



Photo K.Fukuda

Index

放射線防護のための線量に関する議論

一 外部被ばくにおける防護量と実用量の関係について —	山口 恭弘	1
FDG-PET 検査	遠藤 啓吾	4
五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス		
“放射性でない廃棄物”と“放射性廃棄物でない廃棄物”	鴻 知己	8
保物セミナー2005		9
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
実学と論理	加藤 和明	10
平成16年度個人線量の実態		11
サービス部門からのお知らせ		19



放射線防護のための 線量に関する議論

—外部被ばくにおける防護量と実用量の関係について—



山口 恒弘*



1. はじめに

国際放射線防護委員会（ICRP）の1977年勧告での実効線量当量の導入をきっかけとして、この量を放射線測定という手段によってどのように評価するかに関する議論が現在までも続いている。実効線量当量は、その後1990年勧告で実効線量として再定義され、放射線防護において人体の被ばくの程度を表す量として“防護量”と分類されている。一方、国際放射線単位測定委員会（ICRU）は防護量を評価するための測定対象量として“実用量”を提案した。“防護量”と“実用量”は、我が国の法令にも取り入れられて使われているが、「両者の関係が複雑で分かりにくい」、「防護量だけで管理できるのでは」といった批判が現在もあり、議論が行われている。本稿では、この議論を整理して紹介する。

2. 外部被ばくのために用いられている線量の関係

放射線防護における外部被ばく線量評価に用いられている量は、図1のように物理量、防護量、実用量の3つのグループにまとめることができる。

物理量は、放射線場や相互作用効果を表すフルエンス、カーマ、吸収線量といった量である。放射線防護の対象となる放射線の種類や被ばくの形態は多種多様であり、被ばくによって人体に現れる影響もまた多種多様であるため、純粹

な物理量である吸収線量だけで防護の要求に応えることができない。

そこで、被ばくによる大難把な害の代表的な指標として“損害”的考え方方が導入され、被ばくの程度を表す量としてこれに関係付けられた実効線量が防護量としてICRPによって定義されている。しかし、この量は人体の各臓器・組織の平均吸収線量に基づいて定義された量であり、人体の数学的なモデルと放射線輸送プログラムを用いた計算で評価することはできるが、実質的に測定不可能な量である。

このため、実際に得られる放射線測定器の応答を何とか防護量に関係付けるための媒介量として、1cm³線量当量等の実用量が導入された。この実用量は、実際に遭遇する多くの照射条件に対して防護量より過大側になるように設定されている。したがって、この実用量で目盛られた放射線測定器を使って得られた線量値を、実際に人体が受ける線量と解釈しても“保守側”であると言える。

3. 実用量に関する様々な意見

ICRUによって実用量が提案され、国の検討会での議論を経て法令に取り込まれて現在に至っているが、その是非をめぐって20年近く経た今でも議論が続いている。実用量に関する様々な意見を3つに分類し整理する。

*Yasuhiro YAMAGUCHI 日本原子力研究所 保健物理部

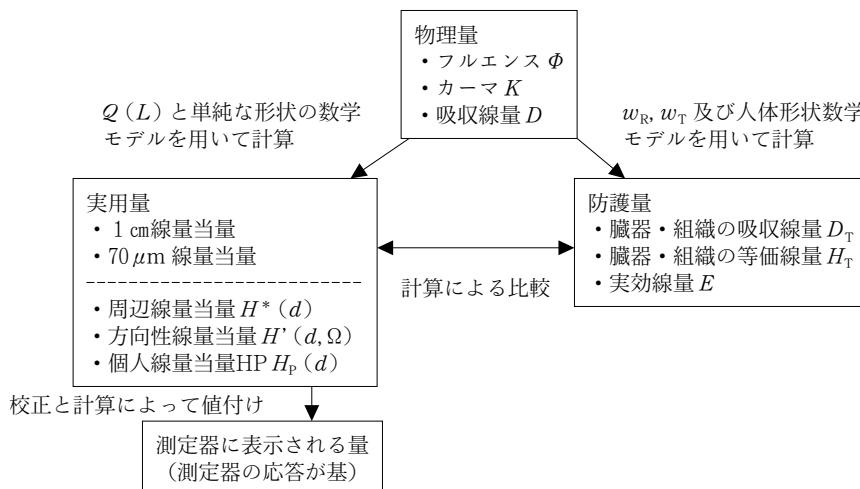


図1 外部被ばく線量評価のための諸線量の関係 (ICRP Publ.74 の図1を変更)

(1) 計測の原則へのこだわり派

多少厄介でも、計測の原則に則ると実用量の介在は必要であるとの意見は以下のとおりである。

- 実効線量は“測定不能な量”ではなく、そもそも“測定対象にならない量”であるので、何らかの測定対象量が必要である。
- 計測器を用いて測定できる量は、放射線場の強度であって、人体の全身で受けた被ばく量は測定できない量である。したがって、評価位置を明確に“点”として定義される実用量が必要である。
- 測定器は、校正時にある点における放射線場の強度に基づく量で値付けされるので、“点”として定義される実用量が必要である。

(2) 利便性追求派

結果として実効線量を評価するのだから、あまり堅苦しいことを言わずに、測定器に約束として決めた条件の実効線量の応答を持たせてしまふ方が便利であるとの意見は以下のとおりである。

- 計測のために導入された実用量とて、実際に測定不可能な量である。直径30cmの組織等価球のある深さにおける1点の線量なんて、

誰も測ることができない。

- 高エネルギー放射線に対しては、実効線量が1 cm線量当量より大きくなる場合が多く、実用量が“安全側”的評価を与えるという論理が破綻する。
- 法令に従うと、遮へい評価では実効線量を計算し、放射線管理では1 cm線量当量を測定することになり、二重の規制になっていないか？前者が基準を満たしている場合でも、後者が満たさない場合が理屈上あり得る。

(3) 無こだわり派

防護量も実用量も放射線防護上の約束事であり、不都合がなければどちらの量を測定対象としてもよいとの意見もある。

- 放射線防護では、測定器の応答の規格を統一することが品質管理上必要である。実際面で不都合がなければどちらでもよい。約束事として決められた応答に合わせて測定器を設計する。

4. 考察

放射線防護において使われている防護量と実用量には、それぞれ明確に異なる役割がある。これらを同一レベルで比べてしまうことに、意見の違いの要因の一つがあるように思う。実用

量は、決して被ばく量ではなく、あくまで放射線場の強度を表しており、難しい換算や解釈を測定者がする必要がないように、人がその場所にいた場合の被ばく線量風にSvで表現したものと理解している。効率性／利便性から、実用量にSvという単位を持たせたところに、皮肉にも被ばく量と認識してしまう混乱の原因が潜んでいたのではないだろうか。

その昔、放射線管理の現場において、測定された放射線場の強度を人体の被ばく線量に換算するのに苦労をしていた時代があった。X・ γ 線の場合では、場の強度である照射線量を伦トゲン単位で測定し、空間に置いた無限小の軟組織片の線量当量へrem単位で換算していた。しかし、無限小の軟組織片の線量当量が実際の人体の被ばく線量とかけ離れていることは明らかであり、大変不便であった。1964年に中性子線量測定器としてレムカウンタが開発され、広いエネルギー範囲の中性子場の強度を測定して直接に人体の線量当量風に表せるようになり、放射線管理の効率が上がった。しかし、この時点での利便性との引き替えに、混乱の原因を含んでしまったと言える。このことが走りとなり、その後他の放射線に対象を広げるようにして今日の実用量に発展してきたのではないかと推察する。

利便性を追求した場合、測定器に実効線量の応答を持たせてしてしまうのも現実的な対応法であると思う。特に、高エネルギー放射線に対して保守側の評価を与える適切な実用量が現在ない以上、高エネルギー加速器施設ではそのような測定器を用いることが便利であることは確かである。しかし、そうした場合の校正を含めた測定器の品質保証はどうするのか、大変気に掛かるところである。近年、コンピュータの性能向上に伴い放射線輸送計算技術も発達し、防護量や実用量の計算がいとも簡単にできるようになった。このこと自体は喜ばしいことであるが、それぞれの量が持つ役割の考察を抜きにして、どちらが大きいとか小さいとかの議論も感心できない。

5. おわりに

この10年間、放射線防護に用いる線量概念に関する議論に参加してきた。本稿では、外部被ばくにおける防護量と実用量の関係についての議論を紹介した。物理学での因果関係を定量的に表現するための量と違って、放射線防護に用いる線量はある程度の因果関係を残し人間の都合を大幅に取り入れざるを得ない。他にも、中性子等の高LET放射線の線量評価に用いる線質係数の科学性なども、継続して議論されている。このような議論が続いている間は、この分野も学問の一領域である証でしょうから、大いに議論を楽しみましょう。

