Photo　Masaaki Abe

Index

福島第一原子力発電所事故後の保健師活動と放射線教育
～ 経験からの学びを形に ～ …… 麻原きよみ　1

北海道冬季大停電事態の人命リスクと
原子力発電所再稼働 …… 髙田　純　6

〔コラム〕 8 th Column【がん急増の理由】…… 中川　恵一　11

群馬県内における放射線診療検査件数と医療被ばくによる国民線量の評価
…… 大竹　英則、中村　潤平、鎗田　和真、須藤　高行　12

〔テクノルコーナー〕
放射線滅菌バリデーション用
B3フィルム線量計と管理システムの紹介 ……　17

令和元年度放射線安全取扱部会年次大会
（第60回放射線管理研修会）のお知らせ ……　18

〔サービス部門からのお願い〕
返信用封筒はセロハンテープで確実に封をしてください……　19

＊誌名の「FBNews」は、弊社が行っていた「フイルムバッジ(FB)」による個人線量測定サービスに由来しています。

福島第一原子力発電所事故後の保健師活動と放射線教育
～ 経験からの学びを形に ～

麻原きよみ*

1．はじめに

人は経験から学ぶものである。しかし、1999年東海村で起きたウラン加工施設JCOの臨界事故の際には、住民に対応する保健師の放射線や被ばくに関する知識の必要性が指摘されたにもかかわらず[1)]、その後の防災計画や災害マニュアルは自然災害を想定したものであり、また保健師に対する放射線に関する基礎教育および現場での継続教育が何らなされぬまま、2011年の東日本大震災に伴う原子力発電所事故を迎えてしまった。放射線影響下の自治体保健師は、放射線の知識や情報がない中で、正しい情報と住民に知らせるべき情報の判断ができずに住民支援に苦慮し、しかし自治体職員という立場ゆえに住民の不安や苦情に相対しなければならなかった[2)]。

本稿では、福島第一原子力発電所事故の復興・復旧期において放射線影響下の自治体保健師と行った研究から明らかとなった保健師の住民支援の方法、それに基づく保健師への放射線教育について述べたい。

2．保健師の住民支援の方法

1）自治体保健師とのアクションリサーチ

私たち[1]は、環境省の事業[3)]として、原子力発電所事故後の復旧・復興期における自治体保健師の放射線防護文化形成のための実践（以下、住民支援の方法）を明らかにするために、アクションリサーチを保健師と協働で行った。国際放射線防護委員会（ICRP）[4)]は、原子力災害復旧期を焦点とした勧告において、「公衆の健康と教育を担う専門職による国民的な放射線防護文化の普及が災害復旧の鍵である」と述べている。ICRPがいう「放射線防護文化」とは、平常時でも事故・異常時でも法令による規制だけでなく、作業者も公衆も放射線防護の知識とスキルをもち、日常生活に放射線防護の行動を取り入れることができるようになることであり、ここでいう「知識やスキルをもち」とは、人々が賢明な判断と行動をとることができるようにするものである[5)]。私たちは原子力発電所事故後の復興・復旧期において、放射線防護文化形成のための鍵となるのはICRPの言う「公衆の健康を担う専門職」である保健師であると考えた。なぜなら、保健師は公衆衛生の専門職であり多くが自治体に所属する。保健師は地域の生活実態をよく知っており、それに基づいて、住民が健康に関する知識とスキルをもち、より健康的なライフスタイルとなるための健康増進・疾病予防活動を行っている。すなわち健康文化をつくるための活動を日常的に行っているからである。そこで原子力発電所事故

1 保健師の活動と放射線研究班
麻原きよみ（聖路加国際大学）、北宮千秋（弘前大学）、小西恵美子（鹿児島大学）、川崎千恵（長野保健医療大学）、菊地透（医療放射線防護連絡協議会）、大森純子（東北大学）、吉田浩二・折田真紀子（長崎大学）、小野若菜子・小林真朝・三森寧子・永井智子・江川優子（聖路加国際大学）、遠藤直子（国立看護大学校）、梅田麻希（兵庫県立大学）、荒木田美香子（国際医療福祉大学）

＊ Kiyomi ASAHARA　聖路加国際大学大学院看護学研究科 教授

後、放射線影響下の自治体保健師と放射線防護の専門家・研究者および公衆衛生看護の研究者がチームを組んで、協働で研究活動を行うアクションリサーチを行った。アクションリサーチとは、現実の社会問題の実際的解決を目的として、問題の生じている現場において当事者と研究者が共同して行う取り組み・活動である。

2）「放射線防護文化」形成のための住民支援の方法

私たちは、保健師が日頃行っている既存の保健事業に放射線防護の教育・相談などの要素を取り入れる形で、保健師と研究者が協働で保健事業を行った。協働で実施した保健事業は、３年間で11回、計192名の住民に対して行った。対象となる住民は母子、高齢者、精神障がい者など様々で、保健事業も母子教室、健康相談、高齢者のいきいきデイクラブなど多様であった。

結果として、保健師が放射線防護文化形成のために住民に対して行った有効な支援方法とは、事業を実施するには「事前の住民のニーズ調査に基づいて」「住民が現在、不安や関心のあるテーマに焦点を当てて行う」こと、「最初にいつもどうしているか問いかける」ことであった。また、「質疑応答の時間を十分設けて」、住民の不安や疑問に対して一つ一つ「丁寧に答え」、「表出された放射線に関する生活上の心配・不安に対応する」ことが有効な支援方法として抽出された。従来の放射線教育は、放射線に関する概念の説明から始まり、一般的な放射線防護行動の説明を講義形式で一方的に伝える形式が多かった。今回の研究結果では、住民のもっとも不安や疑問を抱いていることに焦点を当て、丁寧な個別の対話をすることが有効であった。住民が生活上の心配や不安を表出できるためには、それができる「場と雰囲気の設定」が不可欠であった。既存の事業の中に放射線防護の教育・相談の要素を組み込むことで、住民はいつもの雰囲気の中で不安や疑問の表出がし易くなり、顔見知りの地区担当保健師がいることで安心できる雰囲気がつくられる。保健師は専門的な放射線に関する内容をわかり易く、地元の言葉で住民に翻訳することで、住民の理解を促進できると考えられた。さらに、住民の不安や疑問について、どのような行動をとるべきか選択肢を示し、「住民自身が判断することを伝える」ことを意識して行うことが有効な支援方法であることがわかった。

一方で、放射線防護文化は、住民が居住する地域の共通の社会的価値として共有されることで、住民の放射線防護行動は当たり前と

＜母子教室＞
設定：車座（研究者・専門職、エプロン着用中央奥）
方法：対話形式、個々の質問に答える形で進める

＜高齢者デイクラブ＞
設定：お茶を飲みながら、手元資料配布
（研究者・専門職、立ち膝中央奥）
方法：資料に基づき説明後、個々の質問に答える

なり、ネガティブな感情を伴うことなく日常的に継続されると考えられる。本研究では、保健事業を「同じ地区ごと、同じ属性・背景の対象ごとに行う」「地区や参加者の行事・イベントに合わせて行う」「皆で共有できる形で質疑応答の時間を十分設ける」といった、住民が居住する地域社会を意識し、放射線防護の知識・スキルを住民間で共有できるような支援方法が有効であることがわかった。

3）住民支援の保健師の技

リスクコミュニケーションは、「化学物質による環境リスクに関する正確な情報を行政、事業者、国民、NGO等のすべての者が共有しつつ、相互に意思疎通を図ること（環境省）」とされているが、本研究で明らかになった放射線防護文化形成のための住民支援の方法は、情報の共有や意思疎通の方法としてのコミュニケーションを超えるものであった。本研究結果で示された「放射線防護文化」形成のための住民支援の方法の多くは、放射線ではなくとも、子どもの発達や生活習慣病などさまざまな健康に関する問題をもつ住民に対して保健師が日常的に行っているものであった。保健師は従来、科学的知識を住民の生活や思いに基づいてアレンジして伝え、住民との関係性の中で「対話」というスキルを用いて住民の意思決定を支援してきた。それは住民と保健師が、住民がどのような生活をするのか、したいのかについて、互いに情報を出し合い、その場の状況において、最も良い方法を見出す意思決定（協働的意思決定）である。

