



- ●トップコラム/産業医科大学 アイソトープ研究センター 副センター長・教育教授 馬田 敏幸
- ●2020年度 眼の水晶体の等価線量の集計/頭頸部用ルミネスバッジ着用者数推移
- ●お願い/登録内容の変更について
- ●お知らせ/第3回日本放射線安全管理学会·日本保健物理学会合同大会(WEB開催)
- ●お知らせ/令和3年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会 第32回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催



馬田 敏幸

トリチウムの生物影響研究

水素の放射性同位体であるトリチウムは、原子力発電所 や核燃料再処理施設から環境中に放出されるが、自然界に おいても宇宙線が酸素や窒素と反応して生成されている。 最近では福島第一原発の処理水問題で、トリチウムの処分 に関心が高まっている。

環境中では、トリチウムは主にトリチウム水 (HTO) の化学形をとり、一部は有機分子に取り込まれて有機結合トリチウム (OBT)として存在する。トリチウムからの β 線はエネルギーが小さいので、透過力が弱くヒトの皮膚を通り抜けることができない。したがって、トリチウムは飲料水や食物としての摂取、水蒸気の吸入や皮膚からの吸収により体内に取り込まれてからの内部被ばくが問題になる。

トリチウム水は体内では水と同様に振る舞い、体液のコンパートメント全体で平衡を保っている。HTOのごく一部は、OBTとして有機分子(アミノ酸、糖、タンパク質など)に取り込まれることもある。OBTは細胞や組織内で不均一に分布することが予想される。体内のOBTは、HTOより代謝速度が遅いので、吸収線量が高くなる可能性がある。トリチウムを摂取してしまった際、その後の継続的な摂取がなければその生物学的半減期は、ヒトの場合でHTOが10日、OBTは40日程度である。このように代謝によって速やかに排出されるので、環境中の濃度より体内濃度が高くなることはない。国際放射線防護委員会(ICRP)から示されているHTOの実効線量係数(放射性核種の摂取量から内部被ばく線量に換算するための係数)は成人の経口摂取の場合、1.8×10-8 mSv/Bqである。仮に体内に1,000 Bqのトリチウムを摂

取したとすると、1.8×10-5 mSvの被ばくに相当する。

生物学的効果比(RBE)は、y線やX線を基準放射線として、特定の種類の放射線がどれだけ有害な生物影響を引き起こすかを数字で示すものである。値が大きいほど生物影響が大きいことになる。マウスを用いた研究では、トリチウムのRBEは約1から3との報告が多い。RBEは実験条件や評価法が異なれば変動する値である。これらのRBEはHTOを使用して求められたものであり、OBTを使用した場合は、HTOより大きいとの報告がある。放射線による生物影響の主要な一つは遺伝子への突然変異の誘発であり、発がんなどの原因になることが示唆されている。放射線のヒトに対するリスク評価を行うには、動物個体を用いた生体内(*in vivo*)での解析が重要である。

癌抑制遺伝子であるp53を欠失させたp53~~マウスの体細胞は、アポトーシス活性を持たない。アポトーシスとは損傷DNAの修復がうまく出来なかったときに変異DNAを持つ細胞が死滅する現象である。p53遺伝子正常マウス $(p53^{+/+}$ マウス)の場合は、 γ 線の線量率を1.2 mGy/minに下げると3 Gy照射でも突然変異頻度は自然発生レベルと変わらない。しかし $p53^{-/-}$ マウスでは損傷DNAの細胞レベルの除去機構がないために、低線量率照射でも突然変異頻度が線量依存的に上昇する。この特性を利用して、より低線量率における突然変異を検出することが可能である。

Apc^{Min/+}マウスは、ヒト大腸がん(家族性大腸腺腫症)のモデルマウスである。Apc遺伝子の片側染色体に変異を持ち、正常側染色体への1ヒット(変異)で小腸腫瘍が多発する。X線の影響を調べた報告では、250 mGyの照射で小腸腫瘍の有意な増加が観察されている。我々はトリチウム水の腹腔内1回投与法で小腸腫瘍の有意な増加を観察した。さらに、より低線量領域での有意差検出が可能かどうか、現在実験が進行中である。

トリチウムによる低線量・低線量率被ばくの生物影響を解析するには、今後、生体応答の検出感度を上げていくブレイクスルーが求められている。

うまた としゆき (産業医科大学 アイソトープ研究センター)

