



Photo H.fukuda

Index

航空機での宇宙線被ばく線量を計算する「JISCARD」	保田 浩志	1
初級放射線教育講座⑥		
「放射能・放射線はどのようにして測るのか」— 測定の実態 —	中村 尚司	6
平成18年度 個人線量の実態		9
保物セミナー2007（10周年記念）		17
読書評 崖下の病院		17
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
空洞理論	加藤 和明	18
〔サービス部門からのお願い〕		
返信用封筒の有効期限をご確認ください！		19

航空機での宇宙線被ばく線量を 計算する「JISCARD」



保田 浩志*

1. はじめに

航空機が飛行する高度(10~12km)では、宇宙から飛来する放射線(以下「宇宙線」という。)の強度は地上に比べて100倍程度高くなる。そのため、年間900時間前後の乗務に従事するパイロットや客室乗務員が宇宙線によって受ける被ばく線量は、一般公衆の線量限度とされている1 mSvを超えるケースが少なくない。この事実を踏まえて、国際放射線防護委員会(ICRP)は、ジェット機の運航に伴う被ばく、すなわち航空機乗務員の宇宙線による被ばくを職業被ばくとみなす必要性を1990年勧告(Publ. 60)で指摘した。その後、欧米を中心に上空での宇宙線による被ばくをどのように扱うべきかについての議論が活発になり、各国で対応が図られてきた。我が国でも、2006(平成18)年5月、国(文部科学省・厚生労働省・国土交通省の担当局)から本邦航空会社に対し、放射線審議会が策定したガイドライン¹⁾に沿った措置を講じるようにとの通達があった。ガイドラインでは、年間5 mSvを管理目標値として航空事業者による自主的な被ばく管理を行うこと等を求めている。

このような動きを背景に、乗務員の方々だけでなく、一般市民にも宇宙線被ばくに対して関心を持つ人が増えてきた。そこで、我々は、日本の人々に航空機搭乗時の宇宙

線被ばくについて理解を深めてもらうことを狙いとして、国際線搭乗時の被ばく線量やその関連の情報を提供するウェブツールを開発し、「航路線量計算システム(JISCARD: Japanese Internet System for Calculation of Aviation Route Doses)」(以下「JISCARD」という。)という名で2004(平成16)年9月に放医研のホームページ上で公開した。JISCARDは、その機能を徐々に拡張・改良しながら今も運用されている。公開後の利用者数は月数千件で安定しており、社会に一定のニーズがあることがはっきりしてきた。本報では、同ツールの概要を紹介させて頂きたいと思う。

2. JISCARD の概要

インターネットのブラウザからJISCARDのトップページ(<http://www.nirs.go.jp/research/jiscard/index.shtml>)にアクセスすると、図1のような画面が現れる。

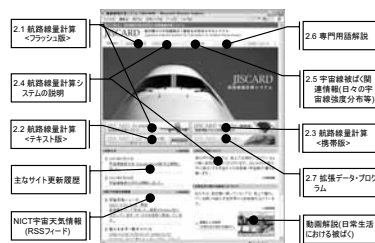


図1 航路線量計算システム(JISCARD)のトップページ
(<http://www.nirs.go.jp/research/jiscard/index.shtml>)

*Hiroshi YASUDA 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宇宙線被ばく研究チーム チームリーダー

トップページでは、サイトの更新履歴、宇宙天気情報、日常受ける被ばくに関する動画解説等の情報を提供している。宇宙天気情報については、独立行政法人情報通信研究機構（NICT）の宇宙天気情報センターから随時提供されているRSS（Really Simple Syndication/Rich Site Summary）情報²⁾のうち宇宙線被ばくに関する最新ニュース（宇宙天気ニュースと高エネルギー粒子イベント）を自動で更新表示するようにしている。

その他の項目については、知りたい内容に応じて該当するボタンやタブをクリックすれば見ることができる。以下、主な項目について概略を記すので、参考にして頂きたい。

2.1 航路線量計算：フラッシュ版

日本発着の主要な国際航空路線について、往・復それぞれの飛行において宇宙線により受ける実効線量（航路線量）を提供している（図2）。グラフィカルユーザーインターフェースによる、出発空港、到着空港、搭乗時期を選択するだけの簡便な操作により、標準的な飛行条件及び想定される最低／最高高度での線量値を直ちに得ることができる（計算条件・方法の詳細については2.4節を参照）。

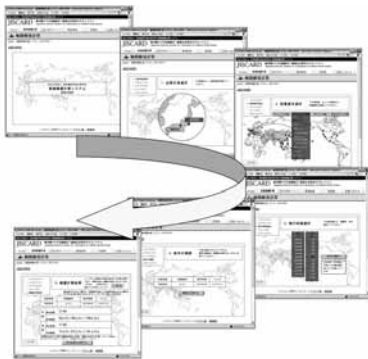


図2 航路線量計算における一連の操作画面；出発空港、到着空港、飛行時期（年月）を選択すれば、往・復それぞれの線量と飛行時間が表示される。

なお、本機能を使うには、インターネットブラウザで動画を再生するための専用アプリケーション（Flash Player）が端末にインストールされている必要がある。

2.2 航路線量計算：テキスト版

上記のフラッシュ版プログラムは、端末のOSのバージョンが古い等の理由で、きちんと画面表示されないことがある。そのような場合でも航路線量の計算ができるよう、動画を使わないテキスト版のプログラム「JISCARD Clif」を用意した。JISCARD Clifでは、空港名や飛行時期をプルダウンメニューから選んでいくことでFlash版と同じ結果を得ることができる（図3）。



図3 テキスト版システム（JISCARD Clif）の画面；プルダウンメニュー選択式

このテキスト版には、結果を得るまでの一連の操作に要する時間がFlash版より短く、選択内容を同じ画面で確認しながら処理できるという利点があるので、手早く結果（線量値）を知りたいというユーザーにはかえって使い易いかもしれない。

2.3 航路線量計算：携帯版

空港や電車内等でも利用できるよう、携帯電話対応版「JISCARD Mobile」を開発、2007年3月より公開している。図4にそのQRコードを示す。プログラムの骨格はテキスト版をベースにしており、データベースも共通であるが、短い通信時間で

効率よく必要な情報を得られるよう、ボタン操作をできるだけ減らし、シンプルな画面にする等の工夫をした。動作の確認は、NTT DoCoMo と au の 2 社の比較的新しい機種で行った。Softbank 社の携帯への対応は今後の課題である。



図 4 携帯版システム (JISCARD Mobile) の QR コード

2.4 航路線量計算システムの説明

「JISCARD について」のタブをクリックして現れるページには、線量計算の対象としている路線 (空港) や計算の条件・方法等に関する情報を記載している。以下にその概略を述べる。

2007年7月現在、JISCARD が取り扱っている路線は、成田国際空港又は関西国際空港を起点とした、比較的日本人乗降客の多い世界35都市 (アメリカ10都市、欧州9都市、アジア12都市、及びオセアニア4都市) への63路線 (一部トランジット路線も含む) である。対象としている期間は2001年1月から2011年12月までの11年間で、代表的な飛行条件に対して月ごとの平均的な線量を求めている。

航路線量 (実効線量) の計算には、米国連邦航空局 (Federal Aviation Administration、以下「FAA」と略記する。) の了解を得て、FAA が開発した CARI-6コード³⁾ を使用している。CARI-6は、航路線量を宇宙線の大気中輸送を記述するボルツマン方程式を解析的に解いて大気中の線量率の分布を求めている。そして、各月の平均的な太陽磁場の条件において、大気中線量率分布とフライトデータ (航路及び高度変化) から各路線で受ける実効線量を計算

している。注意を要する点として、CARI-6では、米国放射線防護測定審議会 (NCRP) の提言に従って陽子の放射線荷重係数に2を採用しており、ICRP が1990年勧告で採用している5ではない (但し2007年の新勧告では2に変更された) ことがある。