参考資料

- (1) 「最近の外部被ばく線量評価法に関するワークショップ」報文集, 1995年1月19日～20日, 東海研究所, 東海村, JAERI-Conf 95-007 (1995)
- (2) 第2回「最近の外部被ばく線量評価法に関するワークショップ」報文集, 1996年3月14日, 東海研究所, 東海村, JAERI-Conf 96-011 (1996)
- (3) 第3回「最近の外部被ばく線量測定・評価に関するワークショップ」報文集, 2002年11月28・29日, 日本原子力研究所東海研究所, 東海村, JAE RI-Conf 2003-002 (2003)
- (4) 第42回アイソトープ・放射線研究発表会要旨集, パネル討論1「放射線防護に用いる線量概念はどうあるべきか」, 2005年7月6日, 日本青年館

プロフィール

1980年東京工業大学大学院修士課程（原子核工学専攻）修了後、日本原子力研究所に入所、保健物理部に配属。放射線管理用モニタの維持管理の仕事を出発点に、今まで外部被ばく線量評価に関する研究と業務に従事している。 γ 線スカイシャイン線量評価法、家屋の放射線遮へい効果、緊急時の航空機サーベイ法、モンテカルロ法を用いた人体線量評価法、臨界事故時線量評価法、高エネルギー放射線に対する線量評価法等に関する研究を行ってきた。この間、科学技術庁で2年間の役人生活を、またフランスのパリ郊外で1年間の留学生活を経験。弓道、サイクリング、巨樹・老木巡りでストレスを解消している。

■FDG-PET 検査

遠藤 啓吾

1. はじめに

これまで一部の施設で主に研究用に利用されていた PET（ペット）検査が、一般の病院でも使われるようになり、癌の診療、癌の早期発見に役立つとして、社会的にも注目を集めることとなった。PET 検査で使用される主なものはフッ素(F)-18で標識したブドウ糖の誘導体 FDG である。

FDG-PET 検査では、これまでのテクネシウム-99m（半減期が 6 時間）を中心とした SPECT と異なり、フッ素(F)-18の半減期が110 分と短いこと、放出される γ 線のエネルギーが 511keV と高いこと、PET と同時にエックス線 CT も撮影することが多いこと、など放射線管理のうえからも新しい考え方を取り入れられている。

ここでは FDG-PET の臨床的有用性を中心に、これまでの経過と現状を中心にわかりやすく述べる。

2. ブドウ糖代謝画像

人、動物、植物など生物にとって、その活動のエネルギー源としてブドウ糖がもっとも重要である。生物はブドウ糖の分解で発生する ATP をエネルギーとして利用し活動している。例えば脳はエネルギーとしてすべてを血液から運ばれるブドウ糖に依存しており、脳への血流がわずか数分間止まるだけで脳のエネルギー不足のため脳は死んでしまう。脳にはブドウ糖が蓄えられておらず、必要なエネルギーを必要な時に血流を通じて供給されているためである。

癌細胞も増殖に必要なエネルギーのほとんどはブドウ糖から得ており、一部はアミノ酸も利用している。また心臓は脂肪酸からエネルギーを主に得ているが、一部はブドウ糖も使ってい

る。つまり脳、癌、心臓の働きはどうか、それらの病気の診断、その原因を研究するにはブドウ糖は不可欠の物質であろう。そのためブドウ糖の代謝状態、ブドウ糖がどのように利用されているか、生きたままの人、動物、植物でブドウ糖代謝を観察し、画像化する研究は100年にもわたって行われてきたが、ここに述べるフッ素(F)-18で標識した FDG と呼ばれるブドウ糖の誘導体を用いる FDG-PET 検査により、初めて生きたままの人でブドウ糖代謝を画像化することが可能となった。

3. PET のこれまでの研究

PET はもともと脳の研究を目的として、わずかの研究施設で使われていた。脳血流の測定に陽電子（ポジトロン）を放出する放射性の水を血管内に投与し、画像化することにより初めて脳血流が正確に測定されるようになり、PET を用いて、脳局所の機能がどうなっているか、脳機能の解析、脳血管障害の研究に利用されていた。

水は酸素と水素からできており、放射性の酸素（半減期 2 分の O-15；ポジトロン放出核種）から水は簡単に合成される。患者の静脈内に投与された放射性の水は当然のことながら血流そのもので、PET カメラを用いて放射性の水の分布を撮影すると、脳の血流がどうなっているか知ることができる。

この PET による脳血流の測定方法は、その後より簡便な SPECT と MRI に取って代わられたが、酸素-15から作った放射性の酸素ガスによる脳の酸素代謝の画像は、現在も脳病気の診断に使われている。

このように研究施設で得られた PET の優れた成果は、そのまま SPECT 製剤の開発に応用

され、多くの一般病院において脳血流の測定もテクネシウム製剤（HMPAOあるいはECDと呼ばれる）によるSPECTでかなり正確に行うことが可能となった。またPETで行われていた脳機能の局在研究はMRIに受け継がれ、ファンクショナルMRIとして研究、診療に用いられている。

大規模な施設、設備を必要とするPETから、より簡便なSPECT、MRIへと移行してゆく。だがブドウ糖代謝画像については多くの研究にもかかわらず、SPECTやMRIでは不可能で、FDG-PETでしかブドウ糖代謝を画像化することができない。その後、ブドウ糖代謝を画像化するFDG-PETが癌の診断にきわめて役立つことが明らかとなり、社会的にも注目され、多くの病院に普及することとなった（図1、2）。

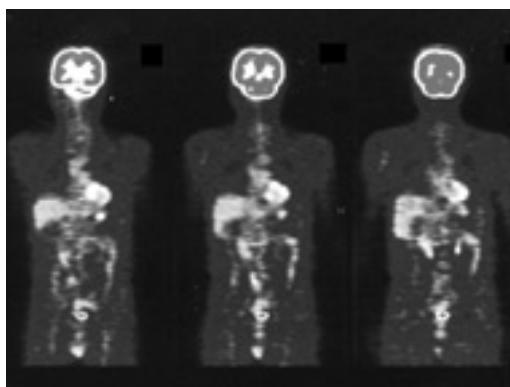
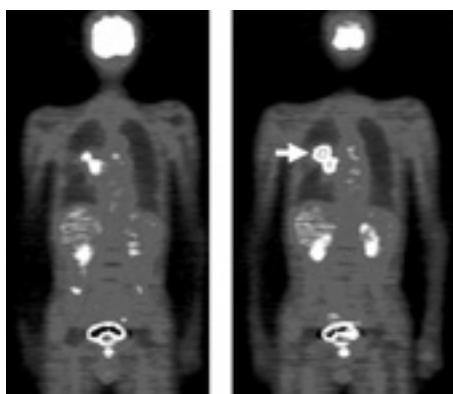


図1 正常FDG-PET全身像



右肺の肺癌とその右肺門部リンパ節に転移を示す。

図2 肺がんFDG-PET全身像

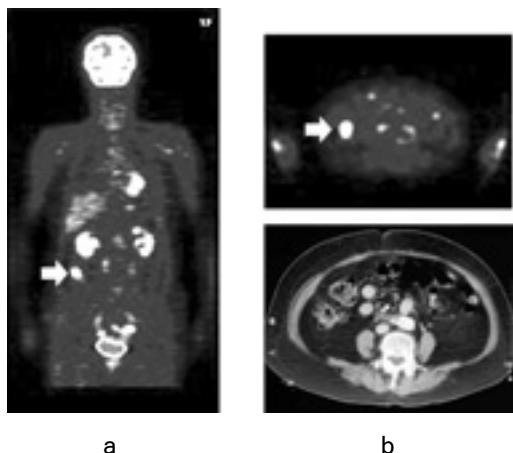
PETの基礎研究、臨床応用にこれまで日本人研究者が果たした役割は極めて大きい。PETカメラは放射線医学総合研究所の田中栄一およびその仲間により開発され、米国での研究も田中の門下生達により行われている。FDGの合成および最初のヒトへの投与は米国留学中の井戸達夫（東北大）らが行ったものだし、PETを利用した脳研究は上村和夫（秋田脳血管研究所）らが、PETを用いる癌診断は松澤大樹（東北大）らの研究により花が開いた。

またエックス線CT装置によるCT画像とPETカメラによるPET画像を機械的に重ね合わせる試みを、世界に先駆けて実用化したのは、後に述べるように群馬大学においてであった。小型サイクロotronは日本製鋼、住友重工で製造され、世界に向けて輸出された。このようにPETカメラの開発から小型サイクロotronの製造、FDG-PETの臨床応用まで日本人の研究は世界に誇れるものである。

