

- トップコラム／(独)放射線医学総合研究所 名誉研究員 早田 勇
- 医療における放射線管理／シリーズ [6]  
教育訓練 (教育や訓練記録の管理)
- 暮らしと放射線 あれこれ／  
〈その1〉 宝石という素材に行なわれた放射線照射の歴史と概容
- お願い／年度末の特別なお依頼について
- ご案内／ルクセルWebサービス



早田 勇

## 低線量被ばくと健康影響

日本人で診断のためのX線検査を一生の間に一度も受けない人は恐らくいない。集団検診で胸のX線写真を1回撮ると約0.05ミリシーベルトの放射線を被ばくする。中国南部の広東省の田舎(陽江)に大地などからの自然放射線が通常地域より3~5倍高い地域がある。この地域住民の平均的過剰被ばく量(率)は上述の胸部X線写真を毎週1回の割合で撮り続ける線量(率)と同じ位になる。(財)体質研究会が企画した日中共同研究の下で、放医研、近畿大学、鹿児島大学、中国放射線防護核安全医学所、広東省職業病予防治療病院などによって1992年からこの高自然放射線地域とその対照群の地域住民のリンパ球の染色体解析、被ばく線量調査、疫学調査が実施され、現在も継続されている。私はこの共同研究に準備段階から参加し、染色体解析研究を行った。

血液培養と染色体標本作製および解析に必要なすべての機器(クリーンベンチ、炭酸ガス培養器、冷却遠心器、恒温水槽、ミリボア滅菌装置、オートステージ付き蛍光顕微鏡、変圧器など)および、すべての消耗品(ピペット、遠心管、培養液粉末、滅菌用フィルター、血清、スライドガラス、各種試薬類、ガラス器具洗浄用洗剤など)は日本から送り、現地から車で3時間位の恩平という小さな町の病院に実験室を作り、北京の研究所の設備を整え、中国の若手研究者を放医研に招き染色体標本の作製と解析法の最新技術を教え、共同研究を始めた。

広東省の高自然放射線地域には1992年12月の末に採血のために中国の研究者などと一緒に初めて入ったが、そこは交通の便の悪いへき地でオートバイや自動車は走っておらず、化学物質等による環境汚染は少なく、低線量放射線の健康影響を調べるために理想的な場所で

あった。住民の使用言語が標準語(北京語)と異なっていたため、北京の研究者が採血の目的を北京語で説明し、それを通訳が広東語に訳し、さらに別の通訳が現地語に訳して集落の人々に伝え、同意を得てようやく採血することができた。血液細胞の培養と培養した血液細胞の水処理、固定は恩平の病院で行った。恩平の病院では電力が不安定で恒温器の警報装置が鳴りっぱなしになったり、コンピュータ制御の遠心器が止まらなくなったり、日本では経験したことのないトラブルが次々に起きたが、何とか分裂細胞を固定したサンプルを得ることが出来た。

固定サンプルは千葉と北京に持ち帰り、エアスライド標本を作りオートステージ付き顕微鏡を使って日中共同で膨大な数の染色体を解析した。染色体解析の結果、高自然放射線地域の放射線レベル(毎週1回胸部X線撮影を撮り続ける程度)は、染色体異常は増えるが蓄積する量は普通に生活する中で体内に取り込まれる放射線以外の変異原性物質や活性酸素などがもたらす大きな影響のために見えなくなっていることが判った。リンパ球中の染色体異常の頻度はがんや白血病のリスクと相関する。従ってこの地域で実施された疫学調査で対照群と比べて高自然放射線地域住民にがんや白血病の頻度に有意な上昇が検出できなかったことは低線量放射線に対する適応応答や、調査人数(統計パワー)の不足によるものではないと考えられる。

昨年広東省の高自然放射線地域に7年ぶりに行った。交通事情と都市化の進み具合は目覚しく、1992年には広州市から1日半かかった現地へ、高速道路と舗装道路で僅か4~5時間で行くことが出来た。今では各家に電気が供給され、オートバイ、自動車が見られ、ドラッグストアのような店もあり暮らしぶりが激変していた。健康影響のかく乱因子が多種多様になり低線量放射線の健康影響を調べるのには不適當な地域になっていた。

中国広東省の高自然放射線地域より放射線量が高いと言われているインドのケララとイランのラムサルについて、それらの国と共同の調査研究が現在進行中である。

.....