プロフィール●1983年熊本大学工学部合成化学科卒業。(財) 九州環境管理協会入職、環境放射能の分析に従事。1989年久留米大学分子生命科学研究所助手、放射線取扱主任者に選任、のち講師。細胞生物学をかじる。1998年博士(医学)。2003年産業医科大学アイソトープ研究センター副センター長、助教授。2015年から現職。トリチウムの生体影響をマウスを用いて研究。日本アイソトープ協会企画専門委員長、大学等放射線施設協議会常議委員。

2020年度

眼の水晶体の等価線量の集計

2020年度(2020年4月~2021年3月)の当社ルミネスバッジサービスによる眼の水晶体の等価線量(以下、水晶体等価線量)を機関別・職種別に集計し、また頭頸部用ルミネスバッジ(以下、頭頸部バッジ)の着用者数の推移も機関別にまとめましたので、報告いたします。水晶体等価線量の算出方法は、頭頸部バッジを着用している場合は頭頸部の、着用していない場合は胸部または腹部のルミネスバッジから得た1cm線量当量と70μm線量当量のうち、高い方の値を採用しています。詳しくは、弊紙No.449からNo.451の外部被ばく線量の算出方法の特集をご覧ください。なお、当社ウェブサイトのバックナンバーからでもご確認いただけます。

水晶体等価線量の集計

[水晶体等価線量の集計対象]

2020年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた233,030名の方を対象とし、水晶体等価線量について集計しました。対象期間は、2020年4月1日から2021年3月31日までの着用分で、報告日が2021年6月30日までのルミネスバッジデータを使用しております。

なお、最小検出限界未満の線量を表す「検出せず」は、線量を0mSvとして計算しています。

[機関別年間水晶体等価線量の集計結果]

機関については、一般医療、歯科医療、獣医療、一般工業、

非破壊検査、研究教育の六つに分類しました。

2020年度における各機関の年間水晶体等価線量の人数分布を表1に示します。全集計対象者の年間水晶体等価線量の平均は0.643 mSvとなり、2019年度の0.615 mSvよりわずかに上昇しました。医療分野について見ますと、大多数を占める一般医療の集計対象人数は174,357名で平均は0.840 mSvでした。また、歯科医療は3,662名で0.032 mSv、獣医療は7,940名で0.033 mSvで、いずれの平均も一般医療の5%未満でした。

また、2020年度の年間水晶体等価線量限度である150 mSv を超えた方は3名で、いずれも一般医療の方でした。

図1は、機関別の年間水晶体等価線量の分布を示しています。 集計対象者のうち、全体の74.1%は年間を通して「検出せず」で した。一般医療の67.0%および非破壊検査の61.0%以外の機 関では90%以上が年間を通して「検出せず」でした。

図2は、過去5年における機関別の年間平均水晶体等価線量の推移を表したものです。一般医療が最も高く、次いで非破壊検査、これら2機関から大きく離れて一般工業、獣医療と歯科医療が同程度でそれに続き、研究教育が最も低くなりました。この順番は5年間変わっていません。

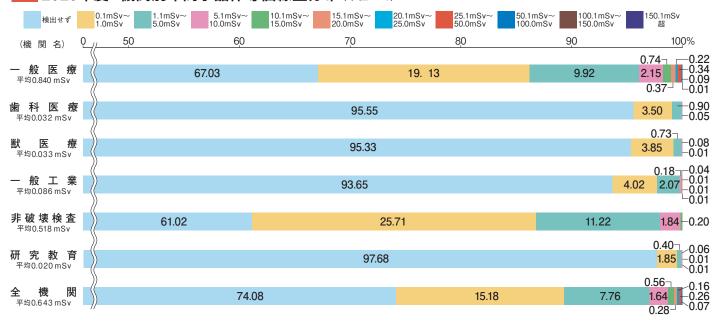
全機関の平均線量は2019年度まで下がり続けていましたが、2020年度は上昇に転じました。これは、獣医療と歯科医療以外の4機関で平均線量が増加したことによります。

また、獣医療と歯科医療の平均線量も2019年度と同程度であ

表1 2020年度 機関別年間水晶体等価線量人数分布(単位:人)

