

●トップコラム/日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター
上席嘱託 永目 諭一郎●平成28年度/眼の水晶体の等価線量の集計・
頭頸部用クイクセルバッジ着用者数推移

●お願い/登録内容の変更について

●お知らせ/平成29年度医療放射線防護連絡協議会年次大会
第28回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」

●ちょっと知っ得/七五三の由来

ト
ツ
プ
コ
ラ
ム
191

永目 諭一郎

周期表上で原子番号の 極限に位置する元素の性質を 数個の原子で調べる

昨年11月に、新元素としてニホニウム(元素記号:Nh)が正式に認められ、日本で発見された元素が初めて元素の周期表に加えられたことは記憶に新しいことです。ニホニウムの原子番号は113で、同時に115、117および118番の新元素がそれぞれモスコビウム(Mc)、テネシン(Ts)およびオガネソン(Og)として承認されました。これにより元素の周期表は118番まで埋めつくされました。周期表はどこまで拡張できるのでしょうか。そして新しく発見された元素はどのような性質を示すのでしょうか。ここでは、私たちのグループで進めている周期表上で原子番号の極限に位置する元素の性質を数個の原子で調べるというチャレンジングな研究について紹介します。

原子番号が100を超える重い元素は、加速器を用いてイオンを加速し、アクチノイド元素などの標的に衝突させて原子核反応で合成します。しかしニホニウムの合成でもわかるように生成率はきわめて小さく、数分間から数日間に1原子という割合です。しかも合成された重い元素はすべて放射性で数十秒以下の半減期で壊変してしまいます。このため1個の原子が合成されても次の原子が合成されるまで、それまでに合成された原子は生き残ることができません。つまり一度に扱える原子の数はわずか1個しかありません。一般的に化学実験では物質をモル濃度で扱いますが、1モルであればアボガドロ数個の原子を対象としますので、これまでの化学の概念とは全く異質のものといえるでしょう。しかも短い半減期で壊変してしまいますので、無くなる前にそれを素早く分離分析して性質を決めなければなりません。

このような化学をシングルアトム化学あるいはatom-at-a-time chemistryと呼んでいます。その時に存在する1個の原子を化学する、まさに究極の化学分析といえます。また原子番号が大きい重い原子では、中心にある原子核の正の電荷が大きいため、負の電荷をもつ電子との相互作用が非常に強くなり、周期表から予想される電子配置が変化することが予想されています。これを相対論効果と呼んでいます。

最近、私たちは103番元素ローレンシウム(Lr)のイオン化エネルギーの測定に初めて成功しました。ローレンシウムはアクチノイド系列の最後に位置する元素ですが、相対論効果により最も外側の電子配置に変化が生じることが理論的に予想されていました。イオン化エネルギーは中性の原子から電子1個を取り去るのに必要なエネルギーですので、これを正確に測定すれば最外殻の電子配置の変化を探ることができると考えました。ローレンシウム同位体(^{256}Lr :半減期27秒)は、カリホルニウムの標的(^{249}Cf)にホウ素(^{11}B)イオンを衝突させて合成しました。この時の生成率は1分間に数個の原子でした。イオン化は表面電離という手法を用いました。これは高温の金属表面に原子を接触させてイオン化するという方法です。合成したローレンシウムを迅速に表面電離イオン化部へと搬送し、個々の原子をイオン化した後に質量分離して、目的のローレンシウム同位体 ^{256}Lr を検出しました。 ^{256}Lr は α 壊変しますので、 α 線のエネルギーと強度を精密に測定してイオン化効率を求めました。ここで α 線を測定できるというのが最大の利点で、 α 線は1個でも検出器に入ればエネルギーの測定から核種を同定できます。これがシングルアトム化学を可能にしているわけです。得られた結果は、理論で予想された値と非常によく一致しており、電子配置の変化を示唆することができました。またここで開発した実験手法そのものもユニークなもので、成果はNature誌に掲載されExtreme Chemistry(究極の化学)として表紙に紹介されました。この他にも、104番元素ラザホージウム(Rf)の水溶液中での化合物形成でも相対論効果を裏付けるような結果を得ています。

