



Photo H. Fukuda

Index

クリアランスの制度化と運用	鈴木征四郎	1
量と単位 -国際単位系 (SI) について- <第3回>	高田 信久	6
「生活に役立つ放射線産業利用」の新しい展開	町 末男	11
平成19年度 一人平均年間被ばく実効線量0.20ミリシーベルト	中村 尚司	12
平成19年度 年齢・性別個人線量の実態		15
「日本放射線安全管理学会第7回学術大会」開催のご案内		18
新刊案内		18
[サービス部門からのお願い]		
ご担当者様の変更はお早めにご連絡ください		19

クリアランスの制度化と運用



鈴木 征四郎*

はじめに

2007年から発電炉のクリアランス制度の運用が開始され、東海発電所で2回のクリアランス検認が実施されて約400トンの鉄にクリアランス確認証が交付された。RI や放射性医薬品を扱う事業所においても、クリアランスの制度化を求める声があり、種々の場で検討がなされたが、RI 廃棄物は多様で可燃物の割合が多い、多数の事業所から少量づつ発生する、短半減期の弱 β ・ γ 線放出核種が多い等の特徴がある。

発電炉の実績を見ると、クリアランス確認証受領までに多大な準備時間と労力を費やしているため、RI 廃棄物のクリアランス制度化検討の参考に、発電炉の規制と運用状況を紹介する。

1. RI 法のクリアランス検討

2005年度に文部科学省が放射線安全規制検討会内にクリアランス技術検討 W/G を設置し、クリアランスの制度化検討を行った。2006年5月に「RI 法におけるクリアランス制度の整備に係る技術的検討について（中間報告書）」がとりまとめられたが、事業者のニーズ、経済的なメリットを問う疑問が指摘された。

既に PET 廃棄物について、十分な減衰時間の経過後に放射性同位元素等から外される法令改正がなされており、新たに短半減期核種のみによって汚染された廃棄物の減衰保管、放射線発生装置の解体等に伴って発生する廃棄物の扱いに検討が加えられ、後者について、制度化に

向けた放射線発生装置の分類、汎用性のある事前評価方法、クリアランスの判断方法に関する標準化等が求められ、高エネルギー加速器研究機構等にて調査が実施されてきている。

発電炉との差異を有する RI 廃棄物に発電炉と同様の制度化を進めることの困難性が感じられ、その実情は NPO 法人「放射線安全フォーラム」の研究会「原子力施設の廃止措置、廃棄物の処理処分」（2008年4月19日）の場でも議論された。

2. 原子炉の廃止措置とクリアランス

日本原子力発電(株)の東海発電所では2001年12月から廃止措置工事が実施されており、2006年3月までの第一期工事で主として汚染の無いまたは低汚染の周辺機器の撤去が行なわれた。

これまでに撤去された11,000トンの機器・構造物中、1,400トンがクリアランス対象物（全て金属）であり、2008年5月までに鉄398トンのクリアランス検認を終え、「クリアランス制度対象物に係る確認証」を受領して、順次、鑄造会社で溶融再加工がなされる途上であり、既に45トンは、遮へい体、ブロック、テーブル、ベンチなどに成型され、関係機関にて利用されている。

現在は第二期として大型熱交換器の解体へと移行し、徐々に汚染・線量率の高い機器が解体対象となる。第1期工事の解体廃棄物発生実績と今後の推定発生量は表1の通り。

*Seishiro SUZUKI 原電事業株式会社 参与

表1 東海発電所解体廃棄物の推定発生量 単位：トン

放射能レベル区分		第1期工事 (実績)	第2期工事	第3期工事	合計
クリアランス対象物		1,400	2,840	35,930	約40,200
放射性廃棄物でない廃棄物 (NR)		9,160	3,090	116,380	約128,700
小計					約168,800
低レベル 放射性 廃棄物	L1 (炉心等廃棄物)	0	0	1,530	約1,530
	L2 (低レベル廃棄物)	340	630	7,900	約8,900
	L3 (極低レベル廃棄物)	10	1,810	11,260	約13,100
小計					*約27,800
合計		約11,000	約8,400	約173,000	約192,300

・解体後除染処理後の物量であり、合計は端数処理を行っている。

(原電ホームページ等による)

*運転中廃棄物・約4300トンを含む。

廃棄物の推定発生量合計約19万トンのうち、放射性的な廃棄物は14%：2.8万トン、クリアランス対象物が21%：4万トン、放射性廃棄物でない廃棄物 (NR) は67%：13万トンと見込んでいる。

- ・これらの物量には発電所の廃止措置として管理区域外の建物や機器等の発電設備・物量を含んでおり、RI法等から見た施設の物量評価方法と異なる。

東海発電所のクリアランス測定手順は、次のとおり。

機器配管類の撤去裁断 → 形状、性状による仕分け → 除染 (必要な場合) → 表面汚染の前モニタによる測定 → 専用測定器 (クリアランスモニタ) による測定 → 確認/搬出待ちエリア保管 → ゲートモニタによる測定 / 搬出

クリアランス対象物が用意されて搬出されるまでの手順にて、3台の異なるモニターによる測定を実施しており、これはそれぞれ測定の目的、バッチ単位の測定重量や警報レベルが異なるなど、一元化の困難な事情が存在していることによる。

発電炉の解体廃棄物にて物量が最も多く、管理負担の軽減が求められる「放射性廃棄物でない廃棄物 (通称 NR)」は、非汚染の判断基準が制定され、簡便な手続きにて区分確認できる

仕組みが求められている。既に、資源エネルギー調査会における「原子力施設における「放射性廃棄物でない廃棄物」に関する報告書」(平成19年10月)のとりまとめを受けて、経済産業省から「原子力施設における「放射性廃棄物でない廃棄物」の取扱いについて (指示)」(20.04.21 原院第1号)が発せられている。

同指示では、判断の対象範囲、判断方法、対象物の保安上の措置が示され、その指示に基づき、東海発電所では、保安規定の変更、管理要項の制定、管理履歴記録の整理、対象物の区分等に着手してNRの適用を目指している。

3. クリアランスレベル

原子炉等規制法 (略称) に定めるクリアランス制度は、クリアランス対象物を金属とコンクリート (保温材等を含む) に限定し、再利用又は埋設処分を想定してその過程に関与する人の被ばく線量が、「自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できる線量」として設定された目安値 $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ (自然放射線レベルの約 $1/100$ 以下) に相当する放射性核種の濃度を求め、クリアランスレベルとしている。

クリアランス後は用途又は行き先を限定せず (無条件クリアランス)、再利用のための処理・加工、種々の製品での利用、産業廃棄物と同様

の埋設処分など、現実的に起こり得ると想定される全ての評価経路を考慮し、現実的な評価パラメーターを用いて算出した最小の放射能濃度値を決定経路としている。

例えば金属は、クリアランス検認が済んで事業所外に搬出され製品化される段階まで：スクラップの輸送、前処理、溶融・鋳造、スラグ処理、製品加工等の作業、更に加工された製品として：乗り物、事務用品、家庭用品、建築材等の利用を対象とし、その各段階に参与する人の線量目安値に相当する放射能濃度値の評価を行っている。(図1参照)

発電炉の放射性物質のクリアランスレベルは、1000(Fe-55)~0.01(I-129) Bq/g の範囲で有効数値一桁の濃度値にて指定され、代表的な放射性物質の値は表2の通りである。