包國[5)6)]は、対象者中心の保健指導のプロセスにおける保健師の技術として、「対象者の人生は何らかの原因があってつくられたものであり、それに寄り添っていくという信念をもつ」こと、保健指導の前にすでに時間や場所など「場をつくる」こと、対象者との関わりの中で「対象者を知ろう」とし、なかでも「対象の『心を占めている思い』を知ろう」とすること、否定せずに対象者の「ありのままを受け止め」その関係性の中で「共に考える」こと、そして最終段階では、対象者に選択肢をいくつか提示し、「決定権をゆだねる」ことであるとしている。これらは、われわれの研究で明らかとなった放射線防護文化形成のための保健師の住民支援の方法に合致するものである。

ICRPのVice ChairであるJacques Lochard氏[7)]は、チェルノブイリと福島での専門家のリスクコミュニケーションは失敗だったとした上で、次のように述べている。“…we, as professionals, must develop a narrative about the ethical and social values embodied into the radiological protection system if we want to favour the development of a practical radiation protection culture among the citizens,（もし、我々専門家が実際的な放射線防護文化を人々の中に浸透させることが大事であり、実際に浸透させたいと考えるならば、放射線防護体系に盛り込まれている倫理的社会的価値を、専門家である我々が市民に語り伝える、そのnarrativeを編み出さねばならない、ということだ、小西恵美子訳）”。保健師はこのようなnarrativeを編み出す方法を知っているのではないかと考える。

環境省事業[3)]の年度ごとの評価会において、初年度は評価者から「文化とは何か」「このような研究はNPO活動とどのように違うのか」という指摘を受けた。しかし、最終年度の評価会では一転して「重要な研究である」と評価された。これは、Lochard氏のいう「我々専門家」の失敗を経験することによる「学び」の表れであったように思う。

3．保健師の放射線教育

2011年の原子力発電所事故後、平成30年版の看護師および保健師国家試験出題基準には、ようやく放射線およびその影響に関する項目

が明示された。国家試験に必要な教育内容を定めた指定規則から、看護師に対する放射線の科目が消えて実に30年以上の空白があったのである[8]。しかし、私たちが2015年に実施した全国の保健師国家試験受験資格取得教育課程の教員に対して行った放射線教育に関する調査（回収率47.9%）[9]では、保健師教育において放射線を学ぶことについて「重要」とする者は9割を超えていたものの、保健師教育において「独立科目がある」と回答したのは3名のみであり、「科目の一部として扱っている」との回答も3割に満たなかった。教員の8割以上は、「教員への放射線教育の研修」「教材（テキスト・事例集・視聴覚教材など）」「教えることのできる教員」などが「必要」と回答していた。このように、保健師教育においては放射線教育が十分には行われていない現状にある。

そこで私たちは科研費[10]を得て、保健師の基礎教育および現場での継続教育で共通して使うことができ、放射線や放射線防護の専門家がいなくても、公衆衛生看護学の教員や研修担当保健師が実施可能な教育プログラム（含、教材）を作成・評価・修正し、テキスト[11]を作成した。教育プログラムは、講義（放射線の基礎知識、法や制度）、演習（放射線の測定）、事例検討とロールプレイングで構成されている。資格教育はカリキュラムが過密である。また、多忙な実践現場では研修に多くの時間を割くことはできない。この教育プログラムは、講義や研修時間および学生や保健師の放射線に関する前提知識や技能のレベルに応じて、講義、演習、事例検討・ロールプレイングを組み合わせて活用できるようにしている。

この教育プログラム（テキスト）は、放射

テキスト

演　習

事例検討

ロールプレイング

線防護文化形成のための保健師の住民支援の方法に関する研究結果に基づいて作成したものである。したがって、演繹的でなく帰納的なアプローチで開発したプログラムである。住民との対話によって科学的知識を住民の生活と思いに基づいてアレンジして伝える保健師の技を最大限発揮するために、保健師が必要最低限身に着ける必要がある放射線や放射線防護に関する知識、および放射線測定のための方法を示した。また、原子力発電所事故影響下の自治体保健師が、事故後の住民対応について、その時何に困りどのようにかかわったかの実際の体験を事例検討やロールプレイングに盛り込んだ。

すでに、研究グループの公衆衛生看護の教員は、放射線や放射線防護を専門とする専門職あるいは教員に依頼することなく、本テキストを用いて学生に対して講義、演習、事例検討・ロールプレイングを実施できている。

4．おわりに

福島の原子力発電所事故から８年が経過した。福島県以外の保健師の実践現場において、原子力発電所事故のことが風化されつつあることに私たちは危惧を抱いている。災害はいつどのような形で起こるかわからない。過去の過ちを繰り返すことなく、むしろ稀有な災害を経験した私たちだからこそ示すことのできる、看護職に必要な具体的な知識・技術とそれを身に着ける方法を、世界に発信していく必要があるのではないかと考えている。

参考文献

1）北宮千秋. 放射線災害を想定した地方自治体および保健所保健師の取り組みと認識. 日本公衛誌, 58(5), 372-381, 2011.

2）Kawasaki C, Omori J, Ono W, et al. Public Health Nurses' Experiences in Caring for the Fukushima Community in the Wake of the 2011 Fukushima Nuclear Accident. Public Health Nursing, 33(4), 335–342, 2015.

3）麻原きよみ（主任研究者）. 保健師による実際的な放射線防護文化のモデル開発・普及と検証：放射線防護専門家との協働によるアクションリサーチ. 平成24-26年度原子力災害影響調査等事業（放射線の健康影響に関わる研究調査事業）.

4）International Commission on Radiological Protection: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated area after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. ICRP Publication 111. London: Elsevier, 2009; 12.

5）包國幸代, 麻原きよみ. 対象者中心の保健指導を実践する保健師の技術.日本看護科学会誌, 33(1), 71–80, 2013.

6）包國幸代. 聖路加国際大学講義資料（2018年11月27日）.

7）Jacques Lochard. The ICRP Radiological Protection System and the Human Dimension –Some Reflections from Chernobyl and Fukushima. 医療放射線防護 No.72, 11-31, 2015.

8）小西恵美子. 看護師と保健師の放射線教育. 医療放射線防護, No.70, 49-52, 2014.

9）麻原きよみ, 荒木田美香子, 江川優子他. 保健師資格取得教育課程における放射線教育の実態, 第５回日本公衆衛生看護学会学術集会講演集: 120, 2017.

10）麻原きよみ（研究代表）. 保健師の基礎･現任教育のための体系的かつ実効性のある放射線教育モデルの構築と検証. 平成27-30年度科学研究費補助金, 基盤研究(B).

11）保健師の活動と放射線研究班編. 保健師と放射線 すぐに使える講義・演習・事例検討. 真興交易㈱医書出版部, 2018.

著者プロフィール

聖路加看護大学卒業。自治体保健師。その後、聖路加看護大学大学院看護学研究科修士課程修了、東京大学大学院医学系研究科博士課程修了（博士（保健学））。信州大学医療技術短期大学部助手、長野県看護大学助教授、信州大学医学部保健学科教授を経て、現在、聖路加国際大学大学院看護学研究科公衆衛生看護学教授。
現在、日本公衆衛生看護学会理事長、日本公衆衛生学会理事、ほか

北海道冬季大停電事態の人命リスクと原子力発電所再稼働

髙田　　純*

平成30（2018）年９月６日未明３時ちょっと過ぎにトイレに起き揺れの気配を感じたが、寝室に戻り布団に入る。まもなく、地鳴りを聞いた。札幌市東部にあるマンション２階で、真っ暗な中、激しい揺れとなった。大地震である。とっさに隣で寝ている妻を守る態勢をとった。しばらくして地震は収まった。

照明のスイッチをいれたが、LEDは点灯と消灯を繰り返し、最後には消えてしまい、真っ暗になった。窓の外を眺めても、あたり一帯が闇だった。玄関に置いてある懐中電灯を使い、小さなガラスコップに入る非常用のローソク２個に火を灯し、大きめの白い皿に置いた。居間は薄っすら明るくなった。幸い、家の中に被害はない。しかし、それから我が家は40時間も停電が続いた。

平成７年の阪神淡路大震災を現地で、そして平成23年の東日本大震災を東京で体験した私である。平成16年に広島市から札幌市へ移住してから最大の北海道内地震の影響で、私たち家族は大停電を体験することになった。本誌で現在の北海道の脆弱な電力事情に関連した冬季大停電時の人命リスク試算についての私たち物理学教室の研究成果を紹介したい。