4. FDG-PETの臨床的有用性

PETと言えば、FDG-PETをさすほど我が国のPET検査の95%以上はFDGを使ったもので、FDG-PETは多くの癌の診療に使われている。がんの診療にあたって、患者、医師は次のようなことを求めてFDG-PET検査を受けることとなる。

- ①腫瘍があるのか、ないのか。病気の心配はないのか？（図3）
- ②腫瘍があれば、その腫瘍は良性か悪性か。癌ではないか？
- ③悪性（癌）ならば、それは限局しているのか、広がっているのか。病期はどうか？早期癌か進行癌か？
- ④予後はどうなのか。治癒するのか？もうダメなのか？
- ⑤治療法の選択はどうするか。癌をどう治療すればよいか、手術か放射線治療か抗がん剤による化学療法か？
- ⑥治療効果の判定。現在、行っている放射線治療や化学療法はよく効いているのか、あるいは効果が不十分なのか？



a : FDG-PET 全身像

b : 上 ; FDG-PET 腹部横断像

下 ; 腹部造影エックス線CT像

血中の腫瘍マーカー CEA が上昇しているが、その原因が不明なので FDG-PET 検査を受けた。右腹部に FDG の取り込み（矢印）あり。CT では病変は不明（b）。手術で大腸がんを摘出した。転移はなく、手術後元気に生活している。

図 3 大腸がん

⑦これからさらに治療が必要か、もう治療は必要ないのか。もう治っているのか、あるいは再発や新しく転移していないか？

多くの癌患者において FDG-PET 検査を行うと、これらの項目のほとんどに答えることができる。しかし一部の癌では FDG-PET の有用性はあまり高くなない。日本人の多い胃癌の早期癌は胃カメラで発見されることが多いが、胃の早期癌は胃粘膜の表面が癌化しているのみなので、FDG-PET で発見することは難しい。また FDG は腎臓から膀胱を経て尿に排泄されるため、膀胱癌や前立腺癌など泌尿器科疾患は尿路と重なり、FDG-PET で発見することは不可能に近い。

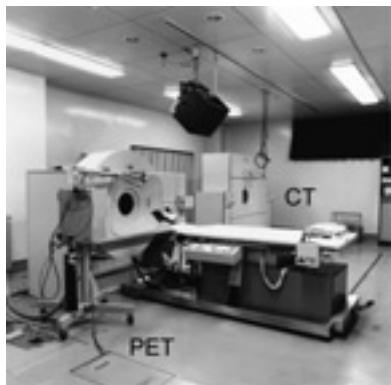
我が国の全国の PET 施設を調査したところ、FDG-PET 検査を受ける患者は肺癌、大腸癌、悪性リンパ腫が最も多かった。これらの悪性腫瘍は CT など他の画像診断では分からぬ病変まで発見してくれる、FDG-PET が最も役立つ悪性腫瘍と言えよう。

5. PET/CT と FDG 画像

数年前から発売された PET 専用カメラを用いると、ブドウ糖代謝の様子を示す FDG 全身像を約30分間で撮影することができる。平成14年4月の保険収載を契機として FDG-PET 検査はがんの画像診断に欠かせないものとなったが、この背景には FDG 合成技術、PET カメラなどの医療機器、コンピュータの進歩などにより美しい全身像、断層像が短時間に撮影されるようになったことが寄与していると考えられる。多くの画像診断のうち CT は形態画像の代表で、FDG-PET はブドウ糖代謝を画像化した機能画像の代表である。この CT 画像と PET 画像をひとつにした PET/CT 一体型装置が注目されている。一度に FDG-PET と CT を撮影してしまうのもで、この PET/CT 一体型装置で撮影した FDG-PET 画像は、これまで以上に臨床的有用性が高くなっている。今後、癌の画像診断として PET/CT 一体型装置が主流となろう。群馬大学では昭和58年に小型サイクロトロン、頭部専用 PET カメラが設置されたが、ひとつの部屋に PET カメラと CT 装置を並行に置き、患者のベッドが CT 装置と PET カメラの間を動くようなシステムを導入した。まず患者の脳の CT を撮影し、そのままベッドが移動して脳の PET 画像を撮影する仕組みである。20年以上前の世界で初めての PET/CT 装置だった（図4）。

当時の川渕脳外科教授（医学部長を併任）、貫井英明先生（現在山梨大学学長）による素晴らしいアイディアだったと言えよう。残念ながらその有用性は世界的にはあまり知られることなく、GE 社が全身用 PET/CT 一体型装置を発売したのは群馬大学の開発から10数年経過した後のことであった。

FDG-PET は、がんの早期発見、病期診断、リンパ節転移・遠隔転移の診断、治療効果の判定、再発の有無、予後評価などに有用である。検査数の多い肺癌、大腸がん、悪性リンパ腫患者はもちろんのこと頭頸部腫瘍、膵臓がん、転移性肝がん、乳がんなど多くのがんで使用されている。我が国で保険収載されていない食道



PET カメラと CT 装置が並行に置かれており、患者はまず CT を撮影し、そのままベッドが移動して PET 検査を受けるシステムであった。昭和58年に建設された世界で初めての PET／CT 装置である。

図 4 群馬大学附属病院 PET 検査室

がん、婦人科腫瘍でも FDG-PET は役立つ。

6. PET の課題

PET が社会的にも注目されているが、FDG-PET だけですべての癌の診断ができるわけでもない。FDG-PET の有用性とともにその限界も明らかとなった。

腫瘍への FDG の取り込みには限りがあり、FDG-PET でも 1 cm 以下の小さい腫瘍は発見できない。「6 mm の早期癌を発見」との報道も見聞するが、6 mm の小さい腫瘍が見つかることがあるが、稀にしかない。逆に言えば 6 mm の早期癌を発見することもあるが、1 cm 以下の小さい腫瘍が見つかるとは期待しないほうが無難であろう。

癌のみならず炎症細胞もエネルギー源としてブドウ糖を利用する。FDG-PET は癌を画像化するのではなく、あくまでブドウ糖代謝画像であることが明らかとなった。つまり FDG 陽性の腫瘍が必ずしも悪性のものとは限らないので、診断にあたっては注意しなければならない。

我が国の特徴は、FDG-PET が癌患者のみならず検診に利用されていることである。多くの検診施設で検査を受けた患者の 2 % 以上に癌が発見されるという。100人がん検診を受け、2 人以上にがんが発見されるという、高い数字で

ある。とは言え、約半数は PET 以外の画像診断、CT や超音波検査などで発見されたものであり、FDG-PET の過信は禁物である。科学的に FDG-PET の有用性が証明されればよいのだが、そのためには極めて多数の症例が必要となる。長い時間と多くの経費を要することもあり、FDG-PET のがん検診の有用性のエビデンスがでるのはかなり先のことと思われる。

7. おわりに

放射線管理のうえからも PET 検査はこれまでの核医学検査とはかなり異なったものとなっている。最近日本核医学会、日本医学放射線学会からガイドラインが出されており、参考にされたい。「FDG-PET 検査における安全確保に関するガイドライン」および「FDG-PET／CT 検査施行のガイドライン」を http://www.radiology.or.jp/docs_htm/FDGPETguideline-index.htm から見ることができる。

核医学検査もこれまでのテクネシウム (Tc)-^{99m} やタリウム (Tl) -201 などを用いる SPECT (スペクト) に、FDG-PET を中心とした PET が加わり一段とその巾が広がっている。PET は核医学、がんの画像診断の主流として今後ますます発展するものと期待される。

プロフィール

昭和21年1月23日 香川県生まれ 59才

昭和45年 京都大学医学部卒業

同 附属病院放射線科研修医

昭和47年 香川県坂出回生病院勤務

昭和49年 京都大学大学院

昭和53年から昭和56年まで 米国ハーバード大学留学

昭和56年 京都大学医学部核医学科 講師、同助教授を経て平成3年4月より群馬大学医学部教授

専門は画像診断、核医学。

平成18年4月7日(金)～9日(日)に横浜で開催される第65回日本医学放射線学会総会・学術集会会長。

ぜひ多くの方々の出席を期待しています。横浜でお待ちしています。

五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス

“放射性でない廃棄物”と“放射性廃棄物でない廃棄物”

鴻 知 己

【前口上】 放射線に関わる current topics の中で、オオトリの antennae にひっかかり、その琴線を揺らした item を選び、感想を添えて紹介します。オオトリじゃなくてダチョウだと言われないように心掛けたいと思っています。なお、current という言葉は、水の流れのように絶えず変わりゆくものや川面に生ずる泡のように、次々と起こる事象についての “現在” であり、CTC の現役員などというときに使う “現在” present という言葉とはニュアンスを異にします。また、アンテナという言葉は、元々昆虫などの触覚を意味するラテン語で、その複数は antennae です。Current English では、antennas はテレビのアンテナの複数形、antennae は触角の複数形としていますが、ここでは、格調高く（？）本来の複数形を用いました。この著者には、例えば洗滌を（センジョウではなく）センデキと読むなど、幼時の刷り込み imprinting に固執（コシュウ）する性癖があることを、ご了承ください。筆名は、ギリシャ・デルフォイの神殿に刻まれたソクラテスの言葉であり、私と同じことを説いていたという、『汝自身を知れ』に因んだもので、「偉大な人」というものは身の程を弁えるものだ」という自戒が込められています。