はやた いさむ ((独)放射線医学総合研究所 名誉研究員)

プロフィール●1968年に北海道大学理学部生物学科卒業。同年同大学院に進み、在学中の1972~1975年米国ニューヨーク州立ロズウェルパーク記念癌研究所に留学。1976年学位を得て放射線医学総合研究所の研究員となる。1981~1982年仏国CEA原子核研究所に仏国政府給費留学生として出張。室長、部長、グループリーダーを経て2005年から放射線安全研究センター長を務めた後2006年に退官。現在は放医研名誉研究員、電力中央研究所研究顧問、ISO/TC85/SC2(放射線防護)国内対応委員会委員長など。

## 教育訓練 (教育や訓練記録の管理)

藤田保健衛生大学 医療科学部 放射線学科 教授 鈴木 昇一

医療現場における放射線安全の教育・訓練は、医療法、電離則については法的規程がありません。人事院則では、人事院規則(教育の実施)に、「各省各庁の長は、職員を放射線業務に従事させる場合には、あらかじめ人事院の定めるところにより放射線障害の防止のための教育を行わなければならない。」となっていますが、具体的内容は記載されていません。したがって「教育訓練」は、障防法のみ用語となっています。

しかし、障防法や人事院則の対象外の従事者であっても、初めて放射線を取り扱う際には、放射線の安全に対する教育訓練は不可欠と考えます。さらに、放射線安全管理の大枠の国際的変更、法令の改正、通知などの対応、安全管理の維持のためにも、年1回の教育訓練が必要であると思います。

### 1) 教育訓練

「教育訓練」の項には、「従事者が初めて管理区域に立ち入る前や、取扱いに従事する前に1回、立ち入り後は1年を超えない期間ごとに実施しなければならない。」となっています。さらに、教育訓練は、「放射線障害予防規程の周知や放射線障害を防止するための必要な事項について教育を施す。」ともなっています。

最初に行う教育訓練

は項目に、時間数は、「教育及び訓練の時間数を定める告示」に記載されています。その際、「但し書き」に、時間数は短くしてもよい項目がありましたが、平成17(告示79号)「但し書き」の部分は削除されました。同時に、表の項目の「放射線障害予防“規定”」が「放射線障害予防“規程”」に改められました。

放射線業務従事者に対しては、初めて管理区域に立ち入る前には、第1項に示されている6時間以上、取扱等業務に従事する者で管理区域に立ち入らないものに対しては、取扱等業務を開始する前に、第2項に示されている3時間以上の教育訓練が必要となります。しかし、医療現場では、項目、時間数は第1項に相当しますので、6時間以上必要となります。また、「十分な知識及び技能を有していると認められる者に対しては、当該項目又は事項についての教育及び訓練を省略することができる。」と

免除規定も定められています。

### 2) 放射線障害予防規程、教育訓練の記録

教育訓練の項目の中に、「放射線障害予防規程」があります。予防規程は、事業所ごとに実情に併せて作成されますが、必要な項目は、法令で13項目が規定されています。その中の1つに、「放射線障害を防止するために必要な教育及び訓練に関すること。」が定められています。

教育訓練の記録は、「放射線施設に立ち入る者に対する教育及び訓練の実施年月日、項目並びに当該教育及び訓練を受けた者の氏名」となっています。この記帳についても他の記録と同様、「電磁的方法による保存」が認められています。教育訓練を免除された従事者に対しても、

その氏名、理由を記録する必要があります。

### 3) その他

教育訓練は、国家公務員以外の一般人(電離則)に対しては規定されていません。しかしながら、実際には、医療機関においても多くの施設で教育訓練が行われています。医療において、皮膚障害などがすでに報告されていることから特に放射線防護の教育を直接受ける機会のない医師、看護師などに対して、教育訓練がなされるべきであると思います。

法令に示されていない

くとも、教育訓練はなされるべきと考えますが、監督官庁に対しては早急に法的整備を進めて頂きたいと思っております。

### 4) おわりに

これまで、医療の放射線管理について述べてきました。従事者の線量限度は定められていますが、患者さんの受ける線量の限度はありません。医師の裁量となっています。利益と不利益のバランスの上に成り立っています。他の放射線管理と大きく異なる場所です。規制なども複雑な法体系で運用されています。医療機関の放射線管理担当者は、法令の改正、通知文の多さに惑わされることなく、無駄のない安全な放射線管理を進めていただきたいと思っております。

