

Radiological Sciences

放射線科学

2010.05

Vol.53

第53巻 第05号



特集

第16回放医研公開講座

医療における放射線

—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

Radiological
Sciences

ISSN 0441-2540



第16回 放射線医学総合研究所 公開講座
医療における放射線—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—
主催：独立行政法人 放射線医学総合研究所



▲ 第16回放医研公開講座は「医療における放射線—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—」とのテーマで開催しました(2010.3.13. 会場：千葉市幕張メッセ)。今回の公開講座は、特別編としてテーマを医療被ばくに絞り、主に医療従事者の皆さんを対象として開催しました。写真は講演中の会場内の様子ですが、会場がほぼ満席となる多くの方にご参加頂き、盛会の内に終了しました



▲ 第16回 放医研公開講座において、「安全と安心の考え方」と題し特別講演をされた永田久雄先生



▲ 放医研画像診断棟のPET操作室の様子：PETおよびPET-CT装置で得られたデータを解析することで体内の代謝等の様々な情報を含む画像にします。その画像を用いて医師が病気の診断や治療の評価を行います



臨床用PET-CT

Contents

特集 / 【第16回放医研 公開講座】
医療における放射線
—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

- 04 **医療における放射線**
放射線医学総合研究所 理事長 米倉 義晴
- 06 **この講座のねらい**
放射線医学総合研究所 理事 辻井 博彦
- 08 **医療被ばくをめぐる動向**
放射線防護研究センター センター長 酒井 一夫
- 10 **医療被ばくの現状**
重粒子医学科学センター 医療放射線防護研究室 赤羽 恵一
- 12 **低線量被ばくの影響に関する知見**
放射線防護研究センター 発達期被ばく影響研究グループ 島田 義也
- 14 **患者さんに説明する際のポイント**
放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ 神田 玲子

16 **特別講演**
安全と安心の考え方
早稲田大学理工学術院 客員教授 永田 久雄

19 **パネルディスカッション**
**「あなたは医療被ばくについて、
患者の質問に答えられますか？」**

- パネリスト
- 北村善明 日本放射線技師会会長
 - 中村仁信 日本医学放射線学会理事/彩都友誼会病院長
 - 上杉英生 国立がんセンター東病院看護部
副看護師長/がん看護専門看護師
 - 酒井一夫 放医研
 - 島田義也 放医研
 - コーディネーター
神田玲子 放医研

31 編集後記

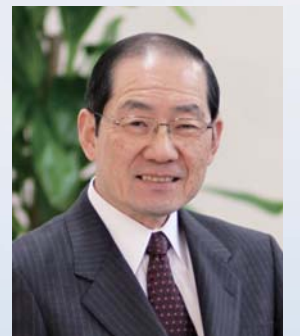
医療における放射線

人類が放射線を積極的に利用できるようになってから約百年あまり、その重要性はますます増加すると予測されています。その中でも特に、医療分野における放射線の利用が急速に拡大しており、現代の医療にとっては欠かせないものとなっています。これに警鐘をならす論文や記事も出ていますが、診断や治療によって医療被ばくを受ける患者さんは、それによって生命を脅かすような病気を克服できるというきわめて大きな便益を受けているので、これを単純な数値で規制することはできません。医療放射線による被ばくは、患者さんの診療に必要な被ばくとして、他の放射線被ばくに対する防護とは異なる扱いを受けています。患者さん本人にとっては、直面している健康問題を解決することが最も重要であり、その結果として将来起こるかもしれない障害のリスクについての確に判断することは難しいのが現状です。このような状況で、日常的に患者さんに接している医療関係者の果たす役割がきわめて大きいと言えます。

患者さんの受ける医療被ばくは、主として診断目的で利用される比較的低線量の被ばくと、悪性腫瘍の治療などで用いられる高線量被ばくに分類されます。放射線治療では、ガン細胞を殺すために極めて高線量を照射するので、周辺の臓器にある程度の障害が生じるリスクは承知した上で治療が行われています。それに対して、病気の診断を目的とする放射線診断では、放射線による直接の障害がないことが前提とされています。古くから利用されているエックス線写真は、一般的に身体の比較的広い領域に照射するのですが、照射時間が極めて短く、線量としてはごくわずかなものです。これに対して、エックス線CT検査では、横断断層画像を作成するために身体の周囲のあらゆる方向から照射して体内にお

る吸収率を求めるための情報を得る必要があります、どうしても高くなってしまいます。いずれの場合にも、単位時間当たりの線量率はそれなりに高くなります。これに対して放射性核種を体内に投与する核医学検査や治療では、その放射性薬剤の物理的・生物学的半減期によって、ある一定の時間臓器への照射が続くこととなりますが、線量率はエックス線照射よりも低くなります。さらに、血管内に挿入したカテーテルにより閉塞した血管を開いたり、抗がん剤治療に応用するなど介入的な治療を行うIVRでは、目的とする部位へカテーテルを運ぶために長時間のエックス線照射が行われるので、かなりの被ばく線量になる場合もあります。これらの異なったパターンの医療放射線による被ばくに対して、単純なものさしで評価するのは困難です。そこで、できるだけ被ばく線量を減らす努力を現場に要請し、そのための教育を徹底する必要があります。

一方、日常の医療現場では、放射線による健康影響に懸念を持つ多くの患者さんへの適切な対応が求められています。患者さんに安心して医療を受けていただくためには、放射線による身体への影響とリスクをきちんと理解し、常に患者さんに説明できる体制を整えておくことが重要です。



独立行政法人
放射線医学総合研究所
理事長 米倉 義晴

この講座のねらい

最近の放射線診断技術の進歩は、目を見張るものがあります。技術の高度化に伴い、これまで見えなかったものが見えるようになり、全身のCT検査がごく短時間にできるようになるなど、その診断能は確実に向上しています。一方、私たちの生活の中で放射線が身近になるにつれ、診断レベルの低線量が人体に与える影響についての関心も高まり、国際的に医療被ばくについての研究がなされるようになりました。これまではどちらかというと、迅速に正確な診断を行うことに重きがおかれ、医療被ばくについてはもっぱらベネフィットの方を優先させてきたのではないかと思います。しかし最近、著明な医学誌でエックス線検査による2次がんリスクが指摘されたり、X線透視後の皮膚障害の可能性に警鐘が鳴らされたり、また胎児や若年者の放射線影響について報告されたり、否応なしに医療被ばくについて考えざるを得なくなりました。

医療被ばくは本来、医療を受ける側の便益・リスク解析に基づいて判断されるべきものです。問題は、この判断が科学的エビデンスに基づいて行われているか、さらに判断に足るエビデンスが存在しているかということです。いまの時期、医療被ばくについて議論するのは時期尚早であり、放射線利用の進歩に水をさすものだという意見もあります。しかし、最近の医療機器の開発は日進月歩で、どんどん改良されています。放射線利用の便益・リスクについて考えることにより、医療被ばく低減のための機器開発や放射線の人体影響

に関する研究は、さらに加速されると考えられます。放医研は、まさにこういった点において存在意義があるのです。

本講座は3部構成になっています。第一部では、放医研の研究者が放射線診断時の被ばく線量評価や人体影響について、エビデンスに基づいた講演を致します。第二部の特別講演では、早稲田大学理工学術院客員教授の永田先生に「安全と安心の考え方」と題して、大変興味深い話をさせていただく予定です。最後に第三部のパネルディスカッションでは、医師、診療放射線技師、看護師、および放医研の研究者に参加してもらい、エックス線検査時の放射線影響について質問されたときのように答えたら良いか、それぞれの立場から、事例紹介を交えながら討論してもらいます。

今回の講座の対象者は、放射線について出来るだけ適切な知識を持っていただきたいという意味で、医療従事者としました。この公開講座が、一般の方から質問を受けたときの情報提供のあり方について、少しでも参考になれば幸いです。



独立行政法人
放射線医学総合研究所
理事 辻井 博彦

特集 / 【第16回放射線公開講座】医療における放射線—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

医療被ばくをめぐる動向

放射線防護研究センター
センター長
酒井 一夫



酒井 一夫 (Kazuo Sakai)

放射線は、レントゲンがX線を発見した直後から、医療に欠かせないツールとして利用されてきました。現在では、CTやPETなどの診断、X線や粒子線を用いた治療、IVRなど幅広い分野で利用され、その技術はますます高度化しつつあります。一方で、医療被ばくのリスクに関する情報がマスコミなどで報道され、患者、特に小児や女性の被ばくの影響を心配する声も聞かれます。医療の現場では放射線診療に対する患者の疑問や不安への対応が重要な課題になりつつあります。放射線防護の基本的な考え方は、80年以上の歴史を持つ国際放射線防護委員会(ICRP)が勧告として発表してきました。2007年には、それまでの1990年の基本勧告を改訂してPublication 103として新たな勧告が刊行されました。この2007年勧告では、これまで以上に医療被ばくの防護が重視されています。

放射線防護の最も基本的な原則は、防護体系の3原則として知られています。

放射線防護体系の3原則

- 正当化:** 害よりもベネフィットが勝るべきである。
- 最適化:** 社会・経済的な要素も考慮した上で線量を合理的に達成可能な限り低く保たれるべきである。
- 線量限度:** 個人の線量は、ICRPが勧告する限度を超えるべきでない。

患者の医療被ばくには、3原則のうちの線量限度が適用されません。その理由は、医療では被ばくする患者に直接のベネフィットがあり、線量限度を設定することによってそのベネフィットが損なわれることがあるからです。医療被ばくの防護では、線量限度が適用されないために、正当化や最適化が重要になります。

医療における正当化についてICRP2007年勧告では、3つのレベルが提唱されています。第1のレベルは、放射線そのものの医学での利用の正当化です。この点ではすでに正当化が達成されていると判断されて広く用いられているところです。第2のレベルは、診断や治療などの手技ごとに正当化を吟味した上でその手技を導入することです。これについてもそれぞれの手技が導入される際に国や社会によって判断が下されてきています。医療の現場で問題となるのはその次の第3のレベル、個々の患者への放射線の利用に関する正当化の判断です。

最適化については、医療以外の分野では、線量を可能な限り低く保つことが強調されてきました。しかし、医療においては、必ずしも最も低い線量が最適化の目標ではなく、患者の線量と医療によるベネフィットとのバランスを取ることが重要です。そのために「診断参考レベル」が設定され、実際の被ばく線量をこのレベルと比較することにより最適化を図ることが提案されています。

医療被ばくに関連する日本の法令には、図1に示すように、医療法、放射性同位元素等による放射線障害防止法、電離放射線障害防止規則、薬事法、臨床検査技師法、衛生検査技師法などがあります。これらの法令の具体的な規制対象は、放射線を取り扱う従事者や公衆であり、現在のところ、患者の線量を制限する基準は含まれていません。

