず不安がないという回答が得られた理由について追加で聴取した。

● 採用時の選別

- そもそもフランスにおいて原発作業員は、採用において不安のない労働者が応募、採用という流れになっているため、不安が少ない可能性について言及された（CEPN等）。

● 被ばく線量のコントロール

- 被ばく線量のコントロールレベルが詳細に定まっていて、被ばく線量ごとの健康診断の仕組みなども整っている。科学的根拠に基づいて健康支援しており、不安がないことにつながっている（EDF）。

② 平時からの労働者に対する不安を解消するプログラムはあるか

教育については、適切な教育と制度作り、労働者ネットワークについて言及された。

● 適切な教育

- 被ばくについて、自然被ばくと職業性被ばくの正しい知識を提供している（ASN）。
- カテゴリー1とカテゴリー2の教育がある。

両者に共通するのは、自身の被ばくを防ぐことができるようにすること。カテゴリー2はそれに加えて、他の人が被ばくするのを防ぐマネジメントをすることができるような能力を身に着けることである（ASN）。

- カテゴリー1の教育は8日間ある。放射能以外にも電気関係の知識など幅広く行う。3年に1回の研修をブラッシュアップするために再研修を受ける必要がある。研修後にはテストがある。3年間で1日でも超えたら作業員ではなくなる。3年半たったから研修を行う必要がある。半分が講義、半分が実習である（EDF）。
- 実習は参加型教育であり、実際にシビアアクシデントが起こったときを想定して、送気マスクを用いた被災者救助のトレーニングも行っている（EDF）。
- $24\mu\text{Sv}$ の線量を記録したことがあった。本来よりもずいぶん多く被ばくしたので注意喚起を行った。このような場合には、必ずブリーフィングを行って、次回以降の問題が起これないような対応を行っている（EDF）。
- むしろ課題としては、線量計のアラームが鳴ることもあるので、過小評価している人もいることである（EDF）。

● 健康診断

- カテゴリーA（ $6\sim 20\text{mSv/年}$ ）の人は年に1回、カテゴリーB（ $1\sim 6\text{mSv/年}$ ）の人は2年に1回のメディカルチェックを受けることになっている（IRSN）。
- 皮膚についた時には、臨時の健康診断を受けることとしている（EDF）。

● 制度作り

- 月に1回各原発の所長19名が集まって、リスク防止委員会で集まって議論している。
- 放射能とセキュリティの担当者（部長級）も同じように月に1回集まって議論する。年に2回はセミナーを実施する。
- 各原発のエンジニアも情報交換の場を持つようにしており、縦と横の連携がありパートナーシップを持つようにしている。
- 従業員へのレクチャー及び放射能を丁寧に扱うことの文化を醸成すること
- 国レベルで行われている規制が適切に行われているかどうか確認することも役割である。
- PCR（放射能を取り扱う能力を持つ人・国から認定された機関（ASN）で研修を受けた人）は10人いる、放射能プロテクションの担当

者は30人。PCRは放射線対応のトップ。

- 作業員の被ばく度をチェックして既定のものの以下であることを確認している。
- 作業員や職員への教育システムは、3年に1度の更新制であり、EDF独自の研修を受けている。PCRにより教育を受けることとなる。PCRは5年資格更新となっている。EDFはすべての職員が研修を受ける。
- アレバなどの下請け作業員であれば、原発作業の担当者のみが研修対象者で原発と関係ないメンテナンスなどの作業員は受けない。
- EDFはASNの立ち入り調査を受けている。
- 稼働中止中に立ち入り検査が行われることが多い。
- 稼働中は年間10～15回の監査、停止中は2週間に1回程度の監査が行われる。
- 放射能のコントロールはナショナルレベル、EDF独自、原発独自の3段階での規制が存在している。

● 労働者ネットワーク

- 原発内の労働者間で、常にディスカッションできるような実習を多くとり入れている(EDF)。
- 原発間で労働組合を結成し、労働者が一人で悩まなくてもいいような体制を作っている(CEPN)。
- EDFのパリが3000人・リヨンが1500人という人数を抱えている。ノジョン原発には従業員が780人の職員、下請け作業員400人。期間限定で2400人の下請け作業員が存在し、パリの職員が各原発の職員が集まる会合のコーディネートを行う(EDF)。

③ 緊急時に労働者の不安が発生した場合の対策の準備がなされているか

不安に特化したトレーニングは実施されていなかった。

D. 考察

不安を解消するためのプログラムとして特別なものは存在していないが、“被ばくに対する適切な評価”、“労使間の情報格差の是正(正しい情報の提供)”、“緊急時の対応”という取り組みがなされていた。この取り組みは、産業保健的な視点で検討するとリスクマネジメントそのものである。すなわち、放射線被ばくによる人体影響(ハザード)と被ばく線量による可能性の組み合わせについて、リスクを事業者が評価し、低減を実施している。残存リスクについては、リスクコミュニケーション(健康診断および教育)を行うこと

で不安の解消に努めている状況が判明した。また、作業員に被ばくの当事者意識を高める取り組み(実地訓練や労働者ネットワークおよび被ばく管理への参加)が行われていたことも、不安の解消につながっている可能性がある。また、万が一の被災時にも対応できるような事故時の対応についても、トレーニングがなされていたことが特筆すべき事項である。クライシスマネジメントにおいては、事前のシミュレーションは実際の対応時の過不足を確認するのみならず、災害時の覚悟を引き出す効果があるため、これらも不安軽減に大きな影響を及ぼしている可能性がある。

しかしながら、フランスにおいては過去にシビアアクシデントに遭遇したことがなく、本当に重大な事態が発生した時に作業員が不安に陥らないかどうかということの検証はされていない。また、我が国においても福島第一原発の事故前に作業員の不安が多いという報告もない。従って、フランスでの取り組みが不安の解消につながっていることの検証はなされていない。ひとつの参考事例として我が国の教育の強化に利用できる可能性がある。

E. 結論

フランスの作業員の不安対策は、放射線に対するリスクマネジメントを適切に行うことにより結果的に不安が低減されている可能性がある。

F. 参考文献

各訪問機関より提供の資料

放射線業務従事者が主体的に参加できる教育環境・機会を提供する
－フランスから学ぶ留意すべき効果的な教育手法－

研究分担者 長谷川 有史 福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 教授
研究代表者 岡崎 龍史 産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学 教授
研究分担者 立石 清一郎 産業医科大保健センター 准教授

研究要旨

フランスの原子力発電所における放射線業務従事者の放射線不安、放射線教育の現状について視察を行った。「フランス国民には自己の意見を積極的に表現する文化がある。そのため放射線業務従事者の放射線不安が存在する場合、その内容が表面化しやすい。フランスの放射線教育担当者は表現された多様な意見の違いをどのように乗り越えるかに多くのエネルギーを要する」。翻って我が国の教育現場の日常的においては参加者が自らの意見を表出することは希である。

日本の放射線業務従事者に多様な不安が存在し、それが我が国特有の教育現場の特徴として表在化されていないと仮定した場合、放射線不安は心のわだかまりとして未解決のまま潜在化して残るのではないかと考察した。

従って、我が国において放射線不安対策を目的に放射線業務従事者を対象として教育を行う場合には、以下の点に留意すべきと考えた。

1) 放射線業務従事者1人1人に主体的に考える機会を提供する教育手法の開発

「個々の放射線業務従事者が放射線に関して自らのリスク尺度を持つことができれば、教育により放射線不安を軽減できる事が多い」とフランスの教育担当者はいう。自ら主体的に考える機会を提供するためには、一方向性の知識伝達型講義よりむしろ、選択枝への回答・机上演習における発言・実習活動など、双方向性の受講者参加型教育手法が有用と考えた。

2) 多様な意見を表在化させるための教育環境

「放射線業務従事者自らが業務で受ける放射線のリスクの捉え方はフランスにおいても多様である」。異なる多様な意見に触れることで初めて自身のリスク尺度を客観的に考察できると考える。そのためには、原子力事業者を含む多様な役割や立場の考え方を、一同の前で表在化させる、机上演習やロールプレイが有用と考えた。

3) 多様な意見を受け入れることの出来る文化的素地の涵養

放射線業務従事者に限らず人が自らのリスク尺度を持って気づくのは、立場や役割により基準・判断・優先事項が異なる社会の現実である。一方で危機時に有機的社會活動を行う為には、自らの価値観を持ちつつも、社会方針との調和を図ることが必須である。そのような放射線防護文化を涵養することこそ、我々の目指すべき一目標ではないかと、視察を通して考えた。