4. クリアランス制度の法令と規制

2005年にクリアランス制度を創設する原子炉等規制法の改正がなされ、同12月から施行され

た。規制は「法律」の下に「省令」が定められ、更に「内規」によって運用の手順を示している。

法61条の2(放射能濃度についての確認等)に示された概要は次のとおり。

- 第1項・放射能濃度の確認手続き：**原子力事業者等は、工場等において用いた資材その他のものに含まれる放射性物質の濃度が、省令で定める基準(クリアランスレベル)を超えないことの確認を省令の定めにより受けることができる。
- 第2項・放射能濃度の測定及び評価の方法：**前項の確認を受けようとする者は、あらかじめ認可を受けた放射能濃度の測定及び評価方法にて測定評価を行い、その結果を記載した申請書を提出しなければならない。
- 第3項・クリアランス宣言：**第1項の確認を受けた物は、原子炉等規制法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、その他の政令で定める法令の適用において、核燃料物質によって汚染されたものでないものとして取り扱う。
- 第4項・(独)原子力安全基盤機構(JNES)の位置付け：**第1項の確認に関する事務の一部を機構に行わせる。

図1 クリアランスレベル(金属再利用)に係る評価経路

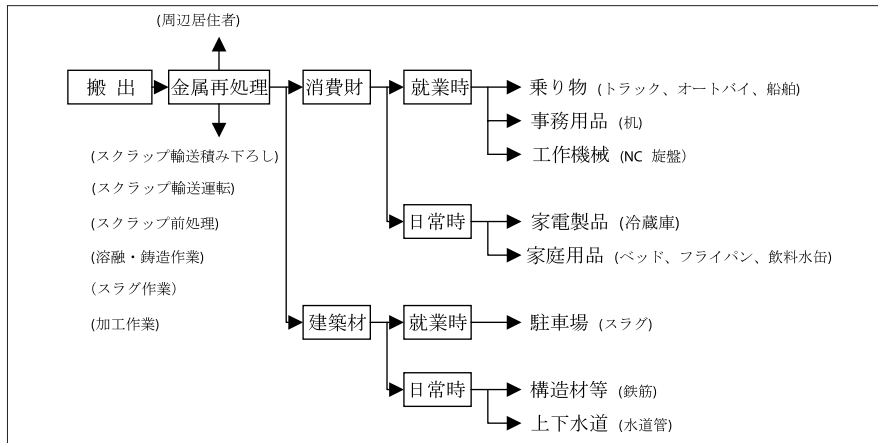


表2 放射性物質のクリアランスレベル(発電炉の場合)・部分

放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)	放射性物質の種類	放射能濃度 (Bq/g)
H-3	100	Sr-90	1
C-14	1	Cs-137	0.1
Mn-54	0.1	Eu-152	0.1
Co-60	0.1	Pu-239	0.1

上記法改正を受けて制定された省令名（通称・クリアランス省令）と内容は次の通り。

省令名称：「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第61条の2第4項に規定する精錬事業者等における工場等において用いた資材その他のものに含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則」（平成17年11月22日経済産業省令第112号）

（定義）第1条：「放射能濃度確認対象物」の指定
（放射能濃度の基準）第2条：法第61条の2第1項の経済産業省令で定める放射性物質の濃度基準は、金属くず、コンクリートの破片及びガラスくず（ロックウール及びグラスウールに限る）について、別表に掲げる値とする。（表1参照）

第2条第2項：複数核種混在時の判断基準：放射性物質の種類が二種類以上である場合は、放射性物質の平均放射能濃度の値（D）を別表の値（C）で除して得られるそれぞれの割合の和（ $\Sigma D/C$ ）が1を超えないこと。

（確認の申請）第3条：申請書記載事項：氏名、名称、所在地、対象物の種類・数量・重量、放射能濃度の測定及び評価の方法、放射能濃度の値（D、D/C、 $\Sigma D/C$ ）、確認を受ける日、対象物の保管場所、測定・評価方法の説明

（確認証の交付）第4条：確認の基準：基準を超えていないこと、測定及び評価の方法の認可に従い行われていること。（放射能濃度の測定及び評価の方法の認可申請）
第5条：申請書記載事項：申請書記載事項の指定→氏名、名称、所在地、対象物の発生施設名称、種類、評価核種名、評価単位、濃度の決定方法、測定装置の種類及び測定条件、対象物の管理方法、これらの説明書類

（測定及び評価の方法の認可基準）第6条：認可の基準：評価核種は線量評価上の重要核種であること、濃度の評価単位は濃度分布の均一性と重量の考慮をすること、放射線測定は汚染の性状・濃度に見合う適切な方法であること、基準濃度以下が適切に判断できること、異物混入防止措置が講じられていること

（機構が行う確認）第7条：確認事項

（機構が行う確認の通知書）第8条：機構に対する通知

（確認結果の通知）第9条：通知事項

省令第6条の適用にあたり、原子力安全・保安院は内規「放射能濃度の測定及び評価の方法の認可について、平成17・11・30原院第6号」を

定めて次の事項を指定し、事業所を指導・監督している。

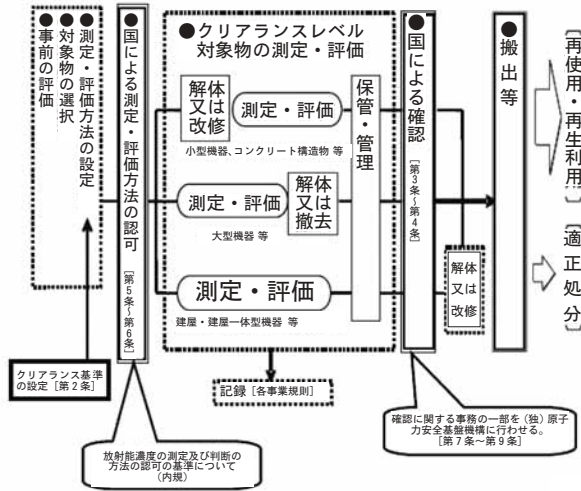
- ・評価に用いる核種は、原子力安全委員会が選定した10核種を含んでいること
- ・放射線量評価に影響が予想される核種が上記以外にある場合は追加すること
- ・評価外の核種の $\Sigma D/C$ が10%未満であること
- ・測定単位は原則1トンを上限として平均放射能濃度を評価すること
- ・評価単位内での著しい濃度の偏り（クリアランスレベルの10倍程度）がないこと
- ・表面汚染のみの場合、部材が厚いことにて過小評価にならぬよう考慮すること
- ・放射化コンクリート等の表面濃度がクリアランスレベルの5倍以下である確認
- ・測定装置の測定効率が適切に設定されていること
- ・汎用測定装置以外の測定装置が使用される場合は、形状模擬線源を用いて性能確認すること
- ・クリアランスレベル以下の判断が十分可能な検出限界の測定条件が設定されていること、BGの状況、対象物による遮へい効果影響の考慮等
- ・容器等への収納、封入、指定場所での保管、保管場所の施錠などの確認
- ・関係者以外のものが保管場所に入らないような立入制限
- ・放射能濃度の測定及び評価に係る業務が高い信頼性を持って機能していることを確認するための品質保証体制の確認

これら規制手続きの解説や運用の進め方は、原子力安全・保安院が説明会を開催し、また学会等の場でも繰り返し説明されてきており、経済産業省ホームページ上でも情報公開が行われている。

とは言え、これらの実務対応はハードルが高く、その困難さは一連の実務を経験した者以外には知り得ないものがあるものと推察される。

クリアランスレベル対象物を保有する事業者が、難解な申請手続きと膨大な実務に恐れを抱き、万一、申請手続きを回避して放射性廃棄物を増やすような手順が選択されることになるとしたら残念なことである。

参考 クリアランス検認の手順 (経済産業省 原子力安全・保安院による)
www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g51228g02j.pdf



おわりに

近年、中国、インド、ロシアなどの鉄の需要増にて世界の粗鋼生産マップが変化し、2006年の世界の粗鋼生産量は12.4億トン（2000年の5割増）が生産されて、中国が4.2億トン／年（前年比7千万トン増）にて第1位となり、安定的に1.1億トンを生産した日本は2位に後退している。鉄生産は、鉄鉱石の採掘・輸送から溶鉱炉での還元精錬まで膨大なエネルギーを必要とする。

