

- トップコラム／日本原子力研究開発機構J-PARCセンター 柴田 徳思
- 放射線測定器の校正と管理の実際／  
〔シリーズ4〕線量当量(率)測定器校正のトレーサビリティについて
- 暮らしと放射線 あれこれ／  
〔その3〕伝統和紙技術と先端技術とのコラボによる新製品
- ご案内／放射線の基礎知識等をHPに掲載
- ご案内／年度別個人被ばく線量明細レポート
- お願い／コントロールバッジについて



柴田 徳思

## 放射線作業者の被ばくの一元管理について

### 1. はじめに

第21期日本学術会議(基礎医学委員会・総合工学委員会合同放射線・放射能の利用に伴う課題検討分科会)は平成22年7月1日に提言「放射線作業者の被ばくの一元管理について」を公表した。(この提言は日本学術会議のホームページからダウンロードできる。)

ここで言う被ばくの一元管理とは、①放射線作業者個人毎の、法的管理期間内(5年間及び1年間)の被ばく線量、及び放射線作業の開始時点からの生涯線量(累積線量)を一括して把握できるようにすること、②原子力施設、医療施設、工業施設等あらゆる原子力・放射線利用の領域で業務に従事している、あるいは、従事していた全放射線作業者の業務上の被ばく線量を包括的に把握できるようにすること、である。

### 2. 現状の課題と問題点

現状での課題として、1)線量限度を超えて被ばくをしている放射線作業者が確認されているにもかかわらず、法的に必要な措置さえとられていない状況のあること、2)昭和40年代前半に原子力委員会等からも提言されてからほぼ50年が経過したが、一元的な管理は未だに実現していない、ことを挙げている。

問題点として、1)原子炉等規制法の適用を受ける事業者を対象に、昭和52年、「放射線従事者中央登録センター」が設置されが、この登録制度に参加する原子力事業者の施設以外の放射線施設に立ち入った場合の被ばく線量は登録、集計されず、完全な一元管理となっていない、2)昭和59年には、放射線障害防止法の適用施設を対象とした「RI被ばく線量登録管理制度」が発足した。しかし、対象事業者約5,000事業者のうち、制度への参加は約30事業者にとどまっている、3)法的管理期間内及び生涯の被ばく線量を把

握するためには、放射線作業者の被ばく前歴を確認しなければならないが、記録がない場合は申告でもよいとされているために放射線作業者の被ばく前歴の精度は低く、線量限度が遵守されているという保証は乏しい、という問題を挙げている。

さらに、原子力・放射線利用の先進国においては、被ばくの一元管理を国レベルで実施している国が多く、これらの国で作業する場合には、信頼性の高い被ばく前歴の提供が求められる。これらを是正するために以下の提言をまとめている。

### 3. 提言等の内容

#### (1) 行政に対する提言

- ①放射線作業者の被ばくの一元管理の必要性について認識すること。
- ②関連法令の改正等として、ア)施設管理者に被ばく線量を国へ報告させることの制度化、イ)認証済線量測定サービス制度等の制定、ウ)被ばくの一元管理に必要な情報に関する個人情報保護法の適用除外。
- ③放射線作業者の被ばくの一元管理を検討する場(検討会等)を設定すること。

#### (2) 関連学会に対する提言

- ①医療放射線安全に関連した学会に対する提言:放射線診療従事者の定義の明確化
- ②日本保健物理学会、日本原子力学会等に対する提言:被ばくの一元化の実現に向けた理解と協力、を挙げている。

### 4. おわりに

放射線作業者の被ばくは大部分が測定サービス会社で測定されていて、被ばくデータもこれらの会社に保存されている。これらのデータを国の定めた登録機関へ送付し、個人毎に積算すれば一元管理が実施できる。ただし、すべての放射線作業の被ばくが線量測定バッジに記録されるには、共同利用施設などで用いられている半導体式線量計やTLDでの測定に加えて、所属機関で発給されている測定サービス会社のバッジを同時に着用するなどの工夫が必要となる。測定サービス会社の被ばく測定記録が散逸する前に、被ばくの一元管理の体制の整うことが強く望まれる。

しばた とくし(日本原子力研究開発機構J-PARCセンター)