国の規制の下で所有や使用を認められていた放射性物質を、放射性の減弱を主たる理由に規制から解除する仕組みである「クリアランス制度」が今年から部分的に始まった。そこでは、所有や使用の認可を得た者が測定を行った結果、放射性が有意に認められなかった廃棄物は“放射性廃棄物でない廃棄物”、国あるいは国が認めた者が測定などを行って「クリアランス・レベル以下である」ことを確認した物は“放射性物質として扱う必要のない物”と呼び、取扱上の区別をしている。

原子炉規制法や放射線障害防止法が制定されて50年近く経ち、放射線施設の中には、耐用年数や賞味期限が切れ、解体して敷地を更地にしたいという希望を持つところも増えて来た。周辺の住民は「“クリアランス・レベル（がゼロでない以上、値がそれ）以下である”といわれても安心できない、放射能フリー（ゼロということ）にしてくれ」というようなことをいうので、放射線施設の廃止措置に際しては「放射性でないこと」を判定基準にせざるを得ないのが実状だという。

ナイコトを証明するのはアルコトを証明するより遥かに難しい。沢山在るものの中に、種類や性質の異なるものが混じっていることを証明するには、例を一つだけでも見付けることができれば良いが、ナイコトを証明するには全てを検査しなければならないし、ましてや、量の大きさが連続的に変化する性質の有無で峻別をつけようとする場合で、量の大きさを測定する際ににがしかの不確定性が付随する場合には、ナイコトは証明できないからである。少しでも放射性を帯びたものを「放射性アリ」とす

るのであれば「放射性ナシ」の判定は不可能、“無い物ねだり”である。しかし、“有意の放射性”ということになれば有無の判定は不可能ではない。但し、何をもって「有意に放射性である」とするかについての哲学が必要となる。測定・評価された値が、その論理に従って導き出される数値以下であることを一定の確度以上で言えるとき「有意の放射性ナシ」とし、それを平易に「放射能がない」とするのである。大事なことは、「放射能なし」の判定にも何らかの基準値が必要となるということであり、それを導入するには何らかの logic が必要とされることである。従って「クリアランス・レベル」の下（した）に「放射性でない」という新たなレベルを導入することは、二重規制の導入に他ならない。そもそも「クリアランス・レベル」算出の論理は、この「放射能ナシ」の logic そのものであった筈である。

放射線障害防止法の規制を受ける放射線施設の廃止措置について「廃止措置マニュアル」整備の必要性が叫ばれ、関係者で検討されているが、クリアランス制度が導入されたのが今のところ原子炉規制法で規制される放射線施設に限定されていることもあり、「有意に放射性なし」の判定レベルに「クリアランス・レベル」を当嵌めることはできないのだとう。これは「人災」以外の何物でもない。

“放射性でない廃棄物”でも「放射性廃棄物」のレッテルを貼られているものがあり、「放射性物質として扱う必要のない物」でも放射性が認められるものがあるという。これでは、論理学や国語の専門家の失笑を招くだけでなく、空飛ぶ鴉や先の子孫に呆れられるのが必定である。

保物セミナー2005

開催日：平成17年10月24日13時00分～25日17時00分

場 所：大阪科学技術センターホール

1. 中国のエネルギー開発と日本の環境に与える影響

(10月24日13時00分～15時00分)

- (1) 中国のエネルギー開発
- (2) 中国のエネルギー開発が日本に与える影響 1
中国からの大気汚染物質の日本への影響 — モデルによる輸送 —
- (3) 広域の放射能・放射線監視システムの必要性
— 日本学術会議の報告書を中心に —
- (4) 総合討論

2. 最近の放射線防護の話題

(10月24日15時00分～18時00分)

- (1) 法律改正後の状況
(クリアランスの検討)
- (2) 航空乗務員の宇宙線被ばくの管理について
- (3) ICRP 新勧告 最適化に関する基礎文書
- (4) ICRP 新勧告策定の状況
新委員に聞く

3. ポイリング・ディスカッション

(10月24日18時30分～20時30分)

4. 放射線作業従事者の疫学

(10月25日 9時00分～12時00分)

- (1) 國際がん研究機関公表の論文について
- (2) 韓国、中国における原発労働者の疫学調査
- (3) 日本の原発労働者の疫学調査
- (4) 低線量放射線影響と疫学の限界
- (5) 原爆被爆者調査とリスク係数の比較
総合討論
低線量放射線の疫学の結果をどうとらえるか？

5. 特別講演

(10月24日13時00分～13時50分)

ラドン研究の現状と将来
(UNSCEAR報告書の内容)
ニューヨーク大学 Naomi H. Harley

6. 屋内ラドンの問題

(13時50分～17時00分)

- (1) WHO 国際ラドンプロジェクトについて
- (2) 屋内ラドン疫学の統合解析
- (3) 三朝における疫学調査
- (4) 我が国の規制への提案
総合討論
保健物理の専門家として今後どのように対応すべきか

▷▷▷ 加藤和明の放射線一口講義 ◀◀◀

実学と論理

生活の場で学問の力を借りたくなるのは、何らかの問題に答を出す必要があるときであり、多くの場合、それは、ある量の数値を求めることに帰着する。学問の命は論理であり、学問の適用に当たっては前提の確認と適切なデータの使用が大事である。

放射線安全管理学は“実学”である。実学においては、扱う量がシステム工学に於いて「評価関数」と呼ばれるものであることが多い。評価関数は、それを必要としている人（評価者）の価値観に依存して決められるので、視点・視座が異なると違ったものとなるし、解を求める方程式の束縛条件も多種多様となる。先に述べた論理と前提が単純明快に一意に決まらないことが多いのである。従って、量に関わる情報の伝達や量の評価を介しての意思決定を行おうとするときには、その量の評価に際して採られた論理と前提を的確に理解しなければならない。注意すべきはその論理が、数学や純粹科学で使われるものとは異なる場合があることである。

数学の論理とは異なる論理で解かれる問題があることを、例題として以下に示す。

[問1] 占い師の力量“腕前”は、結果の評価、即ち「結果として占いが当たる確率」の高低でなされる。5人の占い師を雇って“占い”を行っている経営者が居たとする。5人(A～E)の力量は、確度（占いが当たる確率、%）でいうと順に次のようになる：90／80／60／50／35。

今、経営の状況が良くないのでこの中から1人か2人をリストラしようと考えている。クビを切られるのは誰（と誰）か？

[問2] 川の同じ側にA、B 2軒の家がある。Bが火事になり、Aに居る男（女でも別に構わない）がバケツを持って川に走り、水を汲んで消火に行こうとしている。両家と川の間に障害物がないとし、家の大きさはこの際無視できるとすると、経路をどのように採ったらよいか？

[問3] ある組織の放射線管理室は室長と15人の室員を擁している。休日などに非常事態が発生し、当直の室員から全室員に招集のための連絡をする必要が生じた場合に備えて、予め連絡の方法を決めておこうと思う。連絡は電話によるものとし、所要時間は1連絡あたり1分を要するものとする。最小何分で連絡を終えることが出来るか？

[答1] 1人の場合はD、2人の場合はDとCである。Eは占いを逆に使えば確度が65%となる。50%のDが1番役に立たない。

[答2] 手前の川岸を挟んでBの対称点を求めAとこの点を結ぶ直線がこの川岸線と交わる点（まで真っ直ぐ走りそこ）で水を汲みBまでの直線を走るというのが良くある教科書の答えであるが、水の入ったバケツを運ぶ距離を最短にするのが実際的であり（大概時間も最短となる）、この場合にはBの垂線が川岸と交わる点まで行って水を汲むのが正解となる。

[答3] 連絡相手が必ず居て、電話の容量が充分に確保されているとすれば4分で済むが、室長だけは連絡受けたら直ちに馳せ参じるものとして他者への連絡は義務づけないとすれば5分である。現実には前提が崩れる場合が多いので臨機応変に対応できるよう智恵を働かせる訓練も必要である。

平成16年度

個人線量の実態

1. はじめに

本資料は平成16年度の個人線量の実態の報告です。個人モニタで測定した、1cm線量当量、 $70\mu\text{m}$ 線量当量から算定した実効線量と等価線量が集計しております。