原子力施設は堅牢な施設構造とするため、多くの鉄材、重厚なコンクリートが使われ、電気的な必要性からアルミニウムや銅も多く使用されている。役割を終え撤去される設備・構造物の多くがクリアランス物およびNR物であり、これらを再利用に供するためのエネルギーは、鉱石の採掘から精錬までの過程と比べ大幅な省エネと見なされ、有効な資源として再利用すべきである。

人が生活し、事業者が産業活動を行うと、少なからず廃棄物が発生する。動物が生命を維持している限り排泄物が発生し、呼気も炭酸ガスと名前を変えれば誰もが認める廃棄物である。人が自然の中で生活し、小規模の産業が営まれ

ていた時期には問題とならなかった食料や資源の調達、廃棄物の処理処分も、人口の増加や産業活動の活発化と共に社会問題となり、いまや地球規模で注目される重要課題である。江戸時代には糞尿が資源価値を有し肥料として取引されていたと聞く。科学の利用で発生した廃棄物は、科学の工夫で迷惑の無い形態にするか、または再資源化が図れるように知恵をめぐらしたいものである。

参考資料

1. 「放射線安全フォーラム」研究会「原子力施設の廃止措置、廃棄物の処理処分」（2008, 4, 19）
2. 日本原子力発電(株)ホームページ
3. 経済産業省ホームページ
4. 文部科学省ホームページ

◆ プロフィール ◆

昭和38年日本原子力発電(株)入社、東海発電所（ガス炉、BWR）にて30年間放射線管理に従事、そのうち15年間はRI主任者を務める。総合研修センター講師、放射線管理室次長を経て、平成8年より廃止措置計画部にて東海発電所の廃止措置計画の作成、解体廃棄物の放射能評価を実施。平成12年に原電事業へ移り、執行役員・業務部長を経て現在に至る。
 昭和40年より日本保健物理学会、RI協会の会員。現在、NPO法人「放射線安全フォーラム」理事・企画委員。千葉県出身、63歳。

量と単位

— 国際単位系 (SI) について —



高田 信久*

<第3回>

5. 接頭語とその範囲拡大



SI 単位では表 2 に示すように、10 進の倍量及び分量として、 10^{-3} から 10^3 までは 1 桁おきに、それ以外の 10^{-24} から 10^{24} まで 3 桁おきに接頭語が設定されている。1960 年の第 11 回国際度量衡総会において 10^{-12} から 10^{12} までの名称と記号が採用され、その後、順次拡大されて 1991 年の国際度量衡総会において $10^{\pm 21}$ と $10^{\pm 24}$ が追加された。

国際度量衡委員会の下に設置されている

諮問委員会の一つである単位諮問委員会 (CCU) は 1998 年に、天文学分野から接頭語の範囲拡大の要請があるとして、表 2 の m 以下 y までの記号の後ろに o を付けて 10^{-27} から 10^{-48} までの接頭語とし、k から Y までの記号の後ろに a を付けて 10^{27} から 10^{48} までの接頭語とし、 $10^{\pm 48}$ の範囲まで広げるとの提案をして、各国の標準研究所に意見を求めた。

接頭語には複数の接頭語を用いてはならないとのルールがある。(例えば 10^{-9} を表

表 2 SI 接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10^{-1}	デシ	d	10^1	デカ	da
10^{-2}	センチ	c	10^2	ヘクト	h
10^{-3}	ミリ	m	10^3	キロ	k
10^{-6}	マイクロ	μ	10^6	メガ	M
10^{-9}	ナノ	n	10^9	ギガ	G
10^{-12}	ピコ	p	10^{12}	テラ	T
10^{-15}	フェムト	f	10^{15}	ペタ	P
10^{-18}	アト	a	10^{18}	エクサ	E
10^{-21}	ゼプト	z	10^{21}	ゼタ	Z
10^{-24}	ヨクト	y	10^{24}	ヨタ	Y

*Nobuhisa TAKATA 独立行政法人 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 放射線標準研究室

すには n を用い、 $m\mu$ としてはならない。) これに対して筆者は、 $10^{\pm 24}$ を超える範囲に対してはこのルールを外し、またこの際、 $10^{\pm 21}$ と $10^{\pm 24}$ の接頭語を交換して、 $10^{\pm 21}$ を y と Y とし、 $10^{\pm 24}$ を z と Z とすることを提案した。当時筆者が所属していた電総研の担当部署からは、内部の委員会にかけたが他に意見が無いので、個人の意見として CCU に送付するとの連絡を受けた。この提案では例えば、 $10^{\pm 27}$ は mz と kZ であり、 $10^{\pm 48}$ は zz と ZZ 、 $10^{\pm 51}$ は mzz と kZZ となる。また接頭語として唯一用いられているギリシャ文字の μ を q に変更することも提案した。 y 、 Y と z 、 Z を交換するように提案したのは接頭語の最後の文字をアルファベット最後の文字である z と Z にした方が分かりやすいと考えたからである。 μ を q に変更するように提案したのは、CCU から意見を求めて各研究所に送られてきた文書の中で、 μ の代わりに m とタイプしてあったことにもよる。

タイプライターが用いられていた頃は、多くのタイプライターでは“ μ ”とタイプすることは不可能だったため、“ u ”とタイプして手書きで縦線を加えることもあった。現在はワープロソフトで文章に“ μ ”と入れて印刷することには何の苦もないが、デジタルデータとして“ μ ”の文字コードやフォントに混乱が見られることから、接頭語はアルファベットに統一した方が良いのではないだろうか。

1998年のCCUには、American Association of Physics Teachersからも接頭語について提案が出された。その提案は、 y と Y を廃止して、接頭語の記号は $10^{\pm 21}$ の z と Z までとし、それ以上は2個の接頭語を使用できるとして、 zz と ZZ の $10^{\pm 42}$ まで

とする内容であった。また同年のCCUでは 10^1 から 10^3 までの記号 da 、 h 、 k を D 、 H 、 K に変更する案も議論された。しかし結局は、接頭語については差し当たり変更や勧告は行わないとの合意がなされた¹⁸⁾。筆者の提案内容については報告書に記されていないため、どのような議論があったのか不明である。

インターネットで調べると、 $10^{\pm 27}$ と $10^{\pm 30}$ に対して x と X 、 w と W を、それ以上に対して v と V 、 u と U を接頭語の記号として示しているものがある¹⁹⁾。筆者の提案からも既に10年経ち、 $10^{\pm 21}$ と $10^{\pm 24}$ の接頭語として z 、 Z と y 、 Y が定着してからではこれらの順序を変更することはますます難しくなる。接頭語に限らずSI単位の色々なルールや用語の選択は歴史的な背景や言語上の観点から決められたものが多くある。質量の基本単位が g ではなく、 kg となっていることを始めとし、 m と M 、 p と P の指数の絶対値が異なるなど、接頭語には種々の問題点が見受けられる。

6. 数値や接頭語などの表記法



6.1 数値

量は数値と単位の積で表されることは既に述べた。ここでは国際単位系による数値の表し方について記す。わが国ではその名が示すように少数点として点（ピリオド“.”）が使用されている（イギリス式）が、フランス式にコンマ“,”を使用しているところもある。ピリオドを使うかコンマを使うかは言語あるいは国ごとに、どちらかに決めて使用することになっている。

桁数が多い場合は、分かりやすいように

3桁ごとに空白（スペース）を入れて区切っても良い。日本語では戦後しばらくまで使われていた4桁区切りの方が読みやすいが、SIでは言語にかかわらず3桁と決まっている。3桁区切りとして、空白の代わりにコンマが用いられることがあるが、SIでは空白以外のものを区切りとして使用することは禁止されている。非常に桁数の大きな数で、整数部分を3桁ごとに区切った場合は小数部分も同様に3桁ごとに空白で区切って表す。

-1と1の間の数値を表す時は小数点の前に0（ゼロ）を置く。ゼロを省いた.678のような記述は避け0.678と記述すること。数値同士の積を表す場合は乗算記号×のみを使用する。

