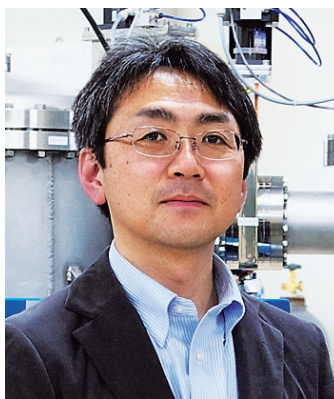


- トップコラム／山形大学 理学部 教授 高感度加速器質量分析センター
センター長、放射性同位元素実験室 放射線取扱主任者 門叶 冬樹
- 2019年度 実効線量の集計・機関別着用者数推移
- お知らせ／眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン
- 書籍紹介／放射線施設廃止の確認手順と放射能測定マニュアル

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
226



門叶 冬樹

放射性炭素 ^{14}C を用いた加速器質量分析(AMS)研究の新しい展開

放射性炭素年代法で知られる炭素14 (^{14}C)は、宇宙線によって大気中に生成され、二酸化炭素として光合成により植物に吸収される。5730年の半減期をもつ ^{14}C は試料に固定された後、経過時間とともに指数関数的に減少する。したがって試料中の ^{14}C 濃度を測定することで、炭素が試料に固定された年代、すなわち試料の形成年代『炭素14 (^{14}C)年代』を算出することができる。この特性を活かした年代測定法は放射性炭素年代測定法と呼ばれ、発見者のリビー博士はこの功績により、1960年にノーベル化学賞を受賞した。

大気中の ^{14}C は宇宙線(陽子)と窒素との相互作用を介して生成されるため、試料中の ^{14}C 濃度は地球磁場、太陽フレア、超新星爆発などに起因する宇宙線強度の変動に大きな影響を受ける。したがって、大気中の ^{14}C 濃度は変化せず一定であったという仮定のもとに得られるモデル年代値『 ^{14}C 年代』と、試料が形成された歴史上の年代である『暦年代』とは1対1に対応しない。そのため考古学・文化財試料の暦年代は、 ^{14}C 年代を国際的に定められた基礎データベース「暦年較正曲線」に照合し、統計的手法を用いて求められている。暦年較正曲線は定期的にデータベースが更新され、現在、海洋の占める面積比率や炭素循環システムが異なる北半球(IntCal13)と南半球(SHCal13)の較正曲線が用意されている。

放射性炭素年代測定法は、加速器質量分析(AMS)法の出現によりその利便性は向上し、測定精度は紀元前5000年までの試料に対して約30年程度が達成されている。しかし、地球に入射する宇宙線の変動により暦年が変化しても ^{14}C 年代がほとんど変化しない時期が存在するため、測定した ^{14}C 年代に対して幅広い暦年候補が得られ、 ^{14}C 年代から暦

年を較正することが困難となる時期が存在する。また、トルコ、イスラエル、日本産樹木の ^{14}C 年代に北半球や南半球の較正曲線から大きく乖離する年代範囲があることが報告されており、この場合、対象となる試料の正確な年代を得ることは困難となる。

近年、放射性炭素年代法が抱えるこれらの課題を一気に解決できる可能性を秘めた新しい科学的発見が名古屋大学の三宅グループによってなされた。三宅グループは屋久杉1年輪毎の ^{14}C 濃度分析から西暦775年と994年に突発的な宇宙線増加現象に起因する ^{14}C 濃度の異常上昇(^{14}C スパイク)を検出し、その成果をNature誌に発表した。この特異的な ^{14}C イベントは発見後すぐに『未知考古木試料を1年輪毎に分割して ^{14}C 年代を測定し、異常上昇のあった較正曲線の形状に照合する ^{14}C スパイク年代測定法』として新しい放射性炭素年代測定法に応用された。この発見以降、我々の発見した紀元前660年の年輪試料や紀元前3371年の年輪試料にも新たな ^{14}C スパイクが発見され、広い年代範囲における精度1年の ^{14}C スパイク年代測定法が現実味を帯びてきた。

