

- トップコラム／東北大学 先端量子ビーム科学研究センター RI利用促進部門 教授 塚田 和明
- 馬の高度獣医療(二次診療): サラブレッドと重種馬/[第3回] 帯広畜産大学動物医療センターにおける重種馬の外科手術
- 記帳をベースにした放射線管理の基本/[第3回] 放射線業務従事者の管理
- お願い/未返却のバッジに関する代金のご案内
- お知らせ/令和7年度放射線安全取扱部会年次大会 (第66回放射線管理研修会)
- 商品紹介/ルミネスバッジ整理棚

ト  
ツ  
プ  
コ  
ラ  
ム  
285



塚田 和明

## 99番元素アインスタイニウムを利用した研究

2017年より99番元素アインスタイニウム(Es)を利用した加速器実験が日本原子力研究開発機構(JAEA)で行われ、最近、その成果が論文として発表されました。元素名の由来は命名された年の4月に亡くなった著名な物理学者アルバート・アインシュタインです。1951年11月に行われた水爆実験「マイク」の塵の中から発見された、特殊な、ある意味、偶然発見された元素と言え、塵中にプルトニウムの新同位体 $^{244,246}\text{Pu}$ が発見されたことが研究の発端でした。 $^{244,246}\text{Pu}$ の生成には $^{238}\text{U}$ が6個または8個の中性子を捕獲し $\beta$ 壊変する必要がある、この発見により多くの中性子捕獲の可能性が指摘され、 $\beta$ 壊変によって新たな元素まで到達することが予測できたのです。そこで急遽、塵の再分析を行い、数ヶ月後には中性子15個を吸収し $\beta$ 壊変した $^{253}\text{Es}$ (半減期約20日)の $\alpha$ 線が確認され発見に至りました。しかし、冷戦下のため、公式報告は秘匿すべき発生する中性子密度が推定されてしまう水爆実験の結果ではなく、この後に行った材料試験炉内での中性子捕獲実験の結果まで待ち、水爆実験での発見の公表は1955年に催された第1回原子力平和利用国際会議でした(同じ塵の中から発見された100番元素フェルミウムも前年11月に亡くなった物理学者エンリコ・フェルミの名を冠して発表されました)。その後、米国の材料試験炉などで数ミリグラムの合成が可能になり、Esは人類が秤量可能な最も重い元素と言われています。化学的性質や物性研究が1970年代まで主に米国で精力的に行われ、今回のJAEAの研究のようなEsを加速器の標的に使った実験も、半減期が比較的長く加速器での利用が可能な $^{254}\text{Es}$ (276日)を対象に1980年代中ごろまで行われています。ただし、 $^{254}\text{Es}$ は生成量が更に少なく数十マイクログラムの利用が最大で、この標的量で可能な加速器実験は、それ

以降今回の研究まで行うことが出来ませんでした。

JAEAの研究は、この $^{254}\text{Es}$ をサブマイクログラムですが国内で初めて手に入れて、101番元素メンデレビウムの核分裂現象が従来の核分裂の常識とは異なるという、新しい成果に繋がったものです。核分裂研究では分裂する際の質量分割がどのような分布になるか、どのような物理量が分布に影響するかという疑問が未解決です。この成果は、このような議論を更に複雑に、そして新たな疑問を投げ掛けました。さて、この研究はなぜ数十年ぶりに行うことができたのでしょうか。それは、実験手法や実験装置の開発・改良など、多くの研究者・技術者の努力の積み重ねであり、それが米国ではなく国内で実施されたことは誇るべき事だと思います。実験には、 $\alpha$ 放射線の標的(1マイクログラムでもMBq単位)の取扱い技術が必要で、 $^{254}\text{Es}$ は40日で10%も $\alpha$ 壊変して子孫核種つまり他の元素(この場合、バークリウム250など)に壊変してしまうため、その標的純度を保って実験を行うには時間との闘いが必要です。また、この高放射線の標的そのものから放出される $\alpha$ 粒子、そして照射するビームそのものが、高性能の検出器のバックグラウンドとなります。そのため、少ない量のEsで小さい標的を作り、そこに効率良くビームを集中させる必要があります。これを実現させたのが、核分裂を起こすことが可能な高エネルギー粒子を加速し、しかも直径1mmという標的に安定してビームを照射できる、JAEAのタンデム加速器施設で、このような実験ができるのは、現在は世界中でこの加速器しかありません。JAEAにはこのような技術が約40年の運転中に蓄積され、国際共同研究でこのポテンシャルがあることを知った米国の研究者が、新しい領域の研究が可能であると、米国エネルギー省を説得し、国内での実験に利用できるようになったのです。 $^{254}\text{Es}$ を利用した研究は、他にも放射光施設SPring-8を利用した水和半径測定など、既に実施されていますので今後の報告を楽しみにしてください。