私たちはこれからもシングルアトムを対象に重い元素の素顔に迫る究極の手法を開発し、重い極限領域の元素の化学に取り組んでいきます。

ながめ ゆいちろう (日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター)
上席嘱託

プロフィール●1982年東京都立大学大学院理学研究科にて理学博士取得。同年日本原子力研究所(現日本原子力研究開発機構)入所。副主任研究員、主任研究員を経て1998年から先端基礎研究センターにて超アクチノイド元素核化学研究グループリーダー。2010~2016年同センター副センター長。2017年より同センター上席嘱託ならびに茨城大学大学院理工学研究科教授。専門分野は核・放射化学、なかでも重元素の化学的、核的性質の研究、重核の核分裂研究など。

平成28年度

眼の水晶体の等価線量の集計

平成28年度(平成28年4月～平成29年3月)の当社クイクセル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・職種別に集計しました。また、頭頸部用クイクセルバッジ(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、併せて結果を報告いたします。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、クイクセルバッジから得た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。また、NLだよりNo.449からNo.451に外部被ばく線量の算出方法の特集しておりますので、こちらもご参照ください。

水晶体等価線量の集計

[水晶体等価線量の集計対象]

平成28年度中に、当社の測定サービスを1回以上受けられた217,391名のデータを対象とし、水晶体等価線量について集計しました。集計には、平成28年4月1日から平成29年3月31日までの着用分で、報告日が平成29年6月30日までの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、年間水晶体等価線量を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(非破壊)、研究教育の6つに分類しました。

平成28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。年間水晶体等価線量の集計対象者全体平均は0.734mSvとなり、平成27年度の0.753mSvとほぼ同じでした。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159,364名で年間平均水晶体等価線量は0.985mSvでした。一方、歯科医療は3,133名、獣医療は6,401名で、年間平均水晶体等価線量はどちらも0.040mSvとなり、一般医療の20分の1以下でした。また、水晶体等価線量の年間線量限度である150mSvを超えた方は8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、74%の方の年間水晶体等価線量が「検出せず」でした。この「検出せず」は、66%の一般医療および64%の非破壊以外の機関では90%を超えており、高い割合を示しています。

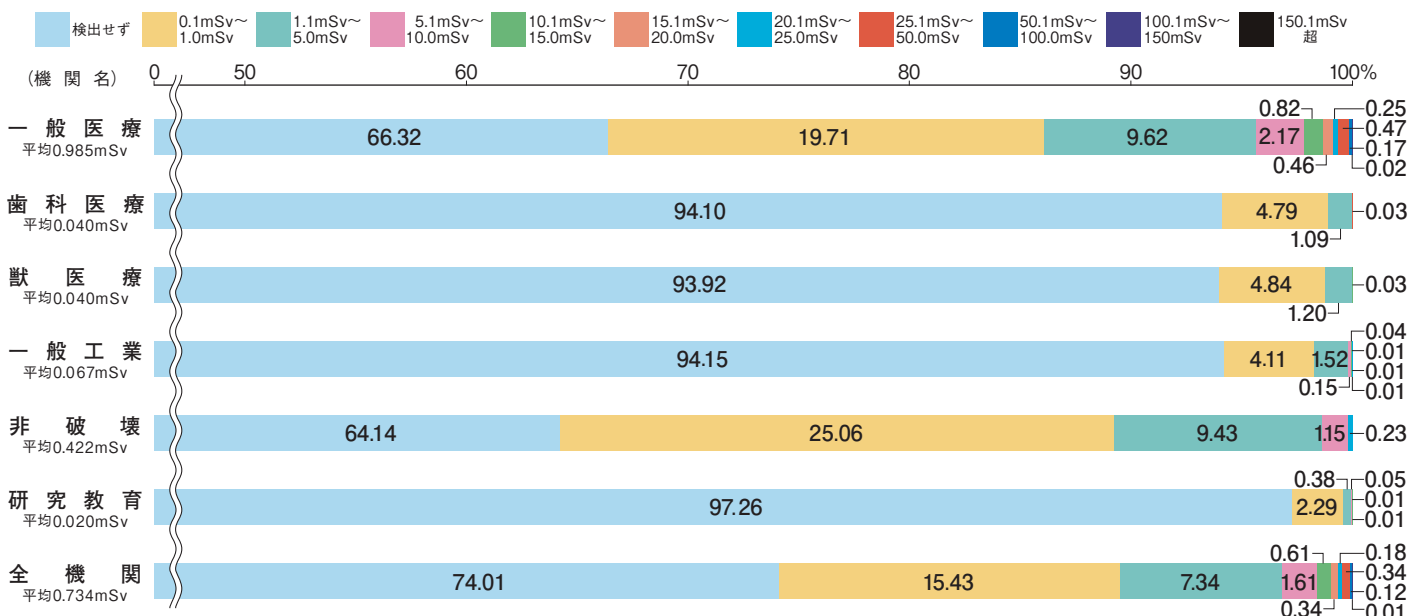
図2は、過去5年における機関別の年間平均水晶体等価線量の推移を表したものです。一般医療が最も高く、次いで非破壊、これらの機関から大きく離れて残り4つの機関が続いており、過去5年間同様の傾向です。平成28年度は一般工業に次いで、歯科医療と獣医療が等しく、最後に研究教育の順でした。

