

- トップコラム／東京農工大学工学部 名誉教授・特任教授 朝倉 哲郎
- 小型OSL線量計nanoDotの特徴と将来展望／〔シリーズ3〕
医療X線に対する防護研究
- 報告書の見方／〔その1〕
- お願い／報告書の保管について
- お知らせ／平成29年度 放射線安全取扱部会年次大会
(第58回放射線管理研修会)
- ちょっと知っ得／言葉の違い

ト
ツ
プ
コ
ラ
ム
188



朝倉 哲郎

絹で創る人工血管

絹は、振袖・イブニングドレスとして、優美、豪華、華麗といった表現がぴったりする“繊維の女王”です。一方、外科医の世界では、手術用縫合糸として、長年にわたり体内に埋め込まれて使われてきています。

学生時代、核磁気共鳴NMRを用いて高分子の構造解析を行っていた筆者が、絹の研究を行うようになったのは全くの偶然でした。博士課程の院生の頃、NMR学会では、生きた生物や植物を直接NMRで測定する試みが発表され、毎年、学会の要旨集を開けるのが大きな楽しみでした。“ごみを極力無くして測定する”という、これまでの溶液NMR測定の対極でした。直径が1cmのNMRガラス管に、絹を吐く直前の蚕は、ぴったりと収まります。是非、生きた蚕を測定したいと思うようになりました。その後、絹研究の長い歴史を持つ東京農工大学に奉職、ただちに、生きた蚕の測定を始めました。これが絹との出会いです。絹研究を開始早々わかったことは、詳細な構造が殆どわかっていないことでした。

蚕は、体内の水に溶けた絹から、いとも簡単に高強度繊維を創り出します。人類は、現在、環境に優しい条件下では、それを再現できていません。蚕体内の絹は特殊な構造を有するからです。そこで、NMRを用いて繊維化前の構造や繊維化の機構の解明を開始、国際会議で途中経過を発表してきました。すると、多くの研究者が興味を持ち、活発な国際共同研究に発展するとともに、大型プロジェクトにも次々に採用されるようになりました。最終的に、20年かかって、その構造が解明できた時は、うれしくて1週間、ほとんど眠れませんでした。当時、私はもちろん、学生や研究員のスタッフは、この解明に向けて一丸となっていました。研究者冥利につきるとは、このことかと思いました。

さて、今日の高齢化社会、生活習慣病の増加を反映して、再生医療を担う優れた材料の開発研究は極めて重要です。その中、人工血管に着目しますと、現在の臨床の現場で用いられる材料は主に合成繊維であり、作製された内径6mm以上の人工血管の開存率(血管が閉塞しない割合)や耐久性は、ほぼ満足できる状況にあります。一方、需要の高い冠動脈バイパスや下肢バイパスのように内径6mm未満の小口径人工血管は、これらの材料では高い頻度で血栓が生成され、現在、実質的に使用できる人工血管は市販されていません。世界中の多くの研究者が、長い年月をかけ、多額の研究費を使って開発研究をしてきましたが、未だ成功していません。そこで、蓄積してきた研究成果を背景に、もともと人体と相性の良い絹で小口径人工血管の開発を開始しました。開始早々、小口径絹人工血管はラットに移植すると高い開存率を示すとともに、驚いたことに、体内で徐々に分解、自身の血管に置き換わる“リモデリング”が起こることがわかりました。さらに、より人工血管に適するようにアミノ酸配列を変えた“トランスジェニック絹”を、蚕に生産させることもできるようになりました。

絹人工血管の開発は、今も続いています。研究室の学生とスタッフの他に、血管外科・循環器内科の臨床医、獣医、繊維メーカーの技術者、蚕や絹の専門家など、多くの分野の専門家が関わっています。毎月一度は、開発に関わるメンバーが集まり、得られた結果と今後の研究計画に関して、4～5時間にわたって徹底的に議論をしてきました。筆者の専門は、NMR構造解析であり、動物移植評価実験を併用して行う本開発は、全くの専門外の開発です。各々の専門分野の方々との共同研究なくしては全く進展しません。いつも、感謝しています。

この10年間、毎年、小口径絹人工血管についてたびたびマスコミなどから取材を受け、またテレビにも出演しています。放映後は、多くの方から問い合わせがあります。いかに多くの方が切に小口径人工血管を待っているかがわかります。開発に向けて全力を尽くす所存ですが、ぜひ、人工血管の製造メーカーにも参加いただき、市販にもっていきたく切に思っています。

あさくら てつお (東京農工大学工学部 名誉教授・特任教授)