停電が解除してすぐに私は、北海道冬季大停電事態の人命リスク推計の研究を開始した[1)]。医療機関の機能停止と低体温症死亡リスク推計を行った。そして11月に医学部３年生の基礎研究科目で物理学教室に配属された学生とともに、冬季に特徴的な脳疾患、循環器、呼吸器疾患の死亡リスク研究を急務として行った[2)]。

9.6 大停電により医療弱者が死亡

あの日午前３時８分に発生したマグニチュード6.7の北海道胆振東部地震では、震源地（北緯42.7度、東経142.0度）近傍の胆振中東部は震度７になった。それにより、厚真町や苫小牧市などで41人が死亡するなどの人的被害が出た。

北海道庁は災害対策本部を３時９分に、全（総合）振興局は災害対策地方本部を３時９分に、東京事務所は災害対策地方本部を３時９分に、それぞれ設置した。災害派遣医療チームDMATは３時50分に設置された。住民避難は６日15時で、45箇所に最大1,914人であった。９月20日時点で、５市町21箇所915人となった。

地震発生直後、北海道拠点発電所苫東厚真火力発電所（165万kW）の緊急停止が引き金となり、全道の電力需要380万kWの需要・供給バランスが失われ、全域停電に陥った。離島を除く北海道全域にあたる295万戸で停電となる電源損失が生じた。（**図１**）

苫東厚真火力発電所は、１号機、２号機、４号機ともに発電設備に損傷や火災が起きたため、１号機の復旧は９月末以降、２号機は10月中旬以降、発電所の完全復旧には11月中までかかると、北海道電力㈱は発表した。

大停電の中、道内の公共交通機関は完全マヒに陥り、道内全学校は休校となった。交差点の信号も作動していない。地下鉄通勤の私も当然、自宅待機のままでいた。携帯電話の充電も切れて、６日のうちに通信不能になった。

７日の夕方ようやく通電され、私はテレビのニュースや、インターネットで地震と大停電の情報収集を開始した。この地震では、震

＊ Jun TAKADA　札幌医科大学 医療人育成センター・物理学教室 教授 ／ 理学博士

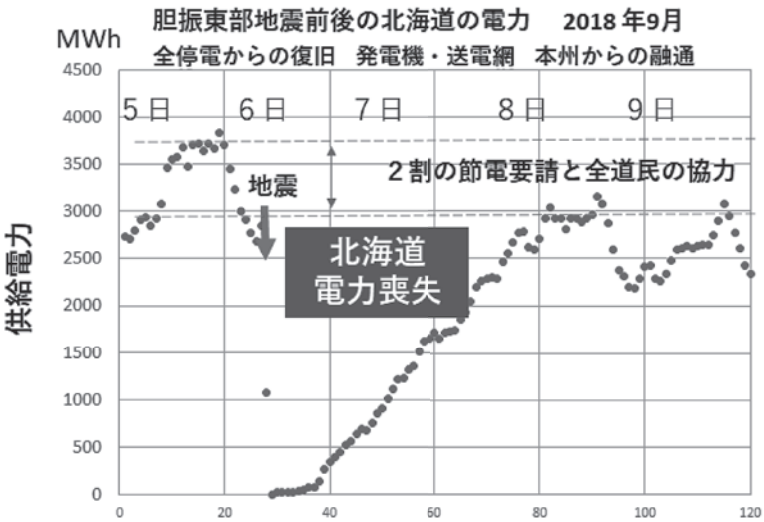


図１　胆振東部地震2018
電源喪失事故発生当日の北海道使用電力の時系列

源に近い厚真町や苫小牧市などで41人が死亡、重傷13人、中等傷12人、軽傷667人の人的被害が出た。全道停電のせいで、北海道へ出張中のビジネスマン、本州や海外からの旅行者多数が北海道に閉じ込められた。電気や水道のないホテルから締め出され、市内の小学校に作られた避難所に収容された。これが真冬だったら、どうなっていたことか。

北海道基幹災害拠点病院である札幌医科大学附属病院では停電により、人工呼吸装置、CT・MRI、透析、電子カルテ、PHS、オートクレーブ（滅菌装置）などが一時使用不可になった。非常用電源の復旧が地震から６時間後の午前９時頃、一般電源復旧が16時頃であった[3)]。道内の病院、クリニックは、大停電により通常業務が大幅に制約されたり、営業停止に追い込まれた。

地震の影響による全道停電が原因で、少なくとも１人が死亡していた。在宅人工呼吸器の事例である。停電になるとバッテリーの作動に自動的に切り替わるが、一般的に、数時間で充電切れになる。これが原因で１人が死亡した。泊原子力発電所が稼動していたなら、大停電は回避できていたはずだ。この泊原子力発電所の稼動停止は、原子力規制委員会によるもので、長期強制停止にはリスクがあった。今回の停電の影響による死は人災である。なお、福島第一原子力発電所事故時、放射線で１人も死ななかったのは、否定できない事実である。

本件はNHKニュースでも取り上げられた。９月６日から８日にかけて停電の影響で救急搬送されたケースについて、北海道内の消防機関や主な医療機関に対する取材の結果、搬送された人は札幌市や釧路市、帯広市などを中心に少なくとも171人に上り、このうち男性１人が死亡していた。死亡したのは札幌市北区の84歳の男性で、肺炎のため自宅で酸素を吸入する機器を使っていたが停電で使えなくなり、携帯用のボンベに取り替えようとしていたところ、意識を失い搬送先の病院で死亡したと報道された。

札幌市消防局によると、平時の搬送人数は1,610人／７日であるのに対し、震災時には1.37倍の2,203人／７日に増加した。2,203人のうち、地震関連の搬送は297人であり、内訳は直接傷病（揺れによる外傷）が82人、関連傷病が215人であった。また関連傷病215人のうち、地震後負傷が51人、医療関連被災が３人、体調不良が41人、人工呼吸関連が112人、透析関連が８人であった。すなわち地震災害よりも停電災害の影響の方が大きかった。また地震後では平時の1,610人に対して593人も搬送人数が増加しているものの、地震関連による搬送と認定されたのは297人である。残りの300人近くは、基礎疾患を抱えている者の症状が地震や停電などをきっかけとして増悪したものと考えられる。

今回の大停電は電力需要の少ない９月の出来事だが、もし真冬の電力需要の高い季節ならば、相当に人命リスクが高まると容易に想像される。そこで、長年にわたり大規模災害時のリスク研究をしてきた私は、地震を引き金にした北海道における冬季大停電の人的リスク推計の研究を開始した。

過去の北海道電力㈱の実績を検証すると、12月から２月の電気使用量は、９月に比べて

平均値で２～３割も増える。そこから推定すると、９月の地震では、道民に２割の節電が課せられたが、真冬には４割の節電が課せられるのは必定だ。しかも火力発電所事故の復旧に要する日数は、９月では８割復旧におよそ２日間だったが、降雪のある真冬では倍以上の日数を要し、しかも６割復旧である。極めて厳しい事態が想定される。

大停電事態になれば多くの地域で暖房は止まり、灯油ストーブもファンが動かない。１月の最低気温は氷点下で、札幌－７℃、帯広－14℃、室内も氷点下。電話が使えないので救急車を呼べない、病院の予備電源も底をつくかもしれない。そんな極寒の中、持病を持つ方や高齢者、乳幼児の命が危険にさらされる。

泊原子力発電所（207万kW）は、2011年の東日本大震災後、原子力規制委員会により停止させられている。この施設は、苫東厚真火力発電所から北西に125㎞離れ、もし稼働していたなら、今回の北海道全域での電源損失事故には至らなかったはずである。この泊原子力発電所は岩盤上に直接建設され、道内で耐震性が最も高い発電施設である。

冬季大停電で数十万人死亡か

北海道の月別の死亡数は冬に増える。(**図２**）特に呼吸器系、脳出血、急性心筋梗塞など循環器系疾患による死亡は冬場に多い。停電すれば室内も零下になり、そうした病気の悪化・発症が続出する。さらに暖房が止まれば水道管も凍結するばかりか、食料不足になる。こうして人命リスクは掛け算式に高まる。

最初に危惧するのは低体温症からの多数の死亡である。参考事例に、2009年７月16日の北海道トムラウシ山岳遭難事故がある。16日早朝から夕方にかけて北海道大雪山系トムラウシ山が悪天候に見舞われ、ツアーガイドを含む登山者18人中８名が低体温症で死亡した。この事故のデータを参考にして私は冬季大停電災害の道民の生命のリスクを試算した[1)]。