[職種別年間平均水晶体等価線量の集計結果]

表1 平成28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～150.1mSv	150.1mSv超	合計人数
一般医療	0.985	105,694	31,407	15,331	3,451	1,308	731	396	744	264	30	8	159,364
歯科医療	0.040	2,948	150	34	0	0	0	0	1	0	0	0	3,133
獣医療	0.040	6,012	310	77	0	2	0	0	0	0	0	0	6,401
一般工業	0.067	23,928	1,044	387	39	9	2	3	2	1	0	0	25,415
非破壊	0.422	279	109	41	5	0	0	1	0	0	0	0	435
研究教育	0.020	22,022	519	87	11	2	2	0	0	0	0	0	22,643
全機関	0.734	160,883	33,539	15,957	3,506	1,321	735	400	747	265	30	8	217,391

図1 平成28年度 機関別年間水晶体等価線量分布 (単位：%)



頭頸部用クイクセルバッジ着用者数推移

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ました。平成28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。なお、工具には頭頸部バッジ着用者はいませんでした。

全職種の年間平均水晶体等価線量は、頭頸部バッジ着用者では集計対象人数53,491名で2.35mSvでしたが、頭頸部バッジ非着用者では163,900名で0.21mSvとなり、その差は10倍以上になりました。頭頸部バッジ着用者のいない工具を除き、いずれの職種においても頭頸部バッジ着用者が非着用者よりも線量が高く、その差は顕著でした。診療放射線技師(技師)は、頭頸部バッジ着用、非着用のいずれにおいても水晶体等価線量が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、歯科医療と非破壊は過去4年間頭頸部バッジを着用された方がいないので表示していません。

頭頸部バッジの着用者数は過去5年間で10,000名以上増加し、53,491名となりました。このうち52,486名が一般医療の着用者で全体の97%を占めています。

平成28年度は、研究教育で頭頸部バッジの着用者数に300名以上の減少が見られました。クイクセルバッジの着用者数はどの機関も平成27年度より増加していますので、研究教育機関はそれ以上に頭頸部用バッジの着用者数が減少したことになります。

*

防護衣を使用する場合など、体幹部より頭頸部の被ばく量が多い場合、胸部または腹部のバッジから水晶体等価線量を評価すると過小評価になる恐れがあります。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の着用をご検討ください。(技術室)