2. 用語の定義

- (1) 年実効線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までの間に受けた実効線量の合計（単位 mSv）
- (2) 年等価線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までの間に受けた等価線量の合計（単位 mSv）
- (3) 集団線量 集団を構成する全員の年実効線量、或いは年等価線量の総和（単位manmSv）
- (4) 平均年線量 集団線量を集団を構成する人数で除した値（単位 mSv）
- (5) 等価線量の実効線量に対する比の平均
集団の構成員一人ひとりの年等価線量の年実効線量に対する比を合計し、それをその集団を構成する人数で除した値

3. 実効線量・等価線量の求め方

測定した線量当量から実効線量・等価線量を算定する方法の概略を示します。

なお、記号の意味は、次のとおりです。

- H_E : 実効線量
 H_L : 水晶体の等価線量
 H_S : 皮ふの等価線量
 $H_{??}$ □ : 該当する深さが???、装着部位が□の線量当量
基：基本部位（男性は胸部、女性は腹部）
頭：頭部
腹：腹部
大：体幹部の中で最大値を示した部位

MAX (,,) : (,,) 内のいくつかの線量当量のうちの最大のもの。

3. 1 均等被ばくとしてモニタリングをしている場合

$$H_E = H_{1\text{cm}} \text{ 基}$$

$$H_L = \text{MAX} (H_{1\text{cm}} \text{ 基}, H_{70\mu\text{m}} \text{ 基})$$

$$H_S = H_{70\mu\text{m}} \text{ 基}$$

平成16年度 個人線量の実態

3. 2 不均等被ばくとしてモニタリングをしている場合

$$H_E = 0.08H_{1cm} \text{頭} + 0.44H_{1cm} \text{胸} + 0.45H_{1cm} \text{腹} + 0.03H_{1cm} \text{大}$$

$$H_L = \text{MAX}(H_{1cm} \text{頭}, H_{70\mu m} \text{頭})$$

$$H_S = \text{MAX}(H_{70\mu m} \text{頭}, H_{70\mu m} \text{胸}, H_{70\mu m} \text{腹})$$

3. 3 末端部被ばくのモニタリングをしている場合

皮ふの等価線量のみが、次のようにかわります。

$$H_S = \text{MAX}(H_{70\mu m} \text{頭}, H_{70\mu m} \text{胸}, H_{70\mu m} \text{腹}) + H_{70\mu m} \text{末端部}$$

4. 対象とするデータ

弊社のモニタリングサービスの申し込みをされており、平成16年4月1日から平成17年3月31日までの間で1回以上個人モニタを使用された人の年実効線量及び年等価線量を、対象データとしております。

- 注1) 個人が受けた線量でないと申し出のあったものは、含まれておりません。
- 注2) 個人が受けた線量でないにもかかわらずお申し出のないものは、含んでおります。

5. 集計方法

(1) 集計

各表の左欄に示すように1年間の実効線量の区分を設け、その区分に入る人数とその集団線量並びにそれぞれの百分率を表の同一の欄の内に示しました。ただし、「X(検出限界未満)」は、線量ゼロとして処理しました。測定上限は、個人モニタによって変わりますが、例えば「100超」は、100mSvとして集計してあります。

(2) 等価線量の実効線量に対する比の平均

年実効線量、年等価線量のいずれか、または両方がゼロである人は、含んでいません。

(3) 業態、職種の区分

医療関係の業態区分は、施設の名称により判断し分けました。ただし、「歯科」には、歯科医院と、その旨ご連絡のあった総合病院の歯科が含まれています。

「診療所」には、一般開業医、診療所及び養護施設などが含まれています。

工業関係では、社名から非破壊検査業務と判

断できる事業所またはその旨ご連絡があった事業所のみ「非破壊検査」に分類し、他の事業所は、「一般工業」としました。

職種区分は、申込書に記載された職名により区分しました。

6. 集計結果

集計結果は、それぞれ以下の表に示します。

a表は、個人の年実効線量の分布及び各線量区分における集団実効線量を示し、**b表**は年実効線量の平均値、年等価線量の集団の合計値、年等価線量の平均値と個人の年等価線量の年実効線量に対する比の平均を示します。

年実効線量が50mSvを超えた人は、2名でした。

Table 1 a, 1 b 業種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 2 a, 2 b 医療関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 3 a, 3 b 医療関係の職種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等(歯科除く)

Table 4 a, 4 b 工業関係の業態別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量、等

Table 5 モニタリング区分別の年実効線量過剰被ばく人数と年実効、等価線量の平均値並びに等価線量の実効線量に対する比の平均

Table 6 最近5年間の個人線量の年度推移
Fig. 1 過去5年間の平均年実効線量(業種別)

Fig. 2 過去5年間の平均年実効線量(医療関係)

Fig. 3 過去5年間の平均年実効線量(医療関係の職種別)

Table 6 の線量区分は、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(障防法)の「放射線管理状況報告書」と電離放射線障害防止規則(電離則)の「電離放射線健康診断結果報告書」の線量分布の区分に合わせました。

Table 1 a
業種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量

人數(人)	人數(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)

(H16.4.1～H17.3.31)

年実効線量当量(mSv)	医 療	工 業	研究教育	合 計
X	99,606	74.91	33,346	92.92
0.10以下	8,637 863.70	6.50 2.54	691 69.10	1.93 2.31
0.11～0.20	4,253 850.60	3.20 2.50	270 54.00	0.75 1.80
0.21～0.30	2,674 802.20	2.01 2.36	208 62.40	0.58 2.08
0.31～0.40	2,072 828.80	1.56 2.43	161 64.40	0.45 2.15
0.41～0.50	1,631 815.50	1.23 2.40	134 67.00	0.37 2.24
0.51～0.60	1,355 813.00	1.02 2.39	98 58.80	0.27 1.96
0.61～0.70	1,142 799.40	0.86 2.35	81 56.70	0.23 1.89
0.71～0.80	992 793.60	0.75 2.33	69 55.20	0.19 1.84
0.81～0.90	867 780.30	0.65 2.29	63 56.70	0.18 1.89
0.91～1.00	818 818.00	0.62 2.40	59 59.00	0.16 1.97
1.01～2.00	4,638 6,781.20	3.49 19.92	325 478.30	0.91 15.98
2.01～3.00	1,799 4,490.20	1.35 13.19	140 351.30	0.39 11.74
3.01～4.00	911 3,182.70	0.69 9.35	74 261.00	0.21 8.72
4.01～5.00	520 2,357.00	0.39 6.92	51 229.90	0.14 7.68
5.01～6.00	337 1,856.00	0.25 5.45	28 153.00	0.08 5.11
6.01～7.00	212 1,384.50	0.16 4.07	12 77.60	0.03 2.59
7.01～8.00	138 1030.00	0.10 3.03	25 187.40	0.07 6.26
8.01～9.00	81 686.00	0.06 2.01	15 126.80	0.04 4.24
9.01～10.00	52 497.00	0.04 1.46	9 85.30	0.03 2.85
10.01～15.00	151 1,820.30	0.11 5.35	11 129.80	0.03 4.34
15.01～20.00	46 791.00	0.03 2.32	9 154.40	0.03 5.16
20.01～25.00	18 403.20	0.01 1.18	4 89.80	0.01 3.00
25.01～30.00	5 137.10	0.00 0.40	1 26.30	0.00 0.88
30.01～40.00	7 239.00	0.01 0.70	1 38.90	0.00 1.30
40.01～50.00	1 46.50	0.00 0.14	0 0.00	0.00 0.00
50.00超過	2 180.60	0.00 0.53	0 0.00	0.00 0.00
合 計	132,965 34,047.40	100.00 100.00	35,885 2,993.10	100.00 100.00
			48,227 1,116.90	100.00 100.00
				217,077 38,157.40
				100.00

Table 1 b

	医 療	工 業	研究教育	合 計
平均 年 実 効 線 量 (mSv)	0.25	0.08	0.02	0.17
水 晶 体	年集団組織線量 (manmSv)	65,705.80	3,130.60	1,485.60
	平均 年 組 織 線 量 (mSv)	0.49	0.08	0.03
皮 膚	実効線量当量に対する比の平均	2.12	1.08	1.39
	年集団組織線量 (manmSv)	102,442.50	6,793.00	4,527.40
	平均 年 組 織 線 量 (mSv)	0.77	0.18	0.09
脅	実効線量に対する比の平均	3.68	1.68	2.33
				3.48