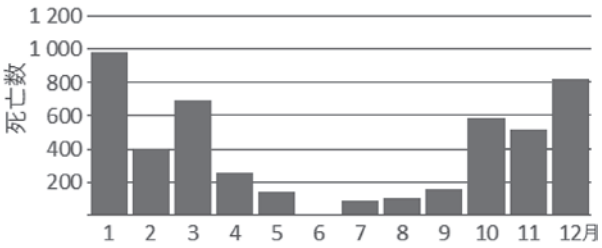


図２　北海道月別死亡数
６月死亡数(4607)からの増加分　2016年の統計使用

この夏山登山での低体温症による死亡は、男性２人で年齢61、66歳、女性６人で年齢62、69、68、59、64、62歳だった。生存者は、男性６人で年齢32、38、64、61、65、69歳、女性４人で年齢64、68、55、61歳である。この登山チームの低体温症死亡率は42％である。低体温症の発生から死亡するまでの推定時間は、２～４時間が５名、６～10時間半が３名。30歳代の２人は生存した。死亡者の年齢は59歳以上であった。50歳以上の高齢者は低体温症による急性死亡のリスクは高いようだ。トムラウシ山岳遭難事故の場合の死亡率は、60歳代と50歳代が50％、30歳代の死亡率は０％である。人数が少ないので一般化しにくいが、冬季北海道停電災害時のリスク判断の参考値にはなる。

トムラウシ事例を参考にして、年齢幅ごとの低体温リスクを仮定し、北海道人口ピラミッド（2015年）に対して、停電時の無暖房事態を想定して、私は低体温症発生による死亡人数を推計した。(**表１**）

道内全住宅の10％から30％の範囲が７月のトムラウシ山なみの低温になる想定で計算すると、冬季北海道電源喪失災害時の低体温症による死亡推計人数の試算はおよそ20万～60万人となった。これは救急車で病院へ搬送された場合なので、これ以上に死亡数が多いとも考えられる。

北海道保健統計年報によると、冬季に死亡数が有意に増加する疾患は、循環器系の疾患、心疾患（高血圧性除く)、急性心筋梗塞、心不全、脳血管疾患、脳内出血、脳梗塞、呼吸器系の疾患、肺炎、消化器系の疾患である。それら疾患死亡数は全道月別実効平均気温[注]に対する１次関数としてよく再現される。求めた１次関数を利用し、冬季大停電と大寒波とが重なる条件で死亡数を推計した[2)]。2014年２月の北海道大寒波事例である４日間連続平均－7.7℃の条件で、循環器系・呼吸器系・消化器系の疾患

表１　北海道冬季停電時の低体温症死亡人数推計　髙田純2018

			低体温死亡推計人数(万)		
	低体温症		低暖房率		
	死亡リスク	人口	0.10	0.20	0.30
80歳以上	1.00	474585	4.7	9.5	14.2
70歳代	0.75	635156	4.8	9.5	14.3
60歳代	0.50	861691	4.3	8.6	12.9
50歳代	0.30	689720	2.1	4.1	6.2
40歳代	0.20	742037	1.5	3.0	4.5
30歳代	0.10	625043	0.6	1.3	1.9
20歳代	0.05	481861	0.2	0.5	0.7
15-19歳	0.05	239098	0.1	0.2	0.4
10-14歳	0.10	220017	0.2	0.4	0.7
９歳以下	0.50	388279	1.9	3.9	5.8
全体		5357487	21	41	62

の合計死亡数の増加分は、538人から1,099人、相対死亡リスクは2.5倍から4.1倍となった[2)]。大寒波と大停電が重なると、冬季に特徴的な疾患で死亡する道民が激増することになる。

近未来、冬季に再び苫東厚真火力発電所が損傷停止する震度６以上の地震に襲われた場合を想定すると、数日間の大停電と災害復旧時には４割の節電が課せられると予測される。冬季の全道が極めて低い電力事態で、医療サービスの大幅な低下、食糧不足、室内低温化の事態で、全道民は死のリスクに晒される。冬季電源喪失回避のため対策は至急打たれなくてはいけない。

福島レベル６
日本の原子力発電所の安全進化

2011年４月より著者らは福島県の現地放射線衛生調査を継続し、科学報告をしてきた[4、5、6)]。最後の報告は、2016年の国際放射線防護学会IRPA14ケープタウンでの報告と、その年の国内学会での報告である。その結論は、福島軽水炉事象は米国スリーマイル島軽水炉事象と同様に、公衆の線量は低線量であった。軽水炉は核分裂反応が暴走しない原理であり、地震波検知で自動停止し、原子炉圧力容器と格納容器などで多重防護されている。福島とスリーマイル島両事象の放射線死亡は０人であった。

泊原子力発電所は2011年以来、耐震強度、対津波の防波堤建造、非常用電源・ポンプの増設、原子炉建屋の水密性工事が行われ、大幅に安全性改善が図られている。こうした事実もあわせて、原子炉が緊急停止事態になる地震災害でさえ、放射線急性死亡の発生は考えにくい。

一方の1986年のチェルノブイリ事象に見るように黒鉛炉は核分裂反応が暴走しやすいリスクを内蔵する。暴走事故では原子炉全体の崩壊が生じ、運転員らの急性死亡30人に加え、放射性ヨウ素の内部被曝により広範囲の公衆が高線量の甲状腺被曝を受ける。その結果、当時の小児15人が甲状腺がんで死亡した。ただし、黒鉛炉といえども、核爆弾の炸裂ほどの災害にはならない[6)]。

国際原子力事象評価尺度で判断すれば、チェルノブイリ黒鉛炉事象７、キシュテム核廃棄物施設事象６、福島軽水炉事象６、スリーマイル島軽水炉事象５、東海村ウラン燃料臨界事象４である。この根拠は、福島事象の環境放射能汚染レベルが、面密度および面積ともにレベル６のキシュテムの10分の１程度と低いことにある。ただし、これはスリーマイル島軽水炉事象の値を超えている。これらの比較から、筆者は福島軽水炉事象をレベル６と判定した。世界の核災害の調査結果を総合すると、軽水炉事象がいかに低リスクかが判断できる[4、5、6)]。筆者が報告した**表２**の福島レベル６の事象評価はIRPA14線量専門家会議で賛同された。

軽水炉事象の福島やスリーマイル島での周辺住民の甲状腺線量は黒鉛炉事象のチェルノブイリに比べて１千分の１程度と極低線量だった。軽水炉事象の公衆の緊急避難の原則は屋内退避で、甲状腺防護のために、しばらく放射性ヨウ素で汚染した牛乳を流通させないことである。当時の事故対策本部は、過剰に周辺住民を緊急避難させたため、多くの混乱が生じた。特に医療弱者や入院患者多数が、転院先がないままに避難を強いられ、約70人が犠牲になった。さらに置き去りにされた数万の家畜が殺処分にあったことである。軽水炉事象は低線量なので、屋内退避と安定ヨウ素剤服用が主な緊急時対策になるべきだ。無

表２　国際原子力事象尺度と主な事例　髙田純2016

レベル	評価事例	放射線死亡人数
7　深刻な事故	チェルノブイリ黒鉛炉暴走事故　（1986、旧ソ連）	所内急性30
		公衆後障害15
6　大事故	キシュテム核廃棄物貯蔵庫の爆発　（1957、旧ソ連）	急性0
	福島軽水炉事故（2011、日本）	急性0
5　所外へのリスクを伴う事故	スリーマイル島軽水炉事故（1979、アメリカ）	急性0
4　所外への大きなリスクを	東海村ウラン燃料加工施設臨界事故 (1999、日本）	所内急性2
伴わない事故		

謀な緊急避難こそ大きなリスクになる。これが福島の教訓である。

旧ソ連チェルノブイリ黒鉛炉事象では、最高位の放射線医学専門家と原子炉物理の専門家が現地対策本部に入り、科学判断のもと人と家畜の計画的避難が策定され実施された。日本での事故対策本部でも科学を基礎とした事故対策本部の理性的な判断と対応が求められる。福島事例にあった当時の政権による、政治のスタンドプレイは絶対に許されない。

平成23年３月の福島第一原子力発電所事故での放射線や放射能による死者は０人、漏洩した放射性ヨウ素の線量もチェルノブイリの１千分の１と低く健康影響はない[4、5、6]。その後、全国の原子力施設は地震と津波対策が大幅に強化された。泊原子力発電所は、道内で最強の発電所だが、７年間も原子力規制委員会に停止させられている。政治と行政の責任者たちは、原子力発電所の過剰な規制停止こそ、人命を奪うリスクになっていることを知らなくてはならない。安全技術の改良を継続しながら、従来から提唱されている電源のベストミックスを速やかに実行すべきである。

