ナガセランダウア
NLだより
11
No.503
2019年11月発行

●トップコラム／国立研究開発法人量子科学技術研究機構
専門業務員　初川 雄一
●2018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／クリップのご依頼について
●お知らせ／第2回 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会
日本放射線安全管理学会第18回学術大会
日本保健物理学会第52回研究発表会
●お知らせ／令和元年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会
第30回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催

トップコラム 215

初川 雄一

Tc-99m/SPECTに代わるTc同位体を利用したコンプトンカメラによる新たな核医学診断法の開発

Tc-99mは、検出しやすい140keVのガンマ線と6時間の半減期という優れた核特性ゆえに核医学診断に最も多用されている医学利用RIである。これまで30種類以上の標識化合物が開発され、様々な核医学診断に用いられており、日本においても年間90万件の診断に用いられている。さらに親核のMo-99との放射平衡を利用したMo-99/Tc-99mジェネレーターが米国・ブルックヘブン国立研究所で開発されたことにより、6時間の半減期のRIを2.7日の半減期で利用できるようになり、その利便性は増した。また数ミリメートルの細い鉛コリメータを利用したSPECT（Single Photon Emission Computed Tomography（単一光子放射断層撮影））検出器によりシングルガンマ線核種であるが、高い位置分解能でTc-99mを検出することが出来るようになり、その有用性は大きくなっている。Mo-99は高濃縮ウランの原子炉中性子による核分裂によって製造されているが、原子炉の老朽化により近年その安定供給に大きな問題が生じている（Nature 460、312-313（2009）、Nature 504、202-204（2013））。

そこで日本、米国、カナダを中心にいくつかのTc-99mの代替製法の研究が進められている（J.Phys.Soc.Jpn. 82, 064201（2013）等）。このような状況下で我々は、Tc-99m以外のテクネチウム同位体をトレーサー利用することにより、新たな核医学診断法を開発する発想を得た（Heliyon 4（2018）e00497）。この研究ではTc-99mよりやや長い半減期を持つTc-95（$T_{1/2}$=20 h；E_γ=765 keV）、Tc-96（$T_{1/2}$=4.2 d；E_γ=778, 812, 849 keV）をトレーサーとして利用することによりTc-99mの代替となることを示した。また、現在の全世界で使用されているTc-99mに相当する量のTc-95、Tc-96は、200台のコンパクトサイクロトロンによる陽子ビーム照射で製造することが可能であることを示した。現在PET用のコンパクトサイクロトロンが国内に200台程あることを考慮すると世界需要を満たすためには、十分現実的な台数であるといえる。しかし、このTc-95、Tc-96の放出ガンマ線は、700keV程度の高いエネルギーを有しているため、SPECTでの観測に際しては鉛コリメータを利用することにより高い位置分解能を実現しているが、より高エネルギーのガンマ線では遮蔽が十分でなくなり、十分な位置分解能を得ることが困難になる。

そこで筆者らは、天体物理学用に開発されたコンプトンカメラを医療応用することに着目した。コンプトンカメラはガンマ線のコンプトン散乱を測定することから当該ガンマ線の飛来方向を導出するもので、コリメータを使用することなく位置分解能を得ることが出来る。本研究では京都大学で開発されている電子追跡コンプトンカメラ（ETCC: Electron Tracking Compton Camera）（Sci. Rep. 2017;7: 41511）を検出器とし、Tc-95、Tc-96をトレーサーとして新たな核医学診断法の開発を目指している。テクネチウム同位体をトレーサーとして利用できるので、すでに臨床で利用されている30種以上の標識化合物がそのまま利用が可能である。さらにTc-95、Tc-96はTc-99mより長い半減期を有するため、抗原抗体反応を利用する分子標的治療研究のトレーサーとして利用できることが期待される。予備的な実験としてTc-95m（$T_{1/2}$=60 d）をトレーサーとしてETCC撮像実験を行い、Tc-95mから放出される204, 582, 835keVの3本のガンマ線の撮像に成功した。（PLOS ONE 13（12）: e0208909（2018））この結果、582, 835keVのガンマ線では良好な画像が得られた。

