

- トップコラム／静岡大学 理学部 放射科学教育研究推進センター
准教授・安全衛生センター副センター長(併任) 矢永 誠人
- 暮らしに役立つ量子ビーム／〔シリーズ6〕
イオンビームの利用と照射施設
- 生涯現役のための健康講話／〔その4〕腰痛改善に有効な方法
- お願い／コントロールバッジについて
- ご案内／個人別年間被ばく線量明細レポート
- ちょっと知っ得／「へえ、知らなかった!」

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
199



矢永 誠人

視点を変わると法による RI規制はありがたい

昨年の4月14日に放射線障害防止法が改正され、その第一段階として、改正の一部が本年4月1日に施行された。あわせて同施行規則なども改正された。一部改正とはいうものの改正内容は盛りだくさんであるが、共通していることは「事業者の責任」である。これは、「民主・自主・公開」の三原則、すなわち原点に立ち返って、各事業所の体制を見直そうということであろう。

ところが、大学で放射線管理に携わる者としては、この見直しを口で言うのは簡単であるが、いざ着手しようとするとなかなか難しい。例えば、教育訓練に関して法定された時間数は短くなったが、これにどう対応するべきか。どこの事業所でも教育訓練は一大イベントである。教育訓練は、筆者のように他に本務を抱えた管理者にとっては勿論のこと、専任の管理者にとっても大きな負担であるし、受講される放射線業務従事者にとっても、授業、会議、研究活動などで長時間の教育訓練に都合を合わせにくく、結局、管理者としては補講を繰り返すしかないということになる。教育訓練の時間を短縮すれば、管理者側も従事者側も時間的負担や労力的な負担は軽くなる。しかし、それでよいのか。今回の改正で示された時間数は、使用の目的や方法が限定的な放射性同位元素装備機器や放射線発生装置を1台しか使用していないような許可届出使用者を念頭において定められたものである。このような事業所でさえ、「法令と予防規程」や「放射線の人体に与える影響」、「放射性同位元素等及

び放射線発生装置の安全取扱い」といった項目を法定の最低時間数だけの講義で十分な教育を施すことは難しいであろう。放射線の人体影響を例にとっても、従事者になろうという人にしっかり理解して欲しいと思うと、「これまでの30分でさえ、とても足りない。」と感じている方々は多いのではない。多様の非密封RIや発生装置を使用する事業所では、従事者の利用の形態も様々である。管理者の思いとしては、全ての従事者に画一的な教育をするよりは、従事者ごとに内容や時間数を変えて、より質の高い教育訓練を行いたいところである。従事者を分類して各グループにあわせた教育を行い、その内容を記録として残していく実務は大変であろうが、筆者としては従事者の理解も得ながら工夫していきたい。

筆者は管理者であるとともに従事者でもある。もしRIの使用に関して何の法規制もなかったとしたら、RIを安全に使うことはできたであろうか。自由にRIを入手でき、好き勝手な場所で使うことができ、使った後はどこに捨てても何の規制もない。そのような状況下でRIを使えるだろうか。筆者は不安に駆られて、とてもRIには手が出せない。法規制があるからこそ、許可された範囲内で、許可された場所で、許可された方法で使用することで、安心感を覚える。それは自分に対してというより、社会に対してRIを安全に取り扱っていると説明でき、他者を安心させられるからではないだろうか。法規制のベースには、科学的知見のみではなく過去の事例の蓄積もあるからである。

大学全体の中では管理者、従事者にかかわらず、RIに関わる人員は極めて限られている。そのような状況下で事業所全体として実効性のある責任体制を構築していくのは容易ではない。しかし、自分もより高度な安全体制のもとでのRIユーザーになることを思えばやりがいがあることであるし、よりよい学生教育の場にできることであろう。

やなが まこと（静岡大学 理学部 放射科学教育研究推進センター
准教授・安全衛生センター副センター長(併任)）

プロフィール●1961年東京都品川区生まれ。1989年東京都立大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。日本女子大学附属高等学校非常勤講師等を経て、1992年東京慈恵会医科大学医学部化学教室助手、1996年静岡大学理学部放射化学研究施設助手、2000年同助教授。その後、改組等により2017年から現職。2014年より安全衛生センター併任、副センター長。静岡県診療用放射性同位元素審査会委員。酒はたしなむ程度。