^{14}C スパイクを用いた新しい放射性炭素年代法の研究は、 ^{14}C 濃度測定に特化したコンパクト型AMSシステムにより、飛躍的にその展開が期待できる。山形大学は2009年に国内の大学法人として初となる加速電圧0.5MVのコンパクト型AMSを導入し、現在 ^{14}C スパイク年代測定法の確立とその応用に向けた研究を進めている。

現在 ^{14}C のAMS分析による研究で注目されている研究分野に、医学・薬学や法医学分野での応用があげられる。例えば、微量のトレーサー元素 ^{14}C で標識した候補薬物を生体内に投与し、生体内の薬物動態を元素分析装置により高精度に分析する、マイクロドーズ臨床試験への応用が医薬品開発の有効手段として世界的に注目を集めており、我々も基礎試験を行った。また、歯のエナメル質の ^{14}C 濃度と核実験の影響を反映した大気中の急激な ^{14}C 濃度変動(Bomb曲線)の比較から、身元不明遺体の年齢推定を行い、法医学の実務レベルでの応用を進めている。

とかない ふゆき

(山形大学 理学部 教授 高感度加速器質量分析センター センター長、
放射性同位元素実験室 放射線取扱主任者)

プロフィール●1969年福島県会津若松市出身。1997年埼玉大学大学院理工学研究科修了。1997年科学技術振興事業団研究員、2000年山形大学理学部助手、2007年同大学理学部准教授、2012年同大学理学部教授、2011年同大学高感度加速器質量分析センター・センター長(兼務)、現在に至る。専門は、宇宙線、原子核実験。ガス検出器の開発や医療用検出器の開発に従事。理化学研究所の113番元素Nhの探索研究に参加。加速器質量分析(AMS)を用いた ^{14}C 極微量分析法による幅広い研究を展開中。

2019年度

実効線量の集

2019年度(2019年4月～2020年3月)の当社バッジサービスによる被ばく線量を集計しました。10月号に実効線量、11月号に眼の水晶体の等価線量、12月号に皮膚の等価線量の集計をシリーズで報告いたします。ルミネスバッジサービスによる実効線量を機関別・職種別・男女別に集計し、機関別については年間平均実効線量と着用者数の推移もまとめました。2019年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた228,667名の方を対象とし、実効線量について集計しました。実効線量の算出方法は、弊紙No.449からNo.451の特集に記載しています。当社ウェブサイトのバックナンバーからでも確認できますのでご覧ください。

実効線量の集計

[実効線量の集計対象]

集計には、2019年4月1日から2020年3月31日までの着用分で、報告日が2020年6月30日までのルミネスバッジのデータを使用しました。前年度(2018年度)の対象者は224,775名でしたので、1.7%ほど増加しました。

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

[機関別年間実効線量の集計結果]

機関を一般医療、歯科医療、獣医療、一般工業、非破壊検査

検査、研究教育の6つに分類し、実効線量を集計しました。

2019年度における各機関の年間実効線量の人数分布を表1に示します。年間実効線量の集計対象者全体平均は0.274mSvとなり、前年度の0.285mSvよりわずかですが低下しました。医療分野では、一般医療の集計人数は169,299名で平均線量は0.355mSv、歯科医療は3,542名で0.031mSv、獣医療は7,350名で0.032mSvとなりました。年間平均実効線量はどちらも一般医療の1割未満でした。

また、実効線量の年間線量限度である50mSvを超えた方は2名で、いずれも一般医療の方でした。

図1は、機関別の年間実効線量の分布を示しています。集計対象者のうち、全体の78.0%は年間を通して「検出せず」でした。機関別に「検出せず」の割合をみると、研究教育が97.5%で最も高く、非破壊検査が60.6%と最も低くなっています。