話はそれるがバングラディッシュ（ベンガル語）では小数点は、行の下部ではなく、行の上部に振られるとのことである。また位取りも、3桁（千の位）までは英語と同様に各桁にそれぞれの位の名称があるが、その上は英語のように3桁ずつで名称が変わるのではなく、2桁ずつで名称が変わることである（日本語では4桁（万の位）までの各桁と、それ以上は4桁ずつで名称が変わる）。右から左に書くアラビア語では、アラビア数字（アラビア語ではインド数字）だけは左から右に書き、ワードプロセッサは数字部分を逆送りにする機能を持つとのことである²⁰。他にも思いもよらない表し方をする言語があるのかも知れない。筆者が使用している表計算ソフトのMicrosoft Excel 2002は、整数部だけ3桁ずつコンマで区切ることはできるが、小数部を区切ったり、空白を用いて区切ることはできない。

6.2 接頭語

表2に示した接頭語は単位記号の前に置く。接頭語と単位記号を空白（スペース）などで分割してはならない。接頭語は単位の一部であり、接頭語とその次に来る単位記号は不可分な新しい単位記号を形成していると考えられる。

$$\begin{aligned} \text{例：} & 2.7 \text{ g/cm}^3 = 2.7 \text{ g}/(\text{cm})^3 = 2.7 \text{ g}/ \\ & (10^{-2} \text{ m})^3 = 2.7 \text{ g}/(10^{-6} \text{ m}^3) = 2.7 \times 10^6 \text{ g}/ \\ & \text{m}^3 = 2.7 \text{ Mg/m}^3 = 2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

また、接頭語の記号を単独で用いたり、数字の1、すなわち単位1の記号の前に用いてはならない。例えば、中性子のフルエンス $1.2 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$ を 1.2 M m^{-2} あるいは 1.2 M/m^2 のように記してはならない。どうしても接頭語を使用して表したいなら、この場合は 1.2 mm^{-2} のようになる。

6.3 単位記号

単位記号の積や商に関しては、通常の積や商の演算方法と同じ規則が適用される。単位記号と単位記号の積は、空白（スペース）または中点“・”で表し、接頭語が単位記号と間違えられないようにする。商は斜線、水平の線、または負の指数で表される。多くの単位記号が混在する時は括弧や負の指数を用いて明確にする。斜線は括弧で区切られている場合を除き、1個しか使用できない。これらの規則に従った表示の例を次に示す。

$$\begin{aligned} & \text{N m、N} \cdot \text{m} \\ & \text{m/s、} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{、m s}^{-1} \text{、m} \cdot \text{s}^{-1} \\ & (\text{C/kg})/\text{V、C kg}^{-1} \text{ V}^{-1} \text{、C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{V}^{-1} \end{aligned}$$

単位記号と単位の名称を一つの表現の中

で混ぜて用いてはならない。例えば、m/秒やクーロン毎 kg ではなく、m/s や C/kg あるいは、メートル毎秒やクーロン毎キログラムのように記す。

英文で単位の名称を書く場合、文章の最初や大文字で表される表題の場合を除き、つづりは全て小文字を用いる。例えば、メートル (metre : 英国式、meter : 米国式)、アンペア (ampere)、ジュール (joule)、シーベルト (sievert) などである。唯一の例外はセルシウス度 (°C) で、degree Celsius と記す。また、単位記号を用いるよりも単位の名称を用いる方がよい場合は、単位の名称の英文つづりは省略せずに全て書く。秒の単位として sec あるいは sec. と記してあるものを見かけることがあるが second(s) とするか単位記号 s を用いる。接頭語の名称と単位の名称を組み合わせる場合は、これらの記号の場合と同様に、それらの間にスペースやハイフンを挿入してはならない。例えば、milli-gram や kilo-pascal などとせず、milligram や kilopascal とする。

6.4 量記号

量記号はイタリック体 (斜体) で示されるが、下付きや上付きの添字、または括弧を用いて付随情報を示しても良い。一方、単位記号には、量についての付随情報を与えるための添字などを付してはならない。例えば、管電圧の量記号として U_t や U_p を用いて $U_p = 40 \text{ kV}$ などのように書くのは良いが、 $U = 40 \text{ kV}_p$ としてはならない。

量を数値と単位の積として表した場合、これらは通常の数演算の規則に従う。例えば、 $T = 295 \text{ K}$ の場合、 $T/\text{K} = 295$ と表すこともできる。このような表し方は、表やグ

ラフに用いると便利である。表の見出し欄やグラフの軸の説明に T/K と示せば、表の中やグラフの軸には数値だけ示せば良い。

量の値 (数値と単位) の積を表す場合は積算記号 \times を使用する。それぞれの量が括弧に囲まれている場合は積算記号を省くことができる。量記号の乗除を表す場合は下記のいずれの方法を用いてもよい。

$$ab, a b, a \cdot b, a \times b$$

$$a/b, \frac{a}{b}, a b^{-1}$$

数値と単位の間には空白を入れるが、唯一の例外として、平面角の度、分、秒を表す単位記号の場合は数値との間に空白を入れない。例えば、 $\phi = 36^\circ 2' 51''$ のように表す。セルシウス度の °C は全体として一つの単位記号であるから、 $t = 22^\circ \text{C}$ のように数値との間に空白を入れる。

一つの表現において、単位は 1 回だけ用いる。この原則の例外は非 SI 単位を用いて表す平面角 (°, ', ") と時間 (h, min, s) の場合だけである。時に見られる 7 cm 6 mm や 2 m 45 cm は、7.6 cm あるいは 76 mm、2.45 m あるいは 245 cm のように表す。

7. SI に属さない単位



種々の SI 組立単位は、基本単位のべき乗の積として表すことができ、そこに 1 以外の係数を伴わない。このような基本単位と組立単位は一貫性のある単位系であるといわれる。一貫性のある組立単位を用いれば、量と量の積や比を得る場合に、それぞれの数値と単位の掛算または割算だけで済

み、単位の換算を要さない。

一貫性が無く、非 SI 単位と呼ばれるものが多くある。国際文書第 8 版では、これらを幾つかのグループに分類して示している。

第 1 のグループは、SI 単位と併用される非 SI 単位で、日常の生活で広く用いられているため、国際単位系と併用することが認められているものである。これに属するものとして、時間の分、時、日があり、それぞれの単位の記号は min、h、d である。他には、平面角の度、分、秒（記号はそれぞれ、°、′、″）、面積のヘクタール（ $1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$ ）、体積のリットル（ $1 \text{ L} = 1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$ ）、質量のトン（ $1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$ ）がある。以前は面積の単位であるアール（ $1 \text{ a} = 10^2 \text{ m}^2$ ）も SI 単位と併用される非 SI 単位として示されていたが、第 8 版では表から外された。

第 2 のグループは、SI 単位で表される数値が実験的に求められる非 SI 単位である。この中にエネルギーの電子ボルト（エレクトロンボルト）がある。この単位の記号は eV であり、その大きさは $1 \text{ eV} = 1.602 \text{ 176 53 (14)} \times 10^{-19} \text{ J}$ である。括弧内の数値は推定値の最後の 2 桁の標準不確かさである。その他には、電子ボルトの基になる電荷の原子単位（電気素量）（ $e = 1.602 \text{ 176 53 (14)} \times 10^{-19} \text{ C}$ ）、質量の原子単位（電子質量）（ $m_e = 9.109 \text{ 382 6 (16)} \times 10^{-31} \text{ kg}$ ）、水素原子の基底状態における電子の陽子を中心とする円運動の半径に当たる長さの原子単位（ボーア半径：ボーア）（ $a_0 = 0.529 \text{ 177 210 8 (18)} \times 10^{-10} \text{ m}$ ）、太陽と地球の平均距離に当たる天文単位（ $1 \text{ ua} = 1.495 \text{ 978 706 91 (6)} \times 10^{11} \text{ m}$ ）などがある。これらの内、電子ボルトと天文単位は SI との併用が認められている。なお天文単位

