

- トップコラム／東北大学 未来科学技術共同研究センター・金属材料研究所 准教授 黒澤 俊介
- 動物病院の画像診断／〔第1回〕老老犬介護
- 法令改正に伴う眼の水晶体の等価線量測定の動向／〔その1〕
- お願い／着用者の名義変更について
- 製品紹介／(microSTARii)medical dosimetry system

ト  
ツ  
プ  
コ  
ラ  
ム  
242



黒澤 俊介

## 放射線検出用の素子材料とその検出器の統合的な開発

放射線と物質との相互作用の起こりやすさ(断面積)は、粒子の種類や、粒子や光子のエネルギーによって大きく異なり、適切な放射線を選択することで、対象物の内部を非破壊で調査できるという特徴がある。この場合の内部の情報、密度情報に限らず、物質を構成する元素の分布のほか、薬剤と核種を結合させることで腫瘍の部位などの機能画像も取得が可能である(例:陽電子断層撮像法)。

歴史的には、基礎物理学分野(素粒子、量子力学等の分野)での研究がある程度進むと、先述の陽電子断層撮像法や、ガンマ線やX線を用いた非破壊検査といった新技術が成熟し社会へ応用されている。現在では陽電子など以外にも、ミュオンなどの宇宙線によるピラミッドや火山の内部調査(ミュオングラフィ)、さらにはニュートリノを用いた地球内部の調査に取り組む動きもある<sup>[1]</sup>。将来的には、粒子そのものが未発見・未解明である暗黒物質(例えば、アクシオンなど)が大規模非破壊検査や、乱数発生、エネルギー輸送体、暗号を含む情報通信への応用の可能性も否定できない。

このように、未知の放射線の発見から社会への応用を進める過程では、放射線検出用の素子と、そこからノイズを切り分けて、正しく信号を取り出す検出器が非常に重要になる。特に、相互作用が小さい放射線ほど、ノイズとの切り分けが肝要である。放射線検出用の素子としては、放射線入射で発光するシンチレータや、入射で発生する電離電子を読み出す半導体検出器などがある。私もこのシンチレータや半導体材料についての開発と、それらを用いた検出器開発を進めている。

例えば、近年ではがん治療にも応用されている中性子は、

ガンマ線などがノイズとなるが、ガンマ線は物質の有効原子番号や密度が大きいほど、光電吸収やコンプトン散乱といった相互作用を起こしやすい(断面積が大きい)。一方で、例えば熱中性子検出では、 ${}^6\text{Li}$ や ${}^{10}\text{B}$ といった特定の同位体元素との原子核反応が起こりやすい。そこで、中性子を検出しやすいこれらの元素を含み、かつ、「軽い」材料に絞って、発光量の大きいシンチレータ等を開発中である。

ガンマ線と中性子入射時の発光プロセスが一部で異なることから、1個のガンマ線ないしは中性子がシンチレータに入射した時の発光の時間経過(蛍光寿命)が異なることがある。この時間差を使って、ノイズを判別する方法(波形分別)がある。加えて、中性子入射時とガンマ線入射時の単位エネルギー当たりのシンチレータの発光量差がより大きい材料によるガンマ線ノイズの除去(波高分別)も1つの方法となっている。

これらの材料開発では、例えば単結晶、多結晶、非晶質、液体など様々な状態や、様々な融点、異なる化学的安定性(潮解性など)に対しても、迅速な合成が可能な装置を有することが1つの強みとなる。さらに、合成した材料の組成分析等の物性評価、実際の放射線応答や発光特性をすぐさま調べられる切断や研磨装置、評価装置等を準備するなど環境の充実が求められる。

加えて、本当に使える材料を開発するという視点も重要であり、実際の計測を行う分野との連携、どのような手法でノイズなどを落として感度の高い装置を開発するかを議論し、実際に回路等も含めて設計して、試験できる環境が必要である。さらに近年では、データ科学の視点も重要であり、例えば材料探索では逆に「使えなかった材料」リストの有効活用、計測では物理現象の有無にかかわらず信号判断のロジック作成も今後ますます重要になってくる。幸い日本ではこれらの統合的な環境のポテンシャルは大きく、私も上記の環境を強く意識して開発を進めている。