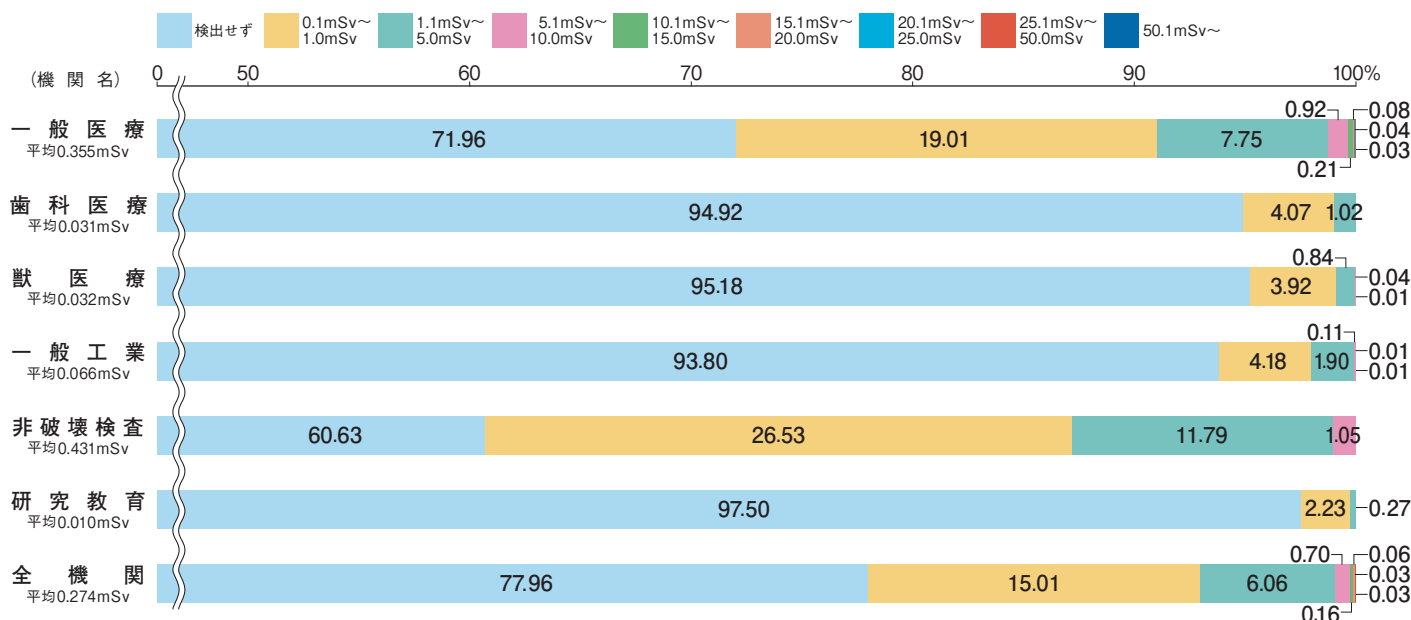
図2は、過去5年間における機関別の年間平均実効線量の推移を表したものです。前年度同様、非破壊検査の年間平均実効線量が最も高く、次いで一般医療、一般工業、獣医療、歯科医療、研究教育の順になりました。研究教育は5年間変わらず最も低く推移しました。

全機関の平均線量は5年間下がり続けました。これは一般医療の平均線量が毎年下がったためです。人数と年間平

表1 2019年度 機関別年間実効線量人数分布 (単位：人)

機 関 名	平均線量 (mSv)	検出せず	0.1mSv～ 1.0mSv	1.1mSv～ 5.0mSv	5.1mSv～ 10.0mSv	10.1mSv～ 15.0mSv	15.1mSv～ 20.0mSv	20.1mSv～ 25.0mSv	25.1mSv～ 50.0mSv	50.1mSv～	合計人数
一 般 医 療	0.355	121,820	32,183	13,127	1,558	362	129	62	56	2	169,299
歯 科 医 療	0.031	3,362	144	36	0	0	0	0	0	0	3,542
獣 医 療	0.032	6,996	288	62	3	0	0	1	0	0	7,350
一 般 工 業	0.066	25,049	1,116	507	29	2	1	0	2	0	26,706
非破壊検査	0.431	288	126	56	5	0	0	0	0	0	475
研 究 教 育	0.010	20,762	475	58	0	0	0	0	0	0	21,295
全 機 関	0.274	178,277	34,332	13,846	1,595	364	130	63	58	2	228,667