このように患者の医療被ばくの防護は、法令などで一律に規制することが困難なので、医療の現場での防護の実践に委ねられているのが現状です。そのため、医療関係者への意識を高めることが重要であり、国際的にも医療被ばくに関連した活動が活発化しています。ICRPでも、医療被ばくに関する多くの刊行物を発行しています。少し古くなりますが、「放射線とあなたの患者：医師のためのガイド (Radiation and your patient: A guide for medical practitioners, 2002)」は、現場で非常に参考になる冊子です。放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)でも、医療被ばくの実態についてまとめています。世界保健機構(WHO)は医療被ばくの放射線安全に関するグローバルイニシアティブを開始しました(図2)。プロジェクトの内容としては、リスク評価、不必要な医療被ばくの低減、規制の側面、臨床マニュアル、職業的保健、人的資源、意図しない被ばくの防止、リスクコミュニケーションなどが取り上げられています。国際原子力機関(IAEA)でも、国

際基本安全基準(BSS)の検討において、医療被ばくの基準を重要な課題として位置づけています。また、患者の個人の被ばく線量の記録を目的としたSmart Cardプロジェクトを進めています。米国においては、レントゲン協会が、医療被ばくの最適化を目指す「Image Gentlyキャンペーン」を進めています。わが国でも、様々な学会や組織で、医療被ばくの防護に関する活動が進められています。

実際に医療の現場においても、放射線防護の実践に力が注がれているところですが、放射線防護原則として正当化を判断し、最適化を進めるためには、必ずしも十分な情報がそろっているわけではありません。しかし近年、低線量放射線の影響の解明が進み、放射線リスクについても新たな科学的知見が得られつつあります。その結果から判断すると、高線量でのリスクを侮ってはいけないが、低線量でのリスクを怖がり過ぎてはいけないという結論が得られます。

医療の現場で患者や家族の方の不安を和らげるためには、医療で用いられる線量のレベルが、図2に示すような我々が生活環境で受けている様々な放射線のレベルと比較して、どの程度であるかを知ってもらうことがひとつの方法です。そして、そのリスクやベネフィットについて最新の科学的知見に基づいた情報をもとに適切な防護の措置が実践されていることを知ってもらうことが、医療への信頼や安心につながるものと考えられます。

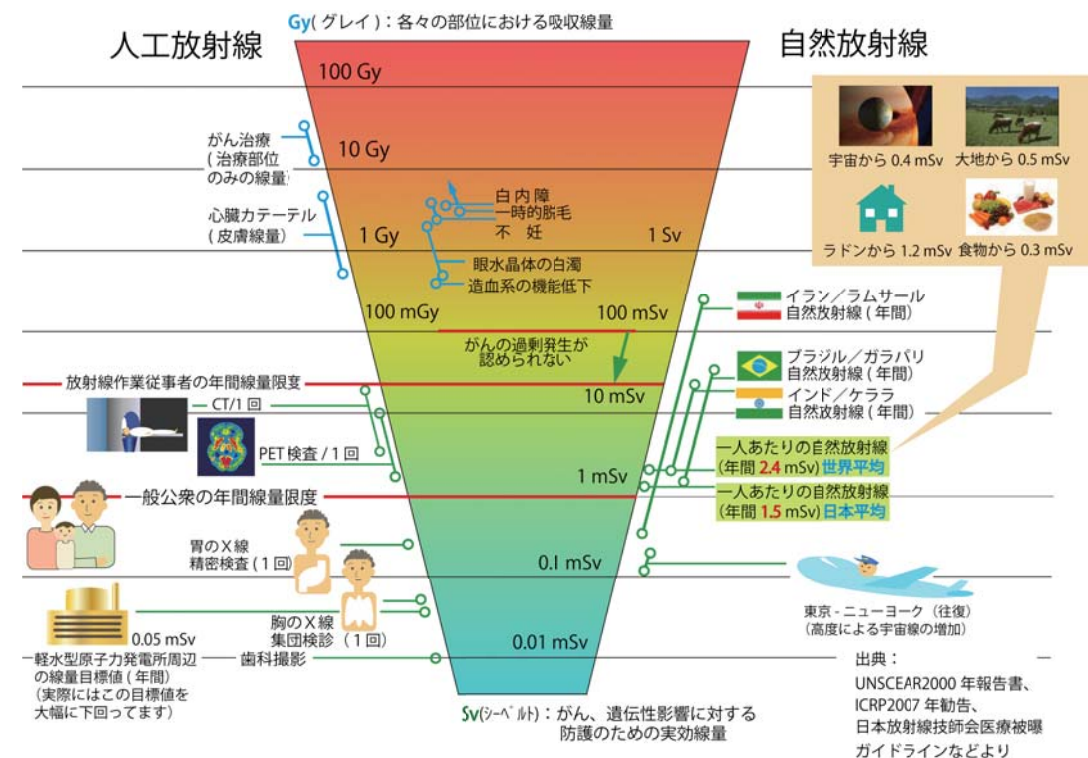


図2: 生活環境で受ける放射線のレベル

医療法
目的: 医療を受ける者の利益の保護及び良質かつ適切な医療を効率的に提供する耐性の確保を図り、国民の健康保持に寄与
規制対象: X線装置、抗エネルギー放射線発生装置、診療用放射線照射装置(器具)、RI装置診療機器、診療用RIの使用
対象被ばく: 放射線診療従事者等、当該診療以外の患者、公衆

放射性同位元素等による放射線障害防止法(障防止法)
目的: RIや放射線発生装置の使用等、RI汚染物の廃棄等を規制し、放射線障害の防止と公共の安全
規制対象: RI(医薬品を除く)の使用等の取扱い、放射線発生装置の使用
対象被ばく: 放射線業務従事者等、公衆

電離放射線障害防止規則、人事院規則
目的: 労働者の安全と健康の確保
規制対象: 医療法、障防止法での対象のRIや装置
対象被ばく: 労働者

薬事法
目的: 医薬品等の有効性と安全性の確保により保健衛生の向上
規制対象: 放射性医薬品の製造、取扱い、運搬、廃棄、放射性物質
対象被ばく: 作業員等、公衆、診療上を除く

臨床(衛生)検査技師法
目的: 技術の資格を定める、業務の適正な運用により、医療及び公衆衛生の普及及び向上に寄与
規制対象: 医療法と同様

図1: 医療被ばくに関連する法令等

特集 / 【第16回放射線医学公開講座】医療における放射線 —エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

医療被ばくの現状

重粒子医科学センター
医療放射線防護研究室 室長
赤羽 恵一



赤羽 恵一 (Keiichi Akahane)

はじめに

X線発見後100年あまりの間に放射線診療技術は目覚ましく発展し、医療では高度な画像診断及び放射線治療が可能になりました。私たちはその恩恵を受けており、日本では非常に数多くの放射線診療が行われています。そのため、他国と比べて医療被ばくが大きいことが指摘されてきました。海外でも、人工放射線による被ばくの中で占める割合が高いことから、医療被ばくを防護の重要な課題として取り組む動きが大きくなってきています。そこで、日本の医療の現状を、線量を中心に述べてみたいと思います。

日本の放射線診療

厚生労働省の平成20年度医療施設調査によると、放射線診療機器数は、マルチスライスCTが5,960、他のCTが6,040と評価されています。また、マンモグラフィは3,792、SPECTが1,337、PETが199、PET/CTが267です。医療施設が保有している各装置の割合は、マルチスライスCTでは一般病院50.1%、一般診療所1.5%、その他のCTはそれぞれ

36.6%及び3.4%です。マンモグラフィは32.8%と1.1%、PETは病院1.4%、PET/CTが2.1%です。ただし、これらの値は推定値であって、日本の装置及び検査数を正確に把握することは現状では困難です。X線CT装置及び検査数は年々増加の傾向が認められましたが、近年はそれほど増加していないと推定している評価結果もあります。X線CT検査は、0-14歳では頭部検査が8割以上を占めています(図1)。

医療被ばくの線量

「医療被ばく」と一口に言っても、歯科撮影のような低い線量レベルから、IVR・放射線治療のように高い線量レベルまで、多岐にわたっています。また、線量を表す指標にも多くの種類があり(臓器吸収線量・等価線量・実効線量・入射表面線量・皮膚線量・CTDI・DLP・乳腺線量など)、これまでに数多くの線量評価データが報告されています。異なる種類の放射線診療の線量を比較するために、指標として実効線量(単位はmSv:ミリシーベルト)が用いられますが、データからは大まかに歯科撮影は0.01mSv程度、胸

部撮影は0.06mSv程度、上部消化管撮影は3mSv程度、CT撮影は5から30mSv程度、核医学検査は0.5~15mSv程度、PET検査が2~10mSv程度と評価されています。また、個々の臓器が受ける線量は臓器吸収線量(単位はmGy:ミリグレイ)と呼ばれ、乳房撮影では乳腺線量が2mGy程度です。これらの数値はあくまでも目安であって、異なる数値を示しているデータ源も多々あります。実際には同一の診断でも非常に低い線量から高い線量まで10倍以上の差があることもまれではありませんが、被ばくのレベルを考えるのには有用です(表1)。

現場における正当化と最適化の現状

個々の放射線診療の際の正当化について、実際には医師・歯科医師の経験的な判断に委ねられているのが実状です。概して適切な判断が行われていると思われるのですが、短時間に高画質の画像が得られるようになり、疾病や怪我の見落としを防止するために安易にX線診断、特にX線CT検査が選択され、撮影範囲も広めに検査が行われる事例もあることは否めません。適切な判断が求められます。

医療の現場における最適化については、例えばX線検査では、X線発生装置の管電圧・管電流・照射野などの照射条件の設定が重要です。また、放射線診断では、最適化の過程の中で診断参考レベル(Diagnostic Reference Level: DRL)を用いるべきであると国際放射線防護委員会(ICRP)は勧告しており、IAEAはガイダンスレベルとして具体的な数値を示しました。日本では放射線技師会がガイドラインとして日本のデータ

を基に独自に設定した値を公表しています。これらの線量指標は、一般的なX線撮影では入射表面線量、X線CTはCTDI、核医学は投与放射能、マンモグラフィは乳腺線量などです。海外ではDRLを医療被ばく防護の手法として採用している国々もありますが、日本ではまだ規制に取り入れられていません。DRLを用いるためには、医療施設で実際に行われている放射線診断の線量を測定あるいは計算で評価する必要があります。DRLと比較して線量が高い場合には、線量低減の可能性を検討することになります。

医療被ばくの課題

近年、画像化技術の進歩により、フィルム-スクリーン系からデジタル処理系へ移行してきています。デジタル系では低すぎる線量は画像補正が困難ですが、高すぎても補正することは可能なため、線量が高めに設定されることも多いようです。先述の通り、医療被ばくの防護では、いかに適切に正当化・最適化を行うか、ということが重要になります。例えば国民全体が受ける医療被ばくが大きくても、正当化・最適化が適切に行われていれば、それは適切な医療が広く行われているという、大きなベネフィットを意味します。しかし、現状はまだ改善の余地があり、不安を抱えている患者さんも多いのが現状です。正当化・最適化の判断のみならず、患者さんの不安や疑問に答えるためにも、利用している放射線診療の線量レベルを把握しておくことと、線量とリスクの関係のある程度知っておくことも大切なことです。