図2 機関別年間平均水晶体等価線量推移

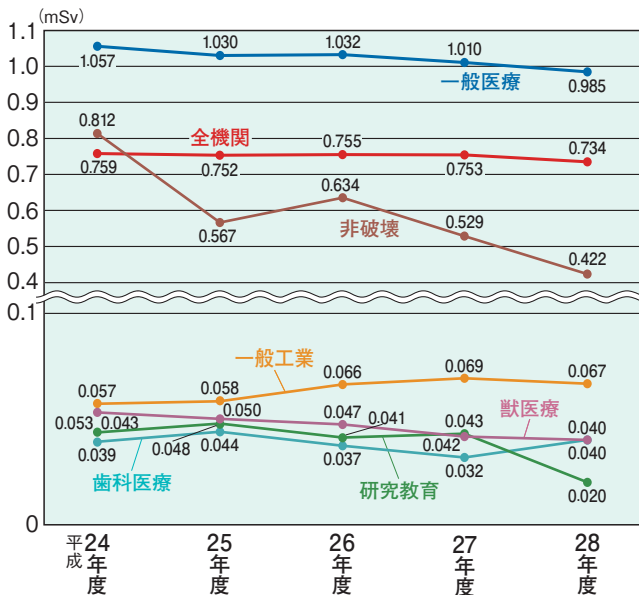


図4 機関別頭頸部バッジ着用者数推移

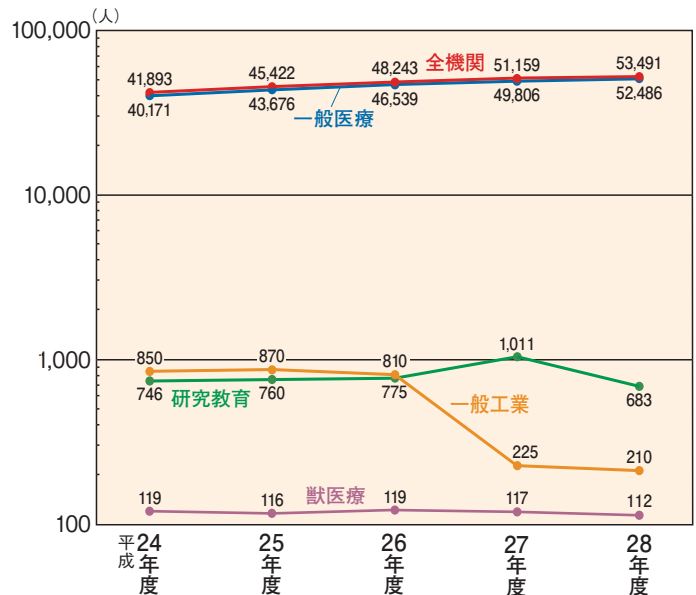
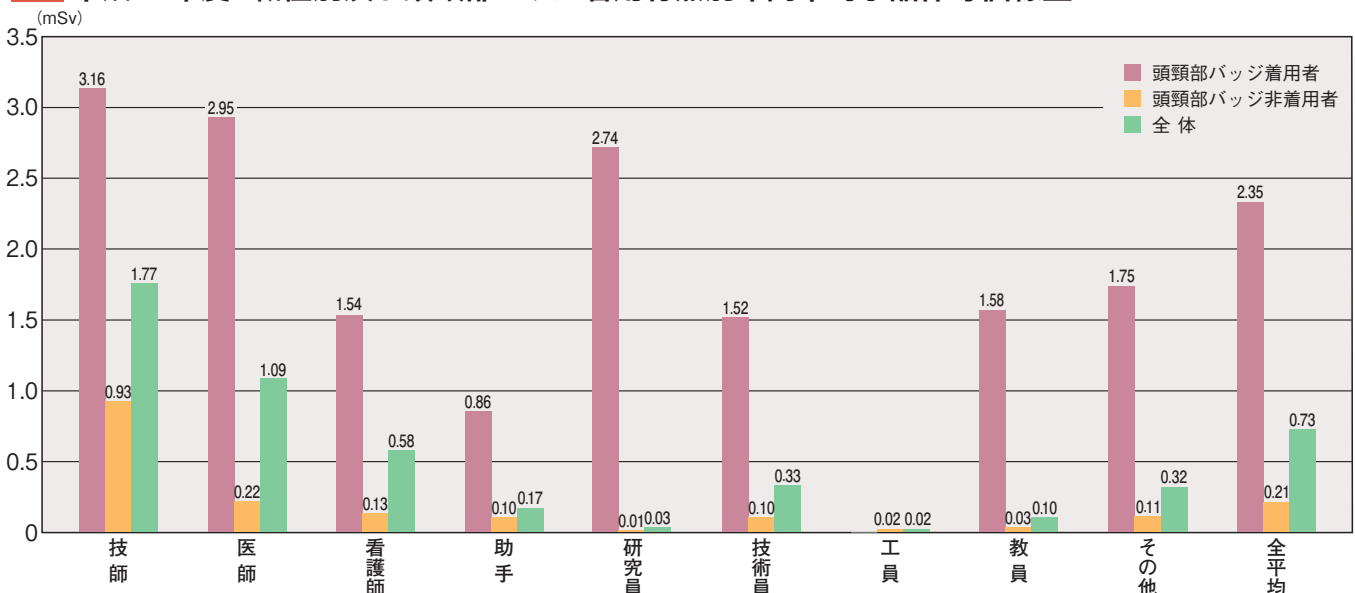