注　北海道実効平均気温：
気象庁札幌管区気象台に倣い、北海道を日本海側、オホーツク海側、太平洋側東部、太平洋側西部の４地域に区分し、それぞれの地域において、札幌市、網走市、釧路市、室蘭市を気温データの代表的な観測地点とする。筆者の研究グループでは全道の実効的な平均気温を、４地域の代表都市の気温値の各地域の人口値で荷重平均する定義で求めた[2]。人口は2015年の値、月別平均気温および月別平均最低気温はいずれの都市も2013-2015年の平均値を用いた。

参考文献

1) 髙田純：平成30年北海道胆振東部地震から予測される冬季電源喪失時の人的リスク、研究メモ、2018年11月。
2) 佐久間裕也、髙田純：北海道冬季大停電時における循環器系・呼吸器系疾患の死亡数推計、札幌医科大学医学部（基礎）配属平成30年度物理学教室レポート、2018年12月。
3) 成松英智：「北海道胆振東部地震における札幌医大付属病院の対応」。『平成30年北海道胆振東部地震院内活動報告会』、p.２、院内災害医療対策会議、2018年11月。
4) 髙田純:決定版 福島の放射線衛生調査、医療科学社、2015年。
5) Jun Takada：The reality of the low radiation dose in Fukushima Daiichi NPP 20㎞ zone, 14th International Congress of the International Radiation Protection Association, Cape Town, South Africa, May 10, 2016.
6) 髙田純：増補版　世界の放射線被曝地調査、医療科学社、2016年。

著者プロフィール

理学博士（広島大学）。
札幌医科大学教授　物理学教室。医学物理、放射線防護学。放射線防護情報センター代表、放射線防護医療研究会代表世話人、放射線の正しい知識を普及する会理事など。最初の科学論文は、広島大学原爆放射能医学研究所での1945年８月に広島北西部に降った黒い雨の濃縮ウランの研究。その後、シカゴ大学ジェームスフランク研究所、京都大学化学研究所、広島大学原爆放射線医科学研究所などを経て、2004年より現職。その間、現地調査を中心に世界の核災害を研究。未踏科学技術協会高木賞、真の近現代史観懸賞論文藤誠志賞など受賞。主著に「世界の放射線被曝地調査」、「Nuclear Hazards in the World」、「核爆発災害」、「核と放射線の物理」、「中国の核実験」、「人は放射線なしに生きられない」、「誇りある日本文明」など。

コラム 8th Column

中川　恵一
東京大学医学部附属病院

がん急増の理由

現在、日本人男性の３人に２人、女性でも２人に１人が生涯でなんらかのがんに罹っています。日本は世界一のがん大国となりましたが、その理由を考えてみたいと思います。

私たちの遺伝子はただ生きているだけで傷ついていきます。物は必ず経年劣化を起こしますから、当然です。

とくに特定の遺伝子に傷（突然変異）ができると、細胞は止めどもなく分裂を繰り返すことになります。こうした遺伝子には、細胞の分裂を止める働きをする「がん抑制遺伝子」や、細胞の分裂を進める「がん遺伝子」があります。

突然変異によって、がん抑制遺伝子が働かなくなったり、がん遺伝子が異常に働き続けたりすると、細胞は死ぬことができなくなり、異常な増殖が続くことになります。

そして、残念ながら、年齢とともに、がん抑制遺伝子やがん遺伝子に突然変異が積み重なっていき、がん細胞が発生しやすくなります。一言で言えば、がんは遺伝子の老化と言ってよい病気です。

実際、健康な人の体でも毎日多数のがん細胞が発生していることが分かっていますが、免疫細胞が水際でこれを殺してくれています。

しかし、がん細胞は、もともと私たちの正常な細胞から発生していますので、免疫細胞にとって「異物」と認識しにくい傾向がありますし、年齢とともに「免疫力」も衰えていきます。

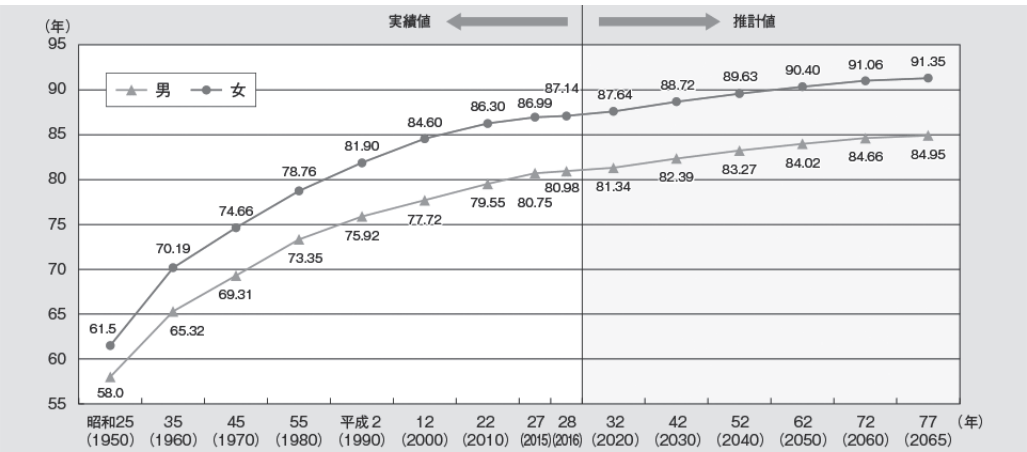
年齢とともに遺伝子に突然変異が積み重なりがん細胞の発生が増える一方、免疫細胞の働きも衰えます。

がんとは一種の「老化」であり、日本人が長生きになったことが、わが国でがん急増の理由なのです。そして、日本に特徴的なことは、高齢化が史上空前のスピードで進んだことです。

現在、65歳以上の高齢者が人口全体に占める割合は約27％とダントツの世界一ですが、高齢化のスピードも歴史上最も早いペースです。簡単に言えば、欧米社会が100年くらいかけて高齢化したのに対して、わが国は20～30年しかかかっていません。平均寿命も、1950年（昭和25年）では60歳程度でしたが、今や、女性では87歳、男性でも81歳と、急激な長寿化が進んでいます。

その結果、がん患者の増加も史上例を見ないスピードとなりました。この急ピッチのがんの増加に、個人の知識や心がまえ、さらには行政、教育などが追いついていないのが、今の日本の姿だと言えるでしょう。

しかし、この４月から、全国の小中高校で「がん教育」が始まっていますが、大人はもう学校に行けません。がんという病気はわずかな知識で運命が分かれる病気ですから、これでは世代間の不公平につながります。毎度のお願いではありますが、「大人のがん教育」はぜひ、このコラムで受けてください！



資料：1950年は厚生労働省「簡易生命表」、1960年から2015年までは厚生労働省「完全生命表」、2016年は厚生労働省「簡易生命表」、2020年以降は、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果
（注）1970年以前は沖縄県を除く値である。0歳の平均余命が「平均寿命」である。

平均寿命の推移と将来推計　　出典：平成30年版高齢社会白書

群馬県内における放射線診療検査件数と医療被ばくによる国民線量の評価

大竹　英則*[1]、中村　潤平*[2]、鎗田　和真*[3]、須藤　高行*[4]

1．はじめに

群馬県においては、2005年から群馬大学が中心となって県内の主な医療施設を対象にエックス線CTの被ばく線量調査を行い、CT撮影線量の適正化を図ってきました。2016年わが国で初めて『診断参考レベル（Dose Reference Level：DRL)』が公表されましたが、CTの診断参考レベルの設定にあたっては、我々の調査が少なからず影響を与えました。『診断参考レベル』は強制力のある基準ではありません。しかし、CTの被ばく線量のみならず、他の放射線診断においても『診断参考レベル』を参考にすることで、医療現場では大変役立ちます。

国民の医療被ばく線量がクローズアップされてきたのは、2011年３月に起こった東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故がきっかけでしょう。福島県のみならず関東地方でも放射線の環境汚染による放射線被ばくが問題となりました。それと、同時に放射線検査による医療被ばく、特にCT検査の被ばく線量に関心が向けられるようになりました。「放射線検査を受けるとがんになる」のではないかという国民の不安です。