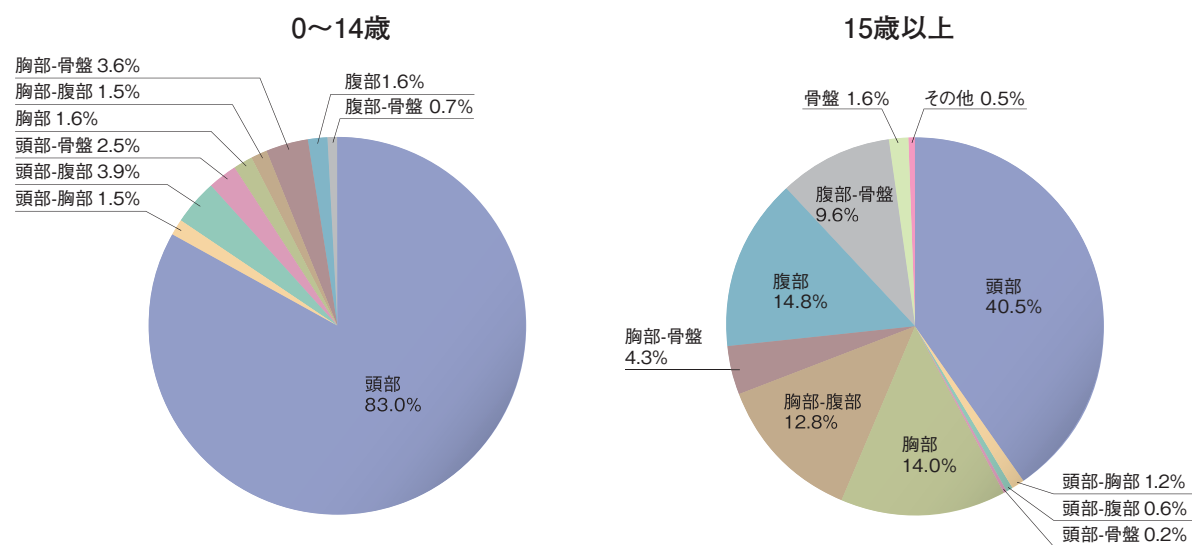


図1: X線CTの検査部位別割合(放医研2000年実態調査データより)

検査の種類	診断参考レベル		被ばく線量		
	IAEAガイダンスレベル	日本放射線技師会ガイドライン	線量の種類	線量	線量の種類
胸部撮影	0.4mGy	0.3mGy	入射表面線量	0.06mSv程度	実効線量
上部消化管検査		(透視+撮影):直接撮影100mGy, 間接撮影50mGy	入射表面線量	3mSv程度	実効線量
CT撮影	頭部50mGy, 腹部25mGy	頭部65mGy, 腹部20mGy	CTDI	5~30mSv程度	実効線量
核医学検査	放射性医薬品毎の値	放射性医薬品毎の値	投与放射能	0.5~15mSv程度	実効線量
PET検査	(なし)	〃	〃	2~10mSv程度	実効線量
乳房撮影	3mGy	2mGy	乳腺線量	2mGy程度	実効線量
透視	通常25mGy/分 (高レベル100mGy/分)	通常25mGy/分	入射表面線量率	手技により異なる	
歯科撮影	(なし)	(なし)		2~10μ程度	実効線量

表1: 各放射線診療の診断参考レベルと被ばく線量

特集 / 【第16回放射線公開講座】医療における放射線 —エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

低線量被ばくの影響に関する知見

放射線防護研究センター
 発達期被ばく影響研究グループ
 グループリーダー
 島田 義也



放射線影響の基本

放射線の生体影響は、確定的影響 (deterministic effect) と確率的影響 (stochastic effect) に分けることができます (図1)。確定的影響は、比較的高線量 (100 ~ 数千 mGy 以上) の放射線を被ばくした後、数時間から数週間に出てくる影響です。例えば、「髪が抜ける」「皮膚が赤くなる」「血液細胞が減少し感染症が起こりやすくなる」「子どもが産めなくなる」などの症状です。これらの放射線影響はどれも被ばく線量がある値を超えて初めてでできます。この値を「しきい値」と言います。(図2) 逆に言えば、しきい値を超えなければこれらの障害は発生しません。また、眼が被ばくしますと数年経って白内障が発生することもあります。これも確定的影響です。白内障のしきい値は 1.5Gy ですが、それ以下かもしれないとも考えられています。また、胎児期に被ばくすると重度精神遅滞が発生することがありますが、その場合のしきい値は 300mGy であると報告されています。

一方、確率的影響は、100 ~ 200mGy 以下の低線量

でも発生することが否定できない影響です。しきい値がないと考えられています (図2)。発がん、被ばくしたヒトの子孫にあらわれる遺伝性 (継世代) 影響が含まれます。これらの影響は、細胞に発生した突然変異や染色体異常が原因です。しかし、原爆生存者などの疫学調査の結果は、高線量域では発がんリスクの増加が認められるものの、100mGy 程度の低線量域では不確かさが大きく、有意な差は認められていません。また、遺伝性影響についても観察されていません。(しかし、マウスやハエなどの研究では子孫への影響は観察されていて、なぜヒトで認められないのかわかっていません。) 一般に、診断レベルの放射線で問題になる影響というと、発がんということになります。

発がんの時期と被ばく線量

放射線の発がんリスク評価には、被ばくした人々の調査対照集団 (コホート) が用いられます。重要なコホートには、広島・長崎の原爆被爆者、良性・悪性の疾患に対して放射線治療を受けた患者、高自然放射線地域住民、鉱山労働者や原子力施設作業員などの職業

被ばく者、そして核実験やチェルノブイリ事故による被ばく者等があります。それぞれのコホートは被ばくの物理的条件 (線量、線量率、放射線の線質) や被ばく者集団の特性 (年齢、性) などが異なるので、それぞれを比較して多くの情報を得ることができます。まず、原爆被爆者の調査から、白血病と固形腫瘍では、その時間的な発生パターンが異なることが明らかとなりました。白血病は被ばく後 2, 3 年して発症し、7, 8 年をピークとしてその後減少していきませんが、固形腫瘍 (肺がん、大腸がんなど) は 10 年以上経ってから発症し、そのリスクはその後続きます。また、発がんリスクは線量が高くなるにつれも増加しますが、100mGy 以下の線量では不確かさが大きく、線量とがんリスクの関係は明確ではありません。放射線防護委員会 (ICRP) の計算では、低い線量でも線量に直線的にリスクが増加すると仮定して、生涯にがん死亡する確率は全身 1Gy 被ばくでおおよそ 5% 増加すると計算されています。日本人は 30.1% ががんで亡くなるので、100mGy の全身被ばくにより、30.6% になると計算できます。

組織加重係数

表1は、ICRP が提唱している組織加重係数です。放射線のリスクは臓器によって異なります。係数の値が大きいの、骨髄、肺、乳房、胃、結腸です。胸部の CT 撮影をした場合は、肺、乳腺、そして胃のリスクを考えます。胸部以外のところは被ばくしないのでリスクを考える必要はありません。

被ばく時の年齢

一般に子どもは放射線感受性が高いと考えられています。組織の細胞が活発に分裂しているからです。また、被ばく後も長い年月を生きるため放射線の影響がでる機会が増えることも考えられます。がんの過剰罹患リスクはおおざっぱに言って、10才での被ばくは40才での被ばくに比べて2~3倍になります。子どもの場合は、上記の5つの組織の他に、甲状腺のリスクも考えてください。しかし、感受性が高いと考えられていた胎児期被ばくによるがんリスクは、子どもの被ばくに比べ低いことが最近報告されました。

分割被ばく・頻回被ばく

人工気胸術で治療した結核患者は、何回も X 線透視を胸部に受けました。一回あたりの平均被ばく線量は 11mGy で、100 回近く検査を受けたので、総線量は 1Gy 近くにもなりました。しかしその後、過剰な肺がんは観察されていません。一方、同じ線量を被ばくした原爆被爆者の肺がんの相対リスクは 1Gy で約 1.8 倍です。小さな線量を繰り返して何度も受けるというような場合は、がんのリスクが小さくなることを意味しています。患者が女性の場合、当然乳房も被ばくします。肺と異なり、乳がんの相対リスクは 1Gy で 1.3 倍に増加しました。しかし、原爆被爆者の値の 2 分の 1 と報告されています。さらに、一回あたりの線量も大切で、同じ線量でも 50mGy と 2mGy では、リスクは数倍も異なります。一回あたりの線量が小さいほどリスクは小さくなります。

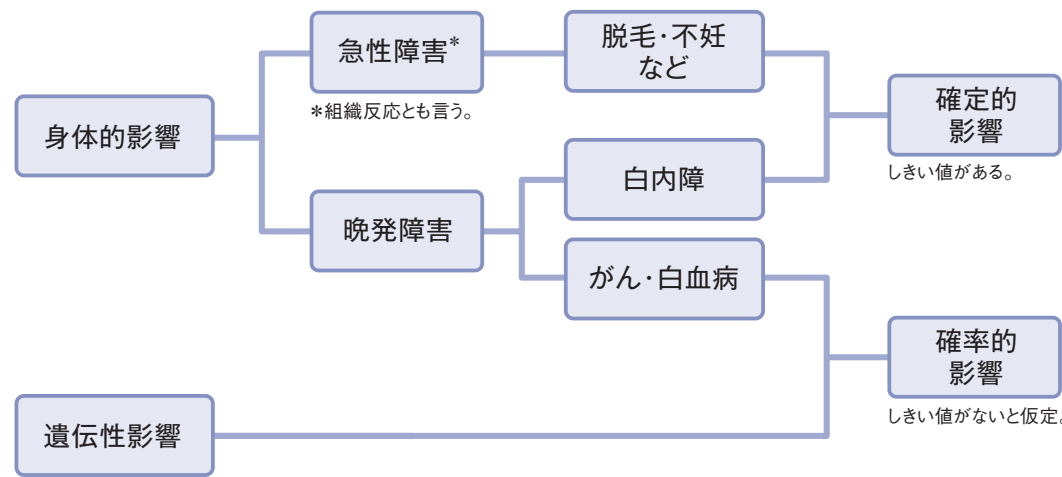


図1: 放射線影響の分類

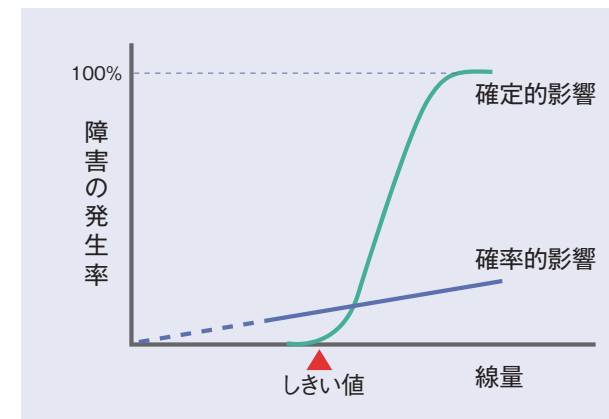


図2: 放射線影響の線量反応関係

組織	加重係数
骨髄、肺、乳房、胃、結腸	0.12
生殖腺	0.08
膀胱、食道、肝臓、甲状腺	0.04
骨、脳、唾液腺、皮膚	0.01

表1: 組織加重係数

患者さんに説明する際のポイント

放射線防護研究センター
規制科学総合研究グループ
リスクコミュニケーション手法開発チーム
チームリーダー
神田 玲子



神田 玲子 (Reiko Kanda)