この記事のために調べ直した文献に、沢山あった元素名候補の記載がありました。発見に関与したロスアラモス研究所のLosaliumやアルゴン国立研究所のArgonniumなどで、Esという名前であればそれほど注目される元素ではなかったかもしれません。

.....

### つかだ かずあき

東北大学 先端量子ビーム科学研究センター RI利用促進部門 教授  
プロフィール ● 神奈川県出身。1992年東京都立大学大学院理学研究科化学専攻博士課程中退。同年より日本原子力研究所研究員。2001年博士(理学)取得。組織改編を経て2009年日本原子力研究開発機構先端基礎研究センター主任研究員。2015年同研究主席。2025年より現職。専門は核・放射化学。新同位体の合成とその壊変研究、超重元素の合成と化学的研究などを経て、現在はRIの有効利用、特に医療用RIの合成・分離などを中心に研究活動を行っている。平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 研究部門を受賞。

## 馬の高度獣医療(二次診療):サラブレッドと重種馬(第3回)

## 帯広畜産大学動物医療センターにおける重種馬の外科手術

社台ホースクリニック・帯広畜産大学 田上 正明



今回は帯広畜産大学での重種馬(サラブレッド:TBは軽種馬)の診療(主に外科手術)について述べます。私は2018年10月(60歳)から、臨床獣医学分野の特任教授として帯広畜産大学に勤務することになり、現在に至っています。

帯広市では世界で唯一の、体重が1t前後の巨大な馬(日本輓系種)

たちによるばんえい十勝競走(二つの坂を持つ直線200mのダート走路を、500kgを超える重い籠を曳いて競走する)が開催されており、十勝地方を中心にその競走馬の生産・育成が多くの牧場で行われています。

帯広畜産大学動物医療センター(OAMC)産業動物(馬)診療科では、道東地方に多く飼養されている重種馬を中心にポニー・ミニチュアホース・ドサンコ・乗用馬などの多様な種類の馬(体重10kgから1t超まで)の二次(一次)診療が、24時間・365日体制で行われており、私は毎週木・金曜日(急患は随時)に帯広に通って、手術や診療を行っています。

OAMCは2015年に創設され、伴侶動物・牛の診療施設と馬の診療室・手術室・倒馬/覚醒室・クレーン・入院厩舎



喉頭形成手術後に31連勝し

第53回ばんえい記念に優勝したホクシヨウマサル号

などが整備されており、CT(Aquilion:キャノンメディカル/ガントリー系90cm・自走式/伴侶動物・馬・牛)装置・MRI(伴侶動物)装置も設置されており、獣医大学の動物診療施設としては国内では最高水準のものです。馬のCT検査については、2018年から国内で初めて多くの臨床例に応用され、そのノウハウは前回ご紹介した社台ホースクリニック(SHC)でのCT検査に受け継がれています。