暮らしに役立つ量子ビーム

〔シリーズ6〕 イオンビームの利用と照射施設

高崎量子応用研究所 放射線高度利用施設部 前部長 横田 渉



イオン照射研究施設「TIARA」

高崎量子応用研究所の前身である日本原子力研究所高崎研究所は、電子線とガンマ線による放射線の産業利用の推進を目的に1963年に設置され、電子加速器とガンマ線照射施設を用いてこれまでに数多くの技術や工業製品を社会に送り出してきました。本シリーズの第2回から第4回で紹介された成果はその最新の例です。イオンビームは研究開発の領域を広げる目的で導入され、1993年に4台の加速器（サイクロトロン、タンデム加速器、シングルエンド加速器およびイオン注入装置）からなるイオン照射研究施設TIARA(Takasaki Ion Accelerators for Advanced Radiation Application)が当研究所に建設されました。一般的に加速器は原子核・素粒子物理学研究や医療を中心に用いられてきましたが、TIARAでは材料科学およびバイオ技術の研究開発に使われています。

イオンビームの特徴と加速器

イオンビームが物質に対して及ぼす作用には、電子線、ガンマ線に比べて次の特徴があります。電子線またはガンマ線は物質中を進む際に所々でエネルギーを少しずつ（つまり低密度で）物質に与えるのに対して、イオンビームは途切れることなく（高密度で）与えます。このため、物質等の性質を変える強さや新たに発現する性質等が電子線やガンマ線と異なることが期待されます。例えば生物細胞に照射したときに、DNAの一部個所を傷つける程度の電子線、ガンマ線に対して、その一帯を破壊するイオンビームでは突然変異の誘発割合が高く、多様な変異を引き起します。これを利用して新しい花などを「創る」のが第5回のイオンビーム育種です。また、ビーム中のイオンがその中心に持つ原子核と物質の原子や原子核との相互作用（励起、散乱、原子核反応など）によって発生するX線やガンマ線、散乱イオンを測

定することで、色々な分析＝「観る」が行えます。第3回では散乱イオンによる「観る」が紹介されました。

これらの作用はイオンの質量とエネルギーに依存して異なるので、広い範囲の作用が使えるよう、TIARAは4台もの加速器を備えています（図1）。エネルギーは速いイオンほど高く、加速器は望んだエネルギーにイオンを加速します。図2は各加速器が加速できるイオンの種類とエネルギーの範囲を示しています。イオン種は最も軽い水素（H）から安定元素の中で最も重いビスマス（Bi）まで加速可能であり、

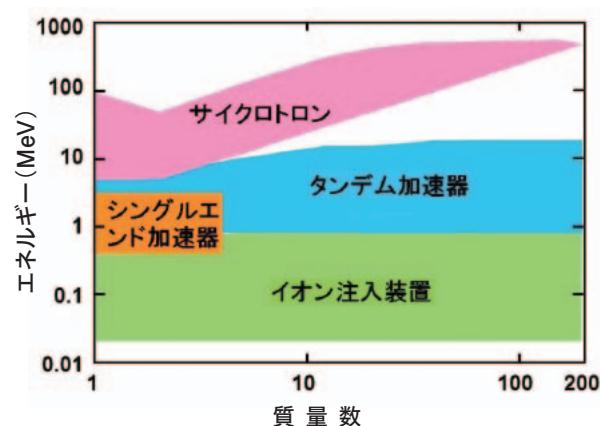


図2 4台の加速器が加速できるイオン種とエネルギーの範囲

エネルギーは20keV（2万電子ボルト）から600MeV（6億電子ボルト）に及びます。シングルエンド加速器は分析に適した低エネルギーの軽いイオンの加速に特化しています。