放射線検査の説明の意義

放射線診療がめざましく発展している一方で、放射線に対する不安や疑問を抱いている被検者も増加しています。放医研の行った全国アンケート調査では、骨折や虫歯の検査といった日常的な検査ですら完全に受容されている訳ではないことがわかりました。特に60代以上の患者では医療被ばくへの懸念が強く、いかなるレベルの放射線検査においても、何らかの説明が必要と思われる。

他方、放射線検査に消極的というイメージの強い母親グループでは、子供の年齢に応じて必要と思われる検査に対し高受容率を示したことから、彼女たちが比較的合理的な判断をしていることがわかりました。

インフォームドコンセントでは、放射線検査は「心配ない」「大丈夫」とのみ伝えるのではなく、患者が自分で「大丈夫」と判断できるような科学的根拠を提供するようことを目指します。また説明に際しては、不安・関心や理解力の程度に応じた説明を行い、放射線検査のベネフィット、線量、健康リスクに関して双方向的コミュニケーションを行うことで、医療スタッフと患者間の信頼が醸成される効果があります。

患者に提供する情報

①放射線検査のベネフィットを説明する

医師が検査の正当化を判断した根拠として病気の発見、治療に不可欠な検査であることや受けないことで生じるリスク(不安、不適切な治療、情報の悪化など)について説明します。患者が小さい子供の場合は、症状を伝えられないので、特に有効な検査法であることを親に伝えます。また代替方法がない(あるいは代替方法に比べすぐれている)などの情報も有用です。

②放射線検査の線量を説明する

「放射線イコール危ない」と誤解をしているケースが多いので、「放射線の影響は線量に依存する」という定量的概念を患者が理解することが最も重要です。また具体的な線量を伝えることにより、一般的な情報ではなく、患者の検査に関する情報をもとに説明がなされていることが意識できます。ここで示している線量が最適化を実践した成果であることも伝えると、医療スタッフとの信頼関係が強まります。

しかしなじみのない単位についてまで詳細に説明する必要はありません。日常受けている放射線の量と比

較する等で、検査で用いている線量を実感する程度でよいと思います。

③放射線検査のリスクを説明する

X線の影響を考える場合は、撮影部位のみを検討対象にすればよいことを伝えます。医療スタッフにとっては当たり前のことですが、頭部CT検査を受けたのに不妊を心配するケースや歯科でのX線検査が胎児へ与える影響を心配する患者が意外と多いことに留意します。

また影響の程度は放射線の量によることを図表等を用いて説明します(図1、表1)。具体的には、放射線の発ガン寄与率や確定的影響のしきい線量との比較等から、実際に検査で用いられる線量から推定されるリスクの程度を示した上で、リスクも多少あるが、メリットの方が十分大きいと、医師が判断したことを説明します。患者が不安・疑問を抱いている点が明らかな場合は、説明のポイントを絞り、的確に不安・疑問に答えると効果的です。放射線影響については画一的に説明を行うのは難しく、可能ならば説明のパターンをいくつか用意し、患者に合わせて使うのがよいと思います。放射線のリスクの定量性が理解されにくい場合は、「たとえ」を用いることも効果的です。

(例)日常生活の日焼けと海水浴の日焼けでは影響が異なる。

④付加的信息が有用な場合もある

放射線検査の後に不妊症と診断されたり、流産した場合は、その原因が放射線であると誤解し、患者が深

く悩むことがあります。放射線とは関係なく、妊娠を希望する夫婦の約1割が不妊である、あるいは初期の自然流産率は15%程度といった情報も、患者によっては事前に伝えておいた方がいい場合もあります。しかし口頭で伝える場合には、言葉の選び方に留意します。

⑤言葉の選び方

「被ばく」という言葉の意味を、放射線によって影響が出ることと誤解している人もいますので、出来るだけ使わないようにします。不妊、流産、奇形なども、患者によっては刺激が強すぎることがあるので「赤ちゃんへの影響」などの言葉に置き換えた方がよいかもしれません。

被ばく相談と放射線カウンセリング

被ばくに関する相談の多くは、情報不足や誤解から生じた不安に関するものです。放射線に関する専門知識をわかりやすく伝えることが中心なので、メール等での対応も可能ですが、その場合は、情報提供により患者が納得したかどうか、返事をもらうなどの双方向性の担保が重要です。

放射線カウンセリングは、被ばく相談と混同されがちですが、強い不安感によって不眠など日常生活に影響が出ているような場合が対象になります。情報提供に際して、性格分析、心理的評価を行う必要があるため面談が基本です。カウンセリングが必要になるほど、患者が悩むことがないようにするためには、検査を受ける前、そして検査により異常が無いことが明らかになった後も、検査の正当化はわからないといった説明も必要です(図2)。

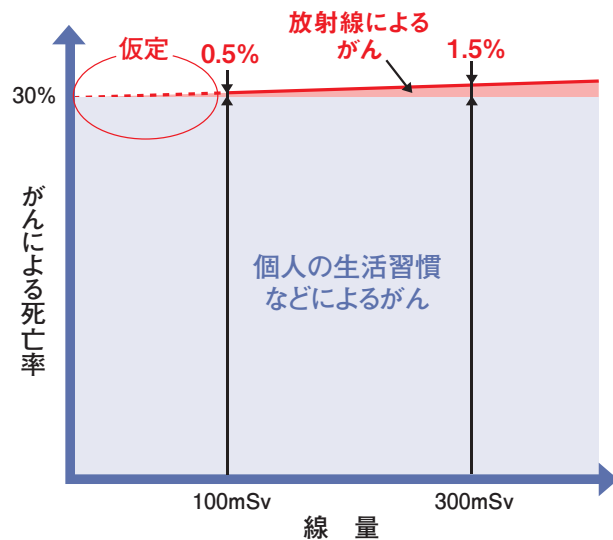


図1: がんによる死亡率と放射線の寄与

受胎産物の吸収線量 (自然バックグラウンド超過分) (mGy)	子供が奇形を 持たない確率 (%)	小児癌(0~19歳)に ならない確率 (%)
0	97	99.7
1	97	99.7
5	97	99.7
10	97	99.6
50	97	99.4
100	97	99.1
>100	97に近い	より高くなる

表1: 胎児被ばくの影響

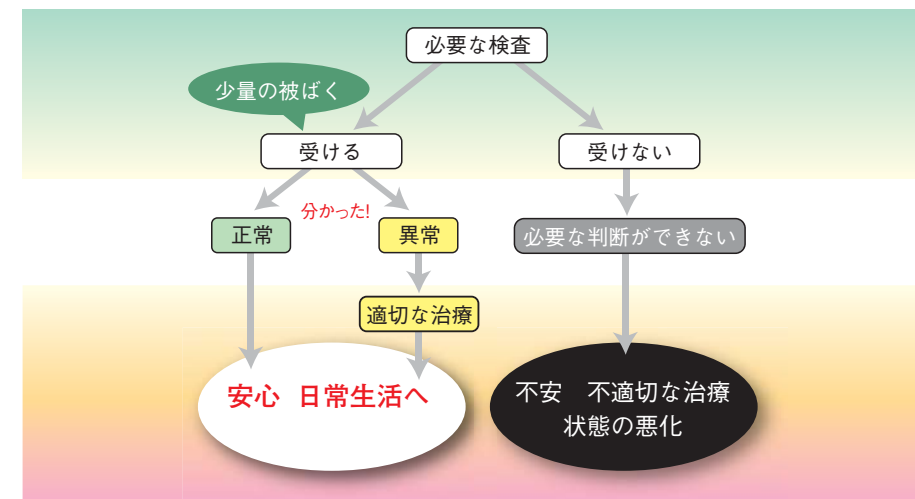


図2: 検査を受けないリスクを説明する

安全と安心の考え方

早稲田大学理工学術院 客員教授
永田 久雄



永田 久雄 (Hisao Nagata)

はじめに

「安全」、「安心」の本質は、医療の本質となんら変わらないと思います。共通して、「人の命」を扱い、様々な危害（病気）から「人の命」を守ることにあります。私に関わってきた労働現場には、様々な機械・装置、重機、薬液槽等があり、いたるところに危険が潜んでいます。目を離せば、いつでも、「巻き込まれ」、「火傷」、「墜落」などの事故が発生する可能性があります。近年、労働災害による死傷事故が大幅に減少してきたのは、過去の事故から学び、危険に対して多くの予防策が講じられてきたことによります。本日は、私の経験を通して得た知見を基にして、「安全」、「安心」について基本的な考え方をお話しさせていただきます。

安全とは何か

機械装置などの設計者、例えば、CTの設計者は、最初にあらゆる状況を想定して「何が危険なのだろうか」と洗い出し作業を行ないます。「安全装置の故障」、「誤操作」、「停電」、「危険域内への侵入」などです。次に、その危害の重大さ（身体への傷害、健康障害、環境被害）を特定し、その危害が起こりうる可能性との組み合わせから、被害の大きさ（リスク）を推定します。医療分野では、具体的には死亡率、疾患の発症率、QOLの変化、副作用の発現率であったりします。リスクはあくまでも確率に基づく推定量です。このリスクが大きい要因から順次、改善対策を立てて「許容可能なリスク」レベルまで低減してゆきます。図1にその流れを示しました。ハード的な対策として、部