プロフィール●昭和16年東京生まれ、昭和40年千葉大学自然科学を卒業した後、大阪大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程を終え、大阪大学助手、講師、助教授を経て昭和62年に東京大学原子核研究所教授、平成9年に高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター長、平成17年に日本原子力研究開発機構特別研究員、現在は日本原子力研究開発機構J-PARCセンター客員研究員。大阪大学時代は原子核物理学の実験的研究に従事する傍ら、放射線管理の仕事にも携わった。原子核研究所で大型ハドロン計画の放射線安全対策に関わって以来、加速器施設における放射線防護にかかわる研究に携わっている。

# 放射線測定器の校正と管理の実際 [シリーズ4]



## 線量当量(率)測定器校正のトレーサビリティについて

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

### 1. トレーサビリティについて

牛肉のトレーサビリティは知っているけど、線量当量のトレーサビリティってどういうこと？

食品のトレーサビリティとは、問題が発生した際、食品がどこから来てどこへ行ったのかわかるようにしておくくみを言い、食品の安全性を保証するものではありません。

一方、線量当量(率)測定器校正を含む「計測のトレーサビリティ」では、「不確かさが全て表記された切れ目のない比較の連鎖を通じて、通常は国家標準又は国際標準である決められた標準に関連づけられ得る測定結果又は標準の性質」であるとVIM<sup>2</sup>\* (国際計量基本用語集:1993年) (JIS Z 8103「計測用語」)に定義されています。

わかりやすく言えば、測定結果が不確かさの範囲内で国家標準と繋がっており、一定の品質が担保されていることを言います。例として個人線量計などのエックス線、ガンマ線の線量当量(率)測定器のトレーサビリティの概念を図に示します。

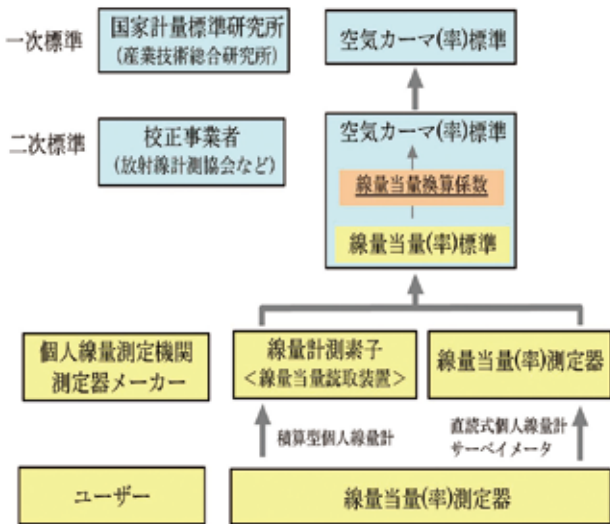


図 線量当量(率)測定器のトレーサビリティ(エックス線、ガンマ線の例)

しかしながら、実際に現場で使う個人線量計に不確かさが付された校正定数シールが貼られたものは見かけません。これは個人線量計の指示値が基準線量に対して一定の範囲に入っていれば使用上問題ないという判断により、いつ校正されたかを示すシールのみが貼られているのが現状です。直読式の個人線量計の性能としては、製品規格(JIS Z 4312)に積算線量(Sv)を表示するタイプのものは有効測定範囲において基準値±15%、線量当量率(Sv/h)を表示するタイプのものは有効測定範囲において基準値±20%(最小測定レンジでは±30%)とされていることが根拠の一つとなっています。ちなみに、この製品規格において求められている指示値に対する性能(実際には基準値の不確かさを含む)は、エックス線、ガンマ線、中性子、ベータ線のそれぞれの線量当量について同じ値が示されています。

放射線測定器校正の分野では、種々のJIS規格の中で必要な性能等を決めるときに不確かさの概念が取り入れられています。

### 2. 国家標準(一次標準)と線量当量

図に示すとおり、エックス線、ガンマ線の一次標準として供給されている国家標準は、空気カーマという量で、ある質量の空气中でたたき出されて荷電をもったすべての粒子の初期運動エネルギーの総和です。一方、線量当量は、第2回(NLだより5月号)でお話したように、人体組織が同じ量の放射線エネルギーを吸収しても、放射線の種類やエネルギーによって組織に与える影響の度合いが異なるために、放射線の種類が異なってもSv:シーベルトという単位で比較すれば影響の度合いが判断できるように導入された防護上の量で、人体を模擬した計算モデルによって人体に入射するエックス線やガンマ線の空気カーマ(Gy:グレイ)から1cmや70μmの深さにおける線量当量(Sv)が計算され、空気カーマから線量当量に変換するための換算係数(Sv/Gy)としてICRP(国際放射線防護委員会)により示されています。二次標準としての線量当量(率)は、この換算係数を用いて求められています。