航路線量の計算は、飛行条件に関する基本的な情報 (発着空港、巡航高度及び上昇・下降の時間、飛行時期) に基づいて行っている。空港間の航路には、CARI-6 にデフォルトで組み込まれている標準的な経路を採用している。飛行高度については、国際線で平均的な巡航高度である36,000ft (約11km) 及び通常の飛行で予想される最低高度 (28,000ft=約8.5km) と最高高度 (40,000ft=約12km) を選定し、それら3つの代表的な高度に対して計算を行っている。上昇及び下降の時間については、線量を過小に評価しないよう留意し、離陸から巡航高度までの時間を15分、巡航高度から着陸までを20分で与え、その間は一定の高度変化率で推移すると仮定している。なお、実際には、各フライトの状況 (天候や風向き、燃料の量、路線の込み具合等) によって巡航高度や飛行時間は変わり、それに伴い被ばく線量も若干変動する。

太陽活動については、FAA が毎月公表している、太陽磁場 (ヘリオセントリックポテンシャル) に関する月別平均のデータを利用している。最近 (2007年以降) ~ 将来については、ヘリオセントリックポテンシャルの周期変動を正弦曲線で近似予測して用いている (近似に当たっては1996年頃の太陽活動極小期のポテンシャル値を再現するように調整)。予測値として与えている期間については、定期的 (目安として半年~1年毎) に実測に基づく値に置き換えている。

2.5 宇宙線被ばく関連情報

「関連情報」のページには、2007年5月より、航空機の巡航高度（11km）における日々の宇宙線強度のグローバル分布画像を表示している（**図5**）。宇宙線強度の計算は、地球磁場の宇宙線をはじく力（地磁気カットオフリジディティ：Rc）と太陽磁場強度（モデュレーションポテンシャル：Mp）のデータを入力パラメータとして、日本原子力研究開発機構で開発されたPARMAコード（PHITSをベースとして導出した大気中宇宙線強度計算用の解析モデル⁴⁾を用いて行っている。Rcの値は、スイス・ベルン大学で開発され公開されているMAGNETOCOSMICSコード⁵⁾（最新版、2010年まで有効）により求め、計算結果をデータベース化して利用している。Mp値は、人工衛星により継続的に観測されている太陽黒点数の推移データから推定している。これらのパラメータをPARMAコードに入力して、1日毎（深夜0～2時）に高度11kmの宇宙線強度を緯度・経度それぞれ1度間隔のメッシュで計算、得られた結果を二次元の濃淡マップ画像として世界地図上にオーバーレイ表示している。



図5 関連情報の画面；太陽黒点数から推定した日々の宇宙線強度分布を更新表示している

その他、関連の情報として、宇宙線被ばくについて理解を深めてもらえるよう、以下の事項について解説している。

- ・ 航空機高度の宇宙線環境
- ・ 太陽フレアの影響
- ・ 航路線量の計算方法
- ・ 航空機乗務員の健康に係る疫学研究
- ・ 航空機内被ばくをとりまく社会動向
- ・ 日常生活で受ける被ばく

また、「関連リンク」として、宇宙線環境等について学ぶ上で役に立つと思われるウェブサイトを紹介している。

2.6 専門用語解説

「用語集」のページには、宇宙線被ばくに関係する専門的な用語を選び、各用語について数行ずつの解説を記載している。宇宙線関連の用語（GLE、太陽活動、地球磁場等）、放射線防護関連の用語（線量当量、実効線量、放射線荷重係数等）、その他一般的な用語（自然放射線、放射線審議会、リスク等）を広く取り上げているが、一般の人にとってはまだ十分でないかもしれない。今後、ユーザーからの追加要望等を踏まえて、取り上げる用語を更に拡充していきたいと考えている。

2.7 拡張データ・プログラム

「JISCARD Options」のページでは、宇宙線被ばくに関連する独自のデータやプログラムを提供する。2007年7月現在、2つの画像情報をGoogle Earth形式のファイルとしてダウンロードできるようにしている。1つは地磁気カットオフリジディティ（Rc）、もう1つは航空機の巡航高度（11km）における宇宙線強度のグローバル分布である（計算方法等については「2.5 関連情報」の項を参照）。宇宙線強度分布のファイルには、世界の700以上の空港をプレースマークとして加え、各空港の位置（緯度、経度、標高）を確認できるようにしている（**図6**）。



図6 JISCARDの拡張データとして提供している航空機の巡航高度(11km)における宇宙線強度のグローバル分布画像(Google Earth形式);太陽黒点数の観測データに基づいて日々計算・更新している(http://www.nirs.go.jp/jiscard/data/option_drmap.shtml)

これからも、新たに作成したプログラム(あらゆる航路に適用できる汎用型の航路線量計算プログラム等)や独自にとりまとめたデータ(日本国内における宇宙線のモニタリングデータ等)を、適宜この拡張ページにて公開していく予定である。

3. おわりに

JISCARDの利用者として想定しているのは一般の人々である。したがって、例えば航路線量計算では、精密さよりも操作の簡便さを重視した設計となっている。得られる線量値は代表的な条件で計算された月別平均のデータであり、個々のフライトで実際に浴びた線量とは厳密には異なる。特定のフライトで受けた線量を正確に知りたいという場合には、航路・高度の推移と太陽活動の状態についての詳細な情報、そして、それらをパラメータとして組み入れた精緻な計算が必要である。

今後は、そうした要望にも応えるため、航空会社が所有する詳細なフライトログデータや太陽フレア時に見られる短時間の宇宙線強度の急激な変化にも対応できるよう、線量計算の機能を高度化したいと考え

ている。取り扱う空港の数も大幅に増やす計画である。その実現には、利用者の方々から頂く声は何よりの励みになる。JISCARDの問い合わせフォームから御意見御要望等をお寄せ頂ければ幸甚である。

最後に、JISCARDの開発・運用にあたり様々な形でお力添えを頂きました多くの方々に、この場をお借りして厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省ホームページ：審議会情報, 2006, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/housha/sonota/06051009.htm.
- 2) 情報通信研究機構ホームページ：宇宙天気情報センター, 2007, <http://swc.nict.go.jp/pagerss/index.php>
- 3) Federal Aviation Administration (FAA) : Radiobiology Research Team web site, 2005, http://www.faa.gov/education_research/research/med_humanfacs/aeromedical/radiobiology/
- 4) Sato, T. et al.: Development of PARMA: PHITS-based Analytical Radiation Model in the Atmosphere. Radiat. Res., accepted.
- 5) University of Bern : Physikalisches Institut web site, 2007, <http://cosray.unibe.ch/~laurent/magnetocosmics/>

プロフィール

1988年京都大学工学部卒。京都大学博士(工学)。1992年4月放射線医学総合研究所に入所、数度の改組や渡米等を経て、現在は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環境放射線影響研究グループ宇宙線被ばく研究チームのチームリーダー。航空機搭乗者の宇宙線被ばく線量評価等に関する研究に取り組んでいる。好きなことは、美しいものの鑑賞と拙い絵を描くこと。

E-mail: h_yasuda@nirs.go.jp

初級放射線教育講座⑥

「放射能・放射線は どのようにして測るのか」

— 測定の原理 —



中村 尚司*

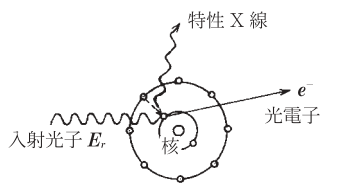
放射能は放射性物質（放射性同位元素）がより安定な同位元素に変化（壊変）する能力（あるいはその能力を持つ放射性物質そのもの）を指すと同時に、単位時間（たとえば1秒）に何個変化するかを指しています。単位はベクレル（ $Bq=$ 壊変数/秒）で与えられ、その値の大きいものは放射能が強いと表現されます。壊変する時には余分のエネルギーを放射線として放出します。したがって、放射線というのは、エネルギーとして空間を伝播するものであるという定義がなされます。放射線は、音や光と違って五感には全く感じないので、それを検出するには、放射線が物質（気体、液体、固体）中を伝播するときに、物質中の原子・分子と衝突して起こす様々な現象を利用して検知する方法が取られます。従って、放射能を測るといっても、実際には放射線を測ることになります。

