

- トップコラム/富山大学 特別研究教授 近藤 隆
- 2018年度 実効線量の集計・機関別着用者数推移
- お願い/登録内容の変更について
- 製品紹介/〈microSTARii〉medical dosimetry system

ト
ツ
ブ
コ
ラ
ム
214



近藤 隆

人生いろいろ、細胞死もいろいろ

“放射線(一定線量以上の)にあたれば細胞は死ぬ”のは、当たり前の話とされていますが、“どうして、細胞は死ぬのか”については、実のところ未だに不明な点が多いのが現状です。放射線細胞死は“間期死”と“増殖死”に分類されてきました。増殖死は細胞増殖能の喪失であり、“細胞死”そのものを評価するものではありませんが、コロニー形成能による生存率の評価は特に放射線治療生物学上有用であり、今まで多くの研究指標として利用されてきましたし、今でも重要な放射線感受性の指標となっています。

生物学の基本現象である細胞死を説明する用語としてアポトーシスが用いられたのは、1972年に発表された総説(Kerr JF. *et al. Br J Cancer* 26:239,1972)以降であります。形態学的特徴を有し、かつ遺伝子制御された細胞死であるアポトーシスの研究は、分子生物学的研究手法の導入により急速に進んできました。現在、「アポトーシス」でPubMed検索を行うと39万件以上の論文がヒットし、「放射線」と「アポトーシス」で検索を行っても2万件以上がヒットします。最近では、放射線誘発オートファジー(厳密にはオートファジー様細胞死)の関与も報告されるようになってきました。さらに、アポトーシスとオートファジーの両者がバランスを取り細胞死を制御していることもわかってきました。また、「ネクロプトーシス」と称する遺伝子発現によって細胞自らが起こすネクロトーシス(壊死)も新たな細胞死として注目されていますので、ますます、放射線誘発細胞死の全貌の解明が重要となっています。

筆者は大学の放射線管理の業務も行いながら(神戸大学では、医学部のRI施設の新築後に、よもやの阪神・淡路大

震災に遭遇、“人生いろいろ”であることを経験)、主に放射線誘発細胞死とその化学的修飾の研究に従事してきました。放射線による癌細胞死の分子機構が明らかになれば、選択的な放射線増感剤の開発に貢献でき、治療成績の向上に貢献できるだけでなく、正常細胞の側に立てば放射線防護剤の開発に繋がると考えたからであります。実体はどうでしょうか?確かに胸腺や白血病由来細胞株を用いた場合は数Gyの照射後、数時間で十分なアポトーシスを起こします。一方で、固形癌の細胞では一般にアポトーシスを起こしにくく、早期アポトーシスは希で、アポトーシスを起こす場合でも、多くの線量と長い時間を必要とします。即ち、照射後の細胞死発現経過も多様で、分裂期崩壊や老化様増殖停止を経て、最終的にアポトーシスに至るものと思われれます。ヒト由来の最初の細胞株であり子宮頸がんからの分離されたHeLa細胞は放射線照射後、アポトーシスを極めて起こしにくい細胞の一つであります。しかし、放射線照射後に網羅的遺伝子解析を行うと、しっかりアポトーシスを起こすべくアポトーシス関連遺伝子発現は上向き調節され、抗アポトーシス関連遺伝子発現は下向き調節されていることがわかってきました。

最近の総説では、最終の細胞死の様式も12種類に分類されており(Galluzzi L. *et al. Cell Death Differ* 25:486, 2018)、まさに“細胞死もいろいろ”であります。この中には、まだ、放射線研究では報告されていない細胞死もあります。

低LET放射線の場合、間接作用は溶液中に生じた活性酸素種によるとされ、“増殖死”で評価した放射線の生物作用の約7割を占めることが報告されています。一方、アポトーシスを指標にした場合、その防護効果は、フリーラジカル除去剤と放射線によるOHラジカルとの反応速度では説明できないことが判ってきました。細胞死の指標が変わると、“増殖死”を指標とした研究成果に基づく今までの放射線生物学の考え方も変わるかもしれません。放射線誘発細胞死は、今後も目の離せない未踏の研究領域であります。

.....