A. 目的

放射線業務従事者の放射線不安に対応するため、特に福島第一原子力発電所放射線業務従事者教育の将来展開にむけた方向を模索すること。

る放射線業務従事者教育の将来展開という観点から、原子力発電事業に関わる関係機関・担当者に対してインタビューを行い、関連施設を視察した。

上記結果を考察し、放射線業務従事者向けの教育講習会における教育内容に反映した。

B. 方法

文献検索等でフランスの原子力政策とフランス国民・原子力事業所放射線業務従事者の放射線不安に関する情報を収集した。

その後フランスに赴き、特に原子力発電所におけ

(倫理面への配慮)

倫理面に直接の配慮が必要な事象は認めなかった。

C. 結果

I. フランスにおける原子力政策と世論の概要

フランスは原子力先進国である。24 施設 54 炉(視察時)の民間原子力発電所(以下原発)と 10 の軍事原子力施設を国内に擁する。原子力発電量は世界第二位、原子力発電比率は第一位(77.58%)である[1]。そして我が国同様石油資源に乏しい。「エネルギー転換法」では、原発の割合を 2025 年までに 50%に縮減する方針を掲げてはいたが、2017 年 11 月以降 CO₂ の排出量制限の観点からフランス政府はこの目標達成時期を 5～10 年程度延期する方針を発表した[2]。

フランス原子力政策に関する世論調査については、福島事故後 2011 年 11 月に、日本、フランス、英国、米国、ドイツ、ロシア、中国を対象に行われた BBC 読売新聞共同世論調査がある。そこでは「今ある原発は利用すべきだが、新たに建設すべきではない」の割合が日本 57%フランス 58%、「今ある原発をできるだけ早く、全て廃止すべきだ」の割合が日本 27%、フランス 25%と、フランスの世論は他の調査対象国と比較して、日本と類似した調査結果を示している[3, 4]。一方、放射線不安に関する公開された統計調査および、上記に関連したフランスに関する世論調査の更新資料は認めなかった[4]。

フランスに於ける原子力政策の主要組織とその役割を図 1. に纏める[5] [6]。原子力事業所(EDF)と関連機関は国営である。原子力・代替エネルギー委員会(CEA)が開発を、原子力安全機関(ASN)が安全規制を主導する。放射線防護・原子力安全研究所(IRSN)は独立して原子力安全研究を行う(図1)。

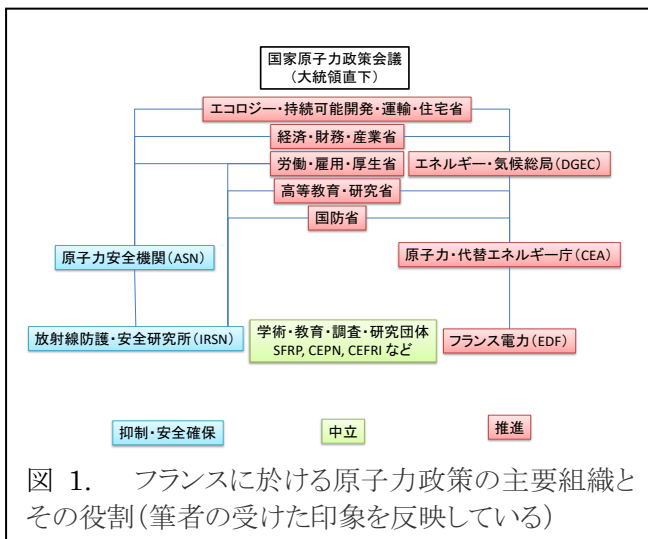


図 1. フランスに於ける原子力政策の主要組織とその役割(筆者の受けた印象を反映している)

II. 地域情報委員会(CLI)

フランス地方情報委員会(CLI)に赴き、彼らの視点からみた、フランス国民・原子力事業所放射線業務従事者の放射線不安の現状と教育との関連につ

いて探った。

1. 地域情報委員会(CLI)の役割

地域情報委員会(CLI)は原子力事業所の地域住民への情報公開を目的とした県議会の附属組織である。原子力安全透明化法でその役割が以下の様に規定されている。原子力に関する、①情報透明性の担保、②情報共有 ③情報普及、及び④原子力以外の産業との連携、である。特に④原子力以外の産業界との連携、を重視している。その理由は「原子力事故時の対応において、化学工業の専門家などの多彩な分野間の連携が必須」だからである。

CLI の構成メンバーは地元の政治家(50%)、フランス電力(EDF)の原発放射線業務従事者(10%)、NGO(10%)などであり、事業者も構成メンバーに含まれる。ただし EDF の下請け会社放射線業務従事者は CLI には含まれない。CLI の役割は、中立の立場で総合的に情報収集評価を行い、それを住民に共有すること、言い換えれば原子力情報伝達の透明性の確保および国民への啓発を図ることである。(下請け作業員は全作業員の 4/5 を占める)

2. 教育・啓発における現状と課題

CLI 構成委員が、放射線基礎情報を共有するためには、委員自身が放射線に関する基礎知識を有している事が重要と考えている。CLI 構成委員に知識が無いと議論にならない。現状では CLI 委員は EDF の行われている放射線業務従事者の受ける基礎講習を聴講できない。それを改善すべく CLI の議員が交渉を行っている。

日本においても、小学生のレベルから放射線教育をよりいっそう強化することを勧める。フランスでは、原子力発電所で事故が発生した時の対応について市民レベルで小学生から教育が行われている。原子力発電所から 30km 圏内の子供には、サイレンが鳴ったら窓を閉めて屋内に退避することを指導している。そしてそのような対応を行う理由を伝えている。

フランスは自然災害が少ないので災害教育の実践には困難が伴う。CLI では 3 年に一度、環境の放射能レベル(貝、土、水を小学 2 年生と一緒に採取する)を測定し、公開している。自分たちで主体的に測定して結果を自ら判断している部分が重要である。日本製の測定器を町中に設置して放射線量を測定している。

フランスの放射線教育における課題の一つとして、自然放射線の知識があまりに少ない事を痛感している。発電所近隣地域では、小学生の家族に発電所放射線業務従事者がいる場合が多い。であるにもかかわらず、小学生よりもその親が適切な教育を受けていないことを案じている。例えば「発電所で事故があったら世界の終わりだ」と考え諦めることを選択す

る住民も未だ存在する。

原子力発電所周辺地域には原子力安全機関 ASN の主導で安定ヨウ素剤が事前配布される。現在発電所から半径 10km が対象である(今後半径 20km に拡大予定)。7 年毎に、クーポンを郵便配布し、住民が薬局に安定ヨウ素剤を受け取りに行く。受け取りが無い場合、三回まで郵送通知を行う。それでも受け取りがない場合は、薬剤を郵送する。過去の実績では市民の約 50%しか薬局に薬剤を受け取りに行かなかった。フランス国内には他に 4 カ所の安定ヨウ素剤備蓄施設がある。ただし原発から半径 10km 以上は適切な投与時期の判断という課題がある。

3. 国民の放射線事故に対する考え方

フランスでは原子力発電所の安全神話は存在せず、原発には一定のリスクが存在すると理解されている。テクノロジーの進んだ日本で起きた原子力発電所事故にはフランス国民は大きな衝撃を受けた。だからといって今後フランスにおいてチェルノブイリ級の事故発生の可能性を積極的に肯定するわけではない。フランスは日本のように自然災害が多くはない。ただし最近、水害のリスクから一カ所の発電所が営業停止指示を受けたのは特記すべきことであろう。

原発事故時の対応訓練がフランスでも行われている。課題は実効性ある訓練が行われていない事である。グラブリース地区で 2010 年に行われた住民避難訓練は、住民は訓練前日に自主移動してしまい実践的な避難訓練は実現しなかった。その理由は原子力事故が実際に起こりうると市民が感じていないからと察する。その後の調査では訓練参加者の半分は「原子力重大事故が起こる可能性に否定的」であった。一方残り半分は「重大事故の可能性を肯定」した。そしてその多くは、「一旦事故が発生したら世界は終わるから考えても仕方が無い」との意見だった。フランス国民のリスクに対する考え方の一特徴を垣間見た。

4. 国民の放射線不安について

フランス国民の放射線不安については、以下に三分される。①不安はない②家族が原子力関連事業に従事するため不安③よくわからない。ただし、上述の如く、①不安がないと考える集団の中には、一旦放射線災害が発生した場合は世界の終わりであるから放射線を受け入れるしかない(というフランス特有の;筆者注)考え方を持つ住民が含まれる可能性がある。