放射線には大きく分けて、電離放射線と非電離放射線があり、前者は物質中の原子・分子との相互作用の結果、それを電離してイオン化させるだけのエネルギー（つまり波長が短い）を持つものを指し、後者はそれより低いエネルギー（波長が長い）ものを指していて、紫外線、可視光線、赤外線、電磁波などが該当します。一般に放射線という場合は電離放射線を指していま

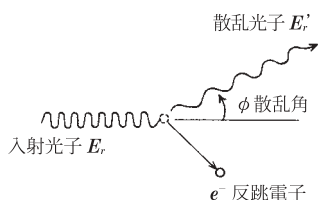
す。電離放射線はさらに、直接電離放射線と間接電離放射線に分けられ、前者は物質中で直接電離を引き起こす荷電粒子線をいい、後者は電荷を持たないので直接電離を引き起こさず、物質中での相互作用の結果発生した荷電粒子が電離を引き起こす非荷電粒子線をいいます。荷電粒子線には、電子、陽電子、 α 線（He原子核）、 β 線（電子・陽電子）、陽子線、ミューオン、重イオンなどがあります。非荷電粒子線には、X線、 γ 線、中性子線、ニュートリノなどがあります。

放射線の測定は、このように放射線が物質中で引き起こす現象を利用しますが、その現象は、電離と励起です。まず電離の場合を取り上げましょう。荷電粒子線の場合は物質中の原子・分子の軌道電子を直接電離して、電子と正に帯電した残りの原子・分子、つまり正イオンの対、電子・正イオン対、を作ります。また、X線・ γ 線（光子とも言います）の場合は、軌道電子との反応、光電効果、コンプトン散乱、電子対生成などが起こって、生成された電子が電離を起こします。図1に示すように、光電効果は光子がそのエネルギーを全て軌道電子に与えて軌道から飛び出させて電離を起こす現象で、コンプトン散乱は光子がそのエネルギーの一部を軌道電子に与えて電離

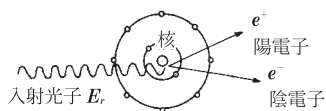
*Takashi NAKAMURA 弊社顧問



(1) 光電効果



(2) コンプトン効果



(3) 電子対生成

図1 γ 線と物質の相互作用

を起こす現象です。また、電子対生成は光子のエネルギーが高くなると原子核に接近し、そのクーロン場との相互作用によりエネルギーが吸収され、電子・陽電子の対が生成されるものです。中性子の場合は軌道電子との反応はほとんど起こさず、原子核との直接反応（原子核反応）を起こします。この反応により生成された荷電粒子が電離を起こして、電子・正イオン対を作ります。中性子の核反応でよく使われるものには、水素の弾性散乱 $H(n,n)p$ 、 ${}^3\text{He}(n,p)t$ 、 ${}^6\text{Li}(n,\alpha)t$ 、 ${}^{10}\text{B}(n,\alpha){}^7\text{Li}$ 、などがあります。

こうして生成された電子・イオン対を電場を掛けて集めると電流（あるいは電気信号）として測定できることから放射線を検知しますが、生成される電子・イオン対数が吸収された放射線のエネルギーに比例す

ることから、入射放射線の種類やエネルギーを測定することが出来ます。気体（空気など）を詰めた容器中の電極に高電圧をかけて、生成された電子・イオン対を電極に集めて電気信号を得るのが、電離箱、比例計数管、GM 計数管などのガス検出器です。また、固体結晶中での電離現象を利用するのは、Si、Ge、CdTeなどの半導体検出器で、この場合は放射線のエネルギーにより固体結晶中の格子を形成する原子の軌道電子を電離して、電子・正孔（電子の抜けた跡）対を生じさせて、やはり電場を掛けて集めることにより電気信号を得ます。液体の場合は電離しても電子の流動性が高くて再結合などが起こって、電流として取り出すのが難しく、ほとんど使われていません。

この電離現象をそのまま利用するのではなく、物質中に入射した、あるいは物質中で生成した荷電粒子の通る道筋に沿って起こる電離の飛跡を捉えて、放射線の飛跡を測定する検出方法もあります。気体の場合は霧箱、スパークチェンバー、液体の場合は泡箱、バブル（過飽和液滴）検出器、固体の場合は固体飛跡検出器、原子核乾板などです。以前は写真フィルムも使われていました。

一方、励起現象を利用する場合は、気体、液体、固体の全てについて、原子・分子はそれぞれ特有なエネルギー準位構造を持ち、軌道電子も基底状態から様々な励起状態に至るエネルギーを持っています。図2に示すように、放射線が軌道電子にエネルギーを与えて励起すると、それが基底状態に戻る時に、余ったエネルギーを光として放出する発光現象が起こります。このとき発生する光の波長は紫外線領域から赤外線領域に及んでいて、この光を光電子増倍管やフォトダイオードで受けて、その光電面から光電子を発生させ、さらに、光電子増倍

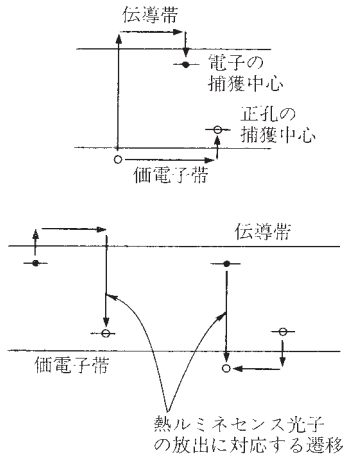


図2

管やフォトダイオードに掛けた高電圧でこの電子を加速して電子増倍して、電気信号を得ます。この発光現象を利用する検出器をシンチレーション検出器と呼びます。励起による発光現象の中には、特に結晶構造を持つ固体の場合は、すぐに基底状態に戻って発光する以外に、結晶中の不純物が持つエネルギー準位（捕獲中心等といいます）に捕まえられて、しばらくそこに留まっていて、何か刺激（熱、レーザー光など）が与えられると、発光するものもあります。これを蛍光と呼びます。この現象を利用するものに、熱蛍光線量計、蛍光ガラス線量計、光刺激発光線量計、輝尽発光プレートなど様々なものがあります。食塩や歯のエナメル質などもこの蛍光現象を持ち、原爆被爆者の線量推定にこの歯の蛍光を利用した例があります。

これらとは全く違う方法で放射線を検出する方法として、放射化検出器があります。これは、一般に中性子の測定に広く使われていますが、中性子は前述したように、物質中で核反応を起こして、放射性物質を生成することがあります。これを中性子による放射化と呼びますが、生成した放射性物質から放出される放射線、β線、γ線を測

定して、元の物質に入射した中性子の強度を測定するものです。様々な核反応があり、その反応が起こるエネルギーの閾値や反応確率（いわゆる断面積）が違うことを利用して、中性子のエネルギー測定に利用されています。1999年に東海村で発生したJCO臨界事故では、被曝した人の血液中のNaに $^{23}\text{Na}(n, \gamma)^{24}\text{Na}$ で生成された ^{24}Na の放射能を測定して、被曝中性子線量を推定した例もあります。

この他にもいろんな測定法がありますが、ここでは、一般的に広く使われている放射線測定の原理について概説しました。次回以降では、測定器の種類と特徴、測定の目的と測定器の選び方、についての説明が続きます。