機関名	平均線量 (mSv)	検出せず	0.1 mSv~ 1.0 mSv	1.1 mSv~ 5.0 mSv	5.1 mSv~ 10.0 mSv	10.1 mSv~ 15.0 mSv	15.1 mSv~ 20.0 mSv	20.1 mSv~ 25.0 mSv	25.1 mSv~ 50.0 mSv	50.1 mSv~ 100.0 mSv	100.1 mSv~ 150.0 mSv	150.1 mSv ~	合計人数
一般医療	0.840	116,876	33,355	17,291	3,749	1,290	645	378	599	161	10	3	174,357
歯科医療	0.032	3,499	128	33	2	0	0	0	0	0	0	0	3,662
獣 医療	0.033	7,569	306	58	6	0	1	0	0	0	0	0	7,940
一般工業	0.086	25,827	1,108	571	51	11	4	2	3	0	0	0	27,577
非破壊検査	0.518	299	126	55	9	1	0	0	0	0	0	0	490
研究教育	0.020	18,563	351	76	11	1	0	0	2	0	0	0	19,004
全 機 関	0.643	172,633	35,374	18,084	3,828	1,303	650	380	604	161	10	3	233,030

図1 2020年度 機関別年間水晶体等価線量分布(単位:%)



頭頸部用ルミネスバッジ着用者数推移

り、平均線量を大幅に減少させた機関はありませんでした。

[職種別年間平均水晶体等価線量の集計結果]

図3は、職種別の年間平均水晶体等価線量です。また、それ ぞれの職種で頭頸部バッジ着用者と非着用者に分けて集計しま した。2020年度中に、1度でも頭頸部バッジを着用された方は 着用者として集計しています。

全平均の年間平均線量は、頭頸部バッジ着用者では集計対 象人数84.867名で1.51 mSvでした。頭頸部バッジ非着用者 では148.163名で0.15 mSvでしたので、その比はおよそ10倍 となりました。いずれの職種においても、頭頸部バッジ着用者 の年間平均線量が非着用者のそれよりも高く、その差は顕著 でした。

全ての職種の中で放射線技師は、頭頸部バッジ着用者、非着 用者のいずれの年間平均線量においても最大の職種となりました。

頭頸部バッジ着用者数推移

図4は、過去5年における機関別の頭頸部バッジの着用者数 の推移を表したものです。機関によって着用者数が大きく異なる ため、縦軸を対数目盛で表示しました。なお、歯科医療は着用

された方がごくわずかで、また非破壊検査はゼロでしたので表 示は割愛しました。

一般医療の着用者数は、表示期間中、増加し続けました。また、 それ以外の機関の2020年度の着用者数は、いずれも前年度を 上回りました。全機関における2020年度の前年度からの増加率 は23.3%となり、この4年間で最も高いものとなりました。

2021年4月1日より水晶体等価線量の線量限度が、これまで の150 mSv/年から100 mSv/5年かつ50 mSv/年へと、大幅に 引き下げられました。これを2020年度の集計結果に当てはめる と表1からも分かるように、単年度線量限度となる50 mSvを超 過した方が174名いらっしゃいました。また5年線量限度の1年 分となる20 mSvを超えた方は1.158人にも及びます。線量限度 超過のおそれのある方は防護メガネを着用した上で防護メガネ 内側の3 mm線量当量を測定し、より正確に水晶体等価線量を計 測することによって、被ばく線量を引き下げることが可能です。 弊社では、水晶体用線量計としてビジョンバッジをご用意してお りますので、この機会に是非ご検討くださいますようお願いいた (技術室)

図2 機関別年間平均水晶体等価線量推移

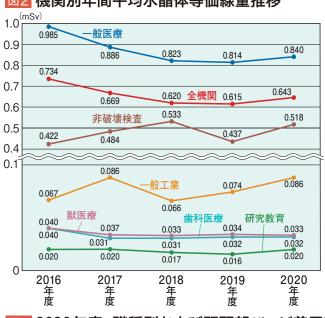


図4 機関別頭頸部バッジ着用者数推移

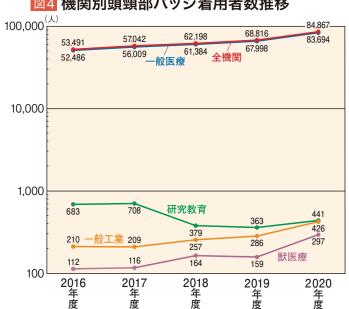
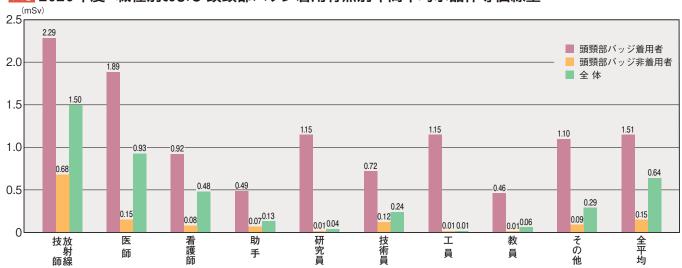


