



百瀬 琢磨

ホールボディカウンタと臨界事故

1999年9月に発生したJCO臨界事故は、住民の避難等が実施されたわが国で最初の原子力災害となった。これを機に、各地の医療機関等にホールボディカウンタ(WBC:体内の放射能を定量する装置)が設置された。最近では、原子力安全委員会等においてWBCの維持管理のあり方を巡る議論も行われている。ここでは、当時の線量測定の経験^①を振り返り、WBCの原子力災害等への適用について私見を述べる。

事故当時、私は、関係者から、事故現場に隣接する建物から避難した従業員等の線量が不明との相談を受け、事故発生から約6時間後にWBCによる測定を開始した。その結果、従業員等の体内から放射性の²⁴Naを検出した。²⁴Naは、体内組織中の安定な²³Naが中性子線によって放射化して生成したものであり、1.37MeV、2.75MeVのγ線を放出するため、WBCでこれらを検出すると被ばくの直接的な証拠となる。

測定を開始して間もなく、避難所で身体汚染検査を受けていた住民の一部についても同様の測定を行うこととなった。この測定でも²⁴Naが検出され、敷地外の住民等で最初に臨界事故による被ばくを確認した事例となった。その後も、国等からの要請に基づき、防災関係者や周辺住民など全体で148名に対してWBCによる測定を行った。これらは、防災計画等に基づく系統的な測定ではなく、住民等の被ばく状況の全体像を網羅したものではないが、数日間にわたる昼夜連続の測定で合計62名の体内から²⁴Naを検出した。

JCO臨界事故の中性子エネルギースペクトルを考慮した計算では、1mSvに対して、体内に計約250Bqの²⁴Naが生成する。²⁴Naの半減期は約15時間で、WBCの検出下限が通常100Bq程度であるため、数mSvの線量では、被ばく後数日以内に測定を行う必要があるが、体重など適切な補正

- トップコラム／日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 次長 百瀬 琢磨
- 放射線測定器の校正と管理の実際／ [シリーズ1]校正の必要性と測定器の管理
- 元素とその放射性核種／〈その4〉イットリウム
- お願い／名義変更(名変)について
- お年玉クイズ／当せん者発表

により実用的な精度で線量を評価することができる。国際原子力機関の臨界事故時の線量評価に関するマニュアル^②には、緊急時の迅速な線量評価の参考として血液中の²⁴Naの濃度と中性子線量の関係を掲載しており、この関係式を応用してWBCの測定結果から個人別の大まかな線量を推定した。もともとホールボディカウンタは放射性物質自体を体の中に取り込んだ際に適用されるもので、外部被ばくを測定するための装置ではない。しかし、臨界事故のように中性子線の外部被ばくを伴う場合には、²⁴Naに着目してWBCにより線量を評価できるのである。臨界事故時の線量評価には血液検査が基本であるが、放射能分析を含む検査体制の確保など、災害時には適用に限界もある。事故直後で、線量に関する情報がほとんどなかった状況では、WBCによる測定結果は緊急被ばく医療の観点から極めて重要な情報となった。この結果、放医研に収容された3名以外には、重篤な線量を受けた住民等はいなかったことを、事故後かなり早い段階で把握できた。

原子力防災や国民保護の対応には、住民等の線量を系統的に把握する仕組みが必要であり、災害の規模や発生場所によらずそれらがスムーズに機能しなければならない。災害の状況によってはJCO臨界事故のように被災者の個人別の線量の測定が必要になるケースも想定される。WBCは内部被ばく測定のための特殊な装置であり、維持管理には相応の費用と人材を必要とするが、医療機関等では、研究、教育、管理の一部にWBCが活用されていれば、万一の際には役立つはずである。いずれは、各地域に分散している装置を機動性のある車載型のWBC等に集約していくことも検討すべきである。なお、今日では、万一の臨界事故に備え、体内の²⁴Naから迅速に線量の推定を行うための計算コード^③が整備されている。