5. 放射線業務従事者の放射線不安

結論として、原子力事業所で働く放射線業務従事者に放射線不安は存在しない。原子力発電所放射線業務従事者の多くは地元出身者である。EDF 社

員は統一化された 6 週間の放射線教育を受けている。

III. 放射線防護・安全研究所 (IRSN)

1. 放射線防護・安全研究所 (IRSN) の役割

以下の領域に関する技術的支援・助言を行う。

- ①放射線防護領域:放射線防護、原子力安全、セキュリティ領域の教育・訓練、放射性物質の輸送、処理、管理等
- ②環境放射能監視と放射線業務従事者の被ばく線量管理:放射線業務従事者・傷病者・公衆、病院、民生用及び軍事用原子力施設、線量評価
- ③緊急対応と医療支援:線量評価、生物学的線量評価、高線量被ばく患者の医療支援

また以下の領域に関する研究を行う。

- ①線量評価、放射線生物学、疫学部門研究:線量測定、線量計算、放射線影響(分子生物学、組織学、病理学)、動物モデル、総説研究、内部被ばく・汚染、低線量・高線量被ばく、急性・慢性被ばくほか

IRSN は原子力安全機関(ASN)、フランス電力(EDF)にとってのアドバイザーであり、地域情報委員会(CLI)とは情報共有連携を行う(図 2)。

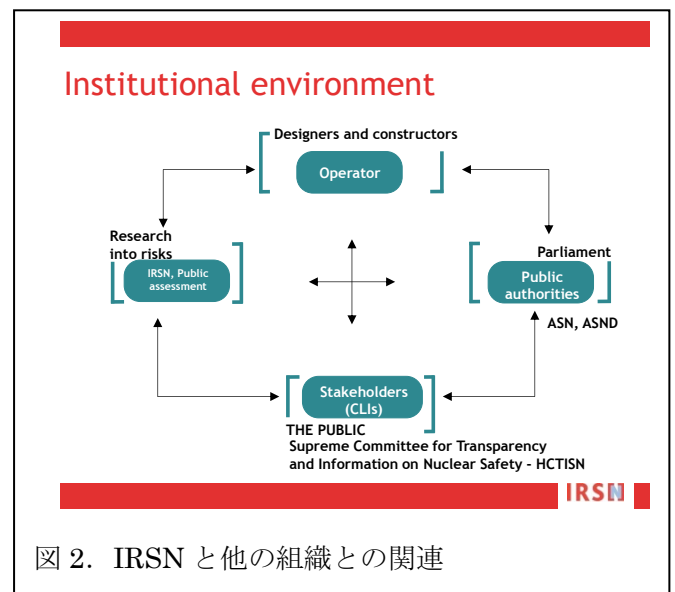


図 2. IRSN と他の組織との関連

2. 主な活動

1) 平時と緊急時

平時:医療に於ける臨床的参考レベルの設定
緊急時:放射線事故に対する対応

2) 報告書の作成(図 3)

年間約 1,000 件に及ぶ要求課題に関する調査・研究報告の作成。



3) データベースの作成

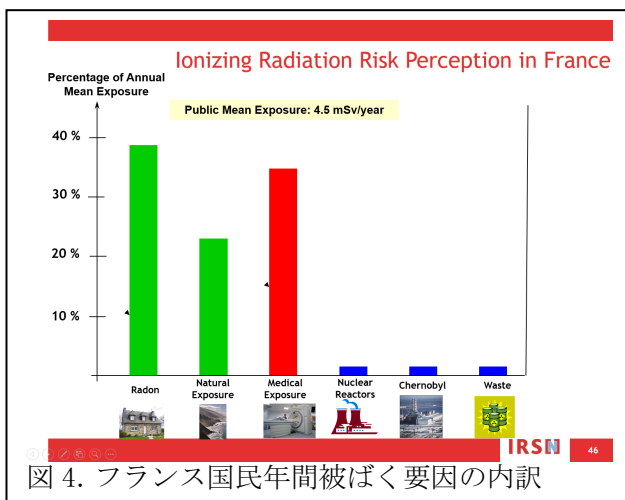
- 医療被ばく
- 原子力発電所放射線業務従事者の被ばく

4) 緊急時の準備

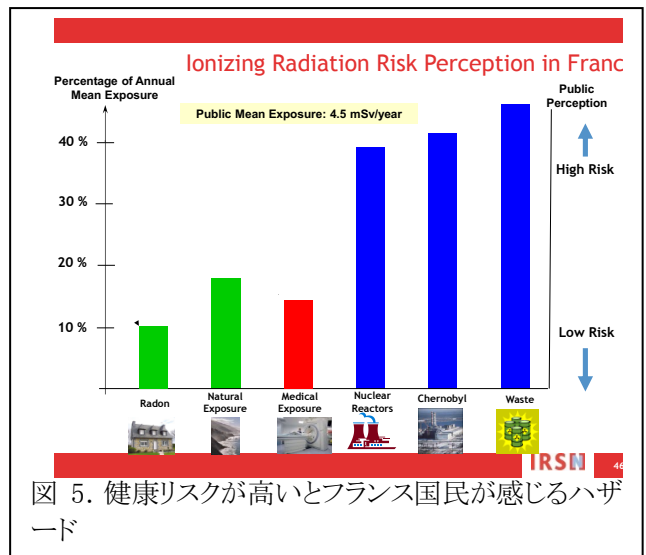
- α核種内部汚染に対する肺モニタ:各原子力施設に配備している。測定時間 20 分、MDA14,000Bq 程度
- α核種内部汚染に対する生物学的線量評価施設:11 施設を整備
- 間葉系幹細胞移植
- 水晶体組織等価線量の改定:20mSv/年

3. フランス国民の放射線リスクに対する考え方

IRSN の調査によると、国民の年間被ばくの割合は、ラドン吸入(全体の約 40%)、医療被ばく(約 35%)、自然被ばく(全体の約 25%)であり、原子力施設関連の割合を大きく上回っている(図 4)。



一方、健康リスクが高いとフランス国民が感じるハザードを調査した結果、原子力施設の割合に比較して、年間被ばくの原因となる上記 3 ハザードのリスクは低く評価されている(図 5)。



上記からは、フランス国民においても、そのリスクを正しく評価されていない現実が示唆された。

IV. フランスの放射線に関する学術・教育関連団体

1. フランス放射線防護学会(SFRP)(図 6)



専門家同士が経験や実践を共有し、専門家と非専門家との間での情報交換を支援し、放射線防護を促進すること、国際協力を強化すること、及び放射線防護における電離放射線と非電離放射線に関する様々な情報を普及することがフランス放射線防護学会(SFRP)の目的とされている。

SFRP は放射線防護に関する以下の様々な分野について学術的情報を提供している。

- 電離放射線及び非電離放射線の人体及び環境への影響
- リスクアセスメント及びリスク管理
- 放射線防護分野の戦略及び規制
- 技術及びノウハウ、良好事例や経験のフィードバック
- 情報と訓練
- 放射線防護の倫理的及び社会的な側面

2. フランス原子力防護評価研究所 (CEPN)

1) 概要

CEA, IRSN, EDF の支援により 1976 年に設立された NPO で放射線防護関連の調査研究を行う。SFRP, ICRP, IRPA, NEA CRPPH と密に連携して、以下の活動を行う。①放射線リスク評価とその方法論
②原子力施設に於ける ALARA 原則の啓発
③現存被ばく状況への対応
④原子力事故後の対応 (広島大学、長崎大学との連携)

2) 基本コンセプトは放射線防護文化の涵養

上記目標達成のために以下の活動を行う

- EDF で働く放射線業務従事者向けの放射線リスク回避教育のデザイン
- ASN の放射線安全検査官向け講習
- ALARA 文化に根ざしたハンドブック制作 (EAN, 'Optimisation of Radiation Protection: A Practical Guidebook')
- ヨーロッパ ALARA トレーニングコースの開発と運営
- 講習との活動 (高校生、エトスミッションほか)

3) 教育・訓練の開発 (図 7)

訓練の細目は以下の通り

- 放射線リスク回避訓練
- 医療トリアージの適用方法
- 原子力事業所に於ける放射線リスクの測定
- 放射線防護具の装着とその目的
- 放射線被ばくを低減するための規則
- 実被ばく線量・予測被ばく線量の管理