参考文献／[1]例えば、  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/125/5/125\\_125.647/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/125/5/125_125.647/_pdf)

くろさわ しゅんすけ (東北大学 未来科学技術共同研究センター・金属材料研究所 准教授)

プロフィール●2011年京都大学理学研究科修了、博士(理学)取得、東北大学・山形大学を経て、2015年より現職。また、2020年より東北大学金属材料研究所兼務、2021年より同大ディスティンクティブリサーチャー。シンチレータなどの放射線検出素子開発のほか、ガンマ線撮像や、1 Sv/h以上の高線量率や100℃以上の高温などの通常の放射線計測が困難な状況における計測システムの構築など、材料開発から計測、システム開発に従事。2021年令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰、若手科学者賞など。

## 動物病院の画像診断

## 〔第1回〕老老犬介護



麻布大学 獣医学部 教授 山田 一孝

私は麻布大学獣医学部で「獣医放射線学」を教え、産業動物の画像診断に従事しています。動物病院の画像診断の本題に入る前に、今回はペットの飼育をとりまく現状について紹介します。

ペットも、人間と同様に高齢化が進んでいます。最新の報告 (Inoue et al. J. Vet. Med. Sci., 2021) によると、犬の出生時の平均余命は13.98年でした。死因の1番目は老衰で、2番目は腫瘍でした。この30年間で実に5年も平均余命が延びています (Inoue et al. J. Vet. Med. Sci., 2018)。このわずか数十年の間に、犬が生まれつき持っている生命力が進化したとは思えません。寿命の延長は、「獣医療の発展」と「飼い主さんの飼育が上手になった」ことが理由に考えられます。

米国で修行し、米国の専門医の資格を持った獣医師が日本にも増えてきました。私が勤務する麻布大学でも、米国専門医の資格を有している教員2名が教鞭をとっています。それとともに、獣医師を養成する大学の教育のレベルも、街の動物病院の診療レベルも向上しています。また、ICT機器の普及によって、飼い主さんが飼育についての情報を入手しやすくなりました。その結果、飼い主さんが個々のペットに応じた適切な飼育を自分で考えるようになりました。しかし、どんなに獣医療が発展しても、情報が発達しても、いずれペットに寿命が来ることは変わりません。

不老不死の薬があれば別ですが、現在の獣医療では寿命を延ばすことはできても、老いを止めることはできません。病気で死ななければ、介護が宿命です。今まさに、寝たきりになってしまったワンちゃんの介護が深刻化しています。我が家のペットがあと20年生きたら、その頃私もペットも後期高齢者になっています。高齢の飼い主が老犬の介護をする「老老犬介護」という言葉まで生まれています。

本来ワンちゃんは頭を上げて、体幹は背中を上、お腹を下にして生活しています。しかし、ワンちゃんが弱って体を横にして寝たきりになってしまうと、ワンちゃんは非日常的な姿勢を強いられ一気に弱ってしまいます。その主な理由は二つあります。①心臓と②肺に与える影響です。

## ①心臓

われわれが血圧を調べる際は、椅子に座って(座位)測

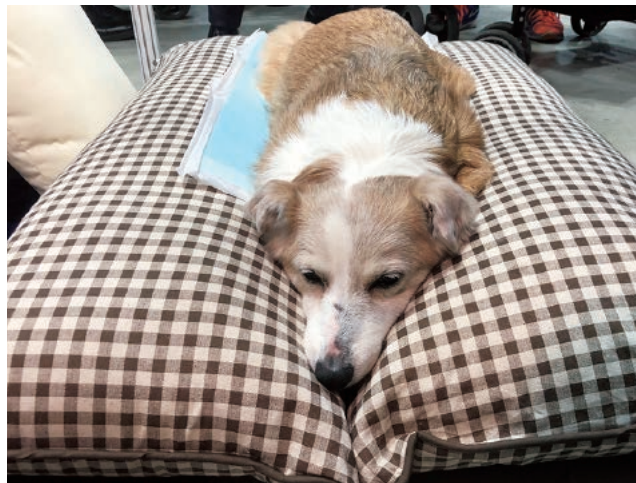
定します。横に寝た状態(臥位)で測定した血圧の数値は、座位で測定した数値よりも少し低くなります。そのため、臥位で測定した場合は、数字の横に「臥位」と記載されます。臥位では、心臓は血液を高いところまで送る必要がないので、ポンプの力が座位よりも少なくて済みます。寝たきりになってしまうと、心臓はポンプの力を少なくすることに慣れてしまいます。私の経験では、病気で亡くなったワンちゃんを病理解剖すると、長期間寝たきりだったワンちゃんの内臓は弾力がなく、柔らかい印象があります。