●参考文献

- ① T. Momose, N. Tsujimura, T. Tasaki, K. Kanai, O. Kurihara, N. Hayashi and K. Sinohara.; Dose Evaluation Based on ²⁴Na Activity in the Human Body at the JCO Criticality Accident in Tokai-mura, Journal of Radiation Research Vol. 42: S95-S105 (2001)
- ② IAEA Thechnical Report Series No.211, Dosimetry for Criticality Accidents -A manual (1982)
- ③ F. Takahashi,; Program for Rapid Dose Assessment in Criticality Accident RADAPAS, JAEA-Data/Code 2006-019 (2006)

ももせ たくまろ (日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 次長)

プロフィール ●1959年長野県生まれ。1984年名古屋大学工学部原子核工学科修了。動燃事業団に入社後、プルトニウム取扱い施設における放射線管理、線量計測(外部被ばく及び内部被ばく)等に従事。日本保健物理学会理事・企画委員長。放医研物理学的線量評価ネットワーク会議委員。杏林大学医学部講師(非常勤)等。

放射線測定器の校正と管理の実際

[シリーズ1] 校正の必要性と測定器の管理



財団法人放射線計測協会 総括計画管理室 技術主席 本多 哲太郎

はじめに

放射線は大量に浴びると体に様々な影響を与えますが、法令等の管理基準を守り、その性質を有効に活用すれば、大変役立つものになります。放射線は五感に感じないため、放射線測定器を用いて測定することにより、その存在や量を知ることができます。施設の放射線管理、個人の被ばく線量管理に欠くことのできない放射線測定器の校正とその管理について、4回にわたりお話しします。

1. 放射線測定器の選択

施設の放射線管理では、主に場所の1cm線量当量(率)を、個人の被ばく線量管理では、個人の1cm線量当量及び70 μm線量当量を測定しますが、いずれの場合でも放射線の種類・エネルギーや入射方向、線量率等によって測定器の指示値または線量読み取り値が変わることを前提にして、測定する場所の放射線に対してこれらの特性がわかっている測定器を選ぶ必要があります。

2. 校正の必要性

線量率計や汚染検査計など測定値が直接読み取れるサーベイメータ等について、“校正は毎年やる必要があるのですか?”、“校正の周期が書いてある法令等があれば教えてください”などの質問がよくあります。回答は、“1年に一度の基準校正をお勧めしますが、校正周期を規定した法令などはありません”です。

しかしながら、平成13年4月の放射線障害防止法関係法令の施行に伴う関係省庁からの通知等では、「測定器は、国家標準とのトレーサビリティが明確になっている基準測定器または数量が証明されている線源を用いて測定を実施する日の1年以内に校正されたものを使用すること」のように、トレーサビリティの確保と一年間を超えない校正周期が求められています。また、原子炉等規制法関係法令においても保安規程の中で放射線測定器の管理に関する記載しなければならないことになっており、保安検査の安全実績評価においては作業者の被ばく線量も評価指標の一つとなっています。

放射線を利用する上で、重要なことは安全、安心を確保することです。施設の管理者や作業者にとって、安全第一、法令遵守、汚染や被ばくが無いことが重要な課題です。周辺の住人にとって、近くの施設が安全に管理されていて、いつわりのないデータが公開されていることが安心の礎となります。

これらの目的で用いられる放射線測定器は、適切に校正され、管理されていることが求められます。使おうと

思ったときに動かない、実際には管理基準を上回っていたのに小さな値を報告してしまったなどというがないようにしたいものです。

3. 測定器の管理

放射線測定器は、精密な電気回路ですので、検出器や回路の不具合や劣化などにより指示が不安定になったり正しい値を示さなくなったりすることがあります。このため、衝撃を与えること、埃が多い場所や結露するような場所に保管しないことのほか、定期的に回路点検、「基準校正」や「確認校正」を行って測定値の精度を一定に維持しておく必要があります(図参照)。点検校正を確実に行うために放射線測定器の管理手引きなどを作っておくと良いでしょう。