プロフィール●1949年神奈川県小田原市生まれ。1977年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了。工学博士。1980年日本大学松戸歯学部理工学教室助手、1981年東京農工大学工学部助教授、教授を経て、2015年退職。現在に至る。同大学科学博物館館長や日本核磁気共鳴学会会長等を歴任。繊維学会賞、高分子学会賞等受賞多数。現在、科研費で小口径絹人工血管の開発や内閣府インパクトプロジェクトで、高強度・高弾性クモ糸絹繊維の作製とNMR構造解析等を推進中。

小型OSL線量計nanoDotの特徴と将来展望

(シリーズ3) 医療X線に対する防護研究

徳島大学 大学院医歯学薬学研究部 助教 林 裕晃



医療現場ではX線による透視画像や断面画像が積極的に使われており、スピーディーかつ正確な診療を支えています。その反面、日本の医療被ばくが突出して高いことが問題となっており、医療に使用されるX線の最適化や防護研究の必要性が高まっています。本稿では、長瀬ランダウア社より販売されている小型OSL線量計 nanoDot を用いた防護研究の一例を紹介します。

nanoDotは個人被ばく線量計の“ルミネスバッジ”と同じ素子(検出器)で構成されていますが、よりシンプルな構造です。我々は診断用X線という低エネルギー領域に限定した用途に着目し、nanoDotの特徴を生かしたオリジナルの研究ができないかと考え、長瀬ランダウア社および大学病院と連携して、共同研究を推進しています。

nanoDotの特徴のひとつは、X線の吸収効率が低いことです。この特徴のおかげで、医用画像に影響を与えずに実臨床条件でも被ばく線量測定ができます。図1は、ファントムによるデモンストレーション実験の様子です。表面に多数の

●CT撮影の例



図1 新生児ファントムを用いたCT検査における被ばく線量測定例

nanoDotを添付し、胸腹部領域のコンピュータ断層撮影(CTスキャン)を行っています。図1右下のCT画像は、胸部における断面画像で、上部にnanoDotがわずかに写っている事がわかります。実際の検査では、衣服や心電図同期のための電極などが体表近傍に存在し、nanoDotはそれらに紛れてしまいます。着目すべき点は、表面にnanoDotを配置しても診断部位(内部)に悪影響を及ぼしていないことです。このことは、医用画像の取得(検査)と被ばく線量管理を同時に行うことができることを意味しており、新しい被ばく線量管理手法を提案できる可能性を秘めています。図1

右上のグラフは線量分布を可視化したものです。X線が照射されている部位(胸腹部)に加えて、頭や四肢などの散乱X線に起因する被ばく線量も測定できていることがわかります。水晶体や生殖器などの放射線感受性の高い組織の被ばく線量を実測できるのは強みです。

もう一例、被ばく線量測定例を示しましょう。図2は、新生児に対する単純X線撮影における介助者の被ばく線量を測定し、部位ごとに可視化したものです。防護衣(鉛エプロン)を着ることで、適切にX線を遮蔽できていることがわかります。nanoDotは低い線量まで測定することができるた

●一般撮影の例



図2 新生児に対する単純X線撮影における介助者被ばくの測定例

め、図2だけを見ると手首の被ばくが高く感じられるかもしれませんが、実際の線量は非常に低く、問題になりません。防護衣の着用によって、生殖腺などの重要な組織に対する被ばくを低く抑えることができることがお分かりいただけると思います。新生児を固定(介助)する方法には、図2に示したように人が行う従来法のほかにも専用の固定具を使う方法などが知られています。介助者の被ばくを適切に測定し、評価することで、人による補助という選択肢を完全に排除せず、介助者になり得る医療スタッフや親が状況に応じて適切な方法を選べるようにしたいと考えています。

本稿では、nanoDotを用いて、医療現場において被ばく線量測定が行える可能性やその波及効果を示しました。医療装置は日進月歩で発展していますが、被ばく線量の測定技術も向上しています。「日本の医療被ばくが極端に少なくなった」という論文やニュースが出る日を夢見て、さまざまな技術開発をしたいと思っています。また、本稿を読んで興味をもたれた方々との共同研究への発展も期待しておりますので、いつでも連絡をいただければ幸いです。

報告書の見方

(その1)

外部被ばく線量測定報告書は、当該期間の測定値だけではなく、測定値から算出した算定値および過去の被ばく線量値の集計値等、関係法令で求められている項目を記載した重要な書類です。