Table 2 a

年実効線量(mSv)	集団実効線量										合 計
	人數(人)		人數(%)								
	集団実効線量(manmSv)	線量(%)									(H16.4.1~H17.3.31)
X	17,939	79.35	50,442	69	788	93	5,920	94	24,517	82.38	99,606 74.91
0.10以下	1,431	6.33	5,540	8	16	2	116	2	1,534	5.15	8,657 6.50
0.11~0.20	143.10	3.98	554.00	2.26	1.60	4.07	11.60	3.98	153.40	2.75	863.70 2.54
0.21~0.30	664	2.97	2,848	3.88	13	1.54	46	0.73	682	2.29	4,253 3.20
0.31~0.40	132.80	3.69	569.60	2.32	2.60	6.62	9.20	3.16	136.40	2.44	850.60 2.50
0.41~0.50	418	1.85	1,797	2.45	7	0.83	38	0.60	414	1.39	2,674 2.01
0.51~0.60	125.40	3.49	539.10	2.20	2.10	5.34	11.40	3.92	124.20	2.22	802.20 2.36
0.61~0.70	284	1.26	1,434	1.95	3	0.36	25	0.40	326	1.10	2,072 1.56
0.71~0.80	113.60	3.16	573.60	2.34	1.20	3.05	10.00	3.44	130.40	2.34	828.80 2.43
0.81~0.90	227	1.00	1,138	1.55	4	0.47	18	0.29	244	0.82	1,631 1.23
0.91~1.00	113.50	3.16	569.00	2.32	2.00	5.09	9.00	3.09	122.00	2.19	815.50 2.40
1.01~2.00	195	0.86	944	1.29	1	0.12	11	0.17	205	0.69	1,355 1.02
2.01~3.00	117.00	3.25	566.40	2.31	0.60	1.53	6.60	2.27	122.40	2.19	813.00 2.39
3.01~4.00	136	0.60	821	1.12	2	0.24	11	0.17	172	0.58	1,142 0.86
4.01~5.00	95.20	2.65	574.70	2.34	1.40	3.56	7.70	2.65	120.40	2.16	799.40 2.35
5.01~6.00	130	0.58	695	0.95	1	0.12	14	0.22	152	0.51	992 0.75
6.01~7.00	104.00	2.89	556.00	2.27	0.80	2.04	11.20	3.85	121.60	2.18	793.60 2.33
7.01~8.00	104	0.46	619	0.84	2	0.24	10	0.16	132	0.44	867 0.65
8.01~9.00	93.60	2.60	557.10	2.27	1.80	4.58	9.00	3.09	118.80	2.13	780.30 2.29
9.01~10.00	111	0.49	582	0.79	1	0.12	11	0.17	113	0.38	818 0.62
10.01~15.00	111.00	3.09	582.00	2.37	1.00	2.54	11.00	3.78	113.00	2.02	818.00 2.40
15.01~20.00	571	2.53	3,379	4.60	3	0.36	56	0.89	629	2.11	4,638 3.49
20.01~30.00	838.30	23.31	4,930.30	20.09	4.80	12.21	76.00	26.11	931.80	16.69	6,781.20 19.92
30.01~40.00	184	0.81	1,342	1.83	1	0.12	15	0.24	257	0.86	1,799 1.35
40.01~50.00	460.20	12.80	3,354.60	13.67	2.50	6.36	37.10	12.74	635.80	11.39	4,490.20 13.19
50.00超過	84	0.37	699	0.95	0	0.00	5	0.08	123	0.41	911 0.69
合 計	293.80	8.17	2,438.60	9.94	0.00	0.00	18.30	6.29	432.00	7.74	3,182.70 9.35
水 晶 体	53	0.23	389	0.53	0	0.00	2	0.03	76	0.26	520 0.39
皮 膚	235.50	6.55	1,768.50	7.21	0.00	0.00	10.00	3.44	343.00	6.14	2,357.00 6.92
水 晶 体	28	0.12	256	0.35	1	0.12	3	0.05	49	0.16	337 0.25
皮 膚	155.00	4.31	1,408.50	5.74	6.00	15.27	16.10	5.53	270.40	4.84	1,856.00 5.45
水 晶 体	15	0.07	159	0.22	0	0.00	1	0.02	37	0.12	212 0.16
皮 膚	97.70	2.72	1038.00	4.23	0.00	0.00	6.80	2.34	242.00	4.33	1,384.50 4.07
水 晶 体	12	0.05	104	0.14	0	0.00	0	0.00	22	0.07	138 0.10
皮 膚	90.10	2.51	777.40	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	162.50	2.91	1,030.00 3.03
水 晶 体	6	0.03	58	0.08	0	0.00	0	0.00	17	0.06	81 0.06
皮 膚	49.30	1.37	491.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.50	2.61	686.00 2.01
水 晶 体	2	0.01	38	0.05	0	0.00	1	0.02	11	0.04	52 0.04
皮 膚	19.20	0.53	363.60	1.48	0.00	0.00	9.60	3.30	104.60	1.87	497.00 1.46
水 晶 体	7	0.03	124	0.17	1	0.12	2	0.03	17	0.06	151 0.11
皮 膚	89.70	2.49	1,502.90	6.12	10.90	27.74	20.50	7.04	196.30	3.52	1,820.30 5.35
水 晶 体	4	0.02	29	0.04	0	0.00	0	0.00	13	0.04	46 0.03
皮 膚	71.60	1.99	491.30	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	228.10	4.09	791.00 2.32
水 晶 体	1	0.00	6	0.01	0	0.00	0	0.00	11	0.04	18 0.01
皮 膚	20.10	0.56	131.10	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	252.00	4.51	403.20 1.18
水 晶 体	1	0.00	3	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	5 0.00
皮 膚	26.70	0.74	81.60	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	28.80	0.52	137.10 0.40
水 晶 体	0	0.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	5	0.02	7 0.01
皮 膚	0.00	0.00	72.30	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	166.70	2.99	239.00 0.70
水 晶 体	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1 0.00
皮 膚	0.00	0.00	46.50	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.50 0.14
水 晶 体	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.01	2 0.00
皮 膚	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.60	3.23	180.60 0.53
水 晶 体	22,607	100.0	73,449	100.0	844	100.0	6,305	100.0	29,760	100.0	132,965 100.0
皮 膚	3,596.40	100.0	24,537.90	100.0	39.30	100.0	291.10	100.0	5,582.70	100.0	34,047.40 100.0

Table 2 b

	大学病院	一般病院	保健 所	歯 科	診療所・その他	合 計
平均 年 実 効 線 量 (mSv)	0.15	0.33	0.04	0.04	0.18	0.25
水 晶 体	8,064.40	49,133.80	46.10	369.20	8,092.30	65,705.80
皮 膚	0.35	0.66	0.05	0.05	0.27	0.49
水 晶 体	2.34	2.20	1.05	1.26	1.68	2.12
皮 膚	12,678.10	74,803.30	48.10	529.80	14,383.20	102,442.50
水 晶 体	0.56	1.01	0.05	0.08	0.48	0.77
皮 膚	3.33	3.90	1.09	2.27	3.14	3.68

Table 3a

医療関係の職種別の個人年実効線量の分布と各線量区分における集団実効線量（歯科除く）

人數(人)	人數(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H16.4.1～H17.3.31)	

年実効線量(mSv)	医 師	技 師	看 護 婦	そ の 他	合 計
X	36,232	75.18	10,847	47.93	28,065
0.10以下	3,547 354.70	7.36 3.12	1,998 199.80	8.83 1.30	2,126 212.60
0.11～0.20	1,699 339.80	3.53 2.99	1,188 237.60	5.25 1.55	943 188.60
0.21～0.30	1,017 305.10	2.11 2.68	798 239.40	3.53 1.56	584 175.20
0.31～0.40	765 306.00	1.59 2.69	700 280.00	3.09 1.82	391 156.40
0.41～0.50	566 283.00	1.17 2.49	576 288.00	2.55 1.87	326 163.00
0.51～0.60	460 276.00	0.95 2.43	514 308.40	2.27 2.01	275 165.00
0.61～0.70	409 286.30	0.85 2.52	444 310.80	1.96 2.02	201 140.70
0.71～0.80	320 256.00	0.66 2.25	415 332.00	1.83 2.16	158 126.40
0.81～0.90	274 246.60	0.57 2.17	382 343.80	1.69 2.24	145 130.50
0.91～1.00	230 230.00	0.48 2.02	395 395.00	1.75 2.57	126 126.00
1.01～2.00	1,265 1,846.30	2.62 16.24	2,303 3,373.40	10.18 21.95	684 998.40
2.01～3.00	560 1,402.70	1.16 12.34	889 2,210.00	3.93 14.38	212 526.00
3.01～4.00	292 1010.30	0.61 8.89	441 1544.30	1.95 10.05	115 404.00
4.01～5.00	166 749.20	0.34 6.59	257 1165.50	1.14 7.58	58 262.90
5.01～6.00	115 633.60	0.24 5.57	159 876.10	0.70 5.70	34 186.60
6.01～7.00	67 435.30	0.14 3.83	115 753.10	0.51 4.90	17 110.20
7.01～8.00	48 358.10	0.10 3.15	66 490.10	0.29 3.19	12 90.60
8.01～9.00	34 288.20	0.07 2.54	32 271.10	0.14 1.76	9 76.90
9.01～10.00	23 220.60	0.05 1.94	23 218.90	0.10 1.42	3 29.20
10.01～15.00	72 889.90	0.15 7.83	55 655.10	0.24 4.26	13 152.80
15.01～20.00	20 343.00	0.04 3.02	20 342.50	0.09 2.23	2 32.40
20.01～25.00	5 114.00	0.01 1.00	7 153.80	0.03 1.00	2 48.00
25.01～30.00	2 52.30	0.00 0.46	3 84.80	0.01 0.55	0 0.00
30.01～40.00	4 138.40	0.01 1.22	2 67.90	0.01 0.44	0 0.00
40.01～50.00	0 0.00	0.00 0.00	1 46.50	0.00 0.30	0 0.00
50.00超過	0 0.00	0.00 0.00	2 180.60	0.01 1.18	0 0.00
合 計	48,192 11,365.40	100.00 100.00	22,632 15,368.50	100.00 100.00	34,501 4,502.40
	100.00		100.00		21,335 100.00
					2,520.00
					100.00
					33,756.30
					100.00