イオンビームの利用

TIARAではイオンビームの照射の仕方も多様です。イオンビームは膨大な数のイオンが束のようになって流れるものです。束の直径は通常1cmくらいですが、1ミクロン（0.0001cm）程度の極小ビームや10cm程度に拡大したイオンビームも形成できます。極小ビームは数十ミクロン大の物質の中の元素分布を測ったり、1個のイオンを細胞核やそれ以外を狙って撃ち分けたりするほか、高分子材料のミクロンサイズの微細加工にも用いられます。拡大ビームは宇宙で使われる半導体の耐放射線性試験や高分子膜への無数の微小孔の形成に使われています。このほかに、三つまでの異種イオンビームを一つの標的に同時照射する複合ビーム照射やパルスビームなどがあります。これらのイオンビーム形成・照射技術は研究者からの要望に応じて当研究所で開発されました。最近では、クラスターと呼ばれる分子やC₆₀フラーレンなどのイオンの生成・加速技術開発と利用研究が進められています。イオンビーム、電子線およびガンマ線は量子科学技術研究開発機構との共同研究（無償）や施設共用制度（有償）により外部の方にも使用していただいています。



図1 TIARAの全体像。イオンビーム輸送ラインの途中または末端の赤い丸は照射装置

生涯現役のための健康講話

〔その4〕腰痛改善に有効な方法



兵庫大学 兵庫大学短期大学部 教授 長尾 光城

今回は、前回お話ししました膝痛改善に続いて、通院者率の一番高い腰痛についてお話しします。

腰痛の原因

- (1) 腰椎の構築上の異常によるもの
- (2) 椎間板障害などによるもの
- (3) 筋・筋膜性起因の腰痛
- (4) 外傷性起因によるもの
- (5) 炎症・腫瘍性起因によるもの
- (6) 内臓疾患の関連痛としての腰痛
- (7) 心因性のもの

以上7項目が挙がっています。しかし最近の研究調査によると、80%以上は「痛みの原因が特定できない」と言われています。なかでも、原因が見つかりにくく3ヵ月以上続く腰痛を慢性腰痛と呼んでいます。

スイス・チューリッヒ大学が椎間板ヘルニアの患者を調査した結果によると、神経への圧迫が原因で痛みを感じているのは1/3で、残り約2/3は心の問題より痛みが引き起こされていることが報告されています。

腰椎の構造上の問題

人間は二足歩行になってから、腰部は身体の一部になっています。人間の背骨はまっすぐになっておらず、緩やかなS字カーブをなしています。そのため、頭や胴体の重さが腰に集中することになります。

腰部は、日常生活において、いろいろ負担がかかります。さらに中腰で立つと、腰部に3~4倍の圧がかかります。また、中腰になると腰部が伸展（反ること）



図1 腰部負担への良い例、悪い例

しすぎることで腰背部に負荷がかかることになります。従って、中腰と腰部が反ることに注意が必要になります。これらは上記のように図示できます（図1）。

以上、生活習慣に加え、加齢と運動不足で腰回りの筋肉が衰えてくると、腰痛が起こりやすくなると考えられています。

精神的ストレスが加わると

整形外科の外来で、X-P画像上では問題がないのに腰痛を訴える患者がマイナートランキライザー（抗不安薬）で軽快する患者も数多く診てきました。

近年、人の精神面に大きな影響を与える神経伝達

物質である「ノルアドレナリン、ドーパミン、セロトニン」の中のドーパミンが痛みに関係することがわかってきました。つまり、痛いはずの状況にあっても、その痛みを抑制するドーパミンが脳内から大量に分泌されて、感じる痛みを軽減させているのです。

日常的なストレスは、ドーパミンの分泌を減少させ、痛みを増強させます。そこにその痛みがさらにストレスとなってドーパミンの分泌が減少して、痛みが慢性化するという悪循環になっていきます。

腰痛改善方法

◆ストレスをため込まない

- ①ぐっすり眠りましょう：頭寒足熱を試みましょう。ときには、睡眠薬の利用も考えていきましょう。
- ②自分の心が喜ぶことをしましょう：自分の好きなスポーツ、旅行、心の休まる音楽鑑賞など、心をリフレッシュして仕事を忘れましょう。
- ③カウンセリングをしてもらいましょう：自分の愚痴を誰かに話して聞いてもらうなど、友人等との話らいも大切です。