この項を終わるにあたって、せめて、同一省庁の法律用語ぐらいは統一をしてほしいと切に願っています。最後の愚痴でした。



初めて管理区域に立ち入る前、業務に従事する前の教育及び訓練の時間数は？

放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則(文部科学省告示第79号)

| 項目  | イ.<br>放射線の人体に与える影響 | ロ.<br>放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い | ハ.<br>放射性同位元素及び放射線発生装置による放射線障害の防止に関する法令 | ニ.<br>放射線予防規程 |
|-----|--------------------|-------------------------------|---|---------------|
| 第1項 | 30分                | 4時間                           | 1時間                                     | 30分           |
| 第2項 | 30分                | 1時間30分                        | 30分                                     | 30分           |

第1項：放射線業務従事者(管理区域に立ち入る者)

第2項：取扱等業務に従事する者(管理区域に立ち入らない者)



# 暮らしと放射線 あれこれ

## 〈その1〉 宝石という素材に行なわれた放射線照射の歴史と概容

日本彩宝石研究所 所長 飯田 孝一



この度、“放射線に関係する宝石の処理”という内容で執筆の依頼をお引き受けしたが、正直言ってなかなか難しい問題を頂戴してしまったものだと考えた。『宝石』という商材にはイメージが優先している部分があり、したがって“処理”という単なる文字の部分だけから得る魅力のダメージは大きいからである。

第三世代のエネルギーとしての放射線が、安全性が確立されて工業分野ばかりでなく、食品の分野にも利用されている事は比較的によくの人達が知るところとなった今でも、まさか宝石という高級な贅沢品の分野で放射線のエネルギーが利用されているという事はおそらくほとんどに近い人達には知られていない。しかし今はインターネットの普及などで情報は容易に得られる時代。我々鑑別側も積極的に処理の事実を公開してはいるが、完全なものとはならず消費者の末端にまで正しい情報が浸透し固定されてはいない。したがって、未だに“え! 宝石にも放射線を照射して処理をするの?”と驚き、結果、広島長崎の事が頭に浮かび、“放射能はないの?”という質問がすぐ返ってくる始末。この機会に、この極めてデリケートな問題を、分析のレベルではなく宝飾の世界というグローバルなレベルで知っていただくのも重要な事なのかも知れない。

\*

冒頭に述べた様に、宝石には人為的な処置（鑑別では処理という）が加えられる事がある。宝石に処理をするという事は、美しさを向上させて強調することであり、商材をより魅力的に見せることなのである。

宝石に行う処理には複数の方法があり、宝石の種類と原石の状態によって、加熱、塗装、脱色、着色、含浸透、充填成形、などの行為が加えられ、放射線の照射処理はそれら処置の一方法である。それら宝石に加えられる処理は年を経る毎に進化、そして高度に変化している。

1898年、キュリー夫妻によってウラン鉱からラジウムが発見される。まもなくサファイアをα線に曝して着色実験した記録が残されている。無色の石が黄変、淡い青色の石が緑に変化したが、斑状となり宝飾品としての等級にはならなかった。宝石に照射処理を施し美しさという点で向上させたのは、イギリス人の科学者Sir William Crookes。実験は1904年頃に始められたもので、彼はブラウンの色をもった存在量の多いダイヤモンドを素材に選んで、ラジウム塩やラドン・ガスに長時間接触させた。放出され

てくる「α線」により叩かれたダイヤモンドは濃いグリーンに変化し、低い価値のダイヤモンドは、もっとも高価に取引される色をもつダイヤモンドの外観に変わったのである。



右側の石はCrookes卿が行った様に、α線で衝撃を与える事により、石の表面を緑色に変えたもの。

それ以前にも、安価に扱われるダイヤモンドの色を産出の少ない無色のダイヤに変えようと何人もの科学者が研究を行っていたが、誰一人として成功を収めなかった。ダイヤモンドの炭素の結合は強固で通常の加熱や漂白ではびくともしないからである。Crookes卿は放射線のエネルギーを使い見事に改変を行ったが、しかし彼の処理したダイヤモンドには残留放射能という大きな問題が残った。素材に低品質の石を使用したからで、表面に口を開いている微細なヒビに放射性物質が入り込んだ事が大きく影響した。

ダイヤモンドを初めとして、放射線を利用した宝石の処理は1980年代に入ると急速に広まり、その後は残留放射能を伴わないものへと変わっていく。



β線や中性子線を使って着色したダイヤモンド。原材料には褐色ばかりでなく、淡い黄色や無色（中央の2個）のものも使われ、時に加熱処理も組み合わせられる。

現在宝石の加工と放射線の使用は切っても切り離せないものとなり、かなり多くの石種に行われている。中でも照射が多く行われている宝石は『クォーツ（水晶）』『パール（真珠）』、そして『トパーズ（黄玉）』『トルマリン（電気石）』である。