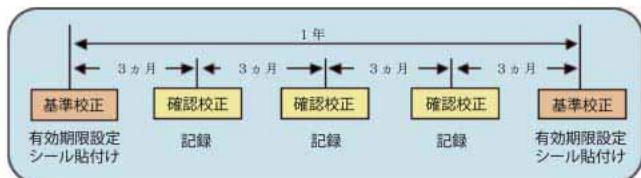


図 放射線測定器の管理(校正)の例

「基準校正」や「確認校正」を行ったときには、校正結果を記録・ファイルすることのほか、測定器の管理者や校正の有効期限等を測定器に貼り付けておくと行方不明や校正忘れなどを防ぐことができます。サーベイメータの場合、使用前に外観に異常がないか、電池残量、検出器への印加電圧は適正か、バックグラウンド値に変化はないか等をチェックしてから使用します。

読み取り装置を必要とする積算型の線量計の場合、着用していないときは周囲の放射線量が低い場所に保管することなどに注意するほか、読み取った値が妥当なものかどうかを定期的に確認する必要があります。この場合には、トレーサビリティのとれた基準線量を照射した線量計素子を読み取り、照射量と読み取り値に差がないことを確認することで、読み取り値の妥当性確認ができます。この作業は繁雑なため、線種、エネルギーが多様な場合や、測定対象数が少ない場合には、線量測定サービス機関に線量計の供給と読み取りを委託するのが経済的であり、データの信頼性を確保することに繋がります。個人線量測定協議会に加盟する線量測定サービス機関では、3ヶ月毎に読み取り値の妥当性を確認し、精度管理を行っています。

次回は、場所の線量当量率測定器の校正についてお話しします。

元素とその放射性核種 〈その4〉

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

イットリウム

Y

**	日本語名：イットリウム 英語名：Yttrium 原子番号：39 元素記号：Y ** 族：第3族 周期：第5周期	分類：金属元素 原子量：88.90585u 融点：1520°C 沸点：約3300°C 同位体と天然存在比： ⁸⁷ Y(−)、 ⁸⁸ Y(−)、 ⁸⁹ Y(100%)、 ⁹⁰ Y(−)、他
----	--	---

今回取り上げる元素はイットリウムです。原子番号は39、希土類元素の一つで、常温常圧では安定な六方最密構造をしている銀白色の金属です。

希土類元素は、英語でレア・アースと呼ばれ、スカンジウム、イットリウム、ランタンからルテチウムまでのランタノイド15種、合わせて17種類の元素を指します。これらは周期表の位置では、第3族の第4周期から第6周期までの元素に当たります。さらに細かいことを言えば、希土類や希土は、希土類元素の酸化物のことです。昨年、注目されたことからご存知かと思いますが、現在世界のレア・アースは中国から9割以上産出されています。

イットリウムは、1794年にフィンランドのガドリンによって酸化物(Y_2O_3)の形で発見されました。ストックホルムの東南東30kmにある村イッテルビーで採取された新種の鉱物を分析した末の産物です。この村の名前に由来する元素は、イットリウム(Y)を含むイッテルビウム(Yb)、テルビウム(Tb)、エルビウム(Er)と4つも存在します。

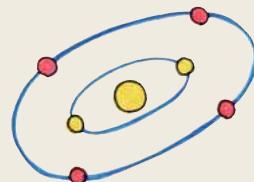
イットリウムは、赤色の蛍光体、高圧水銀灯等に利用されています。ちなみに、以前、日立製作所は、カラーテレビのブラウン管の赤色発光体にイットリウム等の希土類元素の酸化物「希土」を用い、「輝度」の高い美しい色を実現したカラーテレビという意味で製品を「キドカラー」と名づけていました。また、自然界には存在しないイットリウム・アルミニウム・ガーネット(略称YAG:ヤグ)の結晶は、固体レーザーの発振用媒質として用いられています。この他にも、コバルトや鉄と共に永久磁石の材料、フラットパネルディスプレイの研磨剤、排ガス浄化触媒、水素吸蔵合金など様々な分野で活用されているようです。