◆腰痛の人におすすめの体操

- ①ハムストリングスのストレッチ（図2）：腰痛の方は大腿後面が硬くなっています。



図2 ハムストリングスのストレッチ

- ②痛くない範囲での腹筋強化（図3：ドローイン）：特に腹横筋を意識して行います。

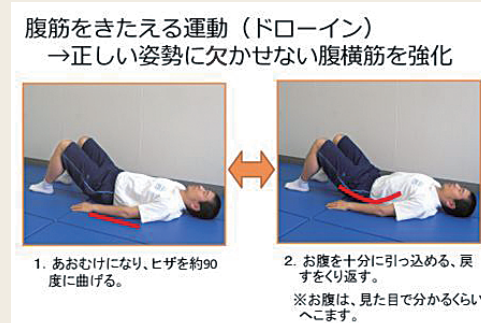


図3 ドローイン

- ③脊柱起立筋のストレッチ（図4）：脊柱に沿ってついている筋肉を伸ばします。



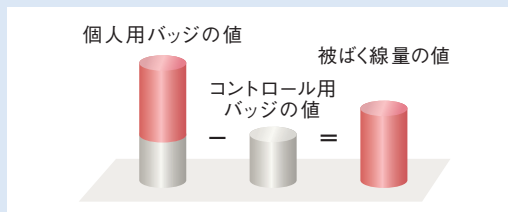
図4 腰背部のストレッチ

お 願 い

コントロールバッジについて

〔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

コントロールバッジは、個人用バッジの値から自然放射線等による影響分を差し引き、放射線業務に起因する被ばく線量を正確に算出するために用いるバッジです。



自然放射線は地域や季節などにより変動しますので、コントロールバッジは、放射線発生装置やRIからの放射線の影響がない場所で保管してください。また、着用期間が終了したコントロールバッジは、同一着用期間の個人用バッジと一緒にご返却くださいますようお願い申し上げます。

※コントロールバッジが同一着用期間の個人用バッジと共に返却されなかった場合、当社基準に基づいて個人の被ばく線量を算出いたします。

ご 案 内

個人別年間被ばく線量明細レポート

当社では「個人別年間被ばく線量明細レポート」(測定記録・算定記録)作成のオプションサービスを行っております。このサービスをご利用いただきますと、転記する手間もかからず、個人別被ばく台帳としてご活用いただけます。

なお、この明細レポートの料金は、年度毎につき1名様分各200円(税別)となっております。

←測定記録

算定記録→

お申し込み・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

ちよつと知っ得
ヘエ〜、知らなかった!

突然ですが、日本けん玉協会の最北端の支部は北海道にあります。最南端にある同支部はどこかご存知ですか?南極の昭和基地にあるんですね。これは昭和基地の隊員が運動不足にならないように、また休息のために狭い所でも楽しめるというところから、けん玉を取り入れたようです(ヘエ〜!)

話は変わりますが、道路に貼られた「G↑」ラベルはどんな意味があるのかご存知?これは、「→」の方向にガス管が通っていることを示しています。道路工事の際にガス管が損傷するのを防ぐためということです。ちなみに、赤字「G↑」…銅管(古くからある金属製の管)、緑字「G↑」…ポリエチレン管(比較的新しい黄色管)を示しているそうです。

次回も乞うご期待!

(M.K.)

編集後記

近年ブームとなっていた「ポケモンGO」、多くの方が実際に遊んだことがあるのではないのでしょうか。スマホを通じポケモンがあたかも現実にいるのかのように見えるのですが、これはAR(Augmented Reality:拡張現実)という技術を使用しています。全て仮想現実置き換えるVRとは違い、ARは現実の風景に仮想の物

体を重ね、現実を拡張させるものとなります。「ポケモンGO」のようにゲームでの使用や観光地での風景の説明等に活用されています。また、Googleが開発したアプリでは、スマホのカメラをかざすと、リアルタイムで翻訳し、文字自体を翻訳した状態で表示するというものがあります。開発が行われている眼鏡型のデバイスと合わせると、様々な用途で利用できそうですね。(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.487 平成30年(7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