医療被ばくについては、その低減を図るための３原則が常識とされています。『正当化』『最適化』『線量限度』の３つです。医療現場で放射線に従事する専門家には、周知されている原則です。このうち医療被ばくでは「線量限度」は適応されません。「正当化」とは、患者に最大の利益を与える放射線診断を行うことです。放射線検査をオーダーする主治医にとって、当然のことのように思えるかもしれませんが、その運用は思いのほか難しいものです。

「最適化」は可能な限りより低い線量で撮影することで、ほとんどは診療放射線技師の責任と言えます。『診断参考レベル』のような具体的な数値で示されると、撮影現場では診療放射線技師も我が身を顧みて、撮影線量を考えるようになります。

放射線診療ではCTのみならず、単純エックス線撮影やエックス線透視検査があり、これらについても群馬県内の主な医療施設の検査件数、撮影条件の調査を行うことにより、日本全体の医療被ばく線量を推定することが可能と考えています。

残念ながら現在公表されている日本全体の医療被ばく線量は、古いデータに基づくもので、最近の医療進歩、放射線診断装置の発展を反映したものではありません。これらの資料は、放射線医学総合研究所（現国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構）が中心となって日本全国の施設に送ったアンケート調査により求めたものですが、アンケート調査では信頼に足るデータを得るのは極めて困難な時代となりました。

*[1] Hidenori OTAKE　群馬大学大学院医学系研究科 画像診断核医学科
*[2] Junpei NAKAMURA　群馬大学医学部附属病院 放射線部
*[3] Kazuma YARITA　〃
*[4] Takayuki SUDO　〃

日本の医療は健康保険制度に基づいて診療されています。診療報酬（レセプトと呼ばれる）は従来紙ベースでしたが、最近電子レセプトとなりました。電子データですので、それを集めれば正確に日本の医療の実態を知ることができます。流行のビッグデータですが、その一部が公表され、自由に利用できるようになりました。National Data Base（NDB）オープンデータと呼ばれるもので、１年間の診療実態が都道府県別、年齢別に詳細に公表されています（**文献１**）。このNDBオープンデータを利用すると、群馬県の診療と日本全体を比較できますし、群馬県のデータから日本全体の数値を推定することができると考えました。

群馬県の医療被ばくを推定することで『群馬版・診断参考レベル』を示し、日本全体の医療被ばく線量、さらに将来、患者のリスク推定のためのデータとして利用することが期待できます。

今回は、『群馬県におけるエックス線CT検査による被ばく線量の推定』『群馬県における単純エックス線撮影の実態調査および被ばく線量』の２つの項目について、記述いたします。なお関連する原稿（FBNews №504）もありますので、参考にしてください（**文献２**）。

２．群馬県は日本の標準

群馬県は日本の中央に位置しています。国勢調査によりますと、47都道府県中、群馬県の面積は第21位、県の人口は197万人で第19位です（**表１**）。65歳以上の高齢化率は、群馬県は27.6%、日本全体では26.7%。一方、14歳以下の子供の割合は、群馬県は12.7%、日本全体では12.6%と、やはり少子高齢化が加速しています。

群馬県は自然災害が少ないことが知られており、有史以来、地震・台風災害がほとんどなく、大変住みやすい場所です。東京からほぼ100㎞余りの距離ですので、高崎駅から東京駅まで新幹線で最短50分です。住まいは群馬県、仕事は東京でという、新幹線通勤者も多くなりました。

経済的にも群馬県は日本のほぼ平均であることが知られており、群馬県の数値を65倍すると、日本全体の概算のデータを得ることができます。

医療の面では、人口10万人あたりの病院病床数を見ると、群馬県には1,221床、日本全体の平均は1,201床です。また人口10万人あたりのCT台数は47都道府県中26位、MRI台数は28位と、ほぼ日本の平均となっています。

第３回NDBオープンデータによると、日本で行われた１年間のCT検査数は年間2,963万件、群馬県のCT検査数は43万件ですので、日本全体の1.45%となります。また日本で行われた１年間のMRI検査数は年間1,452万件、群馬県のMRI検査数は21.4万件ですので、日本全体の1.48%となります（**表２**）。

表１　群馬県の全国に対する人口割合とCT・MRIの保有割合

	県面積	人口	県内総生産	高齢化率（65歳以上）	年少化率（０～14歳）	病院病床数＊（人口10万人あたり）	CT台数	MRI台数
日本		1億2,700万人		26.70%	12.60%	1,201床		
群馬県	21位	197万人 19位 1.55%	22位	27.60% （2015年）	12.70% （2015年）	1,221床 （＊日本医師会）	26位	28位

表２　2016年度年間CT、MRI検査数、群馬県の全国に対する割合

	CT検査件数			MRI検査件数		
	日本全体	群馬県	群馬県の割合	日本全体	群馬県	群馬県の割合
外　来	20,233,750	285,637		12,217,131	175,461	
入　院	9,403,088	144,485		2,304,844	38,924	
合　計	29,636,838	430,122	1.45%	14,521,975	214,385	1.48%

3．エックス線CTについて

日本を含め先進国では、医療被ばくのうちエックス線CTによる被ばくが最も多いことが知られています。そこで群馬県内95施設において、2016年７月の２週間に行われたCT検査12,878件を対象として、線量等の実態を調査しました。調査したCT検査数は、NDBオープンデータに記載されている群馬県の全CT検査数の約70％をカバーしていることになります。うち男性7,014件、女性5,864件で、やや男性が多く含まれています。年齢別の分布を見ますと、60歳台、70歳台、80歳台が多いのですが、10歳未満の子供のCT検査数は85件と少ないため線量計算には含めていません（**図１**）。NDBオープンデータでも10歳未満の子供のCT検査数は１％ほどで、わが国の子供のCT検査数は成人に比し予想外に少ない印象です。

CT検査部位の内訳は、頭部 2,664件（21.9%）、胸部 2,192件（18%）、胸腹部 3,906件（32.1%）、腹部 1,611件（13.2%）、肝臓ダイナミック 749件（6.2%）、頸部 490件（4.0%）、冠動脈 273件（2.3%）、脊椎302件（1.7%）、頭部3D CTA（3D-CT Angiography）76件（0.6%）、その他 276件でした。

CT装置に表示されるDLP（Dose Length Product）値から次式を用いて、実効線量を求めました。

DLP×k＝実効線量

k：実効線量換算係数（ICRP102に基づく）

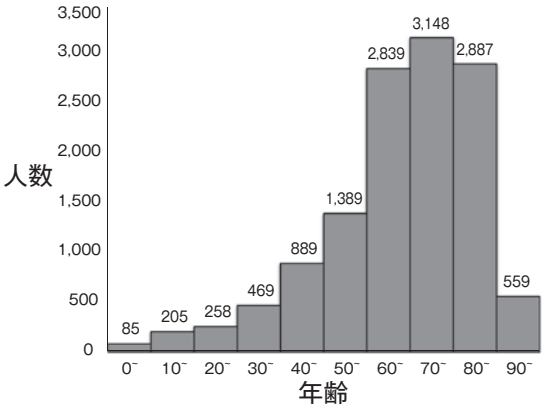


図１　CT検査を受けた患者の年齢分布

検査１回当たりの実効線量は肝臓ダイナミックCTが34.2mSvと最も高く、次いで胸部～骨盤部CTが19.9mSv、上腹部～骨盤部が16.5mSvの順でした。DLPは肝臓ダイナミックが2,277.7mGy･cmと最も高く、次いで胸部～骨盤部が1,323.3mGy･cm、頭部が1,166.1mGy･cmで、頭部のDLPは３番目に高かったのですが実効線量は一番低くなりました（**表３**）。

頭部CTでは脳梗塞の所見である皮髄境界判別のため、よりノイズの少ない画像が必要です。どうしても高線量になりDLPは比較的高くなっていますが、診断参考レベルでもわが国の頭部CTは欧米に比し高い線量となっています。ただ頭部CTではリスク臓器が周囲にないため実効線量換算係数が小さく、実効線量は低くなったと考えられます。

解析に必要な項目に不備のあるデータ438件を除いた、残り12,440件のCT検査の総実効線量を算出し、CT検査１件あたりの実効線量を求めたところ13.5mSvでした。CT検査１件あたりの実効線量に第３回NDBオープンデータのCT総検査数43万件を乗じ、群馬県民の人口197万人で除して、県民１人あたりのCT検査による年間の実効線量を求めたところ2.95mSvとなりました。