4) CEPN が掲げる放射線教育のコンセプト

- 低線量放射線、放射線被ばくが低線量率であってもリスクが存在することを否定しない
∴放射線防護システムの基礎は LET 仮説に代表される線量依存性リスクであると考えているから
- 放射線リスクを最適化するために何が重要かを考察する; 放射線防護団体、訓練、線源への対応 (除染、遮蔽など)、放射線業務従事者の線量監視 (個人線量計、防護技術、医療サービス他)、ALARA の手順、インセンティブなど
- 記憶型トレーニングを避ける
∴放射線防護の為に参加者個々の主体性想起と個人の体験が重要と考えるから
- 大切なのは放射線防護文化を全ての放射線業務従事者の間で共有すること: 責任感、到達目標、挑戦、どのようにすれば良いかを知ること
- 教育内容は放射線業務従事者や参加者のニーズに合わせる
- 実習を多用し、ルールの意味を理解してもらうよう努める
- 例えば、雰囲気上のタブー (例: 福島第一放射線業務従事者の被ばく線量と通常運用の発電所の被ばく線量比較など) を乗り越える努力をする。

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
08:00-09:30	Course opening Presentation of course, trainees and trainers CEPN / KSU	Exercise in plant Presentation of exercise (Typical maintenance job planning) CEPN/KSU	Technical visit to Ringhals NPP Bus leaves Barsebäck 08:00	Safety culture and human performance CEPN/KSU	RP issues at the design stage CEPN – C. Schieber RP issues in dismantling Barsebäck NPP experience
09:30-09:45	Coffee break	Coffee break	RINGHALS AB	Coffee break	Coffee break
09:45-11:30	Why ALARA? Evolution of the ALARA concept CEPN - Pascal Crouail	Exercise in plant Performance on site the maintenance job CEPN/KSU		ALARA tools CEPN – C. Schieber	Synthesis and evaluation CEPN
11:30-13:00	Lunch	Lunch		Lunch	Lunch
13:00-13:30	Group discussion	Exercise debriefing Presentation/group Feedback from trainers Discussion	Bus leaves Ringhals 15:00-15:30	Syndicate exercise Job evaluation in an ALARA-perspective CEPN – P. Crouail	
13:30-14:15	ALARA in regulations CEPN – C. Schieber	CEPN/KSU		Coffee break	
14:25-15:10	ALARA procedure CEPN – P. Crouail				
15:10-15:30	Coffee break				
15:30-16:15	ALARA programs in NPPs for RP management of operation and maintenance activities CEPN – C. Schieber	Work management for optimisation of RP in NPPs during operation and maintenance activities CEPN – C. Schieber		RP in Barsebäck during 25 years of operation C-G Lindvall	
16:15-16:45	Group discussions CEPN	Group discussions CEPN		Option for guided tour in Barsebäck plant or Freetime	
17:30-19:30	Innebandy Viking recreation	Curling	Sauna and bath in Oresund		
20:00-21:00	Dinner	Dinner	Dinner	Dinner	

図 7. CEPN が展開する教育・訓練コースの一例

3. CEFRI

教育における質を担保するために、教育の内容を審査認証する機関。1990年に創設された。法による教育内容の質の保証、放射線リスク回避のためのルールの提示、線量限度の制定などを行い、結果として放射線業務従事者の被ばく線量管理と放射線防護訓練を支援促進する。

教育内容の保障に関する、具体的な認証業務は放射線防護専門担当者(PCR)が行う。

PCRの資格はLevel 1, 2, 3に区分され、その活動領域も医療、原子力産業、搬送、原子力発電、研究・廃棄物管理の各分野に細分化される。

CEFRIの組織構造を図8.に示す。CEFRIの構成員は原子力事業者(EDF, AREVA, CEA, 軍関係者、教育関係者(CEPNなど)、研究機関(IRSIN)、専門家(SFRP)、産業医らからなる。

SFRP、CEP、CEFRの関係者らと、日本の放射線業務従事者に対する放射線教育について意見交換を行った。

1)「フランスの原子力発電所放射線業務従事者の放射線不安について」

表面上は放射線作業に対する恐怖感はない。何故ならば彼らは科学者や医療者を信用しており、常に研究が行われているからである。

2)「コミュニケーション文化について」

日本とフランスではコミュニケーションに関する文化が異なるのではないかと。日本はもともとコミュニケーションが困難な素地があるのでないのではないかと。フランスは自らの意見を表現する文化がある。日本は内にためてしまう可能性がある。だからフラストレーションがたまるのではないかと。

3)「放射線教育の方法論について」

日本は住民・作業員からの声を十分に引き出せていないのではないかと。講師が解説するだけの講義は不安を解決しにくい。不安な人の声をきいていない。自分の意見や気持ちを吐き出すことの出来る機会を設ける事が重要なのではないかと。研修を企画する側が意識してダイアログを行う事が重要。知識の伝授が教育の目的ではない。参加者から意見を引き出す機会を如何に作るかが重要である。とすると、日本人向けの意見を引き出す方法論を生み出すことが重要なのではないかと。

V. 原子力安全機関(ASN)

1. French Labor Code

フランスに於ける放射線防護規則はPublic Health Code, Labor Code, Environment Codeに三分される。このうち、原子力発電所作業員、放射線取扱従事者の放射線被ばくリスクを低減するためのFrench Labor Codeが重要である(図9)。

CEFRIでは教育の質担保のために、原子力発電所作業員の教育訓練において、少なくとも以下の9項目の教育項目を定めている。

<https://www.legifrance.gouv.fr/addichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000028321532> より

- フランス原子力施設における作業員の役割
- 自然・人工放射線に関するリスクの理解
- 一般的なハザードの知識
- 特に放射線被ばくに関連した労災リスクに対する個人防護
- 放射線管理区域における緊急対応(進入経路、作業、退出手順を含む)
- 自施設の作業内容
- 放射線被ばく・汚染防護具の用法(防護衣・手袋等脱着手順)
- 事業所毎に定める被ばく線量低減手順の理解
- 事業所毎に定める届け出方法の理解

4. 日本の放射線業務従事者教育に関する意見交換

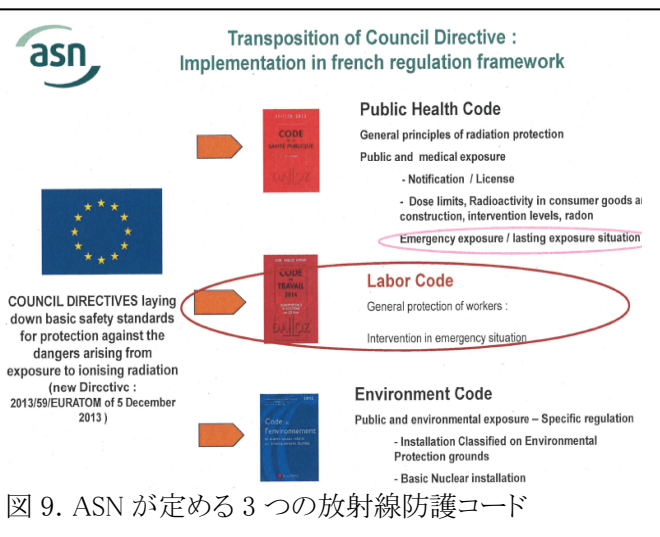


図9. ASNが定める3つの放射線防護コード

2. 線量限度と放射線業務従事者の被ばく線量区分
線量限度は20mSv/年である。一方、年間実効線量が年間6mSvを超える作業員はカテゴリーAに区分され、別途事業者の義務として産業医の助言を行う事は法律で定められている。

年間6mSvの根拠は不明確だが、線量限度以下の作業員の被ばく管理を簡単に区部するために運用される基準ではないかとのことであった(図10)。

3. PCRの質の管理と教育

ASNでは特に原子力管理の専門家としてのPCRや産業医向けの教育内容と資格維持の条件を管理している。ただし、その内容はCEFRI, CEPMらの意見が重視される。

ASNではPCRの役割として以下の10項目を定めている。

- 教育・再教育への参加と履修
- 資格更新のための書類・資料作成
- 作業員の就業前リスク評価
- 作業内容別作業員の被ばく線量評価
- 放射線管理区域の設定に関する提言
- 防護具の選定と効果の確認
- 余剰被ばくを起こしうる作業領域と状況の同定
- 組織に属さない作業員の被ばく線量管理
- 線源や核燃料の防護と警報装置の技術的管理
- 作業員被ばく線量の管理と管理機関(SISERI)への報告