クイクセルバッジからルミネスバッジへの切り替えに伴いまして報告書の見直しを行いましたので、今月号から2回にわたり報告書の変更点と見方について説明いたします。

1. 主な変更点について

今回の見直しにあたり、より見やすく、分かりやすいの観点に基づいて次の箇所に変えています。

- ① 報告書および裏面の記載内容説明において、ベースの色を茶色系から桃色系へ、また全体の文字フォントをより大きく読みやすいものに変更しています。
- ② 報告書の項目において、ノートを注記に変更し、現行法令という言葉を実効線量・等価線量の欄の上に、また、2001年3月までの法令という言葉を集積開始年月日および旧累計の欄の上に追記しています。
- ③ 記載内容において、男女の性別をM、Fから男、女に、バッジの着用部位を番号表示から具体的な胸部、腹部、頭頸部、右手指等の記載に、さらにエネルギーをL、Hから低、高に変更しています。
- ④ 記載内容欄において、個人および着用バッジ情報、当該期間の測定値、実効線量・等価線量の算定値および旧法令における集計値の4つの内容の区別を明確にするために表の四隅の角に丸みを付けています。

2. 当該期間の測定値について

申込みされたバッジタイプによる測定対象の放射線種毎の着用期間の被ばく線量および法令で求められている積算期間(四半期計、単年度計)の積算値を記載しています。

① 放射線の種類

- ・**X・γ線**…X線とγ線は電波、紫外線等と同様の電磁波の一種で、特性は同じですが発生方法により区別されています。この項目はX・γ線による被ばく線量を表記しています。なお、当該期間の測定値が最小検出限界値未満の場合は、M (Minimum) と表示しています。
- ・**β線**…原子核がβ崩壊する際に高速で放出される電子(β粒子)の流れをβ線といいます。透過力は弱く体表面から1cmの深部までは殆ど到達しないので、

70μm線量当量のみを測定しています。なお、リングバッジを除き全てのバッジについて常にβ線による被ばく線量を測定していますが、被ばく無しと判断した場合、報告書には何も表示していません。但し、リングバッジでは線種分離用フィルタが無いため、X・γ線またはβ線のどちらで評価するかを選択いただいています。β線を選択の場合、全く被ばくがなくてもMと表示されます。

- ・**熱中性子、高速中性子**…中性子線は原子炉、加速器等で作られる電荷をもたない粒子線のひとつで、被ばくした中性子線のエネルギーにより熱中性子線と高速中性子線に分けて報告しています。

② 積算期間

外部被ばくによる線量測定結果は、関係法令で定められている期間ごとに集計する必要があります。当社では放射線障害防止法施行規則第20条に基づき、下記の項目ごとに積算値を集計しています。

- ・**四半期計**…4/1、7/1、10/1、1/1を始期とする各3か月間の測定値を積算。
- ・**単年度計**…4/1を始期とする1年間の測定値を積算。

③ 測定値等

放射線が人体に与える影響は、組織・臓器の感受性により異なりますが、実際に臓器の線量を測定することは困難であり、被ばく管理(個人モニタリング)のために実際に測定できる量として、体表面から1cmの深さの線量(1cm線量当量)、70

μmの深さの線量(70μm線量当量)で評価する方法が用いられています。

- ・**1cm線量当量**…身体表面から深さ1cmの位置における線量当量です。主に実効線量の評価に用いられます。
- ・**70μm線量当量**…身体表面から深さ70μmの位置における線量当量です。主に皮膚組織の等価線量の評価に用いられます。
- ・**M数**…最小検出限界値未満の回数を表示しています。
- ・**エネルギー**…X・γ線に0.5mSv以上被ばくしている場合に実効エネルギーの範囲が200keV未満を低、200keV以上を高と表示しています。

④ 注記

バッジが未返却等、その他何らかの支障があり評価に影響している場合等に記号で表示しています。記号の意味は報告書の裏面または当社HP等をご参照ください。

氏名	性別	部署	測定部位	測定種別	エネルギー	測定値	算定値	実効線量	等価線量
長瀬 太郎	M	SG	胸部	X・γ線	低	M	M		
					高	M	M		
					1cm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2
					70μm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2
					四半期計	0.2	0.2	0.2	0.2
					単年度計	0.2	0.2	0.2	0.2
				β線	低	M	M		
					高	M	M		
					1cm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2
					70μm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2
					四半期計	0.2	0.2	0.2	0.2
					単年度計	0.2	0.2	0.2	0.2
熱中性子線	低	M	M						
	高	M	M						
	1cm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2				
	70μm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2				
	四半期計	0.2	0.2	0.2	0.2				
	単年度計	0.2	0.2	0.2	0.2				
高速中性子線	低	M	M						
	高	M	M						
	1cm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2				
	70μm線量当量	0.2	0.2	0.2	0.2				
	四半期計	0.2	0.2	0.2	0.2				
	単年度計	0.2	0.2	0.2	0.2				
集計								33.1	14