図3 2020年度 職種別および頭頸部バッジ着用有無別年間平均水晶体等価線量



お願い

登録内容の変更について

(お問い合わせ:お客様サポートセンター) Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

バッジのご着用者に変更が生じましたら、「登録 変更依頼書 | にご記入の上、FAXまたは電話にて早め にご連絡ください。その際、登録変更依頼書のお知ら せに記載しております締切日時までにご連絡いただきま すと、次回のバッジ発送分に反映できます。

締切日時を過ぎて、追加・取消のご連絡をいただいた 場合、追加のバッジは別便にてお送りいたしますが、取 消のバッジは発送されてしまいますのでご注意ください。 なお、バッジの追加や取消など、電話でご連絡いただ

く場合は、登録変更依頼書の左上に記載している事業 所番号をお教えください。ご依頼事項にスムーズに対応 できます。



お知らせ

第3回 日本放射線安全管理学会・ 日本保健物理学会合同大会(WEB開催)

大会長:柴 和弘、石森 有

本合同大会は、金沢市で開催予定でしたが、新型コロ ナウィルス感染症拡大防止の観点から、WEB開催となり ました。しかし、開催規模はなるべく会場開催と同じ規模 を考えています。ZOOM会場 (400名/会場) は4会場、ポ スター発表はZOOM機能のブレイクアウトルーム(30ルー ム)を使用し、120演題のポスター発表を予定しておりま す。詳しくは合同大会HP

(http://www.2021kanazawa.jrsm.jp/)をご覧ください。

◆開催日:

2021年12月1日(水)~3日(金)

◆参加費:

正会員7,000円、非正会員9,000円、学生会員1.000円

一般講演(口頭発表、ポスター発表)ほか招待講演、 合同シンポジウム等も企画しております。

◆連絡先:

金沢大学疾患モデル総合研究センター・

アイソトープ総合研究施設内

第3回日本放射線安全管理学会・

日本保健物理学会合同大会事務局

〒920-8640 石川県金沢市宝町13-1

E-mail: office@2021kanazawa.jrsm.jp

令和3年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会

第32回「高橋信次記念講演・ 古賀佑彦記念シンポジウム」の開催

◆プログラム

1. 教育講演

演題:個人線量管理の動向

2. 高橋信次記念講演

演題: 令和時代の医療安全管理体制とICRP

3. 古賀佑彦記念シンポジウム

テーマ「今後の線量管理に向けた取り組み」

- ①実務担当者として②個人線量計測定機関協議会として
- ③医師の立場から④看護師・診療放射線技師の立場から
- 4. 総合討論とまとめ
- **◆日 時**: 令和3年12月10日(金)13:00 ~16:30
- ◆場 所: オンライン開催 (講演内容は後日WEB配信)
- ◆参加費: 3.500円 (要旨集、発送送料含む)
- ◆申込方法:原則としてメールでお申し込みください。 FAXの場合は対応が遅れることがあります。また、確実に メールアドレスが読み取れるように記載をしてください。
- ◆申込先: 医療放射線防護連絡協議会 事務局

E-mai: jimusitu11@gmail.com

〒451-0041 愛知県名古屋市西区幅下1-5-17 大野ビル1階

Tel: 052-526-5100 Fax: 052-526-5101

HP: http://jarpm.kenkyuukai.jp

編集後記

当社の最寄駅の万博記 念公園駅から会社(つくば市)に向かう途 中のマンホールのフタに宇宙船と惑星が デザインされています。1985年につくば 科学万博があったから?と気になり調べた

ところ、つくば市のマンホールは「スペー

スシャトル」「地球」「筑波山」がデザイン されています。デザインマンホールは日本 各地に100種類以上もあるそうです。コロ ナ終息後、旅行に行けるようになったらご 当地マンホールを見て楽しもうと思います。

大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は 本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440

どより No.527 2021年〈11月号〉

長瀬ランダウア(株)ホームページ・E メ

https://www.nagase-landauer.co.jp

E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

毎月1日発行 発行部数: 41,700部

発 行 長瀬ランダウア株式会社 ₹300-2686 茨城県つくば市諏訪C22街区1 発行人 浅川 哲也

11月の 11 ッジデザイン

11月のラベルは「紅葉(もみじ)」です。紅葉と言えば広島のもみじ饅頭が有名で すが、饅頭以外にも「もみじの天ぷら」というお菓子をご存じですか?紅葉を1年間 塩漬けしてアクや葉脈を取り除いた後、塩抜きして揚げるそうです。これがカリっ とほろ甘でなんとも美味。この秋は見て食べて、紅葉をご堪能ください。