西澤らは2000年にアンケート調査を行った結果、CT検査による国民の集団実効線量を2.3mSvとし、この数値が政府の発表するデータとなっています（**文献３**）。しかし、我々の

表３　CT検査部位別の実効線量とDLP

	実効線量（mSv）	DLP（mGy･cm）
頭部	2.4	1166.1
胸部	9.3	663.4
胸部～骨盤部	19.9	1323.3
上腹部～骨盤部	16.5	1101.4
冠動脈（Retrospective）	14.5	1037.6
冠動脈（Prospective）	8.6	611.4
肝臓ダイナミック	34.2	2,277.7

調査ではCT検査１件あたりの実効線量は13.5mSv、群馬県民ひとり当たりのCTによる実効線量は2.95mSvと、それより高い数値となりました。2000年当時と比較するとCT検査数は各段に増えていますし、現在のCT装置は飛躍的に進歩し、CT撮影の高速化、高出力化にともない撮影範囲が広くなり、患者の受ける線量が増加しているためと考えられます。ただ今回実効線量を推定したDLPに実効線量換算を乗じて実効線量を推定する方法は、実測値と比較して20%程度の誤差があると報告されており、さらなる検討が必要です。

わが国で初めて診断参考レベルが公表される以前から、群馬県ではCT線量調査を行っており、その線量結果を病院にフィードバックし、線量の適正化を図ってきました（**文献４**）。そのため群馬県内の各施設間の線量のばらつきは少ないと考えられますし、線量も低下傾向にあります。

４．単純エックス線撮影について

NDBオープンデータには単純エックス線の撮影件数も含まれていることから、2018年に初めて群馬県における単純エックス線の実態調査とそれによる被ばく線量を推定しました。単純エックス線は胸部・腹部・骨等の診断に不可欠ですが、撮影回数はCTに比べてはるかに多く年間１億件を超えます。国民１人が年１回撮影されている計算になります。

群馬県内の主要14施設が参加し、７月の１か月間、単純エックス線撮影の検査数と部位毎の撮影回数を調査しました。１か月間で50,906件でしたので、群馬県の単純エックス線検査数の約20%が調査対象となった計算になります。

被ばく線量の計算には、わが国で公表されている診断参考レベルの数値を用いて計算しました。入射表面線量が採用されており、臓器・組織線量とは異なりますが、単純エックス線撮影領域では入射表面の線量が最も高くなるため、臓器・組織等価線量を過小評価することを避けられます。撮影部位毎に推定した照射野に含まれる臓器・組織の割合に、この値を乗ずることで各臓器・組織の吸収線量とし、ICRPにより与えられている組織加重係数を乗じ、各臓器・組織について合計することで推定実効線量としました。そして撮影部位毎に求めた実効線量と、調査による検査数および撮影回数の結果より集団実効線量を求め、群馬県民１人あたりの単純エックス線撮影による被ばく線量を推定しました。

単純エックス線撮影では胸部撮影が最も多く30,980件となり、総検査数の６割以上を占めます。次いで腹部撮影が8,373件で、胸部と腹部撮影を合わせると全検査数の約８割に上ります。病棟でのポータブル撮影や手術室においても数多く撮影されているためだと考えられます（**図２**）。次いで上肢、下肢、腰椎、股関節、膝等の骨のエックス線撮影、マンモ

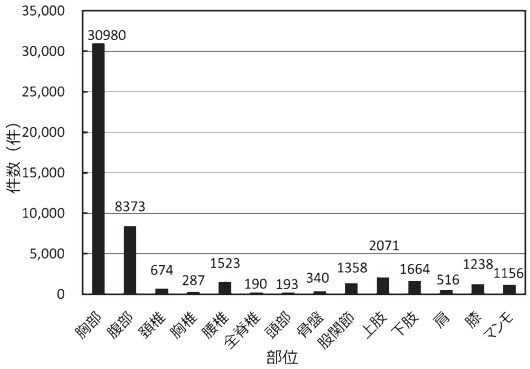


図２　群馬県内主要14施設における部位別単純エックス線検査件数（2018年７月１か月間）

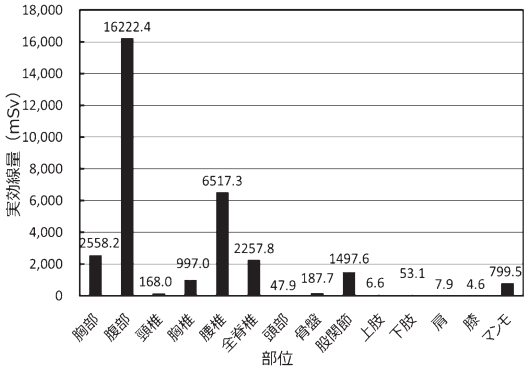


図３　群馬県における単純エックス線撮影による集団実効線量（2018年７月１か月間）

グラフィの順でした。

腹部エックス線撮影における実効線量が最も高く、次いで腰椎の撮影で、胸部撮影の検査件数は最多でしたが、実効線量はそれほど高くありませんでした（**図３**）。NDBオープンデータから群馬県における撮影回数を利用すると、県民ひとり当たりの実効線量は年間0.96 mSvと推定されました。

過去の文献において、国民１人あたりの単純エックス線撮影による実効線量は0.85 mSv程度と報告されています（**文献５**）。これは放医研が行った20数年前の古い調査結果ですので、医療の進歩した現在の医療被ばくはどうなのか、さらに精度をあげ毎年調査していきます。

５．終わりに

群馬県で行った調査によって、年間１人あたりCTによる実効線量は2.95 mSv、単純エックス線による実効線量は0.96 mSv、ふたつ合わせて3.91 mSvとなりました。しかし、さらにエックス線透視、核医学検査等も行われていますし、肺癌検診、乳癌検診等による被ばくもあります。これまで報告されているわが国の医療被ばくは年間3.87 mSvとされていますが、それよりも多いことは間違いないと思われます。

放射線診断のような低線量被ばくの人体への影響は世界中で研究されていますが、いまだ明快な回答を得ておらず研究途中の段階にあります。しかし、先進国では医療被ばくが最大の放射線被ばくで、医療被ばくによる線量の資料が欠かせません。現代医療ではCTを中心とした放射線検査が不可欠となっています。

先に述べたように福島原子力発電所事故以降、放射線被ばくの実態調査、放射線の健康影響については、残念ながら政府の発表は信頼されなくなってしまっています。自由な立場の我々が研究し、その実態を公表しなければならないと考えています。

群馬県は地理的にもまとまりやすい環境に恵まれています。そのうえ診療放射線技師養成施設として、1958年に群馬県立診療エックス線技師養成所（現群馬県民健康科学大学）が設置されて以来、県内の病院等に多くの卒業生を送り出しており、県内の放射線診療実態調査の研究に適しています。

幸いNDBオープンデータが公表されたことにより、我々の調査結果の信頼度が格段に上がりました。医療人として放射線検査の正当化、最適化に励んでいきますので、今後ともよろしくお願いいたします。

参考文献

1）厚生労働省　第１回NDBオープンデータ
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000139390.html

2）遠藤啓吾　エックス線CTによる医療被ばくとその低減に向けて
FBNews №504（2018.12. 1 発行）

3）西澤かな枝, 他；日本医学放射線学会誌 2004,64:151-158

4）Fukushima, Y. et al. Radiat Prot Dosimetry 151, 51－7（2012）

5）丸山隆司, 他；RADIOISOTOPES 1996; 45: 761-773.

