

●トップコラム／東京慈恵会医科大学

アイソトープ実験研究施設訪問研究員 堀内 公子

●新年のご挨拶

●ゼロから始める放射線／〔その1〕放射線とは？

●お願い／着用者の名義変更について

●お年玉クイズ／クイズに答えて、希望賞品をGETしよう!!

ト  
ッ  
プ  
コ  
ラ  
ム  
193

堀内 公子

## ラドンと温泉

「ラドンはトルエン等有機溶媒によく溶ける」この現象に着目して「天然水中のラドンおよびトロン（トリウム）のトルエン抽出液体シンチレーションカウンター（以下LSC）による定量法」を開発した。日本にもLSCが普及し始めた1970年代のことである。環境放射能にしめるラジウム、ラドン、トロンなどの割合は極めて大きい。当時これらの定量は比較的困難であったため、古くから行われていたにも拘らず情報量は乏しかった。しかし、ラドンは温泉法に定められた化学成分の一つであり、温泉の分野では容易な測定法の開発が待望されていた。

トルエンにより抽出されたラドンは3.825日の半減期で、バイアル瓶の中で順次崩壊し、半減期22年の鉛（210）に至る。ラドンとその崩壊生成物との間には3.17時間で放射平衡が成立する。独立3チャンネル方式のLSCにより積分係数法を用いて計測すると計数効率100%で測定できる。しかも放射平衡成立後に測定すればラドン以下5核種の $3\alpha + 2\beta$ を計測でき、ラドン単独に比べて5倍の感度になり、定量下限として0.02Bq/lまでの測定が可能である。この方法は鉱泉分析法指針にも取り上げられ、多くの方に利用されるようになった。

現在わが国の温泉は環境省自然環境局の所管で、国民の保健休養と同時に自然環境の保護も目的としている。温泉は温泉法によって保護され、利用の適正化と公共の福祉の増進が図られており、泉質は1951年制定され、2014年改定された鉱泉分析法指針により、分析すべき項目と分析方法が定められている。わが国には沢山の種類の温泉が湧出するが、放射能泉もその一つで、主として天然に存在するラドンが多く含まれていることによって、温泉と認められたも

のである。わが国の温・鉱泉の泉質頻度分布の割合は、食塩泉が27%で最も多く、それに続き、単純温泉（泉温25℃以上）が25.8%で放射能により温泉になるものは全温泉の7.7%である。

鉱泉分析法指針によれば、放射能による鉱泉の定義は

- ・ラドン (Rn)  $20 \times 10^{-10} \text{Ci} = 74 \text{Bq}$ 以上 (1kg中)
- ・ラジウム塩 (Raとして)  $1 \times 10^{-8} \text{mg}$ 以上 (1kg中)

また、放射能による療養泉の定義は、

- ・ラドン (Rn)  $30 \times 10^{-10} \text{Ci} = 111 \text{Bq}$ 以上 (1kg中) とより高濃度である。しかし、療養泉（放射能泉）は（指針によれば）鉱泉のうち特に治療の目的に供し得るものを示し、温泉医学に於ける臨床経験から医療効果の期待できる温泉と言う考え方である。

ラドン泉の医療効果は、臨床医学的に自律神経の鎮静、内分泌系に適度の刺激を与えることによるホルモンや代謝異常の調整、鎮痛、消炎作用などである。ラドン濃度を増すとラドンの $\alpha$ 線により鎮痛効果はあがるが、心血管や植物神経系統に反作用が起きるので、他の温泉成分と同様、適切な利用が大切である。

近年、トリウムを含んだ砂からトロン温浴水を調整し、各種の重篤ながん患者や生活習慣病患者の症状改善・延命効果等をあげている施設（花巻トロン）が紹介され、従来のヘルスセンター的な人工ラドン泉と違って期待視されている。科学的な効果のメカニズム解明の研究は途に就いたばかりだが、少なくとも症状の改善を体験した人たちは喜びの声をあげている。トロンはラドンに比べ、安定の鉛に至るまでの崩壊生成物の半減期が何れも短いため、放射線による総影響は少ない。人工的に温浴水を調整することにより、常に一定の条件の利用環境を提供できること、温泉地以外にも施設を作れることなどがメリットになる。

世界トップレベルの長寿国であり、急速に高齢化の進んでいるわが国において、世界に誇りうる数少ない天然のエネルギー資源：温泉は限り在る資源でもある。大切に保護し有効に利用していくことは、地球の自然環境のより長い存続を願う私たちの大切な責務であろう。

ほりうち きみこ（東京慈恵会医科大学  
アイソトープ実験研究施設訪問研究員）

プロフィール●東京都立大学理学部化学科卒、理学博士。東京都立大学理学部助教授、大妻女子大学社会情報学部教授を経て、東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設訪問研究員。NPO法人放射線教育フォーラム理事。2003年多摩市環境審議会委員。2010年東京都自然環境審議会委員（温泉部会部会長）。2001年環境大臣温泉関係功労者賞、2008年日本温泉科学会功労者賞。