の記号として、英語圏では ua ではなく au または AU が使用されている。天文単位の値と測定について解説記事が最近出版されている²¹⁾。

第 3 のグループは、特定の分野において使用されている幾つかの非 SI 単位である。それらの例としては、血圧の単位として使用されている水銀柱ミリメートル（ $1 \text{ mmHg} = 133.322 \text{ Pa}$ ）、原子間距離に使用されるオングストローム（Å）や核物理学で断面積に使用されるバーン（b）、航海に使用される距離の海里や速度のノットなどがある。他に第 4 のグループとして、センチメートル、グラム、秒を基本単位として組み立てられた CGS 単位系などがある。

その他の非 SI 単位も数多くあるが、石油に用いられるバレルや特定の国において使用されているインチ、フット、ヤードなどは、使用することが推奨されない例として挙げられ、国際度量衡委員会はこれらの単位が現在の科学や技術の仕事において使われ続けることはありえないことと捉えている。

参考文献

- 18) Consultative Committee for Units, 13th meeting (September 1998), Bureau International des Poids et Mesures (1999), (http://www.bipm.org/en/committees/cc/ccu/publications_cc.html)
- 19) 例えば、<http://www.utc.fr/~tthomass/Themes/Unites/>
- 20) 「アラビア数字」『ウィキペディア日本語版』2008年5月9日 (<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)
- 21) 荒木田英禎、福島登志夫、地球惑星間距離の永年的変化—太陽系天体の精密位置計測からの新たな問題提起、日本物理学会誌、Vol.63, No. 7, 517-523 (2008)

「生活に役立つ放射線産業利用」の新しい展開

前・原子力委員 町 末 男



ノーベル賞の IAEA

7月だというのに、雨が降り20度を切る涼しさのウィーンは夏休みを楽しむ旅行者で溢れ、28年前に住んでいた頃の静寂な雰囲気はない。

「核の番人」として北朝鮮やイラン問題で有名になった IAEA が主催する会合に招かれた。IAEA のもう一つの大事な役割「原子力平和利用の促進」のプログラム一つである「放射線産業利用」の中で特に電子線加速器に焦点を合わせて、その展望と IAEA の役割を討議する専門家会合である。

原子力発電を知る人は多いが、放射線利用の産業面での利用が生活に役立っている事を知っている人は殆どいない。



1953年アメリカのアイゼンハワー大統領が国連総会で有名な“Atoms for Peace”の演説をしているところ。このときに平和利用を推進するための IAEA の設立を提案した。

効果的な滅菌技術

新しい利用の例を紹介する。ペットボトルは様々な飲料の容器として今の生活に欠かせない。このペットボトルの内側を殺菌する必要があり、これまで、過酸化水素水溶液で複雑な工程で行っている。これに変わるものとして電子線を利用して一つの照射工程だけで一分間に600本という高速で効率的に行なう方法が日本で実用化された。電子レンジで暖めて食べる調理済みの食品の包装材を電子加速器で無菌化する方法もすでに利用されている。

病院で必要な注射筒、カテーテル、メス、ガーゼ、輸液セットなど多くの医療用具の滅菌は感染症の防止に不可欠である。これまで酸化エチレンガスで行なわれていたが、日本ではすでに

7割がより簡便で確実な放射線照射に置き換わっている。

工業材料を造る

タイヤ製造の工程で成型を容易にするためにゴムのシートが電子線で照射架橋されている。日本では9割のタイヤに利用されている。

テレビ、冷蔵庫、自動車など多くの機器に必要な耐熱性のある電線の大部分はその絶縁被覆材が電子線で架橋されている。長寿命の小型電池に必要なイオン透過性隔膜の製造に日本が開発した放射線グラフト法が利用されている。何れも日々の生活に役立っている技術である。欧米では電子線で耐熱化したポリエチレンパイプが温水の配管に広く利用されている。

環境を保護する

環境保護は安全な生活に欠かせない。電子加速器による環境浄化法も利用されている。日本が最初に開発した火力発電所の排ガスから亜硫酸ガスと窒素酸化物を電子線照射で同時に除去する技術はポーランドと中国で実用化されている。この技術は IAEA で一層の普及を目指してプロジェクトを進めている。

韓国では IAEA の協力を得て電子加速器を利用して染色工場の廃水を脱色・浄化する技術を開発し、3年前から大規模に実用化している。

創造的研究開発に期待

先進国を中心に世界で約1,400台の電子加速器が産業利用に使われており、このうち日本では約250台である。これからは途上国への技術移転が進むように IAEA が取り組んでいる。勿論、低価格で長期連続運転の信頼性が高く、大容量電子加速器の開発などの課題もある。

化学薬剤を使わず、室温で利用できる放射線法は環境に優しく、省エネルギー技術でもある。さらに利用が広がる事が期待される。IAEA や FNCA (アジア原子力協力フォーラム) が各国の研究所と協力して進めている「天然高分子の付加価値を高める加工」への電子線の研究利用では、一層の研究開発が必要で、日本の貢献が大いに期待される。

(08年8月23日稿)

平成19年度

一人平均年間被ばく実効線量
0.20ミリシーベルト



中村 尚司

弊社の測定・算定による、平成19年度（平成19年4月～20年3月）の個人線量当量の集計の詳細については、「個人線量当量の実態」（FBNews No.381（平成20年9月1日））に報告されていますが、ここでは同実効線量について、より簡略に見やすい形にして報告いたします。

集計方法

平成19年4月から平成20年3月までの間に、一回以上弊社の個人モニタを使用された230,728名を対象としました。

業種別の年実効線量は、全事業所を医療、研究教育、非破壊検査、一般工業の4グループに分けて集計しました。

職業別の年実効線量は、医療関係についてのみ職種を医師、技師、看護師に分けました。

最小検出限界未満を示す「X」は、実効線量“ゼロ”として計算してあります。

集計結果

一人平均の年実効線量は、表1に示されているように0.20 mSvで、前年度（0.19 mSv）とほとんど同じ値です。表1の業種別に見ると、医療が0.28 mSv（前年度0.27 mSv）、研究教育が0.02 mSv（前年度0.02 mSv）、非破壊検査が0.36 mSv（前年度0.35 mSv）、一般工業が0.05 mSv（前年度0.06 mSv）となっていて、業種別一人平均

表1 平成19年度業種別年実効線量人数分布表（単位：人）（カッコ内の数字は%）

業種	集団線量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	X (検出せず)	~0.10 (mSv)	0.11~ 1.00 (mSv)	1.01~ 5.00 (mSv)	5.01~ 10.00 (mSv)	10.01~ 15.00 (mSv)	15.01~ 20.00 (mSv)	20.01~ 50.00 (mSv)	50超 (mSv)	合計 人数
医療	42,172.81	0.28	109,626 (74.29)	9,214 (6.24)	17,560 (11.90)	9,760 (6.61)	1,102 (0.75)	187 (0.13)	72 (0.05)	44 (0.03)	3 (0.00)	147,568 (100.00)
研究 教育	1,008.60	0.02	43,704 (96.88)	656 (1.45)	492 (1.09)	226 (0.50)	33 (0.07)	1 (0.00)	1 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	45,113 (100.00)
非破壊	885.40	0.36	1,848 (75.15)	122 (4.96)	279 (11.35)	179 (7.28)	23 (0.94)	7 (0.28)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.04)	2,459 (100.00)
一般 工業	2,104.90	0.05	33,747 (94.83)	566 (1.59)	779 (2.19)	418 (1.17)	55 (0.15)	11 (0.03)	6 (0.02)	6 (0.02)	0 (0.00)	35,588 (100.00)
合計	46,171.71	0.20	188,925 (81.88)	10,558 (4.58)	19,110 (8.28)	10,583 (4.59)	1,213 (0.53)	206 (0.09)	79 (0.03)	50 (0.02)	4 (0.00)	230,728 (100.00)