2020年からOAMCは、SHCと連携協定を締結し、SHCの協力によって、人材・技術の交流による馬臨床獣医学の学術・技術水準の向上に努めています。

重種馬の二次診療水準は、様々な要因によってTBのそれに比較して大きく遅れていましたが、過去7年間に日本馬事協会などからの支援を受け、多くの関係者の努力によって、TBの二次診療で行われている関節鏡手術や腹腔鏡手術、専門的な上部気道外科手術・開腹(腸管)手術・骨折に対する内固定手術などが実施可能となり、これまで救うこ

とができなかった馬たちの救命や多くの疾患の予後の改善が叶うようになってきています。

とは言え、TBに倍する体格の馬の外科手術や全身麻酔には、相当な困難と危険が伴うことになり、実際に麻酔関連事故や様々な問題を体験してきています。

特に、重種成馬の開腹(腸管)手術では、腸管の長さや大きさ(容積)が大きな問題となります。症例を重ねていますが、成功(救命)率はTBと比べてかなり低く、なかなか改善できない状況があります。

馬の全身麻酔は、TBでも決して容易ではないのですが、体重が1トン近い重種馬では格段に難しくなります。特に、馬が麻酔から醒めて起立しようとする時(覚醒期)が危険ですが、大動物用スリング(Large Animal Lift®)を使用して、クレーンで馬を吊り上げることで、より安全に覚醒・起立させることができるようになりました。



大動物用スリング(Large Animal Lift®)を使用した全身麻酔からの覚醒・起立

重種馬は大きく逞しいので、TBよりも病気や怪我に強いと思われるかもしれませんが、実は逆です。

長い間TBの診療(手術)をしてきた私も、最初はそう思っていたのですが、実際には究極のアスリートと言っているTBのほうが、重種馬よりいろいろな面でかなり強い(タフ)ということ、この7年間で痛感し納得するようになりました。



重種繁殖雌馬の腹腔鏡補助下 卵巢顆粒膜細胞腫摘出手術

「TBの診療(手術)で培われた経験と技術を、重種馬の二次診療に生かしたい」と悪戦苦闘する日々ですが、馬臨床獣医(外科医)は「死ぬまで勉強!」とあらためて思いを強くする日々です。

3回にわたってお読みいただきありがとうございます。広大で美しいTBの牧場、ばんえい競馬をご覧、是非、北の国にいらしてください!

## 記帳をベースにした放射線管理の基本

### (第3回) 放射線業務従事者の管理

大阪大学 放射線科学基盤機構/核物理研究センター 助教 鈴木 智和



今回は放射線業務従事者(以下:従事者)の管理に関する記帳と記録です。従事者管理の3本柱として「被ばく管理」「健康診断」「教育訓練」があります。これらの具体的な法令要求は、日本放射線安全管理学会誌第24巻第1号10-17(右下QRコード参照)の第2章「従事者管理の基本」を参照してください。被ばく管理については法第20条第3項、健康診断については法第23条第2項に基づいて記録を行います。教育訓練と被ばく管理に用いた測定器の信頼性確保や点検及び校正については法第25条第1項に基づいて、記帳を行います。記帳・記録項目は表1の通りです。

まずは被ばく管理に関する記録です。基本的な手順は、まず外部被ばくと内部被ばくの測定記録を作成します。もし、手足等の人体部位の表面が表面密度限度を超えてRIにより汚染され、それを容易に除去することができない場合は、人体の汚染の記録を作成します。その後、これら3つの記録から実効線量と等価線量を算定し、記録を作成します。

外部被ばくの測定は本誌の読者であればルミネスバッジで行っていると思います。毎月「外部被ばく線量測定算定報告書」が届きますが、これが外部被ばくの測定記録に使えます。表1に挙げた必要な記録項目が、それぞれどこに書かれているか確認してみてください。また、この報告書には実効線量と等価線量も算定されています。これは、内部被ばくと人体の汚染がなかった場合の、実効線量と等価線量です。こちらも、表1に挙げた必要な記録項目が揃っているので、確認してみてください。なお、外部被ばくの測定に用いた測定器(ルミネスバッジ)は測定の信頼性確保の対象です。「測定の信頼性を確保するための措置の内容」が書かれた帳簿が必要です。