こんどう たかし (富山大学 特別研究教授)

プロフィール●福井医大助手、米国NIH奨励研究員、神戸大学講師を経て、1997年より富山医科薬科大学教授。統合により、富山大学大学院医学薬学研究部教授、2015年より同大学学長補佐、2019年4月より同大学特別研究教授。神戸大学では、医学部放射線施設の放射線取扱主任者として、阪神・淡路大震災を経験。アポトーシスを指標とした放射線等の生物作用と治療応用の研究に従事。日本放射線影響学会賞等受賞。

2018年度 実効線量の集計

2018年度(2018年4月～2019年3月)の当社ルミネスバ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、実効線量や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。実効線量の算出方法につきましては、弊紙No.449からNo.451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。

実効線量の集計

[実効線量の集計対象]

2018年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた224,775名の方を対象とし、実効線量について集計しました。集計には、2018年4月1日から2019年3月31日までの着用分で、報告日が2019年6月30日までのルミネスバジデータを使用しました。前年度(2017年度)の対象者は220,798名でしたので、1.8%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、研究教育の6つに分類し、実効線量を集計しました。

2018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0.285mSvとなり、前年度の0.304mSv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165,962名で平均線量は0.372mSv、歯科医療は3,310名で0.031mSv、獣医療は7,219名で0.031mSvとなりました。年間実効線量はどちらも一般医療の1割以下でした。

また、実効線量の年間線量限度である50mSvを超えた方は4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77.9%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97.4%で最も高く、非破壊検査が61.6%と最も低くなっています。

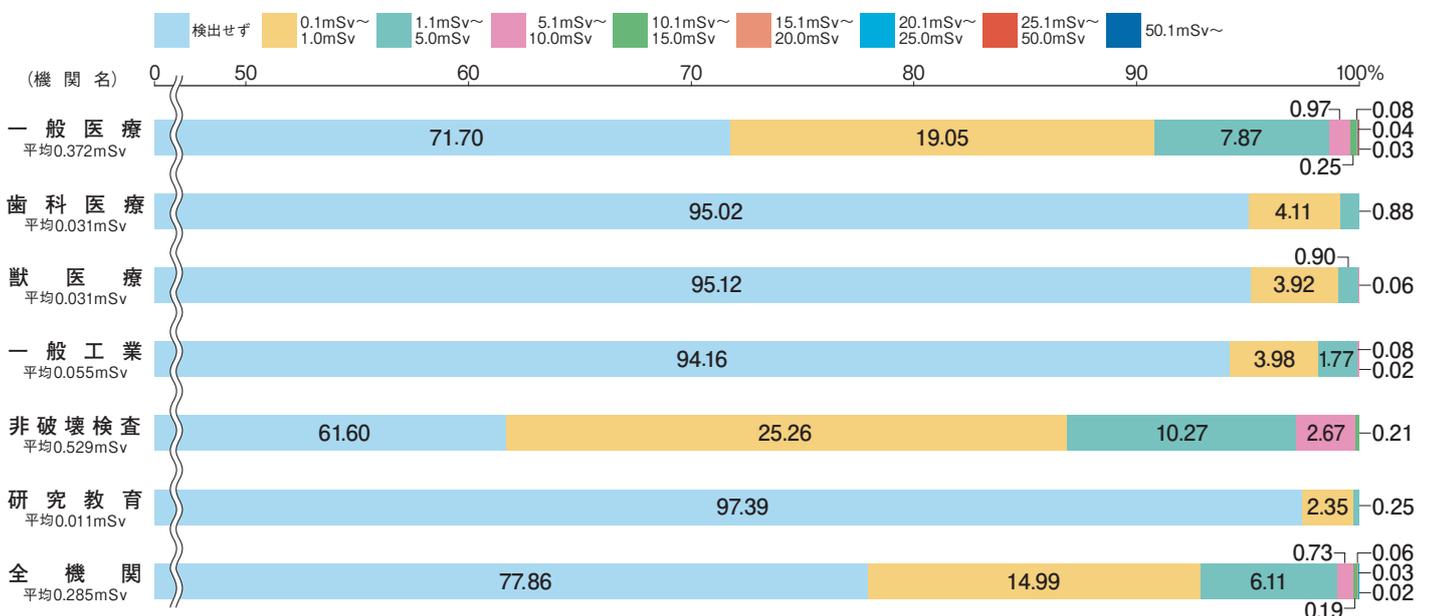
図2は、過去5年における機関別の年間平均実効線量の推移を表したものです。前年度同様、非破壊検査の年間平均実効線量が最も高く、次いで一般医療、一般工業、獣医療、歯科医療、研究教育の順になりました。なお、獣医療と歯科医療の表示は同じ数値ですが、厳密には獣医療の方がわずかに上回っています。研究教育は5年間最も低く推移しました。

全機関の平均線量は5年間下がりが続きました。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 2018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	0.372	118,990	31,608	13,061	1,613	423	141	69	53	4	165,962
歯科医療	0.031	3,145	136	29	0	0	0	0	0	0	3,310
獣医療	0.031	6,867	283	65	4	0	0	0	0	0	7,219
一般工業	0.055	24,616	1,040	463	20	4	0	0	0	0	26,143
非破壊検査	0.529	300	123	50	13	1	0	0	0	0	487
研究教育	0.011	21,089	509	55	1	0	0	0	0	0	21,654
全機関	0.285	175,007	33,699	13,723	1,651	428	141	69	53	4	224,775