注：矢印→より右が分布（II）に記載されています。

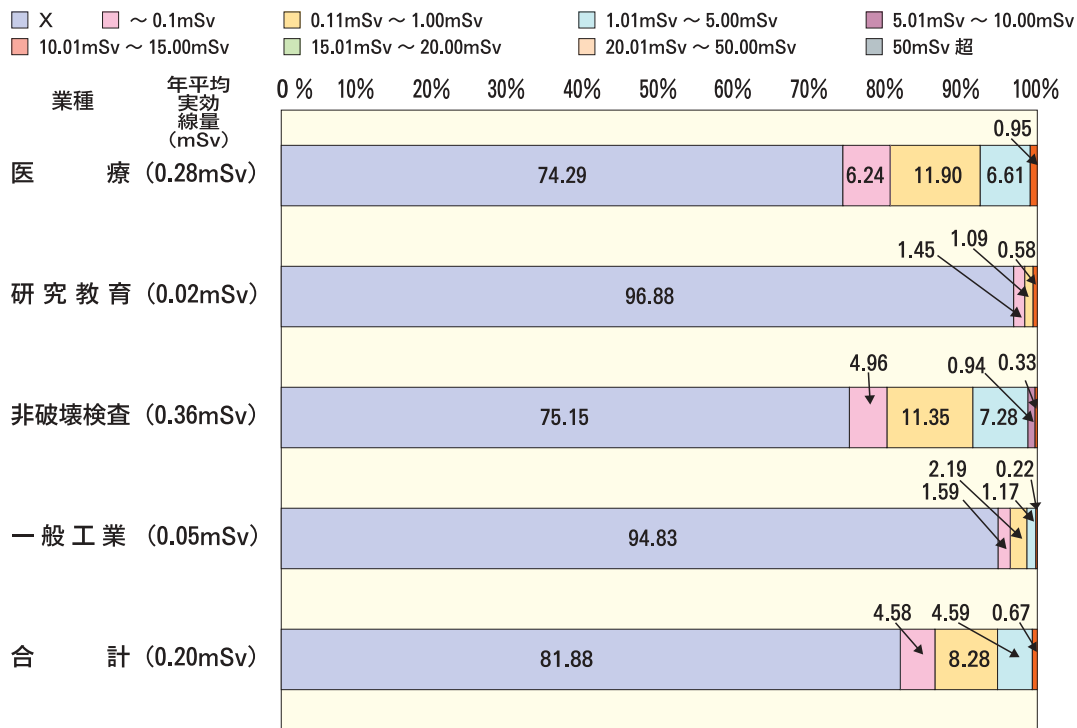


図 1 (a) 平成19年度業種別平均年実効線量の分布 (I)

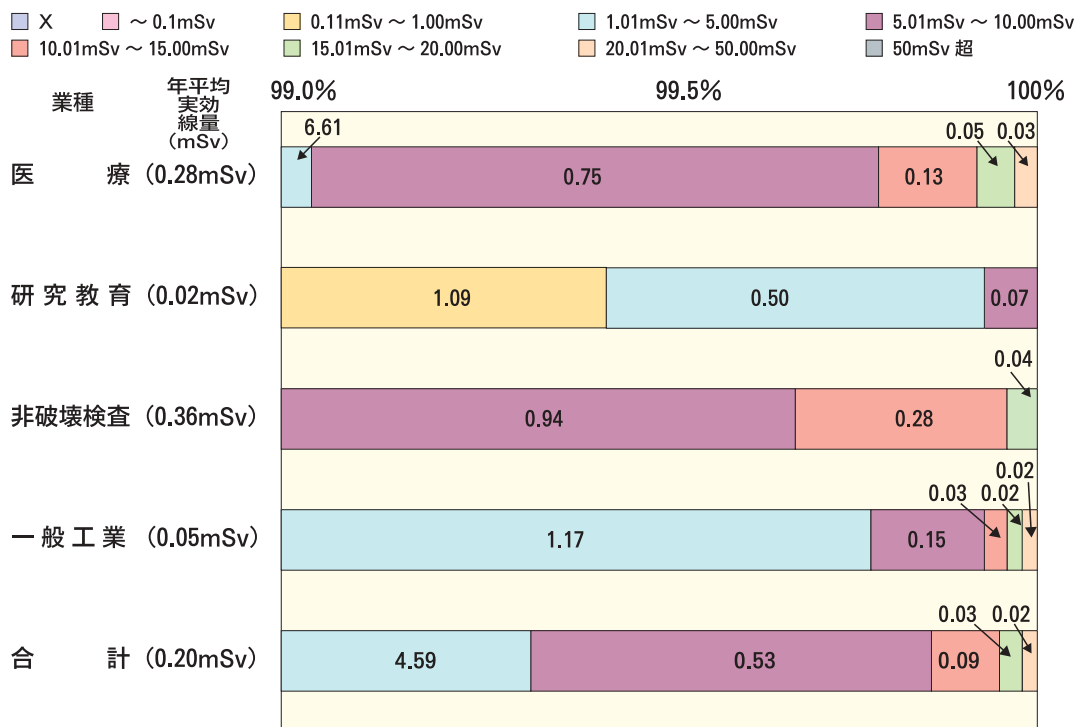


図 1 (b) 平成19年度業種別平均年実効線量の分布 (II)
(図 1 (a)の右端部の詳細を表す)

の年実効線量はほとんど変化していません。

平成19年度を通して検出限界未満の人は、**図 1** に示すように全体の81.88%（前年度82.30%）で、年間1.0 mSv 以下の人が、全体の94.74%（前年度95.02%）と、低線

量当量の人の割合は、前年度と比べてほとんど変化ありません。しかし、業種別に見ると非破壊検査関係と医療関係では、その他の業種に比べて実効線量値が高い人の割合が多くなっています。

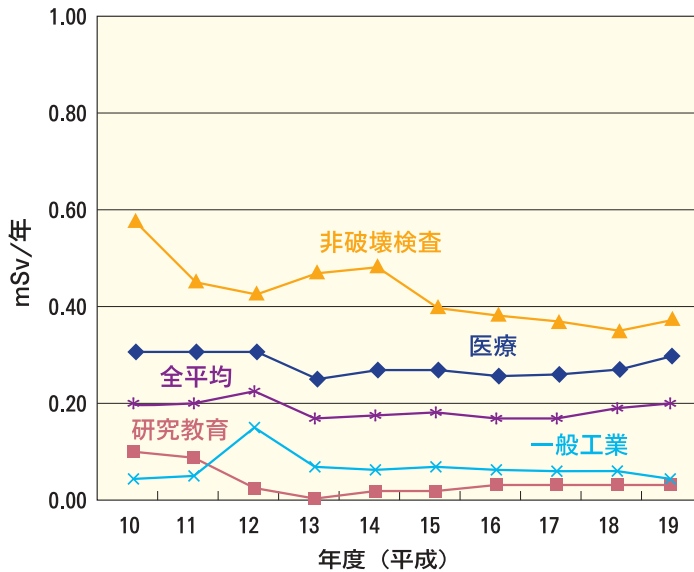


図 2 過去10年間の業種別平均年実効線量の推移

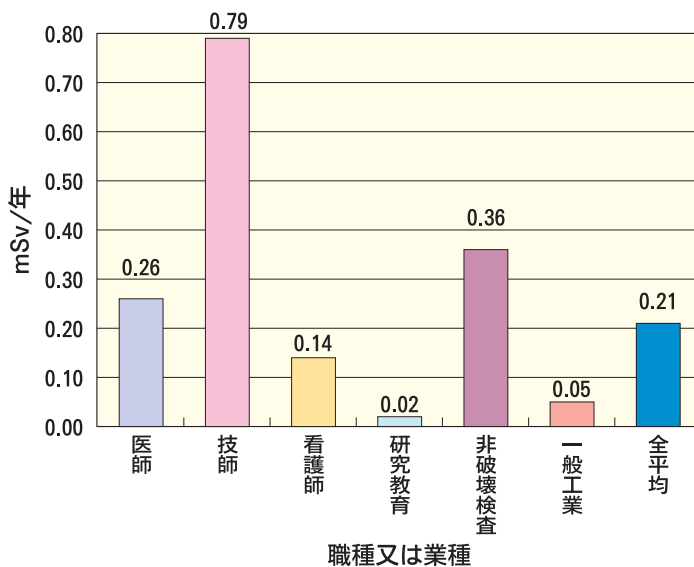


図 3 平成19年度職種又は業種別平均年実効線量 (歯科を除く)