ASNではPCRのレベル毎に履修内容と時間を規定している。また5年毎の資格更新と再教育を定めている(図11)。

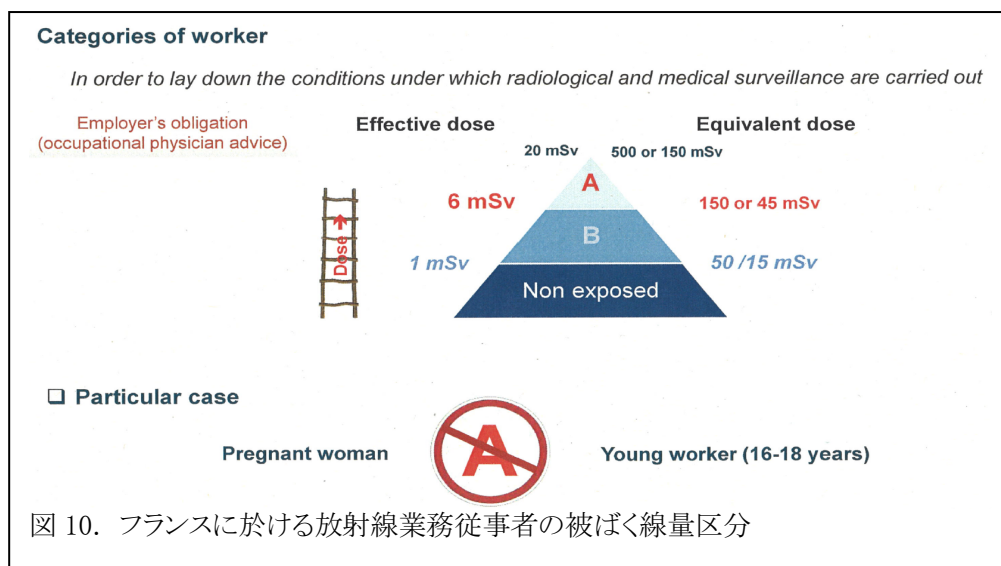


図10. フランスに於ける放射線業務従事者の被ばく線量区分

asn

PCR training

			Training		Retraining			
Activity Options			Theory and practice		Activity report			
Level 1	Medical		Common learning objectives adapted to each specific activity	21h	Theory + practice	12h		
	Industry							
	Transport							
Level 2	Medical	« SS »	Common learning objectives adapted to each specific activity and options	52h	Theory + practice	16h		
		« US »		58h	Theory + practice	20h		
		Both		70h	Theory + practice	25h		
	Industry	« SS »		52h	Theory + practice	16h		
		« US »		58h	Theory + practice	20h		
		Both		70h	Theory + practice	25h		
Level 3	Transport			45h	Theory + practice	15h		
	Nuclear power plant		Common learning objectives adapted to each specific activity and options	90h	Theory + practice	35h		
	Laboratories, research Reactors, waste factories							
			Theory: written tests Practice: continuous examination + oral test (practical exercises)					

図 11. PCR のレベルに応じた教育カリキュラム

図11. PCRのレベルに応じた教育カリキュラム

VI. フランス電力(EDF)

パリ南東部のノジャン地区にある EDF の原子力発電所へ赴き、作業員に対する放射線教育担当者にインタビューした。

1. EDF における放射線教育の特徴

その特徴を一言で表現するならば、規格化・標準化された教育システムである。

フランスの原子力発電所は全て国営であり、EDF が管理している。そのため全ての原子力発電所で共通の訓練施設・機材・プログラムにより運営される。その理由は、パイプやバルブの構造に至るまで、画一化されているからである。上記により、作業員教育の垂直(役割別教育の関連性)・水平(フランス国内施設の関連性)双方の連携が図られる。

原子力発電に関わる全てのスタッフが放射線教育を受ける。

2. 教育内容

教育プログラムは以下の三つに区分され運用される。

1) 契約作業員(outside worker)の教育

基本的には EDF 社員教育に準拠する。勤務する原子力発電所に特徴的なルールを中心に教育を行う。ルールの詳細を教えることよりむしろ、ルールの意味や理由を伝えることに重点が置かれる。

教育内容は以下のレベルに 2 区分される(図 12)。

①“Classic worker”向けの教育

作業配置、防護方法、ルールの用い方などを 5 日間で教育する。資格は 3 年毎に更新が要求される。

- 原子力発電所運転操作の基本
- 火災への対応
- 環境管理
- 一般的な安全確保
- 労働安全文化
- 作業の質担保

②“Job leader”向けの教育

放射線管理区域で単独作業、あるいは作業チーム安全の役割を果たす作業員向けの内容で①に加えてより特殊な内容が追加される。具体的には作業エリアと役割別に以下の図の如く教育期間が定められている。

2) 社員(EDF staff)の教育

基本内容は 1) 契約社員と同様だが、その履修期間が長い(例:「原子力発電所運転操作の基本」や「火災への対応」は、上記 classical worker 向けでは 5 日間だが、社員はそれぞれ 3 週間、1 週間に履修期間が延長する)

3) 放射線防護専門家(Radiation Protection staff)の教育

特別プログラム(6ヶ月) + 理論と実践のトレーニング(12 週間) + On the Job トレーニングからなる

- 一般安全管理
- 火災への対応
- 放射線防護
- 放射線防護の為のソフトウェア
- 放射線防護者のための教育プログラム開発
- 放射性物質搬送のための規則

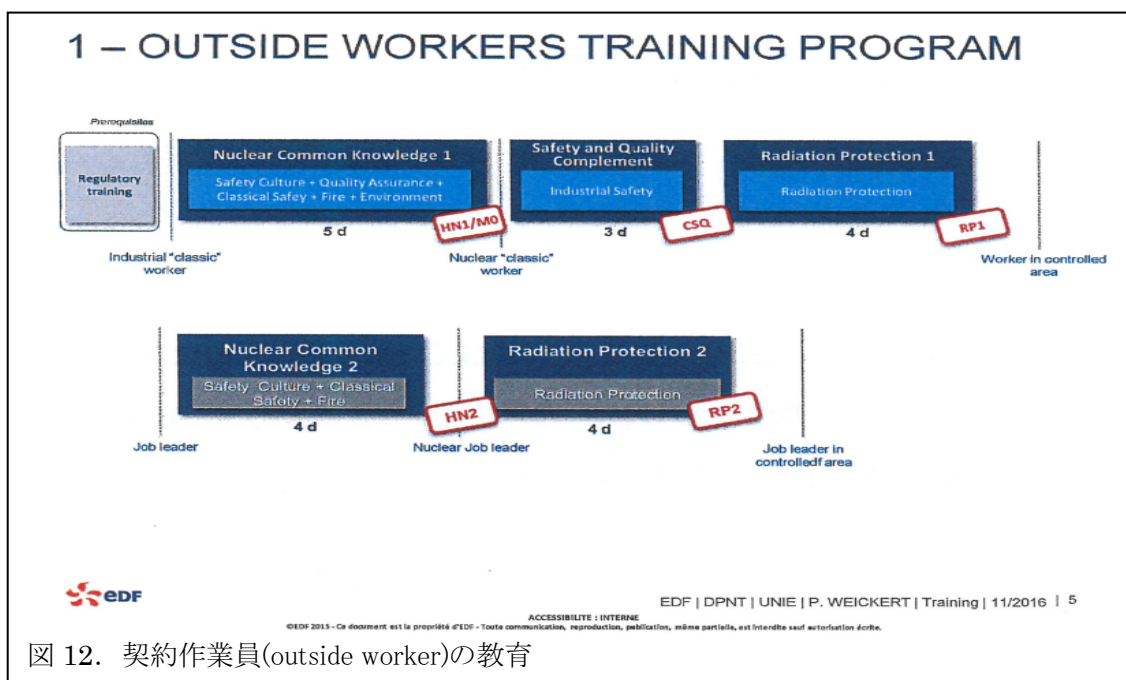


図 12. 契約作業員(outside worker)の教育

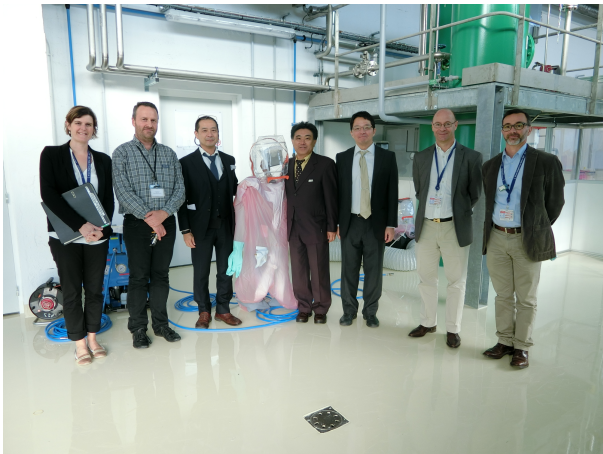
3. . EDF における放射線教育施設の実際



EDF ノジャン原子力発電所



作業員の教育研修施設



教育研修施設と EDF 教育スタッフ

4. 意見交換

1)「放射線取扱従事者(作業員)の放射線不安について」

基本的には不安は存在しない。考えうるとすれば、日本で発生したようなシビアアクシデントに関する不安であろう。EDF の放射線教育においては、考えられるあらゆるシビアアクシデントに対する対応がシミ