著者プロフィール

大竹　英則

昭和26年　群馬県邑楽郡生まれ
診療放射線技師
昭和49年　群馬県立福祉大学校放射線科卒業
昭和49年　群馬大学医学部附属病院中央放射線部
平成10年　同　主任診療放射線技師
平成18年　群馬大学医学部附属病院放射線部技師長
平成20年　群馬県立県民健康科学大学臨床教授
平成21年　群馬大学医学部保健学科臨床教授
平成24年　群馬大学大学院医学系研究科教育研究支援センター研究員
平成29年　同　放射線画像診断核医学分野研究員
令和元年　同　放射線画像診断核医学分野協力研究員
現在に至る

これまで日本核医学技術学会関東地方会幹事、同第22回関東地方会会長、全国国立大学放射線技師会理事等を歴任した。

テクノルコーナー

放射線滅菌バリデーション用 B3フィルム線量計と管理システムの紹介

現在、世界で流通している医療機器や理化学機器、食品包装材料・容器などの多くは滅菌処理がされている。そもそも滅菌とは、製品を生育可能な微生物が存在しない状態にするために用いる、検証されたプロセス（ISO/TS 11139：2006参照）のことであり、高圧蒸気滅菌（オートクレーブ）や酸化エチレンガス（EOG）滅菌、放射線滅菌などの方法がある。中でも放射線滅菌は、放射線（ガンマ線・電子線）を対象製品に照射することで製品を無菌化する方法であり、国内では電子線による無菌医療機器、特に汎用な滅菌ディスポーザブル医療機器（使い捨てシリンジなど）の滅菌処理に広く利用されている。放射線による滅菌の特徴は、他の滅菌法に比べ環境を汚さないこと（残留物や排ガス処理が不要）は勿論、製品を最終的な梱包状態で滅菌できることであり、クリーンな状態でユーザーの手元まで届けられる。

そして、このような滅菌を必要とする製品は滅菌バリデーションが必要となる。バリデーションとは、「プロセスが恒常的にあらかじめ定めた仕様に適合する製品を得ることができることを確立するために、要求される結果を得て、記録し、解釈するための文書化した手順(ISO/TS 11139：2006参照)」であり、つまり滅菌工程が要求規格を満足しているかを検証し、その計画と記録を残すことである。現在、医療機器の滅菌に関しては、ISO規格およびISO/ASTM規格に準拠する規格が国内でも順次制定されている。

放射線滅菌の場合、無菌性を保証する滅菌線量および放射線照射による材料劣化を保証する最大許容線量が品目ごとに定められており、それらは滅菌工程での線量計による測定結果のみに基づいて担保される。このような測定に使われるのは、B3フィルム線量計（米国GEX社製 **写真1**）をはじめとするフィルム線量計などである。B3フィルム線量計の特徴は、他のフィルム線量計に比べ、①大量且つ高い均一性での製造、②フィルム厚が薄い（18μm±2％）、③フィルムごとのパッケージングにより長期保管が可能、④米国GEX社のアラニン線量計を用いた校正サービスを併せて実施することで、ユーザーの照射場ごとの最適な校正が可能なことである。特にフィルム厚が薄いことは、透過力の小さい低エネルギー電子線などエネルギーへの依存性がなく、高精度な測定を可能とし、滅菌対象物に内容物を入れた状態で、容器外側表面のみの滅菌などに利用される低エネルギー電子線滅菌にも広く使用されている。また海外ではISO規格の観点から滅菌工程の記録の電子データによる管理が進み、それに伴い電子データの完全性を保つ目的で電子データ管理システム「DoseControl®」（米国GEX社製 **写真2**）などの導入も進んでいる。DoseControl®は、21CFR Part11に準拠する線量測定ソフトウェアアプリケーションであり、線量測定記録を簡単に作成・管理し、さらに線量測定ワークフローのステップごとの管理も可能である。また指定の分光光度計と統合され、あらゆる線量計（B3、FWT、PMMAなど）の測定値や関連するデータを正確に記録、電子データおよび用紙でのレポートを作成し、完全に追跡・監査可能なイベントごとの記録の提供も可能とする。多く規格が国際規格に準拠する国内でも、今後このような管理システムの需要は増えてくると思われる。

（アイソトープ営業課）

写真1　B3フィルム線量計（サイズ等カスタム可能）

写真2　電子データ管理システム「DoseControl®」

令和元年度放射線安全取扱部会年次大会
（第60回放射線管理研修会）のお知らせ

令和元年度放射線安全取扱部会年次大会は、テーマを『現在と過去を整理するのは、未来のためだ』として、岡山県倉敷市で開催します。皆様のお越しをお待ちしております。

開催日：令和元年10月24日（木）、25日（金）
会　場：倉敷市芸文館（岡山県倉敷市中央１-18-１）
参加費：事前登録 6,000円　当日登録 7,000円
　　交流会事前登録 5,000円　当日登録 6,000円

＊詳細はホームページでご確認ください。
（https://www.jrias.or.jp/annual_meeting/index.html）

プログラム概要（予定）

◆【前　日】［10月23日（水）10：00～18：00］
＊プレイベント「人形峠環境技術センター見学会」（人数に制限があります）

◆【１日目】［10月24日（木）］
＊特 別 講 演 Ⅰ　「最近の放射線安全規制の動向」（原子力規制庁）
＊シンポジウムⅠ　「緊急時の放射線施設の対応（仮）」
＊ポスター発表・相談コーナー
＊交流会

◆【２日目】［10月25日（金）］
＊シンポジウムⅡ　「人形峠ウラン開発の歴史と課題（仮）」
＊シンポジウムⅢ　「法令改正に対する施設の対応と今後の課題（仮）」
＊特 別 講 演 Ⅱ　中村栄三 氏（岡山大学惑星物質研究所）
＊特 別 講 演 Ⅲ　小野俊朗 氏（岡山大学特命教授）

この他に機器展示、書籍コーナーを予定しています。

【連絡先】：（公社）日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会事務局
〒113-8941　東京都文京区本駒込２-28-45
Tel. 03-5395-8081　Fax. 03-5395-8053
E-mail　gakujutsu@jrias.or.jp

サービス部門からのお願い

返信用封筒はセロハンテープで確実に封をしてください

平素より弊社のガラスバッジサービスをご利用くださいまして誠にありがとうございます。

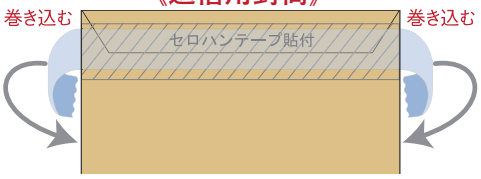
ガラスバッジ測定依頼の際、返信用封筒をご利用のお客様は、セロハンテープで確実に封をしてくださいますようお願いいたします。

セロハンテープは、「セロハンテープ貼付」と書かれた位置に、封筒を巻き込むようにして、確実に貼り付けてください。

また、ホチキスの使用は、ガラスバッジが傷ついたり、完全に封ができない場合がございますので、避けてください。

お客様のご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

《返信用封筒》



編集後記

●毎日暑い日々が続いておりますが、読者の皆様はいかがお過ごしでしょうか。毎年暑い夏となっておりますが、年々暑さが増しているように感じます。室内外の寒暖差は思った以上に私たちの体調に影響を与えているようです。読者の皆様はくれぐれもご自愛ください。

●聖路加国際大学大学院教授の麻原きよみ氏に「福島第一原子力発電所事故後の保健師活動と放射線教育」と題して、保健師の住民支援方法および保健師への放射線教育についてご説明いただきました。本研究で得られた知見が我が国のみならず世界に広がっていくことを期待します。

●札幌医科大学教授の髙田純氏に、2018年９月の北海道胆振東部地震時に発生した大停電の状況とそれによって生じたリスクおよび電源のベストミックスの重要性について論説いただきました。電源のベストミックスに限らず、正しい科学的知見に基づき議論されることが望まれます。

●中川恵一氏のコラムを通じてがんに対する正しい知識を吸収しています。今回のコラムで、私自身ががんに罹患しない可能性が非常に小さいことを理解しました。これからも本コラムを通じて正しい知識や心がまえを学んでいきたいと思います。

●群馬大学大学院の大竹英則氏らの調査研究によると、群馬県内におけるCT検査および単純エックス線による年間１人あたりの実効線量は3.91 mSvであることが分かりました。医療被ばく線量を正しく知ることは最適化の観点からも重要と考えます。本結果や活動が医療分野における更なる最適化に貢献されることを期待します。

●弊社は放射線滅菌時の線量測定に用いることができるB3フィルム線量計を販売しております。B3フィルム線量計の“B3”は、当時フィルムの開発が行われていたドイツの都市・Biersdorfで３回目の試作で成功したことに由来するようです。放射線滅菌時の線量計としてB3フィルム線量計をご活用いただければ幸いです。

（小口　靖弘）

FBNews No.512

発行日／2019年８月１日
発行人／山口和彦
編集委員／今井盟　新田浩　中村尚司　金子正人　加藤和明　青山伸　河村弘
谷口和史　岩井淳　片桐和真　小口靖弘　髙橋英典　和田卓久
発行所／株式会社千代田テクノル
所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島１-７-12　千代田御茶の水ビル
電話／03-3816-5210　FAX／03-5803-4890
http://www.c-technol.co.jp/
印刷／株式会社テクノルサポートシステム

ー禁無断転載ー　定価400円（本体371円）