図1 2019年度 機関別年間実効線量分布 (単位：%)



機関別着用者数推移

均線量の積で求められる年間集団実効線量は、一般医療では60,157人・mSvとなり、全機関(62,689人・mSv)の約96%を占めるため、影響が大きいことによります。この割合は例年同程度です。

【職種別実効線量の集計結果】

図3は、職種別および男女別の年間平均実効線量です。放射線技師が男女とも最も高く、実効線量は男女合わせた平均で0.91mSvでした。また、全ての職種で男性の実効線量が女性より高くなりました。研究員の男性と女性の表示は同じ数値ですが、厳密には男性の方がわずかに上回っています。

全職種の男女別年間平均実効線量は、男性が集計対象人数137,090名で0.36mSv、女性が91,577名で0.14mSvでした。

機関別着用者数推移

図4は、過去5年間における機関別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。

2019年度の機関別着用者数は、2018年度と比較して、研究教育と非破壊検査以外の4つの機関で増加しました。全体の74%を占める一般医療の着用者数は、5年間増加し続けました。

*

この集計が、お客様の各事業所での放射線防護および放射線取扱作業改善の参考となり、被ばくの低減に多少なりともお役に立てば幸いです。(技術室)

図2 機関別年間平均実効線量推移

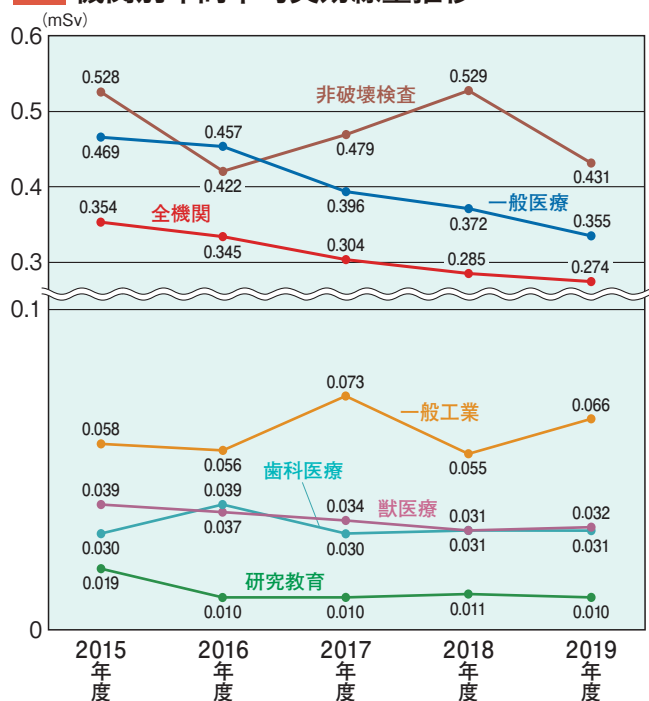


図4 機関別着用者数推移

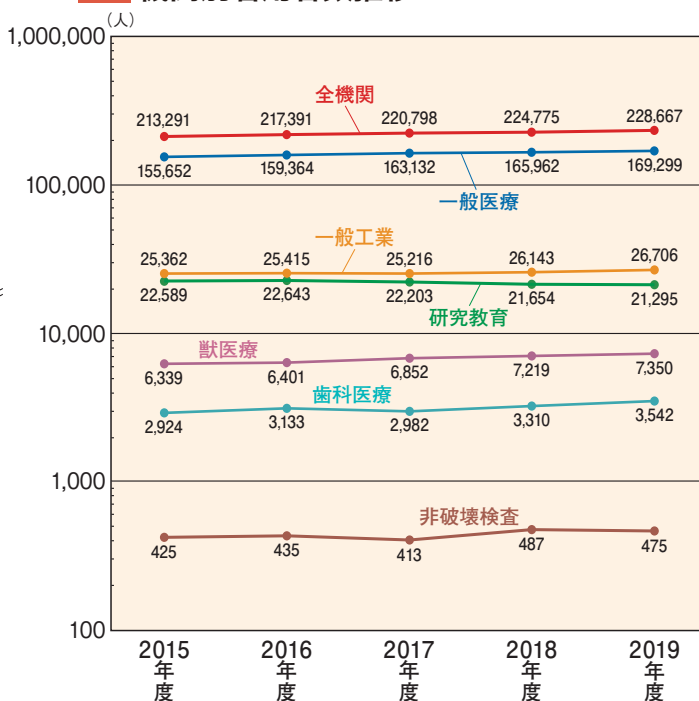
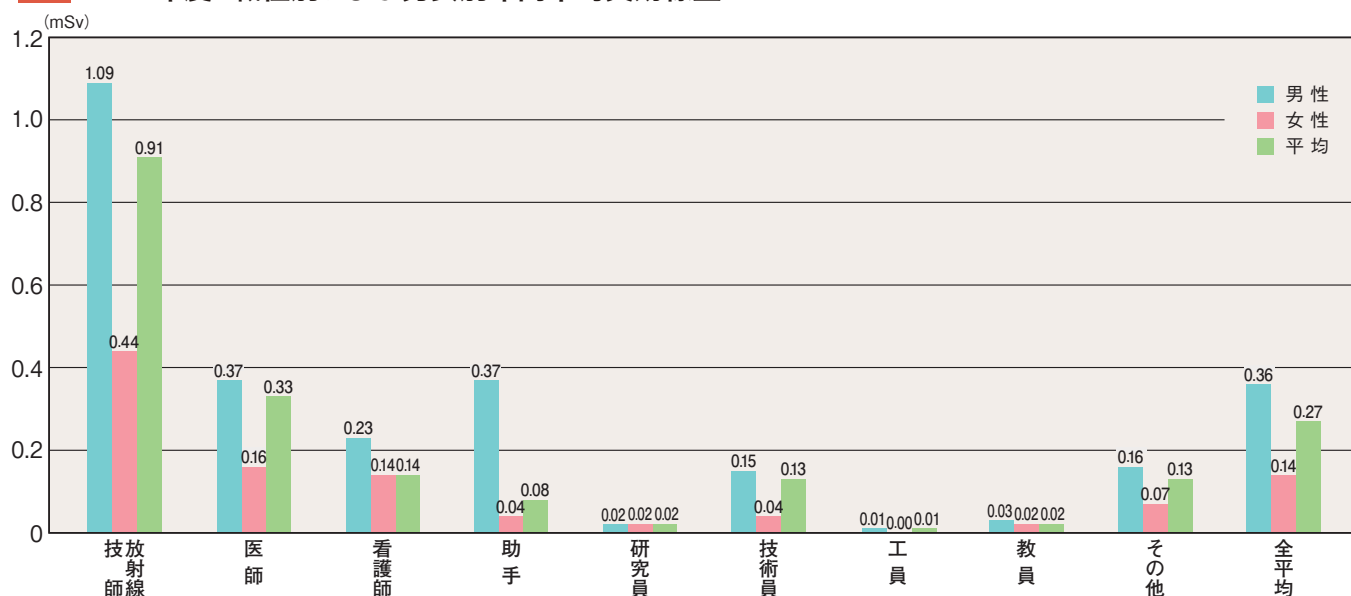


図3 2019年度 職種別および男女別年間平均実効線量



お知らせ

「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」

改正公布された「放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則」等が令和3年4月1日に施行されます。これにより、眼の水晶体の等価線量限度が150mSv/年から50mSv/年かつ100mSv/5年に引き下げられ、眼の近傍における3mm線量当量の測定が追加されます。