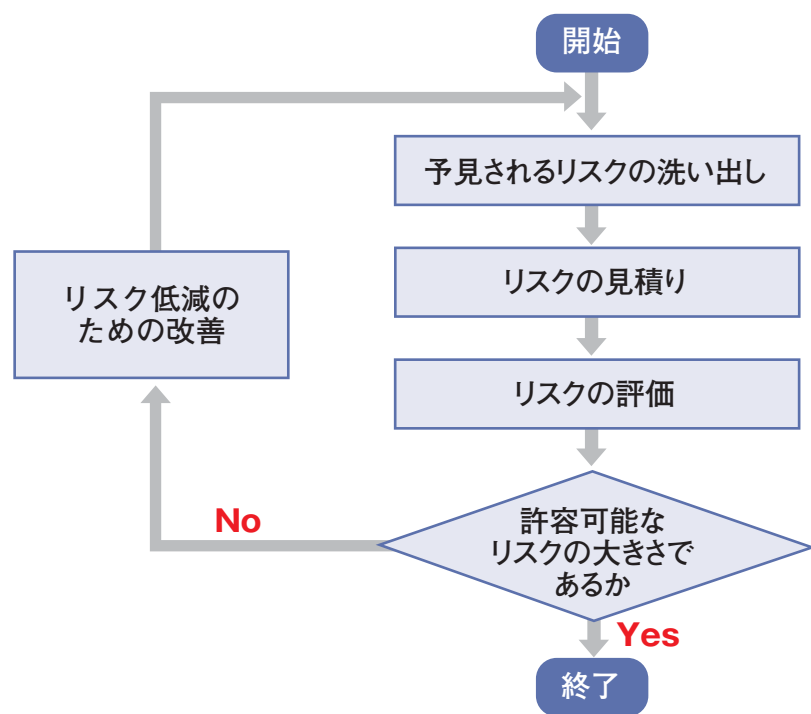


図1：安全方策のための反復的なプロセス

品の寿命、故障、ヒューマンエラーなどを想定して、「フェールセーフ」、「インターロック」、「フールプルーフ」などの安全装置を組み入れた設計を行ないます。安全装置が故障した場合も想定して設計します。入力ミスもソフト的にチェックして、その入力ミスを発見するプログラムソフトの設計もします。重要な演算では、演算回路の電子デバイスの故障も想定して、多重の演算回路を設けて計算チェックし、その結果を照合して、不一致の場合は運転を停止させます。基本的には、安全が確認できなければ使えないようにします。しかし、それでもリスクが残ります。これを残留リスクと言います。図2にその説明図を示しました。メーカーがその残留リスクをユーザーに説明した後に装置を引き渡します。もし、製品欠陥により事故が発生した場合は、PL法に基づきメーカーに賠償責任が発生します。

残留リスクを低減させるために、ユーザー側は安全管理的な対策を施します。「有資格者以外の使用禁止」、「関係者以外の立入りを禁止」、「従事者の安全教育」などによる予防対策を施して、更に、「広く受け入れられるリスク」まで低減します。どこまで低減するかは、その時代の技術水準、社会の価値観、法律上の問題などの様々な要素により決定されます。

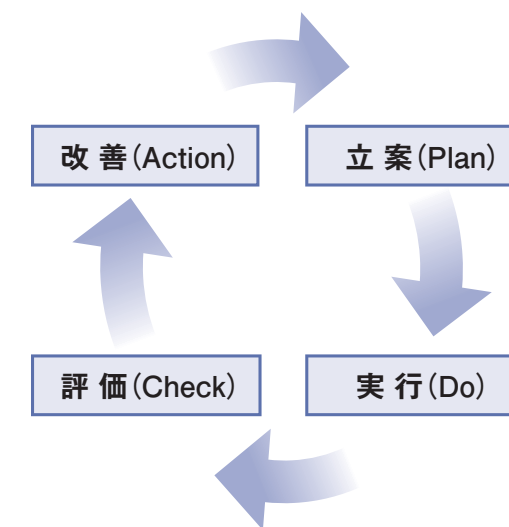
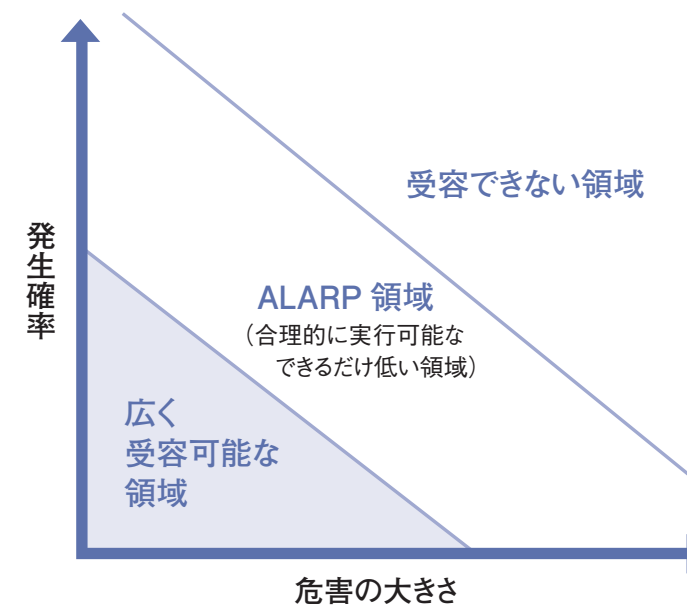


図3：PDCAサイクル

工学分野では、「安全」とは「受け入れられないリスクが存在しない状態」としています。つまり、「安全」とするかどうかは、トップの判断あるいは皆の合意の元で決定されていることとなります。

過去の事故事例やインシデント報告を参考にしながら医療行為によるリスクの洗い出しと改善策を繰り返すこととなります。その概念図を、図3に示します。ポイントは、管理責任者が何かしらの形



*ALARP: as low as reasonably practicable

図2：リスクチャートの例

特集 / 【第16回放射線医学総合研究所公開講座】医療における放射線—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—

パネルディスカッション

「あなたは医療被ばくについて、
患者の質問に答えられますか？」

パネリスト

社団法人 日本放射線技師会会長
北村 善明

大阪大学名誉教授
日本医学放射線学会理事
彩都友絢会病院長
中村 仁信

国立がんセンター 東病院看護部
副看護部長/がん看護専門看護師
上杉 英生

放射線防護研究センター
センター長
酒井 一夫

放射線防護研究センター
発達期被ばく影響研究グループ
グループリーダー
島田 義也

コーディネーター

放射線防護研究センター
規制科学総合研究グループ
リスクコミュニケーション
手法開発チーム
チームリーダー
神田 玲子



本公開講座・第2部：パネルディスカッションの様子

■座長 「あなたは医療被ばくについて、患者の質問に答えられますか？」を始めさせていただきます。コーディネーターは、放医研 放射線防護研究センター チームリーダー 神田玲子が務めます。

□神田チームリーダー このディスカッションでは、医師、診療放射線技師、看護師および研究者が、医療被ばくに関する現在の問題点・今後の課題について、それぞれの立場から事例紹介を交えながら議論を

いたします。患者さんからのよくある質問をベースに、またフロアからの質問にハイライトを当てながら議論を進めます。最初にパネリストの先生方から自己紹介いただきます。フロアからは【現場の医師、診療放射線技師、看護師は医療被ばくに関してどうお考えですか？低減への方策などあればお聞かせください。】とのコメントを頂いておりますので、その辺を交えながらお願いします。

で活動に参画することが不可欠です。そのような管理体制が明確となっている事故防止管理システムが組織内に構築されていることが、「継続した安全」と言えるのではないのでしょうか。

安心とは何か

工学分野では、「安心」といった言葉を使用することをためらいます。「安心」は、多くの複雑な個別要因が絡み合った心の内面の問題です。がんを患っている方を「安心」させることは至難の業でないかと思えます。しかし、抱えている多くの不安要因のいくつかを弱めることは可能です。その中でも「放射線診断・治療」に関する不安の根源は、テレビ・新聞情報が多いようです。最近でも以下のような報道がなされています。

- ・左右の乳房を取り違えて放射線を照射
- ・患者の取り違い
- ・過剰照射ミス
- ・過剰照射による死亡事故で和解

これらの事故への不安は問題なく解消できますが、過去の報道で研究者がかかわった記事では、その正しさが専門家でないこと確認できないのです。例えば、2004年2月の読売新聞、「がん3.2%、診断被爆が原因 CT普及が背景に 英の大学推定」があげられます。診断用放射線量に対して全く知識のない人々に心理的な刷り込みがなされ、その社会的な影響は、いまだに残っているように見えます。推定した計算根拠が希薄である事実を説明しても、心にやきついた思い込みはなかなか拭いきれません。このたぐいのバイアスが最も厄介なのです。身近な例として、「環境ホルモン」があります。多額の国家予算をかけてその害を調査したところ、エビデンスがほとんど見られなかったのです。その事実をメディアが大きく伝えたのを聞いたことがありません。私も、「コンニャクゼリー」や「シンドラー社製のエレベーター事故」を取り上げて一方的な報道姿勢に疑問を投げかけたことがあります¹⁾。私だけでなくリスク研究者の多くが、メディアによる一方的な報道により、大衆を動かす(スタンピード)現象に危惧を抱いているのです。皆様も、「環境ホルモン」、「シンドラー社」と聞いただけで拒絶感を抱きませんか。このことから、心理的な刷り込みが原因と考えられる場合は、誤解を地道に解く努力を継続するしかないと思われれます。最近

のテレビ・新聞で取り上げている放射線治療に関する報道は、リスクのみを煽ることは少なくなり、放射線治療が高齢者に優しい治療であることも伝えており、私には理解が静かに広まりつつあるように見えます。

おわりに

国際化の波が労働安全分野にも押し寄せており、労働安全衛生マネジメントの普及がなされ、法令準拠型から自主管理型への移行が図られています。しかし、それに伴う様々な労働安全衛生法令の改正が進んでいるとは言えないのです。医療分野においても国際化の動きが押し寄せているのではないかと思います。従来の運営方法の見直しのなかで、特に、継続して安全・安心を確保するには、医療チームの各メンバー(がん専門医、放射線治療医、技師、看護師など)が、リスク情報を共有し、同時に役割・責任を分担する方式がこれから普及してゆくのではないのでしょうか。

引用文献

- 1)永田：事故情報の開示と課題、労働科学、Vol 64, No.5, 16-21 2009.

プロフィール

永田久雄

1948年東京生まれ。

工学博士(横浜国大)、一級建築士。

早稲田大学理工学術院 客員教授、労働安全衛生総合研究所 フェロー研究員、北九州市立大学大学院 非常勤講師、東京労働局労災防止指導員。2000年度に科学技術庁長官 研究業績者表彰を受ける。

東京都財務局の主事を経て、1975年から旧労働省産業安全研究所に研究員として勤務し、2008年3月末に独立行政法人 労働安全衛生総合研究所の研究部長を最後に定年退職。その後は、労働災害だけでなく生活災害を含めた幅広い事故予防に関する活動を行っている。

『「転び」事故の予防科学』(労働調査会)を3月末に出版。

●北村先生 社団法人日本放射線技師会の会長をしております。技師会では、医療被ばく低減に向け、我々が放射線に関する唯一の医療専門職だということ、これを事業の柱としております。2000年10月に患者の為に医療被ばく低減目標値として医療被ばくガイドラインを、さらに2006年11月に放射線診療の進歩に伴って放射線診療における線量低減目標値としての医療被ばくガイドライン2006を示しました。また、2005年より医療被ばく低減施設認定事業を開始しました。放射線被ばくについて、診療放射線技師が責任を持つことが専門職として当然、という考え方に立ち、放射線機器の管理と日常点検、放射線施設の安全管理、放射線診療従事者の職業被ばくの低減を評定項目として、書面審査、訪問審査により認定しています。さらに放射線管理機器などの医療装置の性能維持と安全化に対応できる放射線機器管理師の認定、医療施設での放射線管理、被ばく管理、さらに放射線汚染に伴った災害や緊急事態に適切な処置、被ばく者のカウンセリング実践できる放射線管理師の認定、育成事業も進めております。