冒頭に述べた様に、宝石は特別なものというイメージが優先する商材である。ダイヤモンドの様に処理された色と天然起源の色とでは価格に大きな差が出るものがある反面、水晶での場合の様に価格上では大きな差の出ないものもある。宝石を鑑別する我々の側でも、鑑別（識別）の技術の向上とそれらに対する評価の基準作りが重要と考え、それを慎重に行っている。

## お願い

カスタマーサービスより

## 年度末の特別なご依頼について

当社では、バッジをご返却いただいてから2週間ほどで外部被ばく線量測定報告書を発行しています。年度末で測定結果を至急必要とされる場合は、至急測定を受付けていますので下記手順にてお申してください。

- ①事前に当社へご依頼内容を電話でご連絡ください。「至急測定」の受付をいたします。
- ②返送封筒または箱の表に「至急測定」と朱書きし、速達郵便もしくは宅配便でご返送ください。

また、報告書の結果について特別なご依頼がある場合（国公立機関等で被ばく線量が指定値を超えた方について連絡を希望されるなど）も同様の手順で、ご依頼内容を「バッジ測定依頼書兼登録変更依頼書」の右上通信欄にご記入していただくか、メモ等に明記しバッジと共にご返送ください。投函後、電話連絡をいただいてもご希望に添えない場合がございます。まずは電話にてご相談くださいようお願い申し上げます。

東京本社 Tel.03-3666-4300

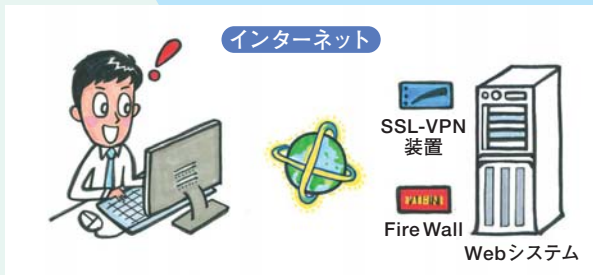
## ご案内

## ルクセルWebサービス

インターネットでバッジの追加・変更や被ばく線量の確認をしてみませんか？当社ではインターネットを利用した「ルクセルWebサービス」を無料で提供しております。（通信料はお客様負担）接続に利用するクライアントソフトは、セキュリティー面を考慮して、SSL-VPNを採用しています。ご興味をお持ちのお客様は当社カスタマーサービスまでご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。

## [主なサービス内容]

- ・バッジの追加、変更、取消など
- ・バッジ登録された方全員の氏名、積算線量等の確認
- ・電離放射線健康診断個人票の記入に役立つ、被ばく線量集計表の印刷
- ・被ばく線量の証明書になる積算線量票の印刷
- ・年度別の個人別算定記録票の印刷



SSL-VPNクライアントソフトの対応OS  
Windows2000Pro SP4/XP  
推奨ブラウザInternet Explorer6.0 SP1,SP2

〈お問合せ先〉 長瀬ランダウア(株)カスタマーサービス Tel. 03-3666-4300 Fax. 03-3662-9518

## 編集後記



今月号から「暮らして放射線あれこれ」のコーナーで日本彩宝石研究所の飯田孝一氏に宝石の放射線処理についてご紹介いただいております。飯田氏は、宝石の鑑別やダイヤモンドの鑑定をされており、またご自身でもいろいろな原石やカット石をコレクションされています。これらの中には神秘的な形をした鉱物の

奇石や珍石もあれば、きれいにカットされた美しい宝石の結晶もあり、大変貴重なものとなっています。

ちなみに当社のルクセルバッジの中に入っている素子も、酸化アルミニウムの結晶、すなわちルビーやサファイアの仲間なのです。ただし、取り出しても高値で取引できるような代物ではありませんので、そのまま被ばく線量の測定にお使いください。（鈴木 朗史）

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<http://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  
東京 Tel.03-3666-4300 Fax.03-3662-6096  
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

**NLだより** No.375 平成21年<3月号>  
毎月1日発行 発行部数：32,000部

発行 長瀬ランダウア株式会社  
〒103-8487  
東京都中央区日本橋久松町11番6号  
発行人 中井 光正