実効線量の多い方を見ると、年間50 mSv を超えた人は、実数では4名（医療3名、非破壊1名）で、前年度の医療1名より少し増えています。また、年間20 mSv～50 mSv の人は全体の0.02%で、実数では前年度の68名と比べて、50名（医療44名、一般工業6名）となっていて、医療関係がほとんどを占め、人数は18名減少しています。年間5 mSv～20 mSv の人は全体の0.65%で、実数では1,493名（医療1,361名、研究教育35名、非破壊30名、一般工業72名）です。前年度と比べると、医療が1,178名から1,361名と183名増えたのに対して、研究教育が41名から35名、非破壊が37名から30名、一般工業が85名から72名へと微減しています。

業種別の過去10年間の推移を見ると、**図 2** に示すように、ここ7年間はほとんど変化がありませんが、医療が若干増加傾向にあります。

職種別・業種別の一人平均年実効線量は、**図 3** に示しますが、前年度と同じく、医療関係の職種別では技師が0.79 mSv と最も高く、ついで医師が0.26 mSv、看護師0.14 mSv の順に低くなっています。

平成19年度

年齢・性別個人線量の実態

1. まえがき

本資料は平成19年度の、年齢・性別の個人線量の実態の報告です。個人モニタで測定した1cm線量当量から算定した、実効線量を年齢・性別に集計して報告いたします。

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) 集団線量 集団を構成する個人の年実効線量の総和 (単位 manmSv)
- (3) 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)

3. 実効線量の求め方

測定した1cm線量当量から実効線量を算出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_{1cm} □ : 装着部位が□の1cm線量当量
 基 : 基本部位 (男性は胸、女性は腹)
 頭 : 頭部
 腹 : 腹部
 大 : 体幹部の中で最大値を示した部位

3.1 均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = H_{1cm}基$$

3.2 不均等被ばくとしてモニタリングした場合

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

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、平成19年4月1日から平成20年3月31日までの間で1回以上個人モニタを使用した人の年実効線量を、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出のあったものは、含まれておりません。
 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。
 3) 性別が不明のものは除外しました。
 4) 年齢は、平成20年3月31日現在です。

5. 集計方法

(1) 集計

Table 1の左欄に示すように年齢の区分を設け、その区分に入る個人の数と集団線量並びにそれらの百分率を集計の同一の欄の内に示しました。ただし、「X (検出限界未満)」は、ゼロとして、また測定上限は、個人モニタによって異なりますが、上限を越えたものは、その上限の値 (例えば、「100mSv 超」は、100mSv) として集計しました。

(2) パラメータの区分

パラメータは、医療・工業・研究教育の男・女区分としました。性別は、利用者からの申し出の内容としました。

6. 集計結果

集計結果を、以下の図表に示します。

Table 1 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量

Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

Table 1 (a)年齢・性別集団実効線量及び平均実効線量(男性)

年齢	医療		工業		研究教育		合計		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	
18～19	10	0.01	314	0.89	230	0.64	554	0.35	0.03
	4.10	0.01	11.00	0.37	2.90	0.32	18.00	0.05	
20～24	1,998	2.34	2,050	5.81	10,460	29.31	14,508	9.28	0.11
	1,354.30	4.04	149.60	5.05	76.00	8.26	1,579.90	4.22	
25～29	10,238	11.99	4,787	13.56	6,732	18.86	21,757	13.91	0.27
	5,105.40	15.22	601.60	20.32	136.70	14.86	5,843.70	15.62	
30～34	12,369	14.48	6,323	17.92	4,643	13.01	23,335	14.92	0.28
	5,870.80	17.51	525.40	17.75	144.40	15.69	6,540.60	17.48	
35～39	13,212	15.47	6,470	18.33	3,861	10.82	23,543	15.05	0.28
	6,005.60	17.91	444.10	15.00	125.80	13.67	6,575.50	17.57	
40～44	12,413	14.53	5,198	14.73	3,193	8.95	20,804	13.30	0.27
	5,070.30	15.12	402.00	13.58	79.40	8.63	5,551.70	14.84	
45～49	11,504	13.47	3,499	9.91	2,409	6.75	17,412	11.13	0.25
	3,829.30	11.42	322.30	10.89	163.10	17.73	4,314.70	11.53	
50～59	16,439	19.25	5,532	15.68	3,076	8.62	25,047	16.01	0.23
	5,180.00	15.45	403.10	13.62	166.80	18.13	5,749.90	15.37	
60～69	5,188	6.07	1,059	3.00	1,031	2.89	7,278	4.65	0.14
	871.29	2.60	96.30	3.25	23.30	2.53	990.89	2.65	
70以上	2,048	2.40	59	0.17	56	0.16	2,163	1.38	0.12
	245.50	0.73	4.60	0.16	1.70	0.18	251.80	0.67	
合計	85,419	100.00	35,291	100.00	35,691	100.00	156,401	100.00	
	33,536.59	100.00	2,960.00	100.00	920.10	100.00	37,416.69	100.00	

Table 1 (b)年齢・性別集団実効線量及び平均実効線量(女性)

年齢	医療		工業		研究教育		合計		平均年実効線量(mSv)
	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	人数(人)	集団線量(人・mSv)	
18～19	29	0.05	18	0.65	108	1.15	155	0.21	0.04
	5.70	0.07	0.00	0.00	0.90	1.02	6.60	0.08	
20～24	4,253	6.84	238	8.64	3,360	35.66	7,851	10.56	0.06
	491.90	5.70	2.50	8.25	15.90	17.97	510.30	5.83	
25～29	12,596	20.27	543	19.72	2,019	21.43	15,158	20.39	0.11
	1,653.20	19.14	12.40	40.92	17.80	20.11	1,683.40	19.23	
30～34	12,351	19.87	539	19.57	1,433	15.21	14,323	19.27	0.10
	1,367.30	15.83	4.40	14.52	18.30	20.68	1,390.00	15.88	
35～39	9,653	15.53	483	17.54	933	9.90	11,069	14.89	0.11
	1,213.70	14.05	4.70	15.51	11.90	13.45	1,230.30	14.05	
40～44	7,887	12.69	341	12.38	611	6.48	8,839	11.89	0.13
	1,115.50	12.92	2.20	7.26	8.70	9.83	1,126.40	12.87	
45～49	6,359	10.23	235	8.53	368	3.91	6,962	9.37	0.16
	1,103.40	12.78	3.00	9.90	6.40	7.23	1,112.80	12.71	
50～59	7,877	12.67	308	11.18	475	5.04	8,660	11.65	0.18
	1,518.72	17.59	1.10	3.63	5.10	5.76	1,524.92	17.42	
60～69	1,029	1.66	45	1.63	109	1.16	1,183	1.59	0.14
	159.70	1.85	0.00	0.00	3.40	3.84	163.10	1.86	
70以上	114	0.18	4	0.15	6	0.06	124	0.17	0.06
	7.10	0.08	0.00	0.00	0.10	0.11	7.20	0.08	
合計	62,148	100.00	2,754	100.00	9,422	100.00	74,324	100.00	
	8,636.22	100.00	30.30	100.00	88.50	100.00	8,755.02	100.00	