## 新年おめでとうございます。

輝かしい年頭にあたり、  
皆様のご健康と益々のご発展を  
お祈り申し上げます。



代表取締役社長  
的場 洋明

旧年中は格別のご愛顧を賜り、厚く御礼申し上げます。

放射線管理に関する規制や基準の見直しが進む中、私共は受動形個人線量計の新たなJIS規格に準拠した「ルミネスバッジ」を開発し、昨年4月、無事にサービスを移行することができました。これもひとえに皆様のご理解とご協力あつてのことと、心より感謝申し上げます。

ルミネスバッジは、技術面だけでなく、デザイン等のソフト面も改良し、より高品質で親しみやすい製品へと進化しております。様々な分野で放射線が利用されている現在、徹底した品質管理と安定供給にこだわり続けることが、当社の果たすべき責任であり使命です。

線量測定サービスの認証制度の導入、水晶体線量限度の引き下げなど、今後も様々な法令改正が予定されています。特に後者に関しては、水晶体線量計という新たなニーズが生じる可能性があり、当社はその動向を注視しながら、需要と期待に十分応えられる製品・サービスの準備を進めてまいります。一方、海外展開につきましては、アジア・オセアニア地域を中心とした国々の研究・教育・医療機関等で、OSL線量計の導入が年々拡大しております。これからも多様なサービスを通じて、日本はもとより、アジア・オセアニア地域での放射線防護の活性化に貢献してまいります。

本年も皆様にご満足していただけるよう、社員一丸となって技術とサービスの向上に努めてまいります。引き続き、変わらぬお引き立てのほど、よろしくお願い申し上げます。

平成30年元旦

# ゼロから始める放射線

## 〔その1〕放射線とは？

私たちは単に「放射線」と呼びますが、法的には電離放射線を指します。放射線にはいろいろな特徴があります。物質を透過し、目に見えず、感じることもできず、物質を電離します。この透過するというのは医療では実に便利です。何も感じないので、患者さんに苦痛を与えることもなく、体の中をつぶさに見ることができます。近代医療にとって画像診断は最も重要な検査方法の一つです。

透過と言えば、最近ではスマートフォンの品質検査にもX線が使われます。CPUや基板などの不良確認検査を行います。最新のスマートフォンは微細な加工が用いられているので、少ない線量でも簡単に壊れてしまうことがあり、被ばく(吸収)線量はOSL線量計でモニターされています。検査時の線量が100mGyを超えると壊れることがあるそうです。人間では今までの疫学調査において100mGyでは影響が表れないことが知られていますから、あなたのスマートフォンはあなたより放射線の抵抗力が弱いかもしれませんね。

放射線は非常に便利で必要不可欠です。しかし、一般の人は放射線に漠然とした不安を覚えます。これは見えないものや理解しがたいものに対する恐怖心です。

ここで、放射線の特徴について考えてみましょう。放射線の最も大きな特徴は物質の電離です。放射線を浴びた物質の中では、プラスの電荷を持った物質とマイナスの電荷を持った物質が作られます。電離により多くの化学変化が生じ、色素は分解されて脱色します。カーテンは日光に含まれる紫外線により脱色します。紫外線は放射線よりごくわずかにエネルギーの低い電磁波で、物質を電離する能力を持っています。では、紫外線と放射線はどう違うのでしょうか？

紫外線は物質に当たると電離が生じますが、ここで発生したマイナスの電荷を持った電子はエネルギーが小さく、他の物質に当たっても電離を起しません。それに対し、放射線はエネルギーが大きいため、電離で出来た電子が他の物質に当たるとまた電離を起します。このようなことが連続的に起きるので、物質に与える影響が大きくなり、紫外線より放射線の方が影響が大きくなります。(図参照)

そこで人体が放射線に被ばくすると何が起きるか

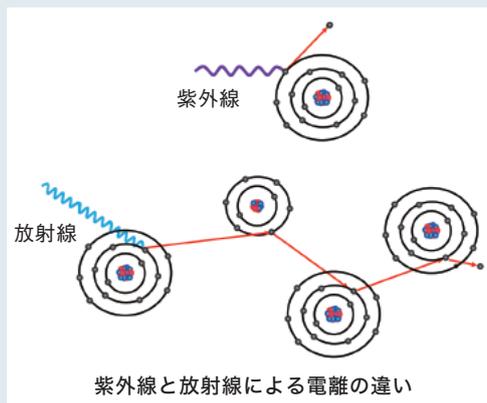
考えてみましょう。放射線の種類やエネルギーによって反応は異なってきますが、通常はいくらかが人体を通り抜けます。通り抜けず人体に吸収された放射線のほとんどは、人間の体を構成している分子に衝突して、これを振動させて熱エネルギーに変わります。ごくわずかな部分が体の分子を電離させ、遺伝子にきずを付けたり、重要なたんぱく質を分解したりします。