患者さん一人ひとりが、この検査を受けることが安全か、リスクの大きさとベネフィットを秤にかけるような時代となってきています。安心・安全の医療そして情報提供・公開の必要性から、放射線検査の被ばく線量を知りたいと思う患者さんのため、希望する医療機関にはレントゲン手帳を配布する事業も運営しております。今日の公開講座を通して、日本の医療被ばくの低減に向けた大きな一歩となることを期待したいと思います。

●中村先生 本日は、日本医学放射線学会を代表してまいりました。放射線科医でIVRを専門にしております。IVRという言葉が出る前から血管造影治療を行っています。IVRの初期の頃には4時間でも5時間でも透視を浴びながら仕事をしてきました。しかし、がんになりそうにありませんし、白内障にもなりそうにありません。むしろ長生きをするのではないかと考えております。それともう1つの放射線学会の放射線防護委員長としては、いろいろな方の質問を受けてきた経験がありますので、そういったことで本日はお話をできればと思っております。

●上杉先生 国立がんセンター東病院で看護師をしております。これまでの経験では、入院患者とその家族との関わりが長かったのですが、もちろん外来で

も患者の不安や疑問と日々関わりを持っています。そのような経験の中から、この公開講座でなんらかのご意見をみなさんと共有できたらと思っております。

●酒井センター長 第一部でお話をさせていただきました、放医研 酒井です。リスクとベネフィットのバランスと一言で言いますが、これを考える上で具体的にどれだけの情報を提供できればよいかということ、いろいろと考えております。

●島田グループリーダー 島田です。普段はネズミを使って、放射線発がんのリスクやメカニズム研究をしています。最近では、医療にフィードバックできるような実験を、我々もしっかりやらなくてはいけないという意識で、研究を行っております。

1.患者の不安
～胎児やこども、反復照射など～

□神田チームリーダー これから本題に入ります。まずは患者さんからはこういった質問が多いのか、北村先生からお話を聞かせてください。

●北村先生 市民から寄せられる医療相談で多いものは、①「いろいろな検査をして大丈夫かどうか?」「X線検査を何回行くと許容レベルを超えるのか?」などの頻度や回数の質問、②子供の検査、特に「CT検査を受けた場合の被ばく線量が多いのではないかと?将来に影響を残すのでは?」というもの、③「検査後に妊娠がわかった場合の胎児への影響」などの3つの質問に分けられます。昨年、「X線検査って本当に大丈夫?」という公開講座を開催し、事前に質問を募集したところ、388名からの質問の中で、①の検査の回



北村 善明先生



パネルディスカッションにおける5名のパネリスト

数・頻度についての質問が158名と多く、③の妊娠に関する質問が8名ということになっております。

□神田チームリーダー 今ご紹介いただいた質問内容の中で、フロアからのご質問とも関係する妊婦への放射線検査適応に関することを最初に取り上げます。ICRPでは胎児の確定的影響のしきい線量が100mGy以上であること、100mGyまでは問題となるような、がんの発生状況を認めていないことから、100mGy未満の胎児線量を理由に妊娠中絶をしてはいけないと勧告しています。しかし、検査を受けてから妊娠がわかったケースでは、やはり不安がなかなか解消されない方もいると思います。では妊婦や若い方の場合、検査適用の判断や患者への説明に関して、特別な配慮がなされているのでしょうか?

●中村先生 被ばく線量が100mGy以下であれば問題はないわけですから、CTなどでは特に説明はしません。検査が必要と判断すれば、「CT検査が必要です」ということで検査を受けてもらいます。

●北村先生 現場で「妊娠している可能性があるが大丈夫か?」という質問を受ける場合があるので、

100mGyという数値について具体的に説明するということになるかと思えます。

●上杉先生 私の専門はがん医療ですので、患者さんから妊娠のことで質問をされることは非常に少ないのですが、やはり「何回検査をうけるのか?」「こんなに検査をして大丈夫か?」という声は聞くことがあります。

□神田チームリーダー フロアから【当院の安全管理マニュアルにおいてX線診療を行う場合には、急がない検査の場合、妊娠が確定でない月経開始後10日以内に行うことが望ましいと記載されております。この件についてコメントをお願いします】という意見がありました。いわゆる10日ルールというのは、昔の放射線検査や防護に関する教科書にはよく載っていたのに、最近あまり見ることがないのですが、この経緯を解説していただけますか。

●酒井センター長 確かに、以前は検査を受ける際に、妊娠の可能性のない時期という10daysルール(10日則)が使われていました。しかし、様々な研究、経験を積み重ねた結果、X線検査での胎児の被ばく

線量がさほど大きくないということがわかってきています。もう一つ大事なことは、10days ルールに重きを置くあまり、必要な時に検査をするタイミングを逸してしまうといったデメリットの方が大きいと言う点です。そのようなことから、最近ではICRPは10days ルールを取り下げることになっていきますし、妊娠がわかった場合100mGyよりも少ない線量での被ばくというものを理由に中絶をするべきではないという判断に今は移ってきていると思います。

● **中村先生** 要するに、10days ルールが取り消されたにもかかわらず、病院によっては、いまだに揭示されていたり、意識されていたりしている、ということだと思います。これについてはやたらに不安を煽るだけですので、早く無くすべきです。いつ検査をしてもよいのなら、あえて危険な時にする必要はないだろうという程度には、10days ルールは意味があると思います。

□ **神田チームリーダー** 無用な不安ということで、歯科 X 診断に関するコメントを頂いています。【被ばく線量が2～10mSvと自然放射線に比べても無視できる線量にもかかわらず、防護エプロンの使用が奨励されているのは何故でしょうか。こうした奨励は、国民のリスク認知に大きな悪影響があると考えます。】とのことですが、これについてはいかがでしょうか。

● **北村先生** 撮影方向の関係や撮影軸の問題などで、防護エプロンをする必要がない場合、した方がよい場合があります。例えば、昔は、胸部撮影の時には必ず後ろに防護エプロンをかけることを行っていました。現在は撮影範囲のみの X 線照射となりますので、防護エプロンは必要がなくなりました。

□ **神田チームリーダー** ご質問は歯科 X 線診断に関することでしたが、歯科以外の X 線検査でも、防護がきちんとされていて、必要のない防護エプロンに関しては使用しないことを奨励するということでもよろしいでしょうか？

胎児への影響に続いて、今度は子供への影響についてお伺いします。CTが普及し、一番懸念されているのが子供への影響とされます。一般的には大人よりも子供の方が放射線に弱い、まして胎児はもっと弱いと考える方が多いと思いますけれど、これは科学的には正しいことなのでしょうか？

● **島田グループリーダー** 子供は大人よりも、発がんのリスクが高いということは間違いのないと思います。ICRPでも平均年齢30歳、40歳に比べて、子どもの生涯がん死亡リスクは2倍～3倍と推定しており、動物実験でも同様の結果が出ています。しかし胎児のリスクが高いかどうかに関しては、むしろ子供に比べリスクが少ないのではないかとデータが出ています。ただ原爆被ばく者のデータも55歳までの調査なので、今後20年30年の調査があって最終的な結果が出ると思います。動物実験でも、寿命短縮に及ぼす影響に関しては、胎児被ばくでは子供の被ばくよりも小さいというデータが報告されております。どうしてそうなるのか理由を提示するのは我々研究者の仕事とっていますが、これは今後の課題となります。



島田 義也グループリーダー

□ **神田チームリーダー** 「反復」の問題についても伺いますが、フロアから「島田先生のご発表の中で100mGy以下は心配がないという結論のように聞こえましたが、これは「しきい値」がないというモデルに反しませんか？反復被ばくで、かえってリスクが増加するデータもたくさんあるのではないのでしょうか？また、被ばく線量を加算するという説明をどなたもなさいませんでした」ということなので、これについてもお願いいたします。

● **島田グループリーダー** 100mGy以下でリスクがないとは言っておりませんが、100mGy以下では、対照群と統計的な有意な差がないと説明しました。サンプル数を増やせば、差が検出される可能性はありますが、それでも、10万人レベルの集団を用いても100mGyの被ばくでようやく出てくるかどうか、です。このフロアの方達全員が100mGyの被ばくをしたとしても、統計学的に有意ながんのリスクの増加は出てこないという話をしました。

実験的にもまたは疫学的なデータでも、皮膚がんや白血病では「しきい値」らしいものがあるという報告例があります。一方大腸がんや肺がんのように「しきい値」はないだろうというがんもあります。それぞれの臓器で「しきい値」のある・ないという議論はされていますけれども、全体的には「しきい値」がないと考えた方が防護安全的には適当だろうということで、発がんは「しきい値」がないという確率的影響の中に分類されています。

それから反復被ばくについては、動物実験でも一回照射に比べ肺がんや乳がんのリスクが小さくなるというデータが出ています。ここで大切なのは1回あたりの線量との関係です。先ほどの肺結核患者の X 線透視の例では、一回当たり10mGyという線量でした。同じようにカナダの集団を用いて、1回あたりの線量が50mGyの集団と2mGyの集団を比較した例では、50mGyの集団の乳がんリスクが高くなっていました。ですから一回当たりの線量(10mGy・50mGy・2mGy)の比較データをしっかり集めることが大事です。また間隔についても、動物実験では、1日空ければそれ以上空けるのとリスクはあまり変わらないという論文が数編でありますが、これについてもしっかりデータを集めることが必要です。

□ **神田チームリーダー** こういった子供の場合、何回検査をしているかといったことも検査を適用する時に配慮をするということではできませんでしょうか？

● **中村先生** 反復被ばくと申しますか、昔、放射線は蓄積されるということを教えていたので、古い放射線技師の方達は「放射線は蓄積される。次々と足されていく」と考えていました。現在では、その考えは変わりましたが、昔に習ったことをずっと憶えられて「蓄積するのだ」と思われている方も多いと思います。実際は、低線量ですとダメージは修復されま



中村 仁信先生

すので、次の検査の線量やダメージがそのまま足されるということにはなりません。また熱でも放射線でもそうですが、1回浴びるとそれに対して体が反応して強くなります。その影響は長くは続きませんが、そういったことを考えますと、あまり「反復してはいけない」ということを私は言いません。間隔があいていれば「前の影響はもうありませんよ」ということを充分説明して、仮に毎週であっても必要であれば検査を行うと思います。

● **北村先生** 健常であれば反復しても修復することだと思いますので、件数を見ながら医師と相談しながら検査を行っているというのが現状です。

□ **神田チームリーダー** 現場の先生方は、もう少し研究者が研究をきちんと行ってきていたら、このような説明に苦勞をしないというような思いもおありかと思いますが、いかがでしょうか。

● **北村先生** 低線量の被ばくについてのデータというものがないのです。いろいろな意味で医療被ばく＝低線量の被ばくということになると思うので、この種のデータの蓄積をどうしていくか、これについては研究者と協力しながら地道にやっていくしかないなと思っております。