図3 平成28年度 職種別及び頭頸部バッジ着用有無別年間平均水晶体等価線量



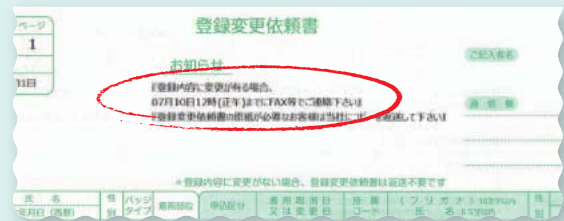
お願い

登録内容の変更について

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

バッジのご着用者に変更が生じましたら、「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をお電話で依頼される場合には、最初にお客様の事業所番号をお教えくださいますよう併せてお願い申し上げます。



お知らせ

平成29年度
医療放射線防護連絡協議会年次大会

第28回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」

日時：平成29年12月15日(金) 10:00～16:30
場所：島津ビル イベントホール(千代田区神田錦町1-3)
プログラム

1. 教育講演 10:10～11:00 (講演時間50分)
「ICRPの線量管理の考え方」 酒井一夫 (東京医療保健大学)
2. 高橋信次記念講演 11:00～12:00 (講演時間60分)
「ICRP防護体系の変遷」
佐々木 康人 (医療放射線防護連絡協議会会長)
3. 古賀佑彦記念シンポジウム 13:15～15:00
「医療放射線防護における線量管理の現状と課題」
4. 総合討論 15:15～16:25
「放射線防護における線量基準・線量水準(参考レベル)を考える」

- ◆参加費：5,000円
- ◆申込方法：FaxまたはE-mailでお申し込みください。
申込先：〒113-8941東京都文京区本駒込2-28-45
医療放射線防護連絡協議会(日本アイソトープ協会内)
Tel. 03-5978-6433(月火・木金) Fax. 03-5978-6434
E-mail jarpm@chive.ocn.ne.jp
※詳しくはホームページをご覧ください。
<http://jarpm.kenkyukai.jp/information/>

ちよつと知っ得
七五三の由来

11月と言えば「七五三」。起源は平安時代で、病弱だった徳川徳松(江戸幕府第5代将軍徳川綱吉の長男)の健康を祈って天和元年11月15日(1681年12月24日)始まったという説が有力のようです。各年は数え年で3歳までの男女の髪を剃る習慣を止め、伸ばす「髪置」の儀、5歳は男子が初めて袴を着ける「袴着」の儀、7歳は女の子がそれまでの紐付きの着物から大人と同じ着物と幅広い帯を結び始める紐落(帯解とも呼ばれた)の儀が別々に行なわれ、元々、宮中や皇室の行事とされますが、江戸時代からの3・5・7歳を一緒に祝う習慣に由来します。「七五三」の名称が成立した明治以降一般庶民にも盛んになっていったそうです。

ちなみに七五三で持つ「千歳飴」は元禄時代、江戸浅草の飴屋・七兵衛が考案し、「ちとせ」は千年という意味で子供の健康、成長を願い、長生きするようにと長い袋に「千歳飴」と書いたのが始まりとされています。

(M.K.)

編集後記

最近「VR」という言葉をよく耳にするかと思いますが、皆さまご存知でしょうか。「VR」とは、ヴァーチャルリアリティー(仮想現実)と呼ばれるもので、実際には存在していないのに、まるで目の前にあるかのように体験ができる技術のことです。最近では、家庭用ゲーム機やスマホにVR機能が付いているものが発売され、まる

で映画の中での話のように一般家庭でも手軽に楽しめるようになってきています。また、ゲームだけでなく医療、教育など様々な分野での活用され始めており、NASAでは宇宙飛行士の訓練に利用しているとのこと。より本格的な訓練が可能ということですね。今後さらに技術が進歩したら、視覚だけでなく嗅覚や味覚などもVRで体験できるようになるかもしれません。(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.479 平成29年(11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
発行人