◆ プロフィール ◆

- 1964年 9月 京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻修士課程修了
- 1964年10月 京都大学工学部助手
- 1975年 3月 東京大学原子核研究所助教授
- 1986年 7月 東北大学サイクロトン・ラジオアイソトープセンター教授
- 1999年10月 東北大学大学院工学研究科教授
- 2003年 3月 定年退官
- 2003年 4月 東北大学名誉教授・サイクロトン・ラジオアイソトープセンター研究教授現在に至る
- 2007年 3月 放射線学会会長

平成18年度

個人線量の実態

1. はじめに

本資料は平成18年度の個人線量の実態の報告です。個人モニターで測定した、1 cm線量当量、70 μm線量当量から算定した実効線量と等価線量が集計してあります。

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

$$H_E = H_{1\text{cm 基}}$$

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

$$H_S = H_{70\mu\text{m 基}}$$

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、次のようになります。

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

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18年4月1日から平成19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して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、職種区分

医療関係の業態区分は、施設の名称により判断し区分しました。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 1a
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

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)

(H18.4.1~H19.3.31)

年実効線量当量(mSv)	医 療		工 業		研究教育		合 計	
X	107,334	74.82	34,694	93.16	45,124	96.65	187,152	82.30
0.10以下	8,789 878.90	6.13 2.21	687 68.70	1.84 2.20	756 75.60	1.62 7.15	10,232 1023.20	4.50 2.33
0.11~0.20	4,588 917.60	3.20 2.31	304 60.80	0.82 1.95	228 45.60	0.49 4.31	5,120 1024.00	2.25 2.33
0.21~0.30	2,925 877.50	2.04 2.21	195 58.50	0.52 1.87	85 25.50	0.18 2.41	3,205 961.50	1.41 2.19
0.31~0.40	2,126 850.40	1.48 2.14	162 64.80	0.44 2.07	66 26.40	0.14 2.50	2,354 941.60	1.04 2.14
0.41~0.50	1,798 899.00	1.25 2.26	128 64.00	0.34 2.05	39 19.50	0.08 1.84	1,965 982.50	0.86 2.23
0.51~0.60	1,394 836.40	0.97 2.10	105 63.00	0.28 2.02	29 17.40	0.06 1.65	1,528 916.80	0.67 2.09
0.61~0.70	1,263 884.10	0.88 2.22	73 51.10	0.20 1.64	27 18.90	0.06 1.79	1,363 954.10	0.60 2.17
0.71~0.80	1,068 854.40	0.74 2.15	71 56.80	0.19 1.82	25 20.00	0.05 1.89	1,164 931.20	0.51 2.12
0.81~0.90	988 889.20	0.69 2.23	65 58.50	0.17 1.87	23 20.70	0.05 1.96	1,076 968.40	0.47 2.20
0.91~1.00	850 850.00	0.59 2.14	43 43.00	0.12 1.38	21 21.00	0.04 1.99	914 914.00	0.40 2.08
1.01~2.00	5,323 7,812.50	3.71 19.64	303 446.60	0.81 14.30	129 182.40	0.28 17.26	5,755 8,441.50	2.53 19.20
2.01~3.00	2,098 5,234.70	1.46 13.16	142 351.60	0.38 11.26	51 128.50	0.11 12.16	2,291 5,714.80	1.01 13.00
3.01~4.00	1,076 3,789.50	0.75 9.52	88 307.40	0.24 9.84	28 96.70	0.06 9.15	1,192 4,193.60	0.52 9.54
4.01~5.00	604 2,719.30	0.42 6.83	50 227.80	0.13 7.29	16 73.20	0.03 6.93	670 3,020.30	0.29 6.87
5.01~6.00	357 1,967.90	0.25 4.95	33 181.30	0.09 5.80	17 93.40	0.04 8.84	407 2,242.60	0.18 5.10
6.01~7.00	251 1,639.00	0.17 4.12	28 181.90	0.08 5.82	7 45.40	0.01 4.30	286 1,866.30	0.13 4.24
7.01~8.00	153 1,145.40	0.11 2.88	17 127.90	0.05 4.09	6 44.10	0.01 4.17	176 1,317.40	0.08 3.00
8.01~9.00	98 838.00	0.07 2.11	16 137.90	0.04 4.41	7 59.10	0.01 5.59	121 1035.00	0.05 2.35
9.01~10.00	77 739.00	0.05 1.86	6 56.10	0.02 1.80	3 27.90	0.01 2.64	86 823.00	0.04 1.87
10.01~15.00	180 2,155.70	0.13 5.42	19 228.40	0.05 7.31	0 0.00	0.00 0.00	199 2,384.10	0.09 5.42
15.01~20.00	62 1,057.20	0.04 2.66	3 50.60	0.01 1.62	1 15.70	0.00 1.49	66 1,123.50	0.03 2.56
20.01~25.00	33 725.00	0.02 1.82	3 69.70	0.01 2.23	0 0.00	0.00 0.00	36 794.70	0.02 1.81
25.01~30.00	17 468.50	0.01 1.18	2 58.60	0.01 1.88	0 0.00	0.00 0.00	19 527.10	0.01 1.20
30.01~40.00	8 266.40	0.01 0.67	2 66.60	0.01 2.13	0 0.00	0.00 0.00	10 333.00	0.00 0.76
40.01~50.00	2 87.50	0.00 0.22	1 42.00	0.00 1.34	0 0.00	0.00 0.00	3 129.50	0.00 0.29
50.00超過	2 404.80	0.00 1.02	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00	2 404.80	0.00 0.92
合 計	143,464 39,787.90	100.00 100.00	37,240 3,123.60	100.00 100.00	46,688 1,057.00	100.00 100.00	227,392 43,968.50	100.00 100.00

Table 1b

		医 療	工 業	研究教育	合 計
平均年実効線量 (mSv)		0.27	0.08	0.02	0.19
水 晶 体	年集団組織線量 (manmSv)	80,573.30	3,397.80	1,481.90	85,453.00
	平均年組織線量 (mSv)	0.56	0.09	0.03	0.37
実効線量当量に対する比の平均		2.21	1.14	1.51	2.11
皮 膚	年集団組織線量 (manmSv)	115,609.50	7,691.90	4,842.40	128,143.80
	平均年組織線量 (mSv)	0.80	0.20	0.10	0.56
実効線量に対する比の平均		3.39	1.83	2.48	3.25

Table 2a

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

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H18.4.1~H19.3.31)	