イットリウムでよく知られた放射性元素にイットリウム90(^{90}Y)があります。半減期は64.1時間(2.7日)で、 β 崩壊してジルコニウム90(^{90}Zr)となります。 ^{90}Y は放射線療法にも用いられます。 ^{90}Y を結合させたモノクローナル抗体等の分子が、がん細胞等に選択的に結合し、 ^{90}Y の放出する β 線で悪性の細胞を破壊することができます。

人工的に作られる放射性同位体として、ストロンチウム90(^{90}Sr)があります。これは、半減期28.8年で β 崩壊を起こして ^{90}Y になります。先程述べたように ^{90}Y の半減期は64.1時間ですから、親核種の半減期は娘核種の半減期に比べて非常に大きいといえます。この場合、十分な時間が経過すると親核種と娘核種の壊変率は等しくなり、放射能も等しくなります。これを永続平衡といいます。

さらに、この放射平衡から ^{90}Y だけを完全に取り除いたとしても、半減期の極端な差から再び ^{90}Y が生成し、約2週間もすると再度放射平衡に至ります。これを繰り返すと何回でも ^{90}Y を単離することができます。この操作を、時間が経つと牝牛から何度も牛乳を搾り出せることになぞらえてミルキングと呼びます。

^{90}Sr と ^{90}Y は、永続平衡、ミルキングの代表的な例となっています。

 ^{90}Y

半減期：
64.10時間
崩壊形式： β^-
崩壊エネルギー：
 β 線 2.282MeV
崩壊生成物： ^{90}Zr

お願い

カスタマーサービス課より

名義変更(名変)について

「名義変更(名変)」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(名変)」をご利用いただくと、追加費用がなく、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」のお知らせ欄にあります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ので、前着用者のバッジをご着用ください。

お年玉クイズ

当せん者発表

NLだより1月号「お年玉クイズ」へ多数のご応募ありがとうございました。総数1006通、正解者数979通(うちA賞403通、B賞234通、C賞342通)で各賞の中から厳正な抽選の結果、下記の方々が当選されました。

答

セカイイサン(または世界遺産)



山崎慎治様(右から二人目)

おめでとうございます。抽選は、茨城県つくばまちづくりセンター副センター長の山崎慎治様に来社していただき、当社の中井社長と二人でハガキをひいて当選者を決定いたしました。

当選者

A賞 Panasonic VIERA

静岡県 尾澤幸伸様

B賞 iRobot 自動掃除機 ルンバ537

和歌山県 東内ひとみ様 長野県 塩沢理世様

C賞 iPad WiFi32GB

東京都 藤沢健一様 宮城県 瀬尾一文様

*今回も重複応募、および氏名、商品名の無いハガキがありました。残念ながら無効票とさせていただきました。

編集後記



トップコラムでは日本原子力研究開発機構の百瀬様に、災害時の経験を述べていただきました。

私も1999年のJCO事故時には東海村に居住しており、稀有な経験をいたしました。事故の翌日の東海村は、通りに人や車の姿は見られず、ヘリコプターの飛ぶ音だけが聞こえるといった様相を呈

しておりました。また、百瀬様の文中にもありましたように、当時の日本原子力研究所の職員の方たちは、事故後、休日返上で住民や田畠のサービスに当たっておられました。百瀬様をはじめ、当時、事故を身近に経験した方々は大変な思いをされたことと存じます。

では、百瀬様のお名前が4回登場したところで、NLだより400号の締め括りといたします。(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

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.400
平成23年4月号

毎月1日発行 発行部数:33,000部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諒訪C22街区1
発行人 中井 光正