お願い

報告書の保管について

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

個人被ばく線量の測定結果は、30年間または永久保存の保存義務が法令で定められています(一部の特例を除く)ので、着用を中止された方、退職された方の分も含め、「外部被ばく線量測定報告書」はそれぞれの事業所で大切に保存してください。

また、報告書の紛失等により再発行が必要な場合は当社までご連絡ください。但し、再発行につきましては別途発行手数料を請求させていただきますのでご了承ください。

[基本料金2,000円+報告数(バッジ毎)×10円]※税別

お知らせ

平成29年度
放射線安全取扱部会年次大会
(第58回放射線管理研修会)

「はじまりの島 主任者よ いざ夢の舞台へ」として、淡路島で開催いたします。皆様のご参加をお待ち申し上げます。

開催日：平成29年10月12日(木)、13日(金)

会場：淡路夢舞台国際会議場(兵庫県淡路市夢舞台1番地)
JR新神戸から高速バスで60分、JR明石駅から徒歩、
高速船、路面バスで45分

参加費：事前登録 6,000円 当日登録 7,000円
交流会事前登録 5,000円 当日登録 6,000円
・詳しくはホームページをご確認ください。

(http://www.jriias.or.jp/annual_meeting/index.html)

プログラム概要(予定)

◆1日目 [10月12日(木)受付9:30~]

- *特別講演I「放射線安全管理行政の動向」(原子力規制庁)
- *シンポジウムI「法令改正を踏まえた事業所の取り組み」(仮題)
- *ポスター発表・相談コーナー *交流会
- *ナイトセッション(分科会合同企画) *星を観る会

◆2日目 [10月13日(金)受付9:10~]

- *シンポジウムII「主任者のスキルとしての緊急時モニタリングー
そのプラットフォーム構築のための教育研究の試み」(松田尚樹)
- *特別講演II「核医学イメージングでわかる情動のメカニズムー
“ときめき”の脳科学」(高橋佳代)
- *特別講演III「フクシマから始める疫学入門」(田中司郎)
この他に機器展示、書籍コーナーを予定しています。

【連絡先】：(公社)日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会事務局
〒113-8941 東京都文京区本駒込2-28-45
Tel.03-5395-8081 Fax.03-5395-8053
E-mail gakujuitsu@jriias.or.jp

ちよつと知っ得
言葉の違い

3月号(No.471)に続き言葉の違い第3弾をお送りします。

★おはぎとぼたもち

基本的に同じ食べ物です。おはぎは「御萩」と書き、秋のお彼岸に食べ、その頃に咲く萩の花に見立てたもので、ぼたもちは「牡丹餅」と書き、春のお彼岸に食べ、その頃に咲く牡丹に見立てたもの。よって、秋・春で言い方が違ってきます。

★シェフとコック

“kok”はオランダ語に由来し、英語で“cook”。お客様からのオーダーを調理します。シェフはコック長、つまり料理長のことで、“chef”(フランス語)は、英語のchiefと同じく“頭(かしら)”を意味するラテン語に由来します。よってメニューや食材の決定、コックの教育指導などを担当し、調理に関するすべての責任を持つのだそうです。

さて3回にわたり、言葉の違いを掲載してきましたが、何となく使っていた言葉でしたね。皆さんはどのくらいご存知でしたか? (M.K.)

編集後記



トップコラムの「絹で創る人工血管」を拝読し、小学生の頃に理科の実習で蚕を飼育したことを思い出しました。遠い昔のことなので蚕の飼育目的は忘れてしまいましたが、5、6名が1班となり、一週間毎の交代で順番に飼育して、蚕の成長を観察ノートに記録していたと思います。私は団地に住んでいたため、犬や猫などのペット

を飼うことが出来ず、その実習の蚕や自分で捕った昆虫を飼育することで、ペットを飼いたい欲求を満たしていたように思います。近い将来、蚕の繭から人間に使用可能な小口径人工血管を作ることが出来る日が来るかも知れない。そう思うと、子供の頃に何の気なしに飼育していたことが懐かしく感じながらも、蚕が人間の役に立つ可能性の大きさに驚いております。

(T.A.)

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.476 平成29年(8月号)

毎月1日発行 発行部数：38,600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
の場 洋明