年実効線量(mSv)	大学病院		一般病院		保 健 所		歯 科		診療所・その他		合 計	
X	19,316	80.01	52,739	67.93	673	92.07	7,538	94.53	27,068	82.08	107,334	74.82
0.10以下	1,447	5.99	5,677	7.31	27	3.69	100	1.25	1,538	4.66	8,789	6.13
	144.70	3.63	567.70	1.96	2.70	12.98	10.00	2.31	153.80	2.43	878.90	2.21
	630	2.61	3,104	4.00	8	1.09	62	0.78	784	2.38	4,588	3.20
0.11~0.20	126.00	3.16	620.80	2.14	1.60	7.69	12.40	2.87	156.80	2.48	917.60	2.31
	441	1.83	1,950	2.51	4	0.55	52	0.65	478	1.45	2,925	2.04
	132.30	3.32	585.00	2.02	1.20	5.77	15.60	3.61	143.40	2.27	877.50	2.21
0.21~0.30	278	1.15	1,517	1.95	3	0.41	22	0.28	306	0.93	2,126	1.48
	111.20	2.79	606.80	2.09	1.20	5.77	8.80	2.03	122.40	1.93	850.40	2.14
	224	0.93	1,246	1.60	4	0.55	23	0.29	301	0.91	1,798	1.25
0.41~0.50	112.00	2.81	623.00	2.15	2.00	9.62	11.50	2.66	150.50	2.38	899.00	2.26
	196	0.81	944	1.22	1	0.14	23	0.29	230	0.70	1,394	0.97
	117.60	2.95	566.40	1.95	0.60	2.88	13.80	3.19	138.00	2.18	836.40	2.10
0.51~0.60	186	0.77	837	1.08	2	0.27	15	0.19	223	0.68	1,263	0.88
	130.20	3.27	585.90	2.02	1.40	6.73	10.50	2.43	156.10	2.47	884.10	2.22
	127	0.53	765	0.99	2	0.27	13	0.16	161	0.49	1,068	0.74
0.71~0.80	101.60	2.55	612.00	2.11	1.60	7.69	10.40	2.40	128.80	2.04	854.40	2.15
	128	0.53	670	0.86	1	0.14	18	0.23	171	0.52	988	0.69
	115.20	2.89	603.00	2.08	0.90	4.33	16.20	3.74	153.90	2.43	889.20	2.23
0.91~1.00	97	0.40	591	0.76	3	0.41	12	0.15	147	0.45	850	0.59
	97.00	2.43	591.00	2.04	3.00	14.42	12.00	2.77	147.00	2.32	850.00	2.14
	625	2.59	3,804	4.90	3	0.41	63	0.79	828	2.51	5,323	3.71
1.01~2.00	911.70	22.87	5,600.60	19.30	4.60	22.12	89.90	20.78	1205.70	19.05	7,812.50	19.64
	215	0.89	1,584	2.04	0	0.00	12	0.15	287	0.87	2,098	1.46
	533.40	13.38	3,957.10	13.64	0.00	0.00	28.80	6.66	715.40	11.31	5,234.70	13.16
	94	0.39	810	1.04	0	0.00	7	0.09	165	0.50	1,076	0.75
3.01~4.00	332.80	8.35	2,854.40	9.84	0.00	0.00	24.70	5.71	577.60	9.13	3,789.50	9.52
	45	0.19	470	0.61	0	0.00	3	0.04	86	0.26	604	0.42
	200.40	5.03	2,122.30	7.31	0.00	0.00	13.50	3.12	383.10	6.05	2,719.30	6.83
4.01~5.00	28	0.12	284	0.37	0	0.00	0	0.00	45	0.14	357	0.25
	154.30	3.87	1,566.40	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	247.20	3.91	1,967.90	4.95
5.01~6.00	14	0.06	195	0.25	0	0.00	0	0.00	42	0.13	251	0.17
	92.00	2.31	1,274.50	4.39	0.00	0.00	0.00	0.00	272.50	4.31	1,639.00	4.12
6.01~7.00	14	0.06	116	0.15	0	0.00	1	0.01	22	0.07	153	0.11
	103.70	2.60	868.70	2.99	0.00	0.00	7.50	1.73	165.50	2.62	1,145.40	2.88
7.01~8.00	8	0.03	66	0.09	0	0.00	3	0.04	21	0.06	98	0.07
	69.20	1.74	563.50	1.94	0.00	0.00	26.00	6.01	179.30	2.83	838.00	2.11
8.01~9.00	11	0.05	55	0.07	0	0.00	1	0.01	10	0.03	77	0.05
	106.00	2.66	528.60	1.82	0.00	0.00	9.80	2.26	94.60	1.50	739.00	1.86
9.01~10.00	10	0.04	132	0.17	0	0.00	1	0.01	37	0.11	180	0.13
	122.60	3.08	1,580.10	5.44	0.00	0.00	12.50	2.89	440.50	6.96	2,155.70	5.42
15.01~20.00	5	0.02	43	0.06	0	0.00	2	0.03	12	0.04	62	0.04
	86.60	2.17	736.90	2.54	0.00	0.00	31.90	7.37	201.80	3.19	1,057.20	2.66
20.01~25.00	1	0.00	19	0.02	0	0.00	3	0.04	10	0.03	33	0.02
	21.70	0.54	413.20	1.42	0.00	0.00	66.90	15.46	223.20	3.53	725.00	1.82
25.01~30.00	1	0.00	11	0.01	0	0.00	0	0.00	5	0.02	17	0.01
	26.30	0.66	304.90	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	137.30	2.17	468.50	1.18
30.01~40.00	1	0.00	6	0.01	0	0.00	0	0.00	1	0.00	8	0.01
	37.90	0.95	195.30	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	33.20	0.52	266.40	0.67
40.01~50.00	0	0.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.00
	0.00	0.00	87.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.50	0.22
50.00超過	0	0.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.00
	0.00	0.00	404.80	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	404.80	1.02
合計	24,142	100.00	77,639	100.00	731	100.00	7,974	100.00	32,978	100.00	143,464	100.00
	3,986.40	100.00	29,020.40	100.00	20.80	100.00	432.70	100.00	6,327.60	100.00	39,787.90	100.00

Table 2b

	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)	0.16	0.37	0.02	0.05	0.19	0.27
水 年 晶 組 織 線 量 (manmSv)	9,407.20	60,139.40	24.90	536.80	10,465.00	80,573.30
平均年組織線量(mSv)	0.38	0.77	0.03	0.06	0.31	0.56
皮膚 実効線量当量に対する比の平均	2.44	2.27	1.25	1.30	1.82	2.21
年 組 織 線 量 (manmSv)	15,227.60	82,749.80	32.00	692.10	16,908.00	115,609.50
平均年組織線量(mSv)	0.63	1.06	0.04	0.08	0.51	0.80
皮膚 実効線量当量に対する比の平均	4.25	3.42	2.37	1.32	2.70	3.39

Table 3 a

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）

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)

(H18.4.1～H19.3.31)