そこで、弊誌では2020年8月号 (No.512)と9月号

(No.513)の2回にわたって、藤田医科大学の横山須美先生に、法令改正を受けて追加される眼の水晶体の評価方法やその詳細を記したガイドラインについてご紹介いただきました。

この「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」は、日本保健物理学会ホームページよりダウンロードできます。

一般社団法人日本保健物理学会ホームページ

「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」に関する
公衆審査の結果ならびにガイドラインの制定について

<http://www.jhps.or.jp/cgi-bin/news/page.cgi?id=203>

改正法令の施行までにガイドラインをご確認いただき、眼の水晶体の適切な防護と線量評価にお役立てください。



放射線施設廃止の確認手順と 放射能測定マニュアル

新 法 令 対 応

(発行) 一般社団法人 日本放射線安全管理学会 (発行日) 2020年6月27日

放射線施設の廃止はRI規制法や関係法令に則って行わなければなりません。放射線施設が廃止されるとその施設は放射線施設ではなくなります。廃止を予定している施設管理者が、廃止に関して相談しようにもその経験者を探すことは困難です。廃止マニュアルが必要な所以です。

日本放射線安全管理学会より、2007年に「放射線施設の
確認手順と放射能測定マニュアル」が発行されました。その後、クリアランス制度、放射化物の取扱が法令に取り入れられました。本改訂マニュアルは、RI規制法の改正点を踏まえて、考え方や手順が見直されています。特に放射線発生装置使用施設に関して、重点的に検討が加えられています。

本改訂マニュアルの対象は、RI規制法に係わる放射線事業者です。事業所を廃止することになってから、事前評価、計画立案、測定並びに除染作業、廃棄物引渡し、廃止措置報告書までの廃止措置の全体スキームと留意すべき事柄について網羅されています。事業者や放射線取扱主任者、管理者が廃止措置作業について理解するために必携の一冊です。

放射線施設 廃止の確認手順と 放射能測定 マニュアル

一般社団法人
日本放射線安全管理学会
Japanese Society of Radiation Safety Management

- A4判/約160頁
- 定価：8,800円(税込)

Contents (抜粋)：

- * 廃止措置の手順
- * 非密封線源汚染の評価方法
- * 放射化物の評価方法
- * 測定機器の選定
- * 汚染除去及び解体撤去
- * RI廃棄物、放射化物、RIの廃棄方法
- * 安全管理について

お申し込み・お問い合わせは——
一般社団法人 日本放射線安全管理学会 事務局
Mail office@jrsm.jp Tel 080-5121-0456
URL <http://www.jrsm.jp/book/index.html>

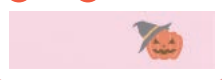


編集後記

新型コロナウイルスの影響で初めて「在宅勤務」を経験し、思いがけず3人の子供たちと過ごす時間が増えました。仕事をしてもお構いなしにはしゃぎまわり、色々なことを要求し、時に大泣きする子供たちにイライラが募り、心無い言葉

を発してしまう事もありましたが、「育児は育自だ」と自らを戒め、子供と正面から向き合えた時間でもありました。依然として暗いニュースが多い世の中ではありますが、いつもと違う環境が自身を成長させてくれることもあるのだと、感じられました。(T.T.)

10月のバジデザイン



ハロウィンと言えばカボチャのランタンを連想する方が多いのではないのでしょうか。ハロウィンのランタンは元々カブをくり抜いたもので作られていたそうです。アメリカにハロウィンが伝わった際、カブの生産量が少なかったため、収穫量の多いカボチャを代用したランタンが世界に広まったようです。

長瀬ランドウア(株)ホームページ・Eメール

<https://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■ 当社へのお問い合わせ、ご連絡は

本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8440
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.514
2020年(10月号)

毎月1日発行 発行部数：40,200部

発行 長瀬ランドウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諏訪 C22 街区 1
の場 洋明