これによりTc-95、Tc-96をトレーサーとし、ETCCを検出装置として用いる方法は、Tc-99m/SPECT法に代わる新しい核医学診断法になりうることを示すことが出来た。現在、巻頭で紹介したようなTc-99mの供給危機は、低濃縮ウランの核分裂によるMo-99の製造により一応の落ち着きを見せているが、将来的に多くの人口を抱える発展途上国への拡大する需要に応えるための一つの解決策となることが期待される。

はつかわ ゆういち（国立研究開発法人量子科学技術研究機構 専門業務員）

プロフィール●1957年東京生まれ。東京都立大学理学部化学科、同大学院修了。理学博士。東京大学原子核研究所を経て日本原子力研究所入所。組織改編に伴い原子力機構、量研機構にて主任研究員、上席研究員。平成30年定年退職後現職。平成15年「多重ガンマ線検出法を用いた高感度元素定量法の開発」にて日本原子力学会技術賞受賞。

2018年度　眼の水晶体の等価線量の集計

2018年度（2018年4月～2019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］

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、水晶体等価線量について集計しました。対象期間は、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6つに分類しました。

2018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0.620mSvとなり、前年度の0.669mSvより低下しました。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165,962名で平均は0.823mSvでした。また、歯科医療は3,310名で0.031mSv、獣医療は7,219名で0.033mSvで、いずれの平均も一般医療の5%未満でした。

また、年間の水晶体等価線量限度である150mSv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75.1%は年間を通して「検出せず」でした。一般医療の68.0%および非破壊検査の61.6%以外の機関では90%以上が年間を通して「検出せず」でした。

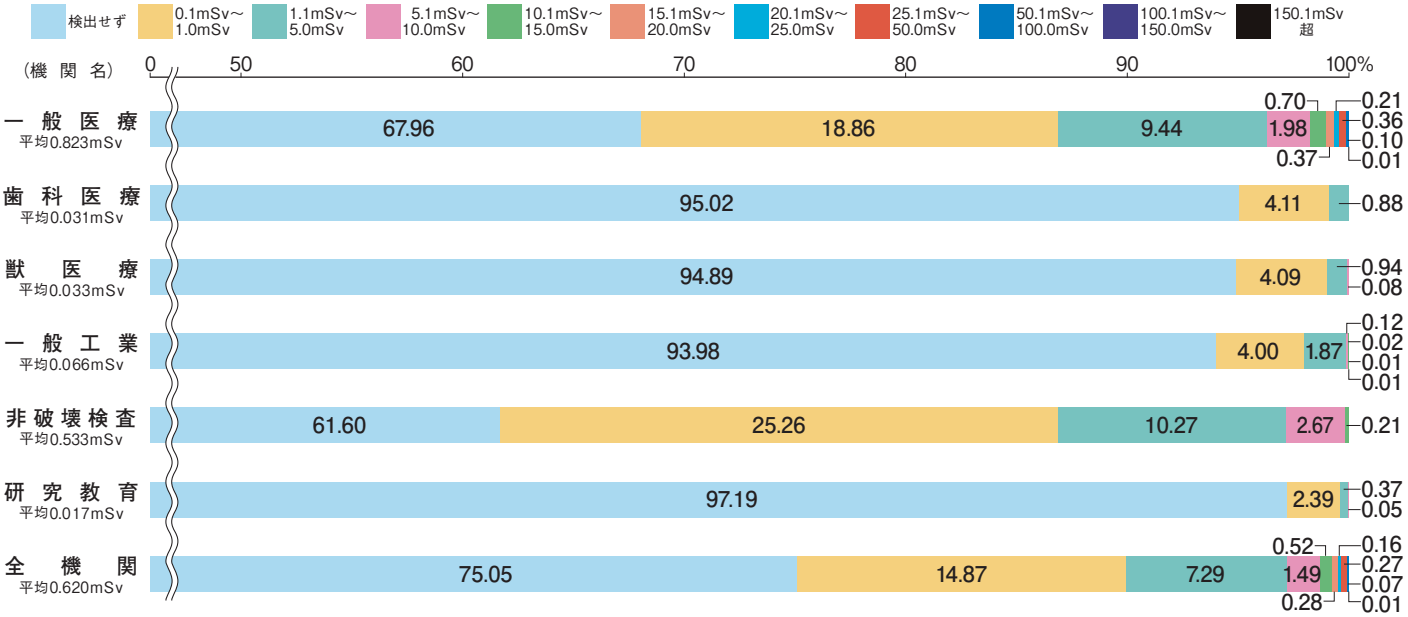
図2は、過去5年における機関別の年間平均水晶体等価線量の推移を表したものです。一般医療が最も高く、次いで非破壊検査、これら二つから大きく離れて一般工業、獣医療と歯科医療が同程度でそれに続き、研究教育が最も低くなりました。この順番は直近の3年間同様です。