内部被ばくは計算で評価している施設が多いのではないのでしょうか。非密封のRIの使用量や、加工した放射化物の飛散量から計算していると思います。計算で評価するとどうしても有意な値になってしまうので、記録レベルを決めてそれ以下を被ばくなしとします。記録項目には

ありませんが、この記録レベルも記録に書いておく必要があるでしょう。なお、作業環境測定の結果から計算している場合は、作業環境測定に用いた測定器が点検及び校正の対象になります。先月号で説明した場所の測定と同じような点検及び校正の記録が必要です。記帳項目も同じですが、表1に挙げておきます。

人体の汚染の測定は、管理区域を退出する際に必要です。その記録は汚染の除去ができなかった場合のみ必要です。ほとんどの施設では汚染が除去できない事態は起きないと思いますので、この記録はないと思います(ある場合の記録項目は表2に書いておきます)。しかし、測定自体は行っているの、その測定器の点検及び校正の帳簿が必要です。

実効線量限度と眼の水晶体の等価線量限度は、1年だけでなく5年の限度値もあります。それらが1年間で20 mSvを超えている従事者に対しては5年間(平成13年4月

1日から5年ごとに区分した各5年間)累積集計の帳簿も必要です。その記録項目は表2の通りです。内部被ばくと人体の汚染がなかった場合は「外部被ばく線量測定算定報告書」が使用できます。

教育訓練と健康診断の記帳項目は表1の通りです。管理区域に立ち入る前の教育訓練の時間数は各施設の予防規程で定められているので、それを満たしているか確認することが重要です。健康診断の結果に対する措置も誰が決めるのか、各施設の予防規程で定められています。また、

教育訓練と健康診断は予防規程で定められるべき従事者を指定する手続きに強く関連するため、これが確認できる書式になっていることが望ましいと思います。

今回も表1、必要に応じて表2にリストされた帳簿と記録が揃っていることを確認してください。そして、その帳簿と記録に必要な項目がすべて書かれていることを確認してください。そして、各項目に書かれている内容が、予防規程で定められた手続きに沿っているかを確認してください。従事者管理は予防規程と強く関連しています。双方を点検・改善することで従事者管理の最適化ができると良いと思います。



日本放射線安全管理学会誌第24巻第1号10-17

表1 従事者管理に必要な記帳・記録とその項目

教育訓練	実施年月日、項目、時間数(立ち入り前のみ)、受講者氏名	
健康診断	実施年月日、対象者の氏名、医師名、結果、講じた措置	
外部被ばく	記録	対象者の氏名、測定者の氏名、測定器の種類及び型式、測定方法、測定部位及び測定結果
	信頼性確保	測定の信頼性を確保するための措置の内容
内部被ばく	記録	測定日時、対象者の氏名、測定者の氏名、測定器の種類及び型式、測定方法、測定結果
	校正	点検または校正の年月日、測定器の種類及び型式、方法、結果、措置の内容、点検または校正を行った者の氏名
人体の汚染	校正	点検または校正の年月日、測定器の種類及び型式、方法、結果、措置の内容、点検または校正を行った者の氏名
実効線量・等価線量	算定年月日、対象者の氏名、算定者の氏名、算定対象期間、実効線量、等価線量及び組織名	

表2 必要に応じて作成する記録とその項目

人体部位の表面汚染を容易に除去することができない場合	測定日時、対象者の氏名、測定者の氏名、放射線測定器の種類及び型式、汚染の状況、測定方法、測定部位及び測定結果
1年間についての実効線量が20 mSvを超えた場合	集計年月日、対象者の氏名、集計者の氏名、集計対象期間、累積実効線量
1年間についての眼の水晶体の等価線量が20 mSvを超えた場合	集計年月日、対象者の氏名、集計者の氏名、集計対象期間、眼の水晶体の累積等価線量