年実効線量(mSv)	医 師		技 師		看 護 婦		そ の 他		合 計	
X	37,910	75.14	10,953	45.82	30,618	81.07	20,315	86.95	99,796	73.66
0.10以下	3,549	7.03	1,995	8.35	2,194	5.81	951	4.07	8,689	6.41
	354.90	2.67	199.50	1.09	219.40	4.24	95.10	3.59	868.90	2.21
0.11～0.20	1,780	3.53	1,206	5.05	1,135	3.01	405	1.73	4,526	3.34
	356.00	2.68	241.20	1.32	227.00	4.39	81.00	3.06	905.20	2.30
0.21～0.30	1,144	2.27	840	3.51	619	1.64	270	1.16	2,873	2.12
	343.20	2.58	252.00	1.38	185.70	3.59	81.00	3.06	861.90	2.19
0.31～0.40	772	1.53	676	2.83	471	1.25	185	0.79	2,104	1.55
	308.80	2.33	270.40	1.48	188.40	3.64	74.00	2.79	841.60	2.14
0.41～0.50	618	1.22	647	2.71	376	1.00	134	0.57	1,775	1.31
	309.00	2.33	323.50	1.77	188.00	3.63	67.00	2.53	887.50	2.26
0.51～0.60	457	0.91	530	2.22	268	0.71	116	0.50	1,371	1.01
	274.20	2.07	318.00	1.74	160.80	3.11	69.60	2.63	822.60	2.09
0.61～0.70	397	0.79	512	2.14	224	0.59	115	0.49	1,248	0.92
	277.90	2.09	358.40	1.96	156.80	3.03	80.50	3.04	873.60	2.22
0.71～0.80	311	0.62	481	2.01	183	0.48	80	0.34	1,055	0.78
	248.80	1.87	384.80	2.11	146.40	2.83	64.00	2.42	844.00	2.14
0.81～0.90	284	0.56	429	1.79	183	0.48	74	0.32	970	0.72
	255.60	1.93	386.10	2.11	164.70	3.18	66.60	2.51	873.00	2.22
0.91～1.00	223	0.44	416	1.74	133	0.35	66	0.28	838	0.62
	223.00	1.68	416.00	2.28	133.00	2.57	66.00	2.49	838.00	2.13
1.01～2.00	1,390	2.75	2,760	11.55	757	2.00	353	1.51	5,260	3.88
	2,038.90	15.36	4,065.10	22.27	1,101.50	21.30	517.10	19.52	7,722.60	19.62
2.01～3.00	568	1.13	1,082	4.53	306	0.81	130	0.56	2,086	1.54
	1,425.00	10.73	2,699.80	14.79	758.80	14.67	322.30	12.17	5,205.90	13.23
3.01～4.00	336	0.67	537	2.25	131	0.35	65	0.28	1,069	0.79
	1,190.10	8.96	1,884.90	10.32	457.80	8.85	232.00	8.76	3,764.80	9.57
4.01～5.00	209	0.41	293	1.23	62	0.16	37	0.16	601	0.44
	939.50	7.08	1,318.00	7.22	279.30	5.40	169.00	6.38	2,705.80	6.88
5.01～6.00	146	0.29	158	0.66	39	0.10	14	0.06	357	0.26
	805.30	6.07	871.50	4.77	213.60	4.13	77.50	2.93	1,967.90	5.00
6.01～7.00	92	0.18	122	0.51	24	0.06	13	0.06	251	0.19
	604.70	4.55	792.40	4.34	157.20	3.04	84.70	3.20	1,639.00	4.16
7.01～8.00	54	0.11	71	0.30	19	0.05	8	0.03	152	0.11
	403.50	3.04	532.60	2.92	142.40	2.75	59.40	2.24	1,137.90	2.89
8.01～9.00	37	0.07	40	0.17	8	0.02	10	0.04	95	0.07
	312.40	2.35	344.90	1.89	67.60	1.31	87.10	3.29	812.00	2.06
9.01～10.00	39	0.08	27	0.11	5	0.01	5	0.02	76	0.06
	373.70	2.81	260.70	1.43	46.70	0.90	48.10	1.82	729.20	1.85
10.01～15.00	76	0.15	82	0.34	10	0.03	11	0.05	179	0.13
	889.90	6.70	997.70	5.46	123.60	2.39	132.00	4.98	2,143.20	5.45
15.01～20.00	31	0.06	25	0.10	2	0.01	2	0.01	60	0.04
	524.30	3.95	434.70	2.38	32.10	0.62	34.20	1.29	1,025.30	2.61
20.01～25.00	15	0.03	13	0.05	1	0.00	1	0.00	30	0.02
	329.00	2.48	287.60	1.58	21.30	0.41	20.20	0.76	658.10	1.67
25.01～30.00	8	0.02	6	0.03	0	0.00	3	0.01	17	0.01
	215.90	1.63	168.50	0.92	0.00	0.00	84.10	3.17	468.50	1.19
30.01～40.00	7	0.01	0	0.00	0	0.00	1	0.00	8	0.01
	230.00	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	36.40	1.37	266.40	0.68
40.01～50.00	1	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.00
	44.10	0.33	43.40	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	87.50	0.22
50.00超過	0	0.00	2	0.01	0	0.00	0	0.00	2	0.00
	0.00	0.00	404.80	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	404.80	1.03
合 計	50,454	100.00	23,904	100.00	37,768	100.00	23,364	100.00	135,490	100.00
	13,277.70	100.00	18,256.50	100.00	5,172.10	100.00	2,648.90	100.00	39,355.20	100.00

Table 3 b

	医 師	技 師	看 護 師	そ の 他	合 計
平均年実効線量(mSv)	0.26	0.76	0.13	0.11	0.29
水 年 年 集 団 組 織 線 量 (manmSv)	29,961.10	27,164.20	18,091.40	4,819.80	80,036.50
晶 平均年組織線量(mSv)	0.59	1.13	0.47	0.20	0.59
体 実効線量当量に対する比の平均	2.06	1.72	3.51	1.90	2.22
皮 年 年 集 団 組 織 線 量 (manmSv)	46,928.90	36,772.70	20,981.10	10,234.70	114,917.40
膚 平均年組織線量(mSv)	0.93	1.53	0.55	0.43	0.84
実効線量当量に対する比の平均	3.73	2.67	4.08	3.77	3.41

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

人数(人)	人数(%)
集団実効線量(manmSv)	線量(%)
(H18.4.1~H19.3.31)	

年実効線量当量(mSv)	一般工業用		非破壊検査		合計	
	X					
X	32,903	94.47	1,791	74.28	34,694	93.16
0.10以下	563 56.30	1.62 2.49	124 12.40	5.14 1.44	687 68.70	1.84 2.20
0.11~0.20	239 47.80	0.69 2.11	65 13.00	2.70 1.51	304 60.80	0.82 1.95
0.21~0.30	156 46.80	0.45 2.07	39 11.70	1.62 1.36	195 58.50	0.52 1.87
0.31~0.40	116 46.40	0.33 2.05	46 18.40	1.91 2.13	162 64.80	0.44 2.07
0.41~0.50	95 47.50	0.27 2.10	33 16.50	1.37 1.91	128 64.00	0.34 2.05
0.51~0.60	72 43.20	0.21 1.91	33 19.80	1.37 2.30	105 63.00	0.28 2.02
0.61~0.70	51 35.70	0.15 1.58	22 15.40	0.91 1.79	73 51.10	0.20 1.64
0.71~0.80	56 44.80	0.16 1.98	15 12.00	0.62 1.39	71 56.80	0.19 1.82
0.81~0.90	53 47.70	0.15 2.11	12 10.80	0.50 1.25	65 58.50	0.17 1.87
0.91~1.00	31 31.00	0.09 1.37	12 12.00	0.50 1.39	43 43.00	0.12 1.38
1.01~2.00	217 316.60	0.62 14.00	86 130.00	3.57 15.08	303 446.60	0.81 14.30
2.01~3.00	103 255.30	0.30 11.29	39 96.30	1.62 11.17	142 351.60	0.38 11.26
3.01~4.00	47 165.40	0.13 7.31	41 142.00	1.70 16.48	88 307.40	0.24 9.84
4.01~5.00	34 153.10	0.10 6.77	16 74.70	0.66 8.67	50 227.80	0.13 7.29
5.01~6.00	21 114.70	0.06 5.07	12 66.60	0.50 7.73	33 181.30	0.09 5.80
6.01~7.00	21 136.50	0.06 6.04	7 45.40	0.29 5.27	28 181.90	0.080 5.82
7.01~8.00	10 75.90	0.03 3.36	7 52.00	0.29 6.03	17 127.90	0.05 4.09
8.01~9.00	11 95.70	0.03 4.23	5 42.20	0.21 4.90	16 137.90	0.04 4.41
9.01~10.00	5 46.50	0.01 2.06	1 9.60	0.04 1.11	6 56.10	0.02 1.80
10.01~15.00	14 167.30	0.04 7.40	5 61.10	0.21 7.09	19 228.40	0.05 7.31
15.01~20.00	3 50.60	0.01 2.24	0 0.00	0.00 0.00	3 50.60	0.01 1.62
20.01~25.00	3 69.70	0.01 3.08	0 0.00	0.00 0.00	3 69.70	0.01 2.23
25.01~30.00	2 58.60	0.01 2.59	0 0.00	0.00 0.00	2 58.60	0.01 1.88
30.01~40.00	2 66.60	0.01 2.94	0 0.00	0.00 0.00	2 66.60	0.01 2.13
40.01~50.00	1 42.00	0.00 1.86	0 0.00	0.00 0.00	1 42.00	0.00 1.34
50.00超過	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00	0 0.00	0.00 0.00
合計	34,829 2,261.70	100.00 100.00	2,411 861.90	100.00 100.00	37,240 3,123.60	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	0.35	0.08
水晶体	年集団組織線量(manmSv)	2,529.80	868.00	3,397.80
	平均年組織線量(mSv)	0.07	0.36	0.09
実効線量当量に対する比の平均		1.19	1.00	1.14
皮膚	年集団組織線量(manmSv)	6,857.40	834.50	7,691.90
	平均年組織線量(mSv)	0.19	0.34	0.20
実効線量当量に対する比の平均		2.11	0.97	1.83