## ②肺

肺は、心臓をはさんで左右にそれぞれあります。体を横にして寝ると、心臓の下にある肺が重力の影響で潰れます。潰れている時間が長くなると、いずれ無気肺になって酸素と二酸化炭素の交換ができなくなります。そうになってしまう前に、右を下にしたり、左を下にしたりと、寝返りをさせなくてはなりません。重症のCOVIDの患者さんの背側の肺が潰れてしまわないように、仰向けからうつ伏せに体位変換をさせる腹臥位療法をニュースで見たことがあります。これも、寝たきりのワンちゃんの肺を膨らませること、同じ理由です。

その他にも、歩くことができないと全身の筋肉を収縮させることができなくなるので、全身の血液循環が悪くなります。また、骨と皮膚の間が狭いところ、例えば腰の骨とか肩の骨の近くは、骨が皮膚を圧迫して褥瘡(じよくそう)ができやすくなります。食餌や排泄物の基本的なケアに加えて、定期的に寝返りをさせる労力は飼い主さんを疲弊させます。ゴールデンレトリバーやラブラドルレトリバーのような大型犬の介護は、なおさら大変です。飼い主さんの中には、苦しんでいるペットを見ていられなくなって、「いっそ楽にしてあげた方が…」と考える人もいらっしゃいます。また、飼い主さんの中には、ペットの「デイケア」や「訪問介護」を探す人もいらっしゃいます。犬の介護保険ができる日が来るかもしれません。最近では、飼い主さんが高齢になってペットの面倒をみられなくなったときの受け入れ施設が増えていきます。

いずれその日がやってきます。大切なペットが寝たきりになってしまう前に、ペットの老後について、家族で話しあってみてはいかがでしょうか。



老犬介護用クッション

# 法令改正に伴う眼の水晶体の等価線量測定の動向

(その1)

令和3年4月1日に施行された新しい電離放射線障害防止規則により、体幹部不均等被ばくでの頭頸部用バッジ(以下、頭頸部)着用が従来よりも重要視されるようになりました。この法令改正を受け、基本部位である胸部と腹部だけでなく、これまで未着用だった頭頸部の着用を新たに始められる方が増えてきています。

鉛防護衣着用により体幹部不均等被ばくが発生する場合における頭頸部着用の義務は、今回の法令改正ではなく、平成元年施行の法令から定められています。約30年を経て当時と比べると透視を伴うX線作

用率は**25.5%**でした。2019年4月には**26.4%**と微増し、2020年4月は**29.0%**、法令改正を迎えた2021年4月は**39.4%**と大きく増加、2021年9月には**40.7%**に達しています。

基本部位と頭頸部を着用した場合における水晶体等価線量は、より眼に近い部位に着用したバッジ(頭頸部)から得た1 cm線量当量と70 μm線量当量の適切な方(値が大きい方)によって評価します。今回の法令改正で水晶体の等価線量限度が100 mSv/5年および50 mSv/年に引き下げられたことにより、それを超えないようにするために防護メガネの着用が不可欠になりました。これに合わせて防護メガネ内側の被ばく線量測定が必要となり、眼の近傍測定(防護メガネ内側)でも評価が可能となるなど、今回の法令改正によって、より正確な水晶体等価線量の評価ができるようになりました。眼の近傍測定用のビジョンバッジの2021年4月から9月での出荷数を見てみると、4月は1,592個だったものが、9月には2,297個となり、月平均で140個程度ずつ増加しています。



図1 月別頭頸部用バッジ着用率

業が増えているにもかかわらず、それまでの名残りか、鉛防護衣を着用していても頭頸部は未着用のまま放射線作業をしているケースが散見されていました。これでは基本部位のバッジが鉛防護衣の内側に入ってしまうため、水晶体の等価線量を適切に測定することができません。このことが少しずつ周知されてきた影響か、今回の法令改正を迎える2年ほど前から頭頸部の着用者数が徐々に増え始めました。