Table 3b

	医 師	技 師	看 護 婦	そ の 他	合 計
平均 年 実 効 線 量 (mSv)	0.23	0.67	0.13	0.11	0.26
水 晶 体	年 集 団 組 織 線 量 (manmSv)	24,561.70	21,836.10	14,777.30	4,161.50
	平 均 年 組 織 線 量 (mSv)	0.50	0.96	0.42	0.19
	実効線量当量に対する比の平均	2.00	1.72	3.30	1.76
皮 膚	年 集 団 組 織 線 量 (manmSv)	45,823.50	30,228.30	16,690.60	9,170.30
	平 均 年 組 織 線 量 (mSv)	0.95	1.33	0.48	0.42
	実効線量当量に対する比の平均	4.69	2.69	3.59	3.93

Table 4 a

工業関係の業態別の個人年実効線量当量の分布と各線量当量区分における集団実効線量当量

人數(人)	人數(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H16.4.1～H17.3.31)	

年実効線量当量(mSv)	一般工業用	非破壊検査	合計
X	31,790	94.30	1,556
0.10以下	577 57.70	1.71 2.70	114 11.40
0.11～0.20	204 40.80	0.61 1.91	66 13.20
0.21～0.30	152 45.60	0.45 2.13	56 16.80
0.31～0.40	124 49.60	0.37 2.32	37 14.80
0.41～0.50	107 53.50	0.32 2.50	27 13.50
0.51～0.60	74 44.40	0.22 2.08	24 14.40
0.61～0.70	61 42.70	0.18 2.00	20 14.00
0.71～0.80	52 41.60	0.15 1.94	17 13.60
0.81～0.90	49 44.10	0.15 2.06	14 12.60
0.91～1.00	42 42.00	0.12 1.96	17 17.00
1.01～2.00	226 329.40	0.67 15.40	99 148.90
2.01～3.00	101 255.60	0.30 11.95	39 95.70
3.01～4.00	39 138.80	0.12 6.49	35 122.20
4.01～5.00	31 140.50	0.09 6.57	20 89.40
5.01～6.00	18 98.70	0.05 4.61	10 54.30
6.01～7.00	7 45.40	0.02 2.12	5 32.20
7.01～8.00	18 136.70	0.05 6.39	7 50.70
8.01～9.00	9 76.30	0.03 3.57	6 50.50
9.01～10.00	7 65.90	0.02 3.08	2 19.40
10.01～15.00	11 129.80	0.03 6.07	0 0.00
15.01～20.00	6 104.90	0.02 4.90	3 49.50
20.01～25.00	4 89.80	0.01 4.20	0 0.00
25.01～30.00	1 26.30	0.00 1.23	0 0.00
30.01～40.00	1 38.90	0.00 1.82	0 0.00
40.01～50.00	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00
50.00超	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00
合計	33,711 2,139.00	100.00 100.00	2,174 854.10
		100.00	100.00
			35,885 2,993.10
			100.00 100.00

Table 4 b

	一般工業用	非破壊検査	合計
平均年実効線量(mSv)	0.06	0.39	0.08
水年集団組織線量(manmSv)	2,273.20	857.40	3,130.60
晶平均年組織線量(mSv)	0.06	0.39	0.08
体実効線量当量に対する比の平均	1.10	1.00	1.08
皮年集団組織線量(manmSv)	5,968.90	824.10	6,793.00
膚平均年組織線量(mSv)	0.17	0.37	0.18
皮膚実効線量当量に対する比の平均	1.91	0.97	1.68

Table 5 モニタリング区別の年平均実効線量、過剰被ばく人数と年実効、組織線量の平均値並びに組織線量の実効線量に対する比の平均

	均 等	均等・末端	不 均 等	不均等・末端	合 計	注)
人 数 比 率	85%	2%	12%	1%	100%	均等：
実効線量で 50mSvを超えた人数	1	0	1	0	2	体幹部均等被ばくとして個人モニタリングを行っている集団
平均年実効線量 (mSv)	0.11	0.72	0.44	0.73	0.17	均等・末端：
水晶 体	平均年組織線量 (mSv)	0.12	0.75	1.52	1.77	体幹部均等被ばくとしてモニタリングを行い、さらに末端部被ばくのモニタリングも併用している集団
皮 膚	実効線量に 対する比の平均	1.06	1.03	4.63	3.31	不均等：
	平均年組織線量 (mSv)	0.12	6.75	1.62	10.15	体幹部不均等被ばくとして個人モニタリングを行っている集団
	実効線量に 対する比の平均	1.07	22.31	4.56	21.34	不均等・末端：
						体幹部不均等被ばくとしてモニタリングを行い、さらに末端部被ばくのモニタリングも併用している集団

Table 6 最近 5 年間の個人線量の年度推移

年実効線量当量(mSv)	平成12年度		平成13年度		平成14年度		平成15年度		平成16年度	
	X									
0.10以下	6,866	3.53	9,515	4.74	9,586	4.58	9,961	4.69	10,385	4.78
0.11～0.20	3,733	1.92	4,348	2.17	4,498	2.15	4,636	2.18	4,707	2.17
0.21～0.30	2,445	1.26	2,730	1.36	2,881	1.38	2,924	1.38	2,968	1.37
0.31～0.40	1,729	0.86	1,949	0.97	2,007	0.96	2,115	0.99	2,305	1.06
0.41～0.50	1,450	0.74	1,566	0.78	1,639	0.78	1,763	0.83	1,822	0.84
0.51～0.60	1,177	0.60	1,225	0.61	1,369	0.65	1,383	0.65	1,490	0.69
0.61～0.70	996	0.51	1,063	0.53	1,144	0.55	1,128	0.53	1,258	0.58
0.71～0.80	843	0.43	945	0.47	1,014	0.48	968	0.46	1,104	0.51
0.81～0.90	769	0.40	857	0.43	865	0.41	985	0.46	957	0.44
0.91～1.00	722	0.37	756	0.38	800	0.38	832	0.39	896	0.41
1.01～2.00	4,039	2.07	4,225	2.11	4,616	2.21	4,700	2.21	5,140	2.37
2.01～3.00	1,641	0.84	1,593	0.79	1,757	0.84	1,948	0.92	1,971	0.91
3.01～4.00	869	0.46	787	0.39	909	0.43	934	0.44	1,002	0.46
4.01～5.00	519	0.27	442	0.22	548	0.26	575	0.27	579	0.27
5.01～6.00	371	0.19	294	0.15	320	0.15	364	0.17	372	0.17
6.01～7.00	247	0.13	188	0.09	207	0.10	218	0.10	227	0.10
7.01～8.00	185	0.10	125	0.06	148	0.07	170	0.08	168	0.08
8.01～9.00	143	0.07	67	0.03	107	0.05	124	0.06	104	0.05
9.01～10.00	111	0.06	47	0.02	69	0.03	77	0.04	64	0.03
10.01～15.00	238	0.12	200	0.10	212	0.10	216	0.10	174	0.08
15.01～20.00	124	0.06	60	0.03	80	0.04	57	0.03	55	0.03
20.01～25.00	37	0.02	22	0.01	27	0.01	29	0.01	22	0.01
25.01～30.00	42	0.02	15	0.01	19	0.01	16	0.01	6	0.00
30.01～40.00	27	0.01	18	0.01	15	0.01	19	0.01	8	0.00
40.01～50.00	9	0.00	8	0.00	8	0.00	4	0.00	1	0.00
50.00超過	15	0.01	12	0.01	10	0.00	4	0.00	2	0.00
合 計 (人)	194,676	100.00	200,583	100.00	209,144	100.00	212,599	100.00	217,077	100.00
集団線量 (manmSv)	42,913.65		34,216.63		40,441.77		38,478.79		38,157.40	
平均年線量 (mSv)	0.22		0.17		0.19		0.18		0.17	