図1 2018年度 機関別年間実効線量分布 (単位：%)



計 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61,738人・mSvとなり、全機関(64,061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0.95mSvでした。また、研究員を除く全ての職種で、男性の実効線量が女性より高くなりました。

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135,059名で0.38mSv、女性が89,716名で0.15mSvでした。

機関別着用者数推移

図2 機関別年間平均実効線量推移

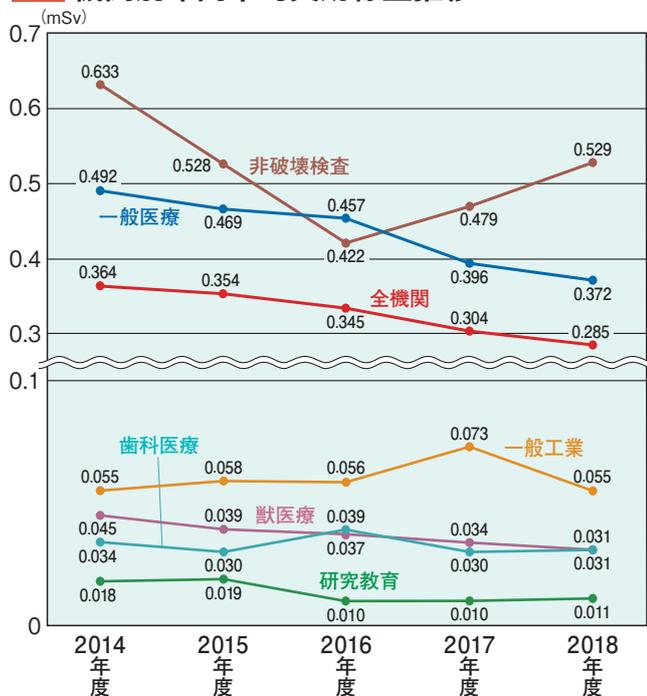


図4は、過去5年における機関別着用者数の推移を表したものです。実効線量の集計と同じく、当社の測定サービスを1回以上受けられた方を対象としました。機関によって着用者数が大きく異なるため、縦軸を対数目盛で表示しました。2018年度の機関別着用者数を2017年度のものと比較すると、研究教育以外のいずれの機関も増加しました。全体のおよそ4分の3を占める一般医療の着用者数は、5年間増加し続けました。