人間の致死線量は8Sv程度です。今単純に防護量Sv=吸収線量Gyとした場合、GyはJ/kgという単位なので体重1kg当たり1J(ジュール)のエネルギーが吸収されたことを意味します。いま放射線のエネルギーが体内で全て熱に変わったと仮定すると、1Jは0.24calと理科学辞典に書かれているので、致死量の放射線を人体が吸収すると体重1kg当たり

$8 \times 0.24 = 1.92 \text{ cal}$ の熱が発生します。1calは水1gの温度を1℃上昇させるので、1.92calが1kgに吸収されると、0.00192℃の温度上昇になります。致死量の放射線を被ばくすると体温が0.002℃上昇するという事です。これでは感じることはできませんね。

真夏の直射日光を浴びると見る間に体温は上昇します。放射線と同じ電磁波である日光に比べれば、致死量の放射線と言えどもごくわずかな熱量でしかないということです。

次に、放射線を作るエネルギーを考えてみましょう。例えば、胸部のX線検査を例にとると、管電圧100kVp、管電流100mA、撮影時間0.01秒、付加フィルターアルミ2mm、撮影距離2m程度の条件で撮影すると入射部皮膚表面線量が0.05mSv程度になります。手足などの末端部の撮影を除くと、このぐらいが一番線量の小さな撮影条件になります。電気の仕事量は電圧×電流=W(ワット)で表されます。この条件では100,000V×0.1Aで10,000Wということになります。一般家庭で使われる電気は100Vなので一般家庭で100A使うのと同じ電力と言うことになります。一般家庭で契約できる電力は通常60Aまでなので、胸部の写真一枚撮影するのに一般家庭2軒ほどの最大電力を瞬時に使っているということになります。X線を使うというのは思ったより大変なエネルギーが必要です。放射線は少し怖いのですが、作るのも大変ですね。



## 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代わり、新たな着用者に名義を変え継続して使用することです。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交代がある場合、「名義変更」をご利用いただくと、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」にご記入の上、Fax(または電話)にてご連絡ください。

記入済みの「登録変更依頼書」はバッジご返送の際に同封してください。

## 【手続きの注意】

一つのバッジを複数人でお使いになることはできません。

●「登録変更依頼書」のお知らせ欄の締切日時を過ぎてご連絡いただいた場合、翌月も従来の着用者の名義でバッジが送付されますが、そのままお使いください。

## お年玉クイズ

## クイズに答えて、希望賞品をGETしよう!!

日頃、「NLだより」をご愛読いただきまして、ありがとうございます。今年は「お年玉クイズ」を行ないます。今回、当選者数をいつもより増やしましたので、ふるってご応募ください。お待ちしております!

## 問題

当社の新・個人線量計「ルミネスバッジ」、この名称の由来となったものは次のどれでしょうか?

- ①ルミネセンス ②ルミノール ③ルネッサンス

【応募方法】官製はがきにクイズの答えと希望賞品、郵便番号、住所、氏名、年齢、職業、電話番号および希望される企画を記入の上、ご応募ください。

(お一人様1通のみ有効。記入もれ、2通以上のはがきは無効。)

【応募先】〒300-2686茨城県つくば市諏訪C22街区1  
長瀬ランダウア(株)「お年玉クイズ」係

【締め切り】2018年1月31日(水)必着

【当選発表】NLだより4月号No.484に掲載いたします。

※ヒントは1月中旬頃当社ホームページにて掲載する予定です。

## A賞 2名様



ソニー・ホームシアターシステム  
HT-MT500

## B賞 3名様



Balmuda・蒸気炊飯器  
K03A

賞品カラーは選択できません。  
写真はイメージです。

## C賞 5名様



iRobot・クリーナー  
Braava jet 240

\*いただいたお客様の個人情報は、賞品発送の委託業者に提供する場合を除き、承諾なく第三者に提供することはありません。

## 編集後記



今月から始まりました「ゼロから始める放射線」。これは、皆様から「放射線をあまり知らない看護師さんや患者さんへ簡単に解りやすく説明する資料が欲しい」というご意見を多くいただきましたことからスタートした企画です。当初は、主に医療スタッフ、教職員の方々を対象と想定していましたが、多くの方々に興味を

持っていただけるよう、視点を少し変えてお届けすることになりました。もし、ほかに放射線についてもっと詳しく知りたいと思うこと等がございましたら、ぜひご連絡ください。今月号はお年玉クイズもありますので、そちらへのご応募と併せて送られてはいかがでしょうか。ご意見が紙面に反映されるかもしれません。お待ちしております。

(A.S.)

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.481 平成30年(1月号)

毎月1日発行 発行部数: 39,400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