## お願い

## 未返却のバッジに関する代金のご案内

(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

弊社のバッジは、お客様の被ばく線量を測定するために貸し出しており、返却後は再利用しております。そのため、着用期間終了後7ヶ月を経過してもご返却されないバッジについては、「未返却バッジ代金」として別途請求させていただきます。速やかにご返却ください。また、退職者のバッジも忘れずにご返却願います。

## ◆未返却バッジ代金

バッジタイプ	未返却バッジ代金(消費税別)/個
SGタイプ	1,500円
KGタイプ	2,000円
NGタイプ	2,000円
Rタイプ	1,000円
VLタイプ	1,000円

## お知らせ

令和7年度放射線安全取扱部会年次大会  
(第66回放射線管理研修会)

- ◆開催日：令和7年10月16日(木)、17日(金)
- ◆会場：ピアザ淡海(おうみ)  
(滋賀県大津市におの浜1-1-20)
- ◆参加費：事前7,000円(学生会員無料)当日9,000円  
交流会は事前のみ8,000円(定員になり次第締切)
- ※会場受付で現金による参加登録はできません(Web受付のみ)。参加登録の詳細はWebサイトをご確認ください。
- ◆プログラム概要(予定)  
放射線の三方よし! ~管理・利用・世間を主任者が紡ぐ~  
をテーマとし、特別講演、シンポジウム、相談コーナー、  
ポスター発表を行います。また、びわ湖クルージング船での「交流会」や機器展示(2日間)を予定しております。多くの皆様のご参加をお待ちしています。  
特別講演Ⅰ「最近の放射線安全規制の動向(仮題)」  
特別講演Ⅱ「核医学治療の最新動向と現場状況」  
特別講演Ⅲ「原子力災害への対応と自治体における取り組み」  
シンポジウムⅠ「大線量照射事業の現状と将来予測」  
シンポジウムⅡ 企画専門委員会企画
- 【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  
Tel:03-5395-8081 E-mail nenjitaikai@jrias.or.jp  
・詳しくはホームページをご参照ください。  
[https://www.jrias.or.jp/annual\\_meeting/index.html](https://www.jrias.or.jp/annual_meeting/index.html)

## 商品紹介

## ルミネスバッジ整理棚

ルミネスバッジの整理・保管・回収に便利な収納用の整理棚です。バッジ数や用途に合わせてお選びください。



32個用

- ◆サイズ：25.0cm(縦)×29.7cm(横)
- ◆価格：6,000円  
(税込価格 6,600円)

2段16個用も  
あります。

- ◆サイズ：13.5cm(縦)×29.7cm(横)
- ◆価格：5,000円  
(税込価格 5,500円)

12個用

- ◆サイズ：24.5cm(縦)×31.4cm(横)
- ◆価格：7,000円  
(税込価格 7,700円)

※収納部がポケットになっていますので、リングバッジの収納にも便利です。



お問い合わせは営業部まで  
Tel. 029-839-3322 Fax. 029-836-8440

## 編集後記



トップコラムの塚田先生の原稿を拝読し、改めて思いましたが、世の中には発明者や発見者等の偉人の名前が使われているものが多いですね。

元素ではEsアインスタイニウム・Fmフェルミウムだけでなく、Cmキュリウム・Rfラザホージウム・Bhボーリウム・Rgレントゲニウム等があります。レントゲンは

今でも「レントゲン撮影」として一部使用されています。放射線関係の単位で使われるBqベクレル・Svシーベルト・Gyグレイも全て偉人の名前から付けられています。放射線を学んだり、少しでも理解を深めようとしている方々は、単純に記号だけを暗記するのではなく、過去の偉人の功績を思い浮かべながら学習したりすると、覚えるスピードも早くなるかも知れませんね。(N.Y.)

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

■弊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.573  
2025年(9月号)

毎月1日発行 発行部数：28,000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