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
人 数 比 率		84%	2%	13%	1%	100%
実効線量で 50mSvを超えた人数		1	0	1	0	2
平均年実効線量 (mSv)		0.12	0.64	0.51	0.86	0.19
水 晶 体	平均年組織線量 (mSv)	0.13	0.67	1.72	2.13	0.37
	実効線量に 対する比の平均	1.06	1.04	4.62	3.30	2.11
皮 膚	平均年組織線量 (mSv)	0.13	6.86	1.80	8.74	0.56
	実効線量に 対する比の平均	1.07	17.87	4.55	15.84	3.25

注)
均等：
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
均等・末端：
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
不均等：
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
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

人数(人) 人数(%)

年実効線量当量(mSv)	平成14年度		平成15年度		平成16年度		平成17年度		平成18年度	
X	174,289	83.33	176,449	83.00	179,290	82.59	183,096	82.35	187,152	82.30
0.10以下	9,586	4.58	9,961	4.69	10,385	4.78	10,505	4.72	10,232	4.50
0.11~0.20	4,498	2.15	4,636	2.18	4,707	2.17	5,154	2.32	5,120	2.25
0.21~0.30	2,881	1.38	2,924	1.38	2,968	1.37	3,114	1.40	3,205	1.41
0.31~0.40	2,007	0.96	2,115	0.99	2,305	1.06	2,348	1.06	2,354	1.04
0.41~0.50	1,639	0.78	1,763	0.83	1,822	0.84	1,856	0.83	1,965	0.86
0.51~0.60	1,369	0.65	1,383	0.65	1,490	0.69	1,571	0.71	1,528	0.67
0.61~0.70	1,144	0.55	1,128	0.53	1,258	0.58	1,292	0.58	1,363	0.60
0.71~0.80	1,014	0.48	968	0.46	1,104	0.51	1,124	0.51	1,164	0.51
0.81~0.90	865	0.41	985	0.46	957	0.44	996	0.45	1,076	0.47
0.91~1.00	800	0.38	832	0.39	896	0.41	923	0.42	914	0.40
1.01~2.00	4,616	2.21	4,700	2.21	5,140	2.37	5,371	2.42	5,755	2.53
2.01~3.00	1,757	0.84	1,948	0.92	1,971	0.91	2,126	0.96	2,291	1.01
3.01~4.00	909	0.43	934	0.44	1,002	0.46	1,032	0.46	1,192	0.52
4.01~5.00	548	0.26	575	0.27	579	0.27	611	0.27	670	0.29
5.01~6.00	320	0.15	364	0.17	372	0.17	370	0.17	407	0.18
6.01~7.00	207	0.10	218	0.10	227	0.10	224	0.10	286	0.13
7.01~8.00	148	0.07	170	0.08	168	0.08	181	0.08	176	0.08
8.01~9.00	107	0.05	124	0.06	104	0.05	113	0.05	121	0.05
9.01~10.00	69	0.03	77	0.04	64	0.03	77	0.03	86	0.04
10.01~15.00	212	0.10	216	0.10	174	0.08	157	0.07	199	0.09
15.01~20.00	80	0.04	57	0.03	55	0.03	49	0.02	66	0.03
20.01~25.00	27	0.01	29	0.01	22	0.01	29	0.01	36	0.02
25.01~30.00	19	0.01	16	0.01	6	0.00	9	0.00	19	0.01
30.01~40.00	15	0.01	19	0.01	8	0.00	10	0.00	10	0.00
40.01~50.00	8	0.00	4	0.00	1	0.00	3	0.00	3	0.00
50.00超過	10	0.00	4	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00
合 計 (人)	209,144	100.00	212,599	100.00	217,077	100.00	222,343	100.00	227,392	100.00
集団線量 (manmSv)	40,441.77		38,478.79		38,157.40		39,681.60		43,968.50	
平均年線量 (mSv)	0.19		0.18		0.17		0.17		0.19	

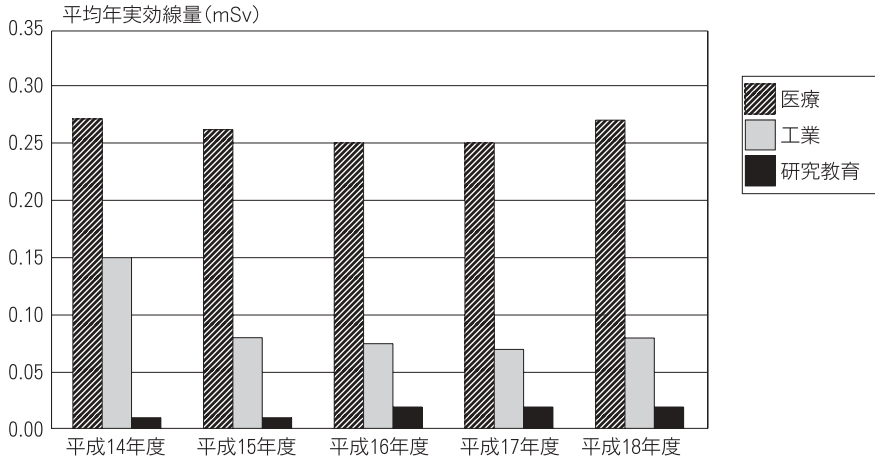


Fig. 1 過去5年間の平均年実効線量当量 (業種別)

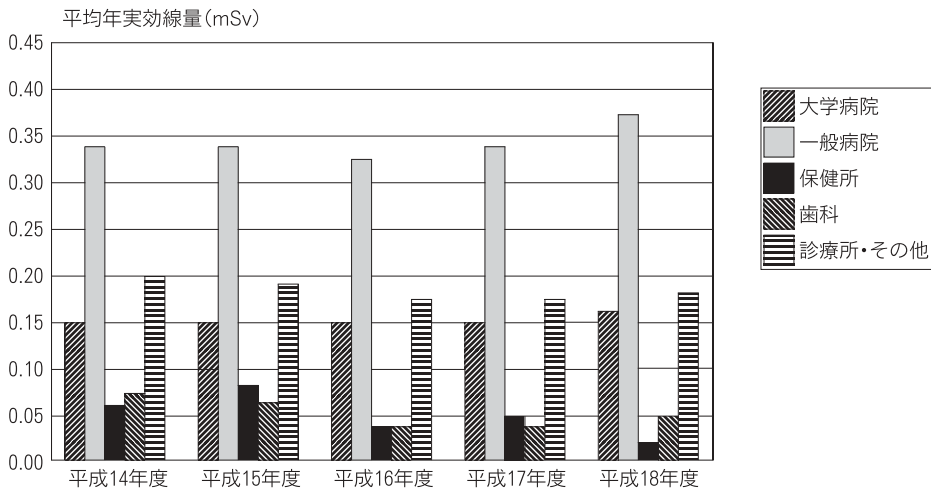


Fig. 2 過去5年間の平均年実効線量当量 (医療関係)

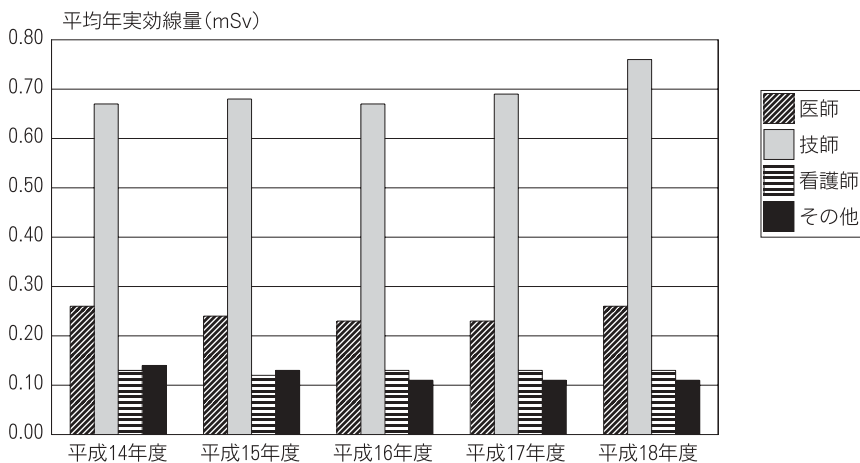


Fig. 3 過去5年間の平均年実効線量当量 (医療関係の職種別)