全機関の平均線量は5年間下がり続けました。これは一

表1　2018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	0.1mSv～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～100.0mSv	100.1mSv～150.0mSv	150.1mSv～	合計人数
一般医療	0.823	112,781	31,305	15,671	3,286	1,164	621	351	605	160	16	2	165,962
歯科医療	0.031	3,145	136	29	0	0	0	0	0	0	0	0	3,310
獣医療	0.033	6,850	295	68	6	0	0	0	0	0	0	0	7,219
一般工業	0.066	24,569	1,046	488	31	4	2	1	2	0	0	0	26,143
非破壊検査	0.533	300	123	50	13	1	0	0	0	0	0	0	487
研究教育	0.017	21,046	518	80	10	0	0	0	0	0	0	0	21,654
全機関	0.620	168,691	33,423	16,386	3,346	1,169	623	352	607	160	16	2	224,775

図1　2018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

般医療の平均線量が毎年下がったためです。人数と年間平均線量の積で求められる年間集団等価線量は、一般医療では136,587人･mSvとなり、全機関（139,361人･mSv）の約98％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。2018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62,198名で1.79mSvでした。頭頸部バッジ非着用者では162,577名で0.17mSvでしたので、その線量比はおよそ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、縦軸は対数目盛で表示しました。なお、歯科医療と非破壊検査は着用された方がごくわずか、もしくはゼロでしたので表示は割愛しました。

着用者数を前年度と比べると、研究教育では減少しましたが、それ以外の機関はいずれも増加しました。全機関における前年度からの増加率は9.0％でした。2018年度はこの4年間で最も高い増加率となりました。

＊

防護衣の着用などで頭頸部の被ばく量が体幹部より高くなる場合、胸部または腹部のバッジのみ着用の均等被ばくとして水晶体等価線量を評価すると過小評価になります。水晶体等価線量をより正しく測定するために、頭頸部バッジも是非ご活用ください。　（技術室）