● **酒井センター長** 1回の線量が低い検査を、何回、あるいは何十回も受け、単純に足し合わせて何十か何百(mGy)になったとします。その線量を1回の線量でまとめて浴びた場合と複数回分割して浴びた場合とでは、その影響は随分と異なります。では【どのくらいの間隔を空けたらよいものなのか、1回の線量と繰り返しの頻度如何で、どんな影響がどの程度なのか】という問いが研究者側に投げかけられているところなのですが、データがあまりございません。このような形で問題提起いただいたわけですから、これに答えられるように研究を続けていければと思っております。



本公開講座の会場内の様子

2) 放射線検査の適用と安全確保についての考え方

□**神田チームリーダー** この放射線検査の適用なのですが、放射線防護の観点からだけではなく、他の医療の措置と同様の考え方で捉えて行かなければいけない部分もあろうかと思います。上杉先生にお伺いしたいのですが、先生は、抗がん剤を取り扱う時の健康のリスク等についての指針作りを奨めていらっしゃると思うので、その方面から何かアドバイスをお願いいたします。

●**上杉先生** がん医療の場合は、手術、抗がん剤などの化学療法、放射線治療という三本柱があるのですが、やはり放射線治療に関する教育プログラムや被ばく対策等は充分とは言えません。

抗がん剤の場合は【曝露】という言葉を使います。近年、看護協会の方では、この【曝露】対策にかなりの力を入れております。看護師自らが【曝露】しないための取り組みがなされるようになり、ようやく定着しつつありますが、まだ充分とは言えません。これを放射線被ばくに置き換えますと、まだまだであると言わざるを得ません。

ここにいる看護師の中にはこの公開講座の中で初めて聞いた情報があったかと思います。本日はいらしている方々は、興味がある、勉強しようと思って来られていますが、これより遙かに多い看護師が世の中にはいて、放射線の知識が皆無という人もいます。この様な方々にどのように放射線に対する知識を広めていくのが課題になるかと思います。現在、化学療法、抗がん剤治療の教育の中では日本看護協会認定の看護師が活躍しております。放射線に関しては、ようやく本年度初の認定看護師が誕生する予定にはなっておりますが、まだ数として充分ではないと思いますし、教育プログラムもこれから構築していかなければならないので、そういう方々へのバックアップを放医研の方々の研究や研修コースをひとつの手だてにしていけたらと考えております。

□**神田チームリーダー** 看護師の中では放射線と他の医療処置を同様に考える以前に、放射線がそこまで認知されていないということでしょうか？

●**上杉先生** はい。私も日常業務の中で放射線診断治療に携っていますが、まだまだ充分ではないと感じております。

□**神田チームリーダー** ありがとうございます。では、またフロアからのご質問を紹介させていただきます。【海外では、イメージ・ジェントリー・キャンペーンとして子供への対応、線量を記録するスマートカードプロジェクトなどが進んでいるとの話がありました。CTや検診の多い日本では具体的に医療被ばくを低減適正化する為にどのような政策が検討されているのでしょうか？いろいろな機関の提案と取りくみ等を聞きたいです】とのこと。現在ICRP 2007年勧告を国内法令に取り入れの検討がされている中、医療被ばくも検討すべき事項としてあがっております。その辺りについて、まず放射線審議会の委員であり、スマートカードプロジェクトなどについても、ご存知の酒井センター長にお願いします。

●**酒井センター長** 各国あるいは国際機関の中で、線量を把握し、子どもの場合には検査の条件を整えるための活動が始まっています。そういう意味で大事な点は、実際の個々の患者の被ばく線量の把握、線量の記録です。IAEAで行われております個人記録プロジェクト（スマートカード）につきましては、放医研から何名かが計画の段階から参加しているところですが、記録された線量を単純に足し合わせ、ある値を超えたら影響について策を講じるというよりも、まず情報を伝えることが大切という考えに立脚しています。それから様々な規制への取り組みについては、ICRP 2007年勧告の中で医療被ばくというものがひとつの章を割いて取り上げられています。こうした国際機関レベルでの検討を踏まえて、日本でも放射線審議委員会等で今後の取り入れ、どう反映させるかという議論が進められているところであります。



酒井 一夫センター長

ここからは、個人的な意見なのですが、患者への医療被ばくに対しては、法令で決められるものではないと思っております。患者に対してケース・バイ・ケースに応じ、どれほどの必要な検査であるのかと

いう認識のもとで、その検査によってもたらされるリスク（あるとすれば）も勘案した上で、現場の医師、放射線技師が最終的な判断をすることが重要だと思っております。その時には、診断参考レベルなど線量と画質に関する拠り所を参考にして、医師の判断に委ねるのがいいと思います。法令や規制では、今現在、個人個人の患者さんへの被ばく線量をきちんと伝えるすべがありません。そういう意味では記録をきちんと残すという手法はあってもよいのではと思っております。

□**神田チームリーダー** それでは、ご質問の中にありましたように、技師会、日本放射線学会ではどのような医療被ばく低減適正化の提案をされているのかをお伺いします。

●**北村先生** 日本放射線技師会では、患者の被ばくは我々の責任で記録として残す、そして患者の知りたい情報は提示する、という意味でレントゲン手帳を作り、撮影ごとに記録する方法を奨めています。これに関しては、運用を希望する施設に配布していますが、やはり全国的にはコンセンサスが得られていないこともあって、施設数は少ないです。このように何らかの形で記録を取る方向に進めば、低線量の被ばくのデータも集まるし、患者にとっても自分がどの程度被ばくをしているのかという情報を常に持っていることは必要だと思っております。

●**中村先生** 医学放射線学会としては、まずは放射線科医の教育ということから考えています。専門医試験などでも必ず問題を出しておりますし、学会の度にセミナーを行い、それに出席しないと試験も受けられないなどの、活動を始めていますが、一般の方々にまでそれが及ぶかというところはまだです。また医学会総会の時や市民公開講座などいろんな機会を作り活動は行っているのですが、まだ充分ではないと思っております。

3) 放射線被ばくに関する最新の情報・知見について

□**神田チームリーダー** 規制に関する情報、それから科学的な知見などを、現場の先生方がどんどんアッ



本公開講座の会場内の様子:会場は参加者でほぼ満席となり、参加者から活発な質問が多く出され、今回のテーマについて関心の高さが伺えました

アップデートしていくということは大変な労力になると思います。次に知見や情報の入手方法について考えてみたいと思うのですが、まず放射線影響に関して、一昔前と今とで大きく変わった点を説明して頂けますか？

●**島田グループリーダー** 最近改定されたICRP勧告ではまず、遺伝的影響(子供や孫に伝わる影響)のリスク推定値は小さくなっています。先程5種類の組織の発がんリスクについて言及しましたが、その中で乳がんのリスクは前回の勧告に比べ高くなっています。それから、白内障の「しきい値」については、若年性被ばくによる「しきい値」は、今言われている1500mGyよりも低いのではないかと今後は論点になると思います。最後に胎児期の被ばくについてのリスクの推定値も、今後10~20年間の原爆被ばく者の調査によって変わっていくだろうと思っています。

□**神田チームリーダー** こうした情報ですが、技師の方はご自身でも勉強されており、またさらに発信もされていますが、情報入手する時、発信する時の苦勞等、技師会としての思いをお聞かせください。

●**北村先生** 現状、全国で撮影状況がどのように

なっているか調査すると、場所によって違う撮影条件で被ばく時間も違っています。そういう点は、医療被ばくガイドラインを活用し、線量低減目標値を定めていき、是正して欲しいと思います。被ばく低減に向けた活動を医療施設ごとに行っていただくための情報ということで、受け入れやすい情報発信だと思います。

●**中村先生** いろいろな情報が入っては来るのですが、いきつくのは「しきい値」があるかないかというところ。『しきい値』がないという人は、「がん細胞が少しでも増えたらリスクが増える」というふうにする訳ですが、私は「あなたの若い身体には毎日、しょっちゅう、何千個のがん細胞ができていくことはご存知ですか?」と言っています。我々は、がん細胞ができるが、それを体内で処理しています。「がん細胞が余計に2、3個増えたとして、それが危険だと思いますか?」と、このような話を納得していただいています。

□**神田チームリーダー** 看護師が情報を入手しやすい方法や、逆に情報提供する側としての考え、あるいは必要な情報の種類についてはどのようにお考えですか。

●**上杉先生** 放射線に関する基本的な情報は、やはり技師から聞きやすいと思います。外来でも入院

患者でも、技師が窓口になることが多いと思います。看護師の中には、物理的な知識などが苦手な方も多いので、平易な言葉で分かりやすく、基本的なことをまず勉強していくということが大切だと思います。

反面、患者さんやその家族にも情報提供するという事は、それなりにエビデンスのあるものを知識として持っていないと、自己研鑽が必要となってきます。最近は教科書も増えてきており、インターネットなどで情報を取っていくという手段もあると思います。

放医研が発信している、今までの研究データであるとか、知識なども情報を得ていきますが、まだまだ課題があると考えます。

□**神田チームリーダー** ある機関が行ったアンケート調査では、通院患者では医療被ばくについては医師か技師に説明して欲しいと言う率が高いのですが、入院患者では、看護師に説明して欲しいという率が上がるのだそうです。医療機関全体として、医療被ばくに関する情報はどのように共有されているのかを教えてください。

●**北村先生** 施設によっては、放射線の相談室というものが多いですね。放射線科の中において、そこに窓口を作っておけば放射線についてはそこに必ず相談しに來られます。なかなか、人員を割くことは難しいので、暇な時に看護師さんが伺い、時間を作って相談にのりますよ、ということになっています。

●**中村先生** ちゃんとした病院では講習会を年に1回は必ず行っていますし、折にふれ話をしているので、そんなに意見が違うということはないと思います。

●**上杉先生** 情報の共有という面からいうと、放射線の診断・治療にしても定期的なカンファレンスなどで、患者への対処については共有してはいます



上杉 英生先生

が、やはりマンパワーの不足があります。外来での放射線は、他の業務と併任している人も多いので、まだ人は足りない状態です。

□**神田チームリーダー** 研究者の役割、その情報発信における研究所の役割について、酒井センター長からお願いいたします。

●**酒井先生** 放射線防護の基礎になる情報、生物や人体の放射線影響に関する情報というのは、日々新たな情報が蓄積されてきています。その結果の一つとして、10daysルールの見直しということも進んでいるところです。そのようなアップデートした情報を現場の先生方に提供することが研究所の役割の一つです。

しかし影響研究が現場に届いていないという点も本日多々あげられました。例えば線量の分割の問題です。線量が分割されれば、その影響は少なくなるという一般論は申しました。しかしどのくらいまでの線量があればどれ程のリスク低減があるのかという事に直接答えられる実験を組むとか、低線量ひばくにより、体の中で何が起きているのかというようなメカニズム研究を併せて、低線量-分割線量-最終的な影響、という関係を導き出すには、これから情報を積み重ねていかなくてはならないと考えています。