放射線物セミナー2007 (10周年記念)

1. 開催日：11月12日～13日
 2. 場 所：大阪科学技術センター
 3. プログラム：
 - 11月12日 13時00分～17時00分
 - (1)危機管理体制
 - ・日本の危機管理体制について
 - ・日本の原子力防災について
 - ・放射線源を用いたテロ行為への対策について
 - ・テロ対策に用いられている装置について
 - (2)倫理・隠蔽・改ざん問題
 - ・原子力と技術倫理
 - ・臨界事故の衝撃と対策
 - ・「原子力・放射線」界の信頼確保に向けて
 - ・総合討論
 - 11月12日 18時00分～20時00分
 - (3)ボイリング・ディスカッション
 - 11月13日 9時00分～12時00分
 - (4)電磁界に対する WHO の環境保健クライテリア
 - ・電磁界による健康影響 (WHO の報告)
 - ・電磁界と健康—細胞・動物研究—
 - (5)特別講演
演題 (未定)
 - 11月13日 13時00分～15時00分
 - (6)原子力分野における人材育成 (討論会)
 - ・次世代教育は如何にあるべきか
 - ・東京大学における原子力教育 (仮)
 - ・連携大学院原子力教育と原子力カルネッサンス
 - ・京都大学原子炉実験所の新計画について
 - ・近畿大学原子力研究所における原子力教育
 - ・福井県における原子力教育
 - 11月13日 15時00分～17時00分
 - (7)線量概念と測定の最前線 保物学会企画行事
 - ・基調講演 線量概念の問題点
 - ・ICRP 新勧告による外部被ばく線量評価
 - ・線量測定の最前線 その1
 - ・線量測定の最前線 その2
- 連絡先：seminar2007@esi.or.jp

読書評

崖下の病院

露崎 薫著 (文芸社発行) ¥1,575

自衛隊医務室、市立病院技師長を経て第二の人生を個人病院に求めた診療放射線技師が、独自の観測眼で得た院内人間模様、組織体質を背景に、放射線科が持つ諸問題の解決をテーマとする独創的な小説です。

氏の豊富な経験から導きだされた解決手法を、巧みなタッチで表現されています。放射線技師に対しては終戦時の大西中將の言葉で啓発し、理想的な運営の姿を先代放射線技師が書き残したメモで表しています。最後に医療監視員の言葉で、運営管理者に警笛と、医療勤務者に対する励ましを示しており、そこに著者の主張を見る思いをしました。

第二の人生を個人病院に求める人、又病院社会を理解するための必読の書として、医療施設管理者、放射線技師の皆様にお勧めします。

弊社アドバイザー 松本 進



空洞理論

放射線が物体に及ぼす効果・影響を科学的対象とするには、その因果関係を定量的に記述することが先ず必要となる。

X線とかレントゲン線と呼ばれる放射線を1895年11月にW.C.レントゲンが発見してから111年経った今日、我々は無数といってよいほど多種多様の放射線を知っており、これらが作用して何らかの効果・影響をもたらす物質・物体も無数といってよいほど多種多様に存在する。そして、放射線と物体の種類を特定したとしても、生じられる影響の種類が一般にはこれまた多種多様である。

吸収線量は、このように広範な対象に共通して使用できる「原因の量」として導入されたものであり、“エネルギー吸収密度”なる物理量が使われている。

ここで“エネルギー吸収”とは、電離放射線が物質との作用において媒質の電離・励起を介してして物質系に与えられる（狭義の）エネルギーを意味している。真の意味での吸収と考えられる“（物質系）内部エネルギーの変化”は、ICRU（国際放射線単位・測定委員会）の定義には含まれていない。

エネルギーという物理量には様々の存在形態があり、質量や熱として存在するもの以外は、直接測定することが困難である。大線量の場合には熱の形態に変換して測定することも可能と成る（カロリメトリー）が、その場合でも、感度・精度・難易度のすべてにおいて電気量にかなうものではない。

い。今日、測定・定量に最も適している物理量は電気量であり、基本線量に採用されている物理量「エネルギー吸収密度」も電気量に変換して測定される。

具体的には、放射線を照射された物体内の着目点に小さな空洞をつくって電離性の気体を封入し、そこに作られる電離の量を測定し、電離密度からエネルギー吸収密度に換算する。空洞内の荷電粒子場が空洞を取り囲む媒質中のそれと平衡状態にあるとき（入射放射線によりつくられる荷電粒子の主体が二次的に生成される電子であることから「二次電子平衡」と呼ばれる）、媒質と空洞充填気体の当該荷電粒子に対する阻止能の比と物質密度の比、それに気体の当該荷電粒子についてのW値（1対の電離生成に要する平均エネルギー）を使って簡単に換算できる（とされている：ブラッグ・グレイの空洞理論）。

荷電粒子が平衡状態にあるということは、空洞の外から空洞内に入りそこで消滅する荷電粒子と同じ数同じ性質の荷電粒子が空洞内で生成されるということであり、エネルギースペクトルは阻止能の逆数のエネルギー依存曲線と一致する。しかし、阻止能が物質の密度と原子組成にも依存するものであり、1次放射線が媒質透過に伴って源弱することから、厳密に平衡状態が成立するのは放射線源が無限媒質中に均質・一様に分散して存在する場合だけである。吸収線量の絶対測定は結構難しい仕事となっている。

サービス部門からのお願い

返信用封筒の有効期限をご確認ください！

ガラスバッジを郵便でお届けする際には、弊社から返信用封筒を同封しています。この返信用封筒には有効期限があります。お届けしたガラスバッジを測定依頼していただく場合には、十分余裕のある有効期限を持った返信用封筒を同封しております。しかし、



以前お届けした封筒をご利用されると、まれに期限が切れてしまっていることがあります。

そこで、古い返信用封筒をご利用される場合は、今一度返信用封筒の有効期限をご確認くださいませよう願います。

なお、有効期限が切れた際、その封筒を使用するときにはご面倒でも切手をお貼りください。

(測定センター：米山 高彦)

編集後記

●7月16日午前10時13分新潟県中越沖地震が起き、多くの死傷者がでてしまいました。亡くなられた方のご冥福をお祈りいたしますとともに、早期の復旧・復興を目指し日夜ご活躍されている方々に敬意を表します。

●今回の地震では、東京電力柏崎刈羽原子力発電所も被害を受け、マスコミから批判を受けています。しかし想定を超える地震が起きたにもかかわらず、緊急停止装置は正常に作動し、原子炉を止め、放射能の殆どを封じ込め、環境への影響がなかったことは、評価してよいと思ったのは私だけでしょうか？

●さて、保田先生の記事を読み、放射線医学総合研究所のホームページから JISCARD にアクセス、私が日本保健物理学会 IRPA11の調査団の一員として飛んだ成田・パリの線量を調べてみました。3年前の2004年5月を選び“線量を計算する”と往路が70 μ Sv、復路66 μ Svと瞬時に答えてくれて、飛行時間や最大、最小線量も併記されているなど、感動ものでした。是非皆様もアクセスしてください。旅の楽しみが一つ増えると思います。

●本誌から、編集委員の数名が入れ替わり、新しいメンバーでFBNewsを発行しています。引き続きご愛読の程よろしく願い申し上げます。
(小迫)

FBNews No.369

発行日/平成19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 金子正人 加藤和明

壽藤紀道 畑崎成昭 福田光道 藤崎三郎 丸山百合子 柚木正生 米山高彦

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4階

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体381円)