図1は2018年4月から2021年9月までの頭頸部用バッジの着用率を示したものです。増加傾向に転じる直前の2019年3月では基本部位に対する頭頸部の着

用率は13.0 mSvを超えた方がいる場合に、図2の「眼の近傍測定推奨連絡票」を外部被ばく線量測定算定報告書と一緒に届けております。この連絡票が届いた場合には線量限度の100 mSv/5年を超える恐れがございますので、ビジョンバッジのご着用を早急にご検討ください。また、5年間という長期間にわたり100 mSvを超えないよう管理する必要があることから、予め線量率が高い場所で作業を行うことが分かっている方については、図2の「眼の近傍測定推奨連絡票」のお届けの有無にかかわらず、ビジョンバッジのご着用をお勧めいたします。(飯田 泰二)

事業所番号			所属コード			処理番号			測定・算定日		発行日		部数		ページ		
90000			**			78376			2021/11/15		2021/11/16		1		1		
<b>外部被ばく線量測定算定報告書</b>																	
<b>眼の近傍測定推奨連絡票</b>																	
所属名: 長瀬ランダウア総合病院																	
着用期間: 2021年10月01日 ~ 2021年10月31日																	
個人番号 氏名	性別	バッジ 着用部位	注 記	線種 及び 積算	測定値				E キ ル ギ ー	集 計 項 目	現行法令				備考	補 正	
					1cm 線量当量 (H1cm)	M 数	3mm 線量当量 (H3mm)	M 数			70um 線量当量 (H70um)	M 数	実効線量	等価線量			
00008 片々村 長瀬 花子	女								今 回	0.8	4.0	4.0	0.4				
									1ヶ月計	0.8	4.0	4.0	0.4				
									四半期計	1.6	8.0	8.0	0.8				
									半年度計	3.2	★13.6	13.6	3.2				
									5年累計	3.2	13.6	13.6	3.2				
									累 計	11.5							

図2 眼の近傍測定推奨連絡票

次回はビジョンバッジから得た眼の水晶体の等価線量と頭頸部での線量を比較いたします。

お願い

着用者の名義変更について

(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

「名義変更」とは、お送りしたバッジを従来の着用者に替わり、新たな着用者に名義を変え継続して使用することです。名義変更により、新たな着用者は、従来の着用者とは異なる個人番号で登録され、測定データ等も別々に管理されます。

人事異動等によりバッジ着用者の変更がある場合、「名義変更」をご利用いただきますと、追加費用がかからず、期を空けずに着用を開始することができます。

【名義変更の手続き】

●名義変更をするバッジと同一着用期間の「登録変更依頼書」に必要事項をご記入の上、FAXまたは電話にてご連絡ください。

【ご着用の注意】

●同一のバッジを複数人でご着用することはできません。

●「登録変更依頼書」登録内容変更締切に記載されている日時を過ぎてご連絡いただいた場合、翌月も前任の着用者名義でバッジが送付されます。ただし測定データは新着用者として管理されますので、そのままご着用いただけます。

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、施設内外のどこでも設置・測定が可能です。



画像は商品イメージです。実際の仕様とは異なります。



microSTARii本体

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

今月号の特集の第1回はペットの飼育の現状です。ペットも高齢化が進み、ペットの「デイケア」や「訪問介護」を探す人もいるとは・・・聞いてびっくり。リモートでの在宅勤務が増え、癒しを求めて、ペットを飼う人が増えていると

か。飼う以上は、最後まで責任を持たねばなりませんね。残念ながら、諸事情により、ペットが飼えない私は、コロナ対策のとられたスーパー銭湯で汗を流すか、コンサートに行く事でストレス発散して自分を癒すしかありません。(C.O.)

2月のハッジデザイン

2月の植物と鳥の中で代表的なものは梅と鶯です。また花札の2月も梅に鶯です。北大路魯山人はこの取り合わせを「ありきたりには本質的な意味があり、それが重要」と教えています。変化の著しい昨今ですが、変わらない(変えない)ものの本質をしっかりと見極めてお客様にサービスを提供していきます。

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](mailto: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.530  
2022年〈2月号〉

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