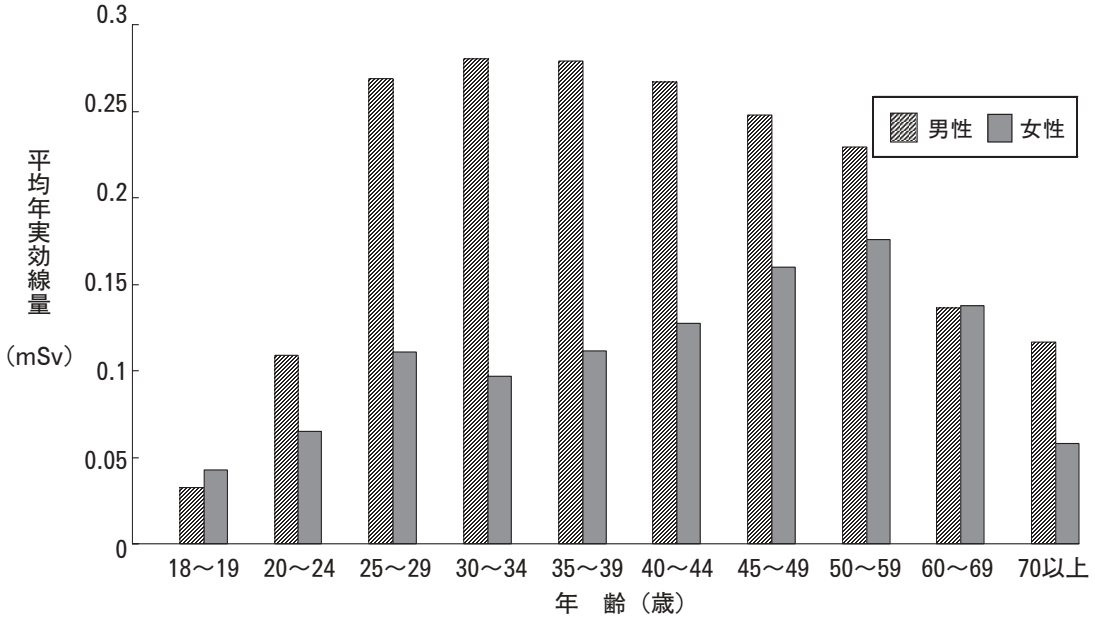


Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

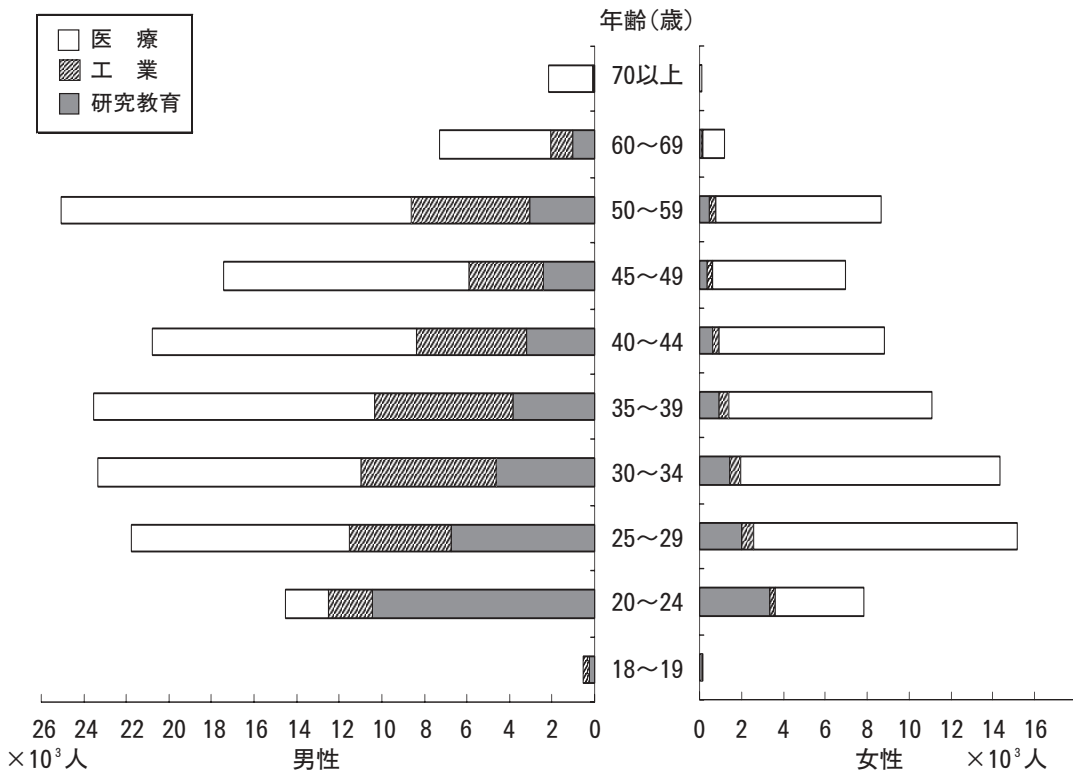


Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

サービス部門からのお願い

ご担当者様の変更はお早めにご連絡ください

日頃弊社の個人線量モニタリングサービスをご利用くださいます。誠にありがとうございます。さて、弊社では個人線量モニタリングサービスにおいて、お届物の内容別に、お客様お届け先のご担当者様を登録させていただいております。

- ・ ガラスバッジのお届け先
- ・ 報告書のお届け先
- ・ 請求書のお届け先

最近、ご担当者様が不在ということで弊社にお届物が戻ってくるケースが多くなっております。

人事異動・退職等でご担当者に変更が生じた場合には、できるだけお早めにご連絡くださいますようお願い申し上げます。

なお、ガラスバッジWebサービスをご利用いただいているお客様は、画面上での変更が可能です。

お問合せ・ご連絡は、弊社営業所または測定センターまでお願いいたします。

(測定センター：野呂瀬)



編集後記

- 家の近所にある飛鳥山公園で開催された「薪能」を観に行ってきました。演目は狂言「六地藏」と能「殺生石」でした。私は歌舞伎が好きで平均すると月に1回程度、観に行っているのですが、能を観るのは初めてでした。大きな広場に常設されている石造りのステージの上に木造で一夜限りの能の舞台が造られていました。薪への火入れ式から始まり狂言から能へと続くのですが、虫の音をBGMに薪の炎とほんの少しの照明の中で観る能はとても幻想的でした。また、狂言では有名な人間国宝の野村万作氏とその長男である野村萬斎氏の出演が厳肅な舞台に華を添えた感じでした。
- 今月の巻頭は鈴木征四郎先生の「クリアランスの制度化と運用」です。モノを造るからには廃棄物も出る。造り出す過程や使用する過程ばかりではなく、廃棄する過程においても人や環境の安全を守ることは大事なことです。但し、鈴木先生が懸念されているとおりそれを遵守しなくてはいけない人に対して、困難だったりハードル

- の高い制度が定着するには時間とご尽力が必要なのかもしれません。
- シリーズ量と単位の第3回目は高田信久先生の「国際単位系(SI)について」です。ふだん何気なく使っている単位や記号にも国柄や歴史があることをあらためて認識しました。こちらもルールに関するお話でした。すでに生活の一部となっているルールですが、使用された当初はご苦労などもあったことでしょう。
- 能は言っていることがまるで分からずまさしく観るだけになってしまったのですが、狂言はとても楽しかったです。伝統芸能はその形を変えることなく後世へ伝えていくことに意味があると思います。教科書がない中、受け継ぐ筋書きや守るべきことはすべて頭の中に叩きこまなくてはなりません。その中で演じる者の個性を出すことに観ている側も楽しみを見出します。FBNewsも発行当初からのポリシーを守りつつ、新しいモノをお届けできる情報機関誌でありたいと思います。(丸山百合子)

FBNews No.383

発行日/平成20年11月1日

発行人/細田敏和

編集委員/竹内宣博 福田光道 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 壽藤紀道
藤崎三郎 安田豊 野呂瀬富也 丸山百合子 窪田和永 亀田周二 高羽百合子

発行所/株式会社千代田テクノル 線量計測事業本部

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)