図2 機関別年間平均水晶体等価線量推移

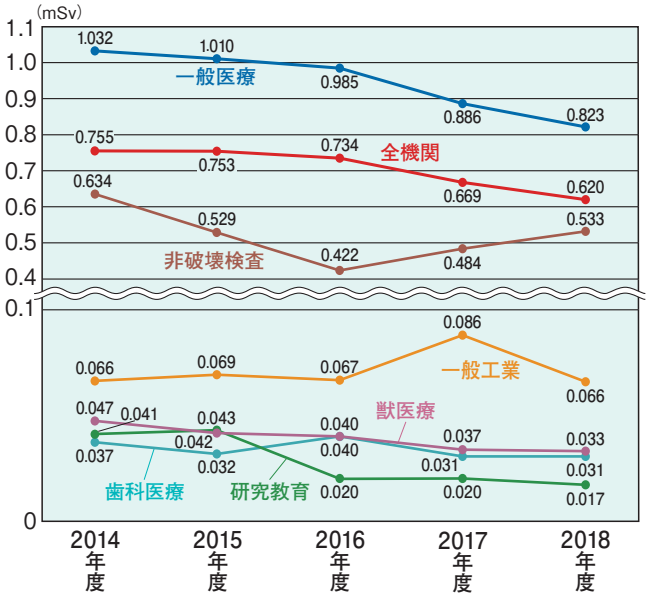


図4 機関別頭頸部バッジ着用者数推移

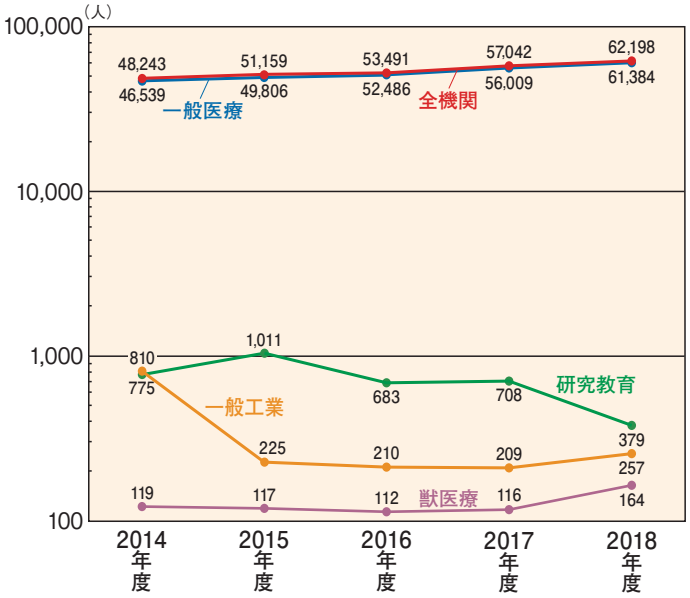
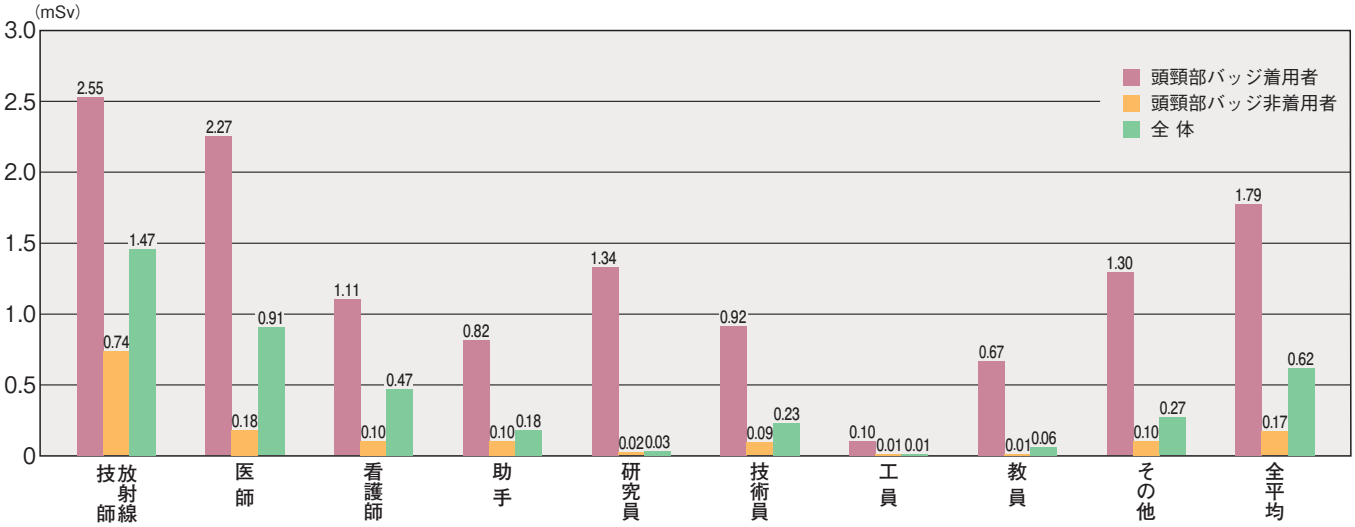