ュレーションされる。EDF で行っている教育のようにタイトなスケジュールで訓練をこなすことが、作業員の安心に繋がっていると考ええる。

2)「EDF の教育内容について」

放射線リスクについて、作業員自身が自問自答することを重要視している。言い換えれば、作業員自身が(疑問を持ち、それを解決することが出来るように教育することで)知らないことがないようにする。作業員自身がリスクに対峙する当事者であるという意識を醸し出すことが、作業員の教育において重要であると考ええる。

2)「日本に於ける TBM-KY のような就業前安全確認について」

フランスでは Pre-Job-Training の形で運用されている。

3)「被ばく・汚染者に対応する医療機関について」

ノジャン原子力発電所では、約 15km 離れた医療機関 2 カ所と契約している。ヘリコプターを用いた搬送システムが確立している。毎週金曜日には地元の消防とのミーティングを行い、連携構築を行っている。

4)「教育施設について」

一つの会社組織で教育を管理するために、全ての原子力発電所で共通のレイアウトによる教育施設が整備されている。そのため施設の枠を超えたリスク管理や情報共有が可能となっている。

D. 考察

I. フランスにおける原子力政策と世論の概要

1. 国家主導型の原子力政策

フランスの原子力事業所、原子力発電事業は、我が国と比較してより国主導であり単一国营である。上記故に原子力事業所に対する国民の信頼は我が国と比較して保たれているように感じた。

2. 重層化された原子力情報共有学術団体

国、県(prefecture)、事業者、専門家、住民、が一同に会する学術集会が存在する。それらは、国から独立した団体が運営する。

3. 複雑な組織構造

上記 2. 故にその構成員・組織は複雑である。

4. 歴史と文化に根ざしたリスク認知

原子力というハザードに対するリスク認知は、ヨーロッパの歴史・文化に根ざしたものである。従って、フランスの原子力行政システムを我が国と比較する場合は歴史・文化・国民のリスクに対する考え方の文化的歴史的違いに留意する必要がある。

II. 放射線業務従事者の教育

1. 標準化・規格化

国营単一企業にて原子力発電が行われているため、教育内容は標準化しやすい環境にある。そのため国から委託された団体が教育基準や規定を作成

し、その質が担保されている。また資格が区分され。資格更新のための再教育を明記する事で実践的な知識と技術が維持しやすいシステムとなっている。

翻って我が国では、上記の様な放射線従事者のための教育の質担保がフランスほど厳格ではない。

2. 国民の特性に根ざした教育手法と原子力政策

フランスにおいては放射線業務従事者の不安や課題は比較的表出しやすい。何故ならばフランス国民の文化的特性として、個人の意見を社会に表出する風土があるためである。加えてフランスでは歴史的・文化的背景から国民の価値観は多様であり、それをも表出することを厭わない。従って、教育担当者が苦心するのは、多様な異なる意見を纏めて、集団を全体としてどのような方向に導くかに力点が置かれる。

このような環境においては、国家・事業者・研究機関が積極的な教育を行い、科学的研究知見を常に発信している姿を国民に示さないと、国民は原子力政策を信用しない。従って、放射線防護や有効活用に関する分野の教育や研究を、原子力事業推進組織が積極的に行っている。

翻って我が国の教育においては、個人の意見を社会に表出する傾向が、フランスに比較して少ない。従って、他者の多様な意見や価値観に国民が触れる機会も少ない。放射線不安は表出されずに内在し潜在化する可能性を秘めている。従って、我々教育を提供する立場のものは、上記の傾向が我が国にあることを十分認識し、教育現場ではより一層、教育の受け手 1 人 1 人が自ら考え、考えた意見を表出し、他者の意見との違いを体感する機会を生み出すように留意する必要があると考えた。

3. 組織構成員による作業グループリーダー制度

PCR に代表される放射線防護管理者は、現場において必須であると考え。特徴的なのは、作業グループリーダーに対する特別な教育と資格である。我が国でも、作業内容を熟知した作業員の中から、教育を担当するリーダーを育成するシステムの整備を、より一層進める必要性を感じた。

III. 調査研究の限界

本視察では、フランスの原子力発電所で実際に放射線業務に従事する方から、意見を伺うことは出来なかった。また、インタビューや調査に協力頂いた関係者は総じて組織の管理者・広報担当者であった。また、放射線業務従事者の放射線不安に関する科学的研究データを見つけることは出来なかった。従って、フランスの原子力発電所作業員の放射線不安について、本調査によって実態がつかめたとはいえずしも言えない。

IV. 我が国の放射線業務従事者に対する教育内

容への反映

平成 29 年度に提供した放射線業務従事者向け講習の内容は、①放射線人体影響、②原子力防災と放射線モニタリング、③放射線災害対応、④放射線リスクコミュニケーション及び⑤机上訓練であり、参加者から高い評価を得た。

平成 30 年度は、フランス視察の結果・考察等を踏まえ、以下の点に留意して講習を行う。

1. 単なる一方向性の講義にとどまらず、選択枝を提示し回答を求める方法を利用して、講義中に受講者が主体的な意見を持ち、それを表現できるような環境を整備する。

2. 基準値や管理規則については、何故それが定められたのかの理由についても言及する。

3. ロールプレイ等のアクティブラーニングを多用して、参加者の主体的学習参加を促す。

4. 机上訓練では、個々の所属企業体毎に事故災害対応の問題点を洗い出すとともに、組織や役割によって優先順位や対応に多様性があることを学ぶ機会を提供する。

E. 結論

フランスにおいて提供されている放射線業務従事者向けの放射線教育に関してその一端を垣間見る機会を得た。その結果、我が国の放射線業務従事者の放射線不安に対応するための教育の将来展開にむけた以下の提案を行う。

1) 重点をおくべき教育対象者

共通の放射線取扱業務に従事する現場作業員でかつ、所属や役割などの異なる作業員を対象とした教育啓発活動の整備を提案する。

2) 教育手法

従来の座学よりむしろ、クイズ形式の知識確認、実習、机上演習を提案する。知識啓発に関しては、管理ルールの内容もさることながら、何故そのルールが存在するのかを明確に示す事が重要と考えられる。

3) 教育内容

内容と質の評価を行い、認証を行う組織の導入を提案する。また、放射線業務従事者に現在にもまして資格制度を設け、再教育についてもより厳格に制度化することを提案する。

4) 教育担当者

現場作業員のリーダーが、上記 1～3) に基づく質の担保された知識と技術を、On the Job Training 等の機会を利用して放射線業務従事者に啓発することを提案する。

F. 参考文献

1. International Energy Agency, World Energy Outlook 2015. 2015.

2. 世界の原発利用の歴史と今 | 原子力 | スペシャルコンテンツ | 資源エネルギー庁. 2017 [cited 2018 25/Mar]; Available from: <http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/nuclear/sekainonuclear.html>.
3. Shinichi, O., 福島第一発電所事故後の原子力発電に対する海外世論の動向(2). INSS JOURNAL, 2012. **19**: p. 297-301.
4. Oiso. Shinichi, 福島第一発電所事故後の原子力発電に対する海外世論の動向(3). INSS JOURNAL, 2017. **24**: p. 183-187.
5. 公益財団法人原子力安全研究協会 原子力をめぐる諸外国の動向調査 平成 28 年度文部科学省委託事業原子力平和利用確保調査成果報告書. 2017.
6. 内閣府原子力政策担当室、主要国に於ける原子力行政体制について. 2012.