*

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4 機関別着用者数推移

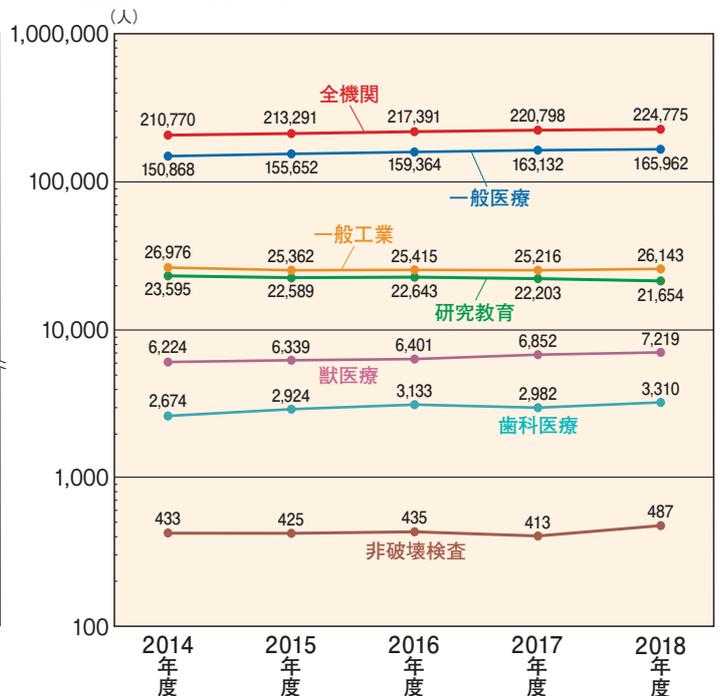
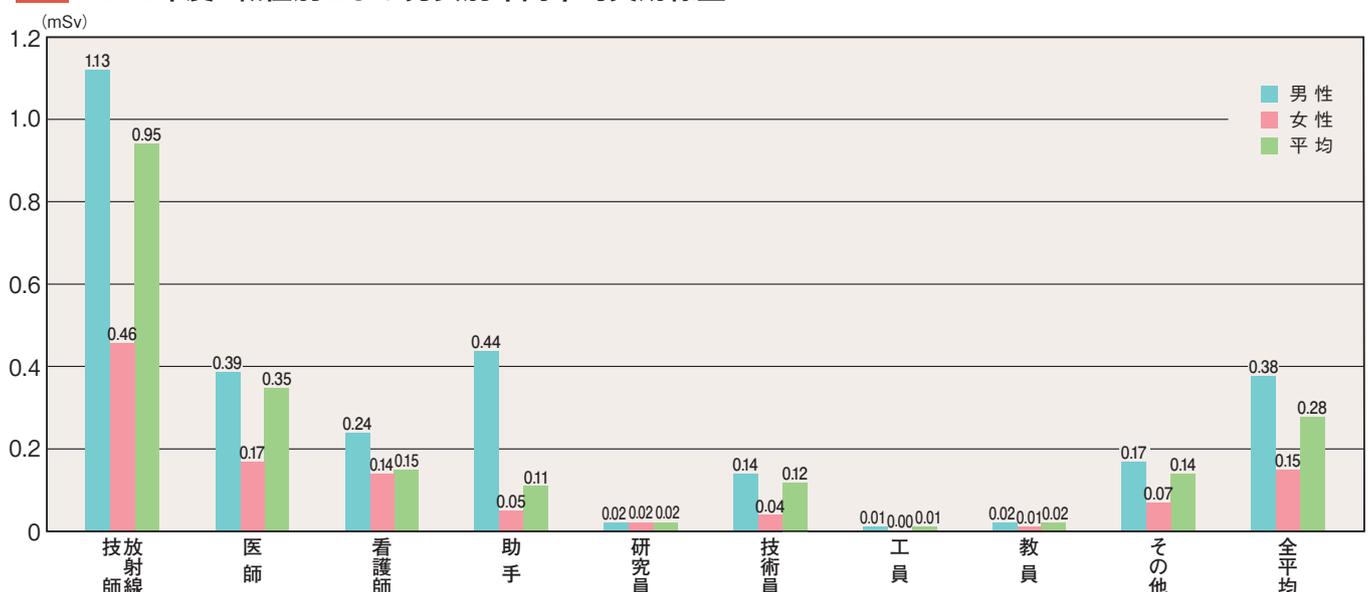


図3 2018年度 職種別および男女別年間平均実効線量



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ございましたら、「登録変更依頼書」にご記入の上、Fax(または電話)にてお早めにご連絡ください。その際、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させることができます。

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、お電話でいただく場合には、最初にお客様の事業所番号をお教えくださいますとお待ちいただくことなくスムーズにご依頼事項に対応できます。

製品紹介

microSTAR ii

medical dosimetry system

- ★ microSTARiiは、OSL (Optically Stimulated Luminescence) 技術を用いた線量計測定システムです。
- ★ nanoDot線量計を測定するために設計されたポータブルリーダーです。
- ★ 測定時に加熱や窒素ガスが必要なく、家庭用100V電源さえあれば、施設内外のどこにでも設置・測定が可能です。

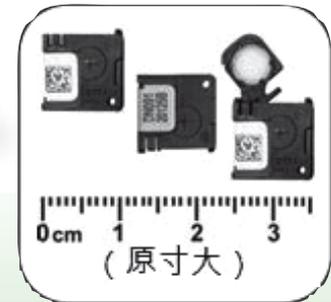


microSTARii本体



画像は商品イメージです。
実際の仕様とは異なります。

nanoDot線量計は、ルミネスバッジと同様の酸化アルミニウムを素子に用いています。X線画像に写らないため、放射線治療や診断時の患者線量の評価に適した最小のOSL線量計です。



nanoDot線量計

お問い合わせは営業課まで Tel. 029-839-3322

編集後記

秋と言えば様々な「〇〇の秋」がありますが、一番身近なものはやはり「食欲の秋」でしょうか。そう呼ばれている理由にはっきりとしたものはないようですが、旬を迎える食材が多いこともその理由の一つとされているようです。確かに果物一つとっても、「りんご、ぶどう、梨、柿、栗」と数多くの食材が思い浮かびます。その

他としては、日照時間の減少によるセロトニン分泌量の減少や、気温低下に伴う基礎代謝の変化による食欲の増加という理由もあるとのこと。「食欲の秋」と呼ばれているにはそれなりの理由があるようです。

また、旬の食材は味も栄養価も他の季節に比べ良くなっているということは知られています。つい食べ過ぎてしまわないよう、気を付けたいと思います。(S.I.)

長瀬ランダウア(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.502
2019年(10月号)

毎月1日発行 発行部数: 39,400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
的場 洋明