図3 2018年度　職種別および頭頸部バッジ着用有無別年間平均水晶体等価線量



お願い　クリップのご依頼について

〔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

バッジのご着用にあたり、クリップが必要になります。クリップは消耗品ですので、長い間お使いいただきますと、壊れる可能性も高くなります。もし壊れてしまった場合には、無償でお送りいたしますので、FAXまたはお電話等でご依頼ください。

また、バッジと共にお送りしております「登録変更依頼書」に“クリップが破損したので送ってください。”や“クリップを多めに送ってください。”と個数が書かれていない場合が多々ございます。お送りする個数がわかりませんので、その際は、必ず希望個数をお知らせください。

なお、バッジの追加時にクリップが必要な場合も同様にご連絡くださいますようお願いいたします。

お知らせ

第2回 日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会

日本放射線安全管理学会 第18回学術大会 日本保健物理学会第52回研究発表会

大会長：渡部浩司、吉田浩子

令和初めての日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会を以下の日程で仙台市で開催いたします。

本大会は、2017年の第1回大分大会に続いての合同大会となります。第1回大会では、放射線防護学、保健物理学・放射線管理に関する様々な研究者・技術者・実務家の皆様が一堂に会して活発な議論を展開することができ、実り多い大会となりました。

これを踏まえて第2回の仙台大会では両学会の学術交流をさらに深めるとともに、12月4日にはYoung Generation Networkの国際ワークショップを開催するなど新しい試みにチャレンジします。

奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

◆会　期：2019年12月4日（水）～12月7日（土）
◆会　場：東北大学青葉山新キャンパス
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1
※詳細は大会ホームページをご覧ください。
http://www.2019sendai.jrsm.jp/

令和元年度 医療放射線防護連絡協議会年次大会

第30回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」の開催

日　時：令和元年12月13日（金）10:00～16:30
場　所：島津ビル イベントホール（東京都千代田区神田錦町1-3）
プログラム　10:00～16:30
1.開催挨拶　佐々木康人（当協議会会長）
2.教育講演　10:10～11:00
「医療分野における実用量と防護量〈X線診断領域を中心に〉」
黒澤 忠弘（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
3.高橋信次記念講演　11:00～12:00
「医療放射線防護の今昔と未来」
菊地 透（当協議会総務理事）
4.古賀佑彦記念シンポジウム　13:15～15:00
「医療放射線防護の課題と今後の対応」（講師等打診中）
5.総合討論　15:15～16:25
「医療放射線防護の今後の発展に向けた提言」
◆**参 加 費**：5,000円
◆**申込方法**：FAXまたはEメールでお申し込みください。
申 込 先：医療放射線防護連絡協議会 事務局
〒451-0041 愛知県名古屋市西区幅下1-5-17 大野ビル1階
Fax：052-526-5101　Tel：052-526-5100
E-mail：jimusitu@jarpm.net
HP：http://jarpm.kenkyuukai.jp

編集後記

10月のハロウィンと12月のクリスマスに挟まれた11月はイベントが何もない…、なんて聞きますが、いえいえ、お酒が好きな私にとって11月と言えば、ボジョレー・ヌーボー。ボジョレー・ヌーボーはその年に収穫されたぶどうを醸造するフレッシュワインです。ワインの好みは人それぞれ。私は熟した渋いものよりも若くてさわやかな方が好き。あくまで、ワインのことですよ…（笑）。

解禁日は毎年11月の第3木曜日と決まっていて、日本は本国フランスより早く解禁日を迎えることで有名なため毎年ニュースになりますね。とは言え、解禁日の午前0時に「さぁ！飲むぞ！」とまでには至りませんが、さてさて、今年のぶどうの出来は如何でしょうか？私も自分なりのうんちく語って楽しみます。　（M.I.）

長瀬ランダウア㈱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.503
2019年〈11月号〉
毎月1日発行　発行部数：40,200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　的場 洋明