放射線防護責任者のトレーニングの方式とトレーニング機関の認証に関する 2013 年 12 月 6 日の省令を資料添付

放射線防護責任者のトレーニングの方式とトレーニング機関の認証に関する 2013 年 12 月 6 日の省令（アレテ）NOR : ETST1332729A

放射線に由来するリスクに晒される恐れがある就労者がいる企業は、有資格の放射線防護責任者を置かなければならない。この省令は、資格取得のために受ける必要があるトレーニングの内容と、資格を付与することができる認証を得たトレーニング機関について定めている。2014 年 7 月 1 日付で施行された。トレーニングは 3 つのレベルに分けられる。当該企業の業種とリスクの程度に応じて責任者が取得すべき免許のレベルが決まる。事業・業務の点から見た分類は以下の通り（以下第 2 条の要約）。

第 1 レベルのトレーニングの対象事業

- ・公衆保健法典の第 R. 1333-19 条の申告制度に服する事業（主に X 線を利用する医療機関）、画像下治療を除く。
- ・国際原子力機関（IAEA）による分類でカテゴリ 5 の密封線源を 10 体未満まで用いている事業
- ・危険物の陸送に関する 2009 年 5 月 29 日の省令（アレテ）に定める特殊輸送荷物指定の放射性物質の運送事業
- ・ラドン濃度が高い地域における業務と飛行機の搭乗業務
- ・放射線のリスクが伴う施設で人材派遣会社の従業員が従事する業務

第 2 レベルのトレーニングの対象事業

第 1 レベルと第 3 レベル以外の事業

第 3 レベルのトレーニングの対象事業

環境法典第 L. 593-2 条に示す原子力施設又は防衛法典第 R. 1333-40 条に示す秘密原子力施設に属する個別施設の内部で行われる業務。ただし以下の施設を除く。

— 2007 年 5 月 11 日の政令（原子力施設の分類に関する政令）において定義された限りの加速器を含む施設

— ガンマ線のみが発生させる密封線源を利用する施設

事業部門別の分類から見ると以下の通り

第 1・第 2 レベルが対象とする事業部門

— 「医療」部門：診断又は治療、予防、歯科、臨床検査、獣医、法医学検査と、それらに關係する研究事業を行うところの、放射線を利用する施設

— 「放射性物質の運送」部門

— 「工業」部門：上記の 2 部門には入らないが、従業員が放射線のリスクに晒される恐れがある事業を行う企業（關係する研究事業含む）

第 3 レベルが対象とする事業部門

— 「原子炉」部門：すべての原子炉。その目的（発電、研究など）は問わない。

— 「研究所・工場・廃棄物管理施設」部門：原子炉以外のすべての原子力施設と秘密原子力施設に属する個別施設

なお、第 2 レベルにおいては、免許に「密封線源」と「非密封線源」の 2 つの分類が設けられている。

各レベルのトレーニング内容は以下の通り（付帯文書 I-III の要約）

第 1 レベルのトレーニング

「医療」、「放射性物質の運送」、「工業」の各事業を対象とする 3 種の免許がある。

I 初回トレーニングと更新トレーニングの両方に共通の措置

3 つの事業部門に共通の目標

トレーニングは、候補者が以下の知識と能力を取得できるような内容とする。

知識・能力	教育目標	取得すべき能力
研修者の既得知識に	a) 以下に関する理論的な知識を説明する。 — 放射線とその生物学的影響（放射能と電磁放射線に関する現象、放射線と物質の相互作用、放射	放射線防護の有資格者が主な任務を遂行するに当たっては、これらの理論的要素を知悉していることが必要である

応じて調整すべき知識	線の生物学的影響、人体への暴露を生じさせる発生源など) ―就労者の放射線防護（放射線防護の原則、保護と管理の手段、外部被ばくに対する保護、放射線の検出手段) b)放射線防護に関する行政、技術、法規に関するあらましの説明 c)放射線防護の有資格者の協力先となる当事者ら（労働医、企業の衛生・安全性・労働条件委員会など）の枚挙	
事業部門に 応じて調整 すべき技能	a)企業の職業病リスクの予防と、その他の性質のリスクに対する対応のための全体的な手続きに放射性リスクを組み入れる	以下の取り組みにおいて経営者を助けることができる ―リスク評価を行う
	b)事業の種類に合わせて放射線防護の規則を、主に基本文書の形で導入する	―制限区域を定義し、範囲を決める ―作業ポストの分析を行う
	c)標準的な管理の計画、手順、手続きに習熟し、これをそれぞれの企業・施設の状況に合わせて適合理化する	―最適化の原則の適用 ―従事者の線量等量の目安を決める
	d)放射線防護の技術的検査を企業ごとに適合理化する手法について説明し、それを適合理化する	―被ばく量の記録簿と証明書の作成に必要なデータを収集する
	e)特殊輸送荷物指定の放射性物質の発送、輸送、受け取りに関する放射線防護に関する手続きを、「放射性物質の運送」事業において適用する。輸送用容器について放射線防護の計画を策定する f)第2条のdに示す強い自然放射線への被ばく（ラドン濃度が高い地域における業務と飛行機の搭乗業務）に、個別的手続きと措置を適用する	―個人線量計と環境線量計による測定の立案と実行 ―線量の計算と防護の実施 ―協力会社との作業の場合の個別的措施の実施（運送時の放射線防護の予防プラン又はプログラム） ―既存の手続きに基づいた、放射線関連の状況悪化又は事故の同定・管理
コミュニケーション能力	a)就労者に対して、放射線防護のトレーニングにおいて、放射線に関するリスク、放射線防護の重要性、既存の教育ツールを用いた防護措置について説明する。 b)企業内で、また対外的に、放射線防護の方針に関する広報を行う	放射線に暴露される就労者のトレーニング及び説明への準備に参加する。放射線防護について自立的に対応することができる。

更新時のトレーニングにおいては、上記の知識・技能・コミュニケーション能力を最新の状態に引き上げることを可能にするような教育が行われる。

II 初回・更新時トレーニングの期間

初回トレーニングの理論・応用モジュールに費やされる最低限の研修期間は以下の通り。

第1レベルのトレーニング期間				
「医療」、「放射性物質の運送」、「工業」部門				
種類	理論モジュール	応用モジュール	合計時間	追加モジュール
初回	6 時間	15 時間	21 時間	8 時間
更新時	4 時間	8 時間	12 時間	なし

III 知識等習得状況の確認のための共通の方式

上記の表に示すトレーニングの時間に加えて、グループごとに以下の候補者評価の時間が設けられる。

―理論モジュール：個別に 45 分間の試験

―応用モジュール

- ・認証を受けたトレーニング期間が定める方式による随時的な評価

・実践的状況をグループ（1 グループに最大 5 人）で分析する 1 時間の作業と、各参加者を対象にした個別の面談からなる口頭試験
更新時トレーニング後の試験においては、上記の時間は 50%削減される。

第 2 レベルのトレーニング

「医療」、「放射性物質の運送」、「工業」の各事業に対応した 3 種の免許がある。

I 初回トレーニングと更新時トレーニングに共通の規定

3 つの部門に共通の教育目標

知 識 ・ 能力	教育目標	取得すべき能力
研 修 者 の 既 得 知 識 に 応 じ て 調 整 す べ き 知 識	a) 以下に関する理論的な知識を説明する —放射線とその生物学的影響（放射能と電磁放射線に関する現象、放射線と物質の相互作用、放射線の生物学的影響、人体への暴露を生じさせる発生源など） —就労者の放射線防護（放射線防護の原則、保護と管理の手段、外部被ばくに対する保護、放射線の検出手段） b) 放射線防護に関する行政、技術、法規に関するあらましの説明 c) 放射線防護の有資格者の協力先となる当事者ら（労働医、企業の衛生・安全性・労働条件委員会など）の枚挙	放射線防護の有資格者が主な任務を遂行するに当たっては、これらの理論的要素を知悉していることが必要である
事 業 部 門 に 応 じ て 調 整 す べ き 技 能	a) 企業の職業病リスクの予防と、その他の性質のリスクに対する対応のための全体的な手続きに放射性リスクを組み入れる。 b) 放射線防護の規則を枚挙し、当該事業の種類にあわせてそれらの規則を展開・実施する。	以下の取り組みにおいて経営者を助けることができる。 —リスク評価を行う。—制限区域を定義し、範囲を決める
	c) 放射線防護の技術的検査のプログラムを策定し、導入する。	—作業ポストの分析を行う —最適化の原則の適用
	d) 主な放射線量の測定と等価線量の評価手段を使いこなす e) 放射性物質を封入した容器（危険物輸送における「第 7 クラス」分類）の発送、輸送、受け取りに関する放射線防護に関する措置を説明し、「放射性物質の運送」事業について、放射線防護の計画を適用する	—従事者の線量等量の目安を決める —被ばく量の記録簿と証明書の作成に必要なデータを収集する —個人線量計と環境線量計による測定の立案と実行 —線量の計算と防護の実施 —協力会社との作業の場合の個別的な措置の実施（運送時の放射線防護の予防プラン又はプログラム）
	—放射線関連の状況悪化又は事故について、対応の手続きを決め、実際の管理に当たる	
	—それが必要な場合には、作業場の除染を行う	
	—それが必要な場合には、放射性物質により汚染された廃棄物及び排水の管理の手順を規定する	
コ ミ ュ ニ ケー シ ョ ン 能力	a) 就労者に対して、放射線防護のトレーニングにおいて、放射線に関するリスク、放射線防護の重要性、既存の教育ツールを用いた防護措置について説明する b) 企業内で、また対外的に、放射線防護の方針に関する広報を行う	放射線に暴露される就労者のトレーニング及び説明への準備に参加する。放射線防護について自立的に対応することができる