今日の会合で様々な分野の方と意見交換する事ができ、研究所が取り組むべきことをもあらためて認識したところです。研究の場と現場とをつなぐような意見交換、情報交換の場を提供するのも我々の役目の一つと考えております。

●**島田グループリーダー** 我々実験者としては、例えば1回10mGyのCTの場合で、どれくらいの間隔で何回ぐらい検査すれば影響が出るのですか?という疑問に実験的アプローチをしていきたいと思っています。IVRだと、100 mGy以上の被ばくになる部位もあり、具体的に医療において気になる被ばくを提示してもらえれば、実験系の出番かなと思います。治療となると、プロトン、重粒子、中性子とかという影響についても、アプローチが必要だと思います。

□**神田チームリーダー** 是非クエスチョンの方を出していただければと思います。単に研究結果を出すだけではなく、その結果をどのように加工してお渡しすれば良いのか、についてお話を聞かせて下さい。

●北村先生 線量の「単位」がわかりにくい、という点についてですが、今いろいろなHPを見ると、単位が統一されていません。「患者さんに説明する時は、グレイで説明します。」など、学協会などで統一して欲しいと思います。

それからまた、低線量や繰り返しの被ばくについては、どの程度の影響が出るのか、データは医療界からも出していきたくと思っています。

●中村先生 酒井先生、島田先生にいろいろデータを出して頂きましたが、残念ながら細胞レベル、動物実験レベルなので、なかなかそれを以って「人間にもこうだ」と言い切れないところがあります。今後はできるだけ多くのデータをうまく積み重ねていかなくてはいけないということがあります。

●上杉先生 研究成果を元に先生が説明されても、患者はそれを聞いたところですぐに呑み込めません。いかに患者にわかりやすい言葉で理解いただくようにするか、そのためには新しい知見に対して私たちが理解していくという努力を積み重ねていかなくて

はいけない、とお話をお聞きして思いました。

□神田チームリーダー ありがとうございます。本日のご参加者がコアになり、医療被ばくの低減、適性化へ向けて啓蒙、人材育成の大きな潮流となるようご尽力いただきたいと思います。本日はありがとうございました。



神田 玲子チームリーダー



会場となった幕張の国際会議場(2F国際会議室)

パネリスト



社団法人
日本放射線技師会会長
北村 善明

1973年東北大学医学部附属診療放射線技師学校を卒業後、順天堂大学附属病院、虎の門病院、厚生中央病院に勤務。95年5月より日本放射線技師会常務理事、同専務理事を経たのち、2008年6月より同会長に就任。現在、厚生労働省中央社会保険医療協議会専門委員、国民医療推進協議会理事、医療機器センター評議員、医療研修推進協議会評議員、画像診断コンソーシアム副会長、鈴鹿医療科学大学理事も努める。



大阪大学名誉教授
日本医学放射線学会理事
彩都友誼会病院長
中村 仁信

1971年大阪大学医学部卒業。1995年大阪大学医学部教授(放射線医学)、1999年同大学院医学系研究科教授、2003年大阪大学ラジオアイソトープ総合センター長、2004-2007年大阪大学附属図書館長、2009年3月早期定年退職。同年4月医療法人友誼会彩都友誼会病院長に就任。1997-2001年国際放射線防護委員会(ICRP)第3委員会委員。現在、日本医学放射線学会理事(第66回会長)・放射線防護委員長、日本IVR学会理事(第34回会長)。



国立がんセンター
東病院看護部
副看護師長/
がん看護専門看護師
上杉 英生

1991年国立大阪南病院附属看護学校卒。同年、国立療養所松戸病院 入職。1992年国立がんセンター東病院へ出向。1995年米国メイヨ・メディカルセンターにて研修。1998年副看護師長に昇進、現在に至る。2006年3月国立看護大学校研究課程部(修士相当)修了。2008年日本看護協会がん看護専門看護師認定を受ける。臨床経験ではがん看護一筋に従事し、放射線診断・治療においても多数の患者・家族と関わりをもってきた。



放射線防護研究センター
センター長
酒井 一夫

1982年東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻修了(理学博士)。同年4月東京大学医学部助手(放射線基礎医学教室)。1983年3月から1985年6月ハーバードメディカルスクール博士研究員(小児病院・遺伝学部門)。1989年6月東京大学医学部講師(基礎放射線医学講座)。1999年4月電力中央研究所 上席研究員。2006年4月独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター長。ICRP(国際放射線防護委員会)第5専門委員会(環境の防護担当)委員。



放射線防護研究センター
発達期被ばく影響研究グループ
グループリーダー
島田 義也

1985年東京大学理学部動物学博士課程卒。科学技術新事業団「水野バイオロニクスプロジェクト」研究員、(都)老人総合研究所研究員を経て、1989年より放射線医学総合研究所に。2003年より、低線量生体影響プロジェクトリーダー、2006年より発達期被ばく影響研究グループリーダー。ウィスコンシン大学がんセンター・リサーチアソシエート。専門は、放射線発がん。現在のテーマは、発達期被ばくの放射線影響。日本放射線影響学会幹事、日本癌学会会員。日本放射線研究連合、アジア放射線研究連合委員。

コーディネーター



放射線防護研究センター
規制科学総合研究グループ
リスクコミュニケーション
手法開発チーム
チームリーダー
神田 玲子

東京大学大学院理学系研究科動物学専攻修了(理学博士)。住友金属工業株式会社バイオメディカル事業部研究員を経て、1992年より放射線医学総合研究所に。2006年より規制科学総合研究グループリスクコミュニケーション手法開発チームリーダー。染色体異常等を指標にした放射線の生物学的リスクの定量化研究や放射線リスク認知調査研究に従事。日本放射線影響学会評議員。

第13回
独立行政法人 放射線医学総合研究所 公開講座 特別編

医療関係者のための
役に立つ公開講座

2010年3月13日(土)
15:00~18:30

医療における放射線

～エビデンスに基づいて現場の質問に答える～

放射線は現在の医療には欠かせないツールであり、その利用技術はますます高度化しつつあります。一方で、患者、特に小児や女性の被ばくの影響を心配する声も聞かれ、医療の現場では放射線診療に対する患者の疑問や不安への対応が重要な課題になっています。今回の公開講座では、主に放射線診断に焦点を当て、専門家の講演と議論を通して、医療関係者がエビデンスに基づきより適切な放射線診療について考える機会を提供したいと思います。お問い合わせの上、ぜひご参加ください。

後援：文部科学省(予定)、千葉県、千葉市、日本放射線腫瘍学会、日本医学放射線学会、日本放射線学会、日本加藤会、日本看護協会、日本原子力学会、日本物理学会、日本放射線影響学会、日本放射線技術学会、日本放射線技術協会、千葉県医師会、日本保健物理学会、日本医学物理学会(協賛)

プログラム

開場 14:30
開会の挨拶
15:00-15:15 米倉義晴(放医研理事長)
久住静代(原子力安全委員)
文部科学省(予定)

第1部

15:15-16:30 「医療被ばくの現状と考え方」座長 米原英典(放医研)
医療被ばくをめぐる動向 酒井一夫(放医研)
医療被ばくの現状 赤羽恵一(放医研)
低線量被ばくの影響に関する知見 島田義也(放医研)
患者さんに説明する際のポイント 神田玲子(放医研)

16:30-16:40 休憩

特別講演

16:40-17:20 座長 明石真言(放医研)
『安全と安心の考え方』永田久雄
(早稲田大学理工学術院客員教授)

17:20-17:25 休憩

第2部

17:25-18:25 パネルディスカッション
「あなたは医療被ばくについて、患者の質問に答えられますか？」
パネリスト：北村善明(日本放射線技術学会会長)
中村仁信(日本医学放射線学会理事/彩都友誼会病院長)
上杉英生(国立がんセンター東病院看護部
副看護長/がん看護専門看護師)
酒井一夫(放医研)、島田義也(放医研)
コーディネーター：神田玲子(放医研)

閉会の挨拶
18:25-18:30 辻井博彦(放医研理事)

主催/独立行政法人 放射線医学総合研究所

第16回放射線学公開講座 ポスター

会場

幕張メッセ国際会議場
2F 国際会議室



第16回放射線学公開講座

医療における放射線

～エビデンスに基づいて現場の質問に答える～

【抄録集】

NIRS
http://www.nirs.go.jp

第16回放射線学公開講座 抄録集

編集後記

ドイツの物理学者レントゲン博士がX線を発見し、これをきっかけに医療において放射線が利用されるようになりました。100年以上も昔の話です。現在では医療現場における放射線の利用はますます高度化し、放射線診断、放射線治療など、これらの利用により得られるベネフィットを我々は享受しています。一方、医療放射線による被ばくも無視することはできません。医療放射線のリスクとベネフィット、誰もが興味のあるところではないでしょうか。今月号の放射線科学は、2010年3月13日、幕張メッセで開催された第16回放射線学公開講座「医療における放射線～エビデンスに基づいて現場の質問に答える～」の特集をお送りいたしました。公開講座抄録集の内容をほぼそのまま記事として掲載するのは、放射線科学では初の試みです。読者の皆様には楽しんでいただけたでしょうか。実は開催日の午前中、第1回放射線学・千葉県がんセンター合同シンポジウム「千葉県における難治性がんにおける診療・研究ネットワーク構築」が千葉市内で開催され、公開講座と同じ幕張メッセではドラッグストアショーが開催されていました。すべてをほしごされた方もいらっしゃるかもしれませんが、健康を見つめ直す良い一日になったのではないのでしょうか。(IN)



研究交流センター前の緑地に群生しているフキ

次号予告

印象記

1) アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の放射線腫瘍学ワークショップ
重粒子医学センター病院 治療課 加藤 真吾

2) 米国放射線測定審議会の第46回年次会合に参加して
放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ
放射線疫学統計解析チーム 吉永 信治

連載

研究者のあゆみ
私の研究遍歴
放射線防護研究センター 生体影響機構研究グループ 辻 秀雄

《編集委員会》

委員長……酒井 一夫

委員……白川 芳幸 内堀 幸夫 高田 真志 玉手 和彦 金澤 光隆 小橋 元 長谷川純崇
菊池 達矢 神田 玲子 石井 伸昌 立崎 英夫 鈴木 敏和 杉森 裕樹

事務局……岡本 正則

放射線科学 Radiological Sciences
Vol.53 No.05
2010

第53巻 第05号

2010年5月25日発行

《Editing and Publication 編集・発行》

National Institute of Radiological Sciences
Anagawa 4-9-1, Inage-ku, Chiba, Japan 263-8555
tel: +81-43-206-3026 fax: +81-43-206-4062 e-mail: info@nirs.go.jp
URL: http://www.nirs.go.jp/info/report/rs-sci/index.shtml
Copyright© 2010 National Institute of Radiological Sciences

独立行政法人 放射線医学総合研究所
〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1
電話 043(206) 3026 Fax.043(206) 4062 Eメール info@nirs.go.jp
本誌 URL: http://www.nirs.go.jp/info/report/rs-sci/index.shtml
(禁無断転載)