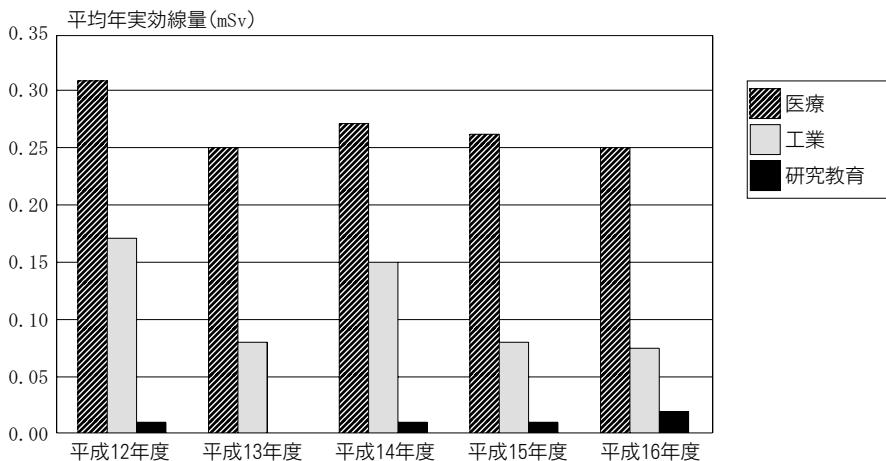


Fig. 1 過去 5 年間の平均年実効線量当量（業種別）

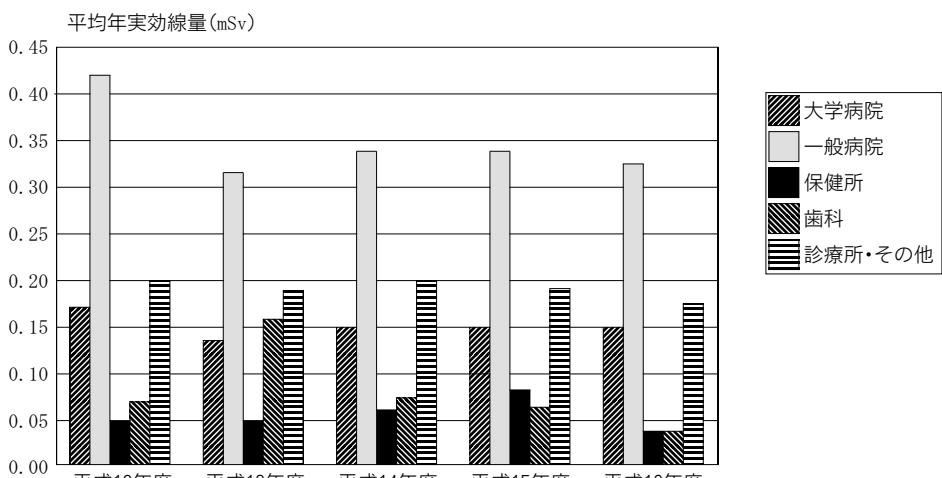


Fig. 2 過去 5 年間の平均年実効線量当量（医療関係）

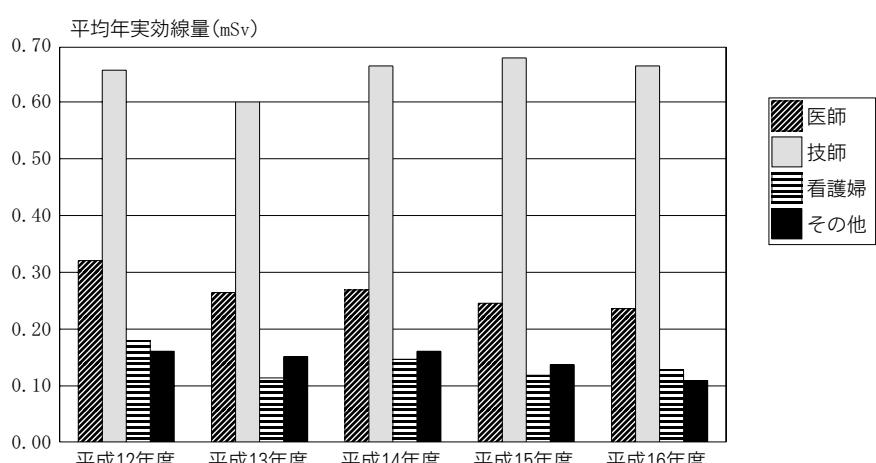


Fig. 3 過去 5 年間の平均年実効線量当量（医療関係の職種別）

サービス部門からのお知らせ

「コントロール」てな～に！？

お届票（測定依頼票）の先頭に「コントロール」や「ツイカコントロール」という名称がプリントされており、コントロール用のガラスバッジ（以下コントロールという）が同封されていることをご存知でしょうか？

コントロールには、とても重要な役割があります。

このコントロールは、お客様の施設における自然放射線等によるバックグラウンド値を差し引くために使用します。コントロールと比較することによって装着された方の正確な線量を測定することが可能になります。

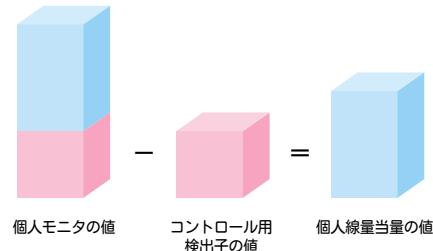
最近、コントロールを実際に人が装着されるということが発生しました。この場合、正確な線量を測定することができなくなりますのでコントロールを目的以外にご使用されることは避けてください。

また、コントロールは、人工放射線の影響のない常温常湿の場所に保管してください。

測定依頼の際は、今一度コントロールを同封しているかどうか、チェックをよろしくお願ひいたします。

なお、ガラスバッジ×線用は、それ自身でバックグラウンド値を差し引くことができますので、コントロールをつけておりません。

皆様のご理解とご協力をよろしくお願ひいたします。



編集後記

●昨年は台風が多く、今年は是非とも平穏であって欲しいと願っていましたが、8月16日午前、宮城沖を震源とする大きな地震がありました。最大震度6弱のことでした。当日、編集者は名古屋おりましたが、名古屋でもかなり揺れました。また、これに先立つ7月23日夕刻には、千葉県北西部を震源とする最大震度5強の地震が発生し、同地区に住居のある編集者は大変びっくりいたしました。1978年の宮城沖地震（当時、編集者は福島県浜通地方在住）以来の経験でした。

この二つの地震で浮き彫りになったのが、交通網への影響です。安全を確認してから運行を再開することは当然のことですが、もう少し早く運行を再開できるように工夫して頂きたいと思います。交通関係の方々に是非ともお願ひいたします。

●今月号は、日本原子力研究所保健物理部の山口恭弘氏に、「放射線防護のための線量に関する議論；外部被ばくにおける防護量と実用量の関係について」と題してご執筆いただきました。放射線防護における外部被ばく線量評価に用いられている量は、物理量、防護量、実用

量の三つの量がありますが、これらを過去からの経緯を交えて分かりやすく解説して頂きました。おかげさまで、難解であったこれらの量が頭の中で整理されました。

また、群馬大学大学院医学系研究科画像核医学教授の遠藤啓吾先生に「FDG-PET 検査」と題してご執筆いただきました。

編集者は、PETは夢の診断装置で、癌は大小問わず何でも発見できるものと考えていましたが、FDG-PETは癌を画像化するのではなく、ブドウ糖代謝画像であるため、炎症細胞でも反応すると述べておられます。

さらには、PETが得意とする癌と、そうでない癌があることも記述されています。今後は癌の画像診断としてPET／CT一体型装置が主流となるとも云っておられます。FDG-PETが、夢の診断装置になるよう、さらなる発展に期待いたします。

●本誌が読者の皆様のお手元に届く頃は、暑さもだいぶ和らいでいるでしょう。これから食べ物が美味しいになります。皆様が素敵な秋を迎えることを祈念しております。
(福田)

FBNews No.345

発行日／平成17年9月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 久保寺昭子 加藤和明 壽藤紀道 藤崎三郎

福田光道 野呂瀬富也 丸山百合子 崩田和永 佐野智久 大日向朱梨 森本智文

発行所／株式会社千代田テクノル 線量計測事業部

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5階

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

—禁無断転載— 定価400円（本体381円）