更新時のトレーニングにおいては、上記の知識・技能・コミュニケーション能力を最新の状態に引き上げることを可能にするような教育が行われる。

II 初回・更新時トレーニングの期間

初回トレーニングの理論・応用モジュールに費やされる最低限の研修期間は以下の通り。

第2レベルのトレーニングの期間					
部門	分類	理論モジュール	応用モジュール（セミナー2/3+実習 1/3）	総時間数	追加モジュール
初回トレーニング					
医療・工業	「密封線源」	16 時間	36 時間	52 時間	15 時間
	「非密封線源」	16 時間	42 時間	58 時間	15 時間
放射性物質の運送	--	18 時間	27 時間	45 時間	15 時間
更新時トレーニング					
医療・工業	「密封線源」	4 時間	12 時間	16 時間	なし
	「非密封線源」	5 時間	15 時間	20 時間	なし
放射性物質の運送	--	4 時間	11 時間	15 時間	なし

「密封線源」と「非密封線源」の両方の分類を同時に習得する場合の時間数は下表の通りとする。

第2レベルのトレーニングの期間					
部門	分類	理論モジュール	応用モジュール（セミナー2/3+実習 1/3）	総時間数	追加モジュール
初回トレーニング					
医療・工業	「密封及び非密封線源」	21 時間	49 時間	70 時間	20 時間
更新時トレーニング					
医療・工業	「密封及び非密封線源」	6 時間	19 時間	25 時間	なし

III 知識等習得状況の確認のための共通の方式

上記の表に示すトレーニングの時間に加えて、グループごとに以下の候補者評価の時間が設けられる。

ー理論モジュール：個別に1時間30分間の試験

ー応用モジュール

- ・認証を受けたトレーニング期間が定める方式による随時的な評価
- ・実践的状况をグループ（1グループに最大4人）で分析する1時間30分間の作業と、各参加者を対象にした個別の面談からなる口頭試験

更新時トレーニング後の試験においては、上記の時間は50%削減される。

第3レベルのトレーニング

「原子炉」と「研究所・工場・廃棄物管理施設」の2つの部門を対象とした2種の免許がある。

I 初回トレーニングと更新時トレーニングに共通の規定

習得すべき知識・能力は以下の通り。

知識・能力	教育目標	取得すべき能力
研修者の既得知識に応じて調整すべき知識	a) 以下に関する理論的な知識を説明する ー放射線とその生物学的影響（放射能と電磁放射線に関する現象、放射線と物質の相互作用、放射線の生物学的影響、人体への暴露を生じさせる発生源など）	放射線防護の有資格者が主な任務を遂行するに当たっては、これらの理論的要素を知悉していることが必要である

	—就労者の放射線防護（放射線防護の原則、保護と管理の手段、外部被ばくに対する保護、放射線の検出手段） b) 放射線防護に関する行政、技術、法規に関するあらましの説明 c) 放射線防護の有資格者の協力先となる当事者ら（労働医、企業の衛生・安全性・労働条件委員会など）の紹介 d) それぞれの当該事業部門に固有の放射線防護の手順を区別する。	
事業部門に応じて調整すべき技能	a) 企業の職業病リスクの予防と、その他の性質のリスクに対する対応のための全体的な手続きに放射性リスクを組み入れる b) 場所や施設の状態に応じて、また、放射線の除去を含み、複数の段階からなる作業に予防措置を適合化させる	以下の取り組みにおいて経営者を助けることができる。
		—契約上の文書、基準書、事業者の指針を用いる
		—協力会社を考慮に入れつつ、施設の装備や状態（運転中、停止中、解体中）に応じて放射線のリスクを同定・分析する
		—必要な手順規定書を作成する
		—リスク評価を行う
		—制限区域と特別制限区域の規定及び設定
		—作業ポストの分析を行う
		—最適化の原則を適用する
		—従事者の線量等量の目安を決める
		—被ばく量の記録簿と証明書の作成に必要なデータを収集する
		—個人線量計と環境線量計による測定の立案と実行
		—線量の計算と防護の実施
		—放射線関連の状況悪化又は事故について、上記の 2007 年 11 月 2 日の政令第 20 条に示す内部緊急対応プランにおける諸規定に整合的な形で、対応の手続きを決め、実際の管理に当たる
		—作業ポストの除染を組織する
		—放射性物質により汚染された廃棄物及び排水の管理の手順を規定する
		—協力会社が介在する場合の個別的措置を適用する（運送の際の放射線防護の予防プラン又はプログラムなど）
		—リストアップ済みのリスクの予防措置を適用し、有効性を確認する。主に、予防措置の検査プログラムを立案・実施する
		—放射性物質の運送を対象に放射線防護プランを実施する
		—放射性除去の工事現場において放射線防護措置を実施する
		—主な測定機器を使用できる

		—第 7 クラス指定の放射性物質を封入した容器の発送、輸送、受け取りに関する放射線防護に関する措置を説明し、放射線防護の計画を適用する
		—作業ポストにおける従事者に放射線防護についてアドバイスする。
		—放射線下における作業の際に状況悪化を制御する
		—実施した予防・防護措置の適切性と有効性に関するフィードバックを利用する
		—複数の原因が介在する事故の状況を管理する
コミュニケーション能力	a) 就労者に対して、放射線防護のトレーニングにおいて、放射線に関するリスク、放射線防護の重要性、既存の教育ツールを用いた防護措置について説明する。	放射線に暴露される就労者のトレーニング及び説明への準備に参加する。放射線防護について自立的に対応することができる。 特に他の会社の介入がある場合に、すべての関係当事者との間で連絡を保つ

更新時のトレーニングにおいては、上記の知識・技能・コミュニケーション能力を最新の状態に引き上げることを可能にするような教育が行われる

II 初回・更新時トレーニングの期間

最低限のトレーニング時間は下表の通り

第 3 レベルのトレーニング時間数				
「原子炉」と「研究所・工場・廃棄物管理施設」				
種類	理論モジュール	応用モジュール	総時間数	追加モジュール
初回	27 時間	63 時間	90 時間	28 時間
更新	7 時間	28 時間	35 時間	なし

III 知識等習得状況の確認のための共通の方式

上記の表に示すトレーニングの時間に加えて、グループごとに以下の候補者評価の時間が設けられる。

—理論モジュール：個別に 1 時間 30 分間の試験

—応用モジュール

- ・認証を受けたトレーニング期間が定める方式による随時的な評価
- ・実践的状况をグループ（1 グループに最大 4 人）で分析する 1 時間 30 分間の作業と、各参加者を対象にした個別の面談からなる口頭試験

更新時トレーニング後の試験においては、上記の時間は 50%削減される。（トレーニング内容等の説明はここまで）。

免許は 5 年間を期限として付与される（第 5 条）。更新に当たっては上記の更新時トレーニングを受け、合格する必要がある（第 7 条）。上位のレベルへの免許の書き換えと同一レベルにおける免許種類の書き換えは可能だが、初回トレーニングの 50%の時間数のトレーニングを受けて、合格する必要がある。分類（密閉線源と非密閉線源）間の書き換えは、時間数の差分のトレーニングを受け直す必要がある（第 6 条）。

受講者の合格判定は以下のように行われる（第 4 条）。理論モジュールについては、選択式及び自由回答式の筆記試験を行い、その結果は最終判定の 30%に反映される。応用モジュールについては、随時的評価が最終判定の 30%に、口頭試問が同じく 40%に反映される。合格するには、3 つの考査のそれぞれで 20 点満点中 8 点を、また総合評点では 20 点満点中 10 点を獲得しなければならない。