中性子の場合には、空気カーマの代わりに中性子フルエンス(単位時間あたり微小面積を通過する中性子の数)に線量当量換算係数を乗じて中性子線量当量(率)が求められます。

ベータ線の場合の一次標準は70μm組織吸収線量です。国家標準として使用されているベータ線源に対する線量当量換算係数は、1となっています。

主な放射線の測定量(線量当量)と国家標準との関係の例を表に示します。

表 線量当量(率)測定器のトレーサビリティ

測定量	放射線の種類	国家標準(単位)	線量当量(Sv)
1cm線量当量	エックス線	空気カーマ(Gy)	エネルギーに応じた線量当量換算係数を空気カーマに乗じて算出
	ガンマ線		
70μm線量当量	中性子	中性子放出率(s <sup>-1</sup> )	エネルギーに応じた線量当量換算係数を中性子フルエンスに乗じて算出
	エックス線	空気カーマ(Gy)	エネルギーに応じた線量当量換算係数を空気カーマに乗じて算出
	ベータ線	70μm組織吸収線量(Gy)	線量当量(Sv)/吸収線量(Gy)=1

### 3. おわりに

4回にわたり放射線測定器の校正と管理の実際についてお話をさせていただきました。

この間に、福島では大きな原子力事故が発生し、施設や環境における放射線のモニタリングや個人の被ばく線量測定の重要性が改めて認識されました。放射線測定器の点検や校正は、一見ムダと思われても定期的に校正を行い、いざというときにすぐ使えるよう日頃から点検をして適切に管理しておけば、得られる測定結果が素早い対応への一助となるでしょう。

おわりに、大変な作業環境と生活条件のなか、危険をかえりみず事故を起こした原子炉や燃料体の冷却、放射能の封じ込め作業に携わっておられる方々のご苦勞に深く敬意を表し感謝するとともに、この原子力事故が一刻も早く終息し、安全・安心の社会が復活するよう念じてやみません。

\*最新のVIM(第3版)は、2007年にISO/IEC Guide 99として発行されています。



# 暮らしと放射線 あれこれ

## 【その3】 伝統和紙技術と先端技術とのコラボによる新製品

(独)日本原子力研究開発機構 産学連携推進部 産学連携コーディネータ 吉井 文男



### セルロースゲルの合成法

天然高分子には種々のものがあり、典型的なものとしてはデンプン、セルロース、カニ殻のキチン・キトサンなどの多糖類がある。これらはいずれも誘導体を含め放射線の照射では分解のみが起き、巨大分子を形成する橋かけ反応は起こらないと言われてきた。そこで水に溶解する多糖類誘導体のペースト状試料を調製し、照射を行った。この方法により多糖類のエーテル型の誘導体が橋かけ反応を起こし、先月紹介した水を多量に吸収するハイドロゲルを形成することを見出した。

図1は食品の増粘剤や練り歯磨き剤として広く使用されているセルロース誘導体のカルボキシメチルセルロースナトリウム(CMC)によるハイドロゲルの合成法である。CMCはセルロースの3個の-OH基をカルボキシメチル基(-CH<sub>2</sub>COONa)で置換したもので、市販のCMCは置換度(DS)が0.6~1.5の

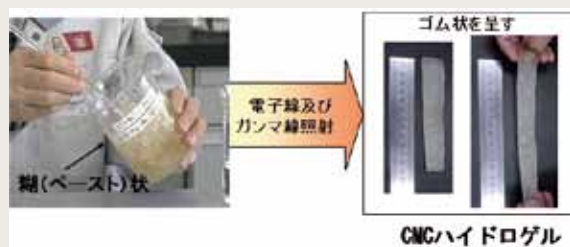


図1 CMCハイドロゲル合成法

ものが多い。図1はDS1.3のCMCを水と混ぜ10%以上の高い濃度でペースト状に練り電子線やγ線で照射を行うと橋かけ反応が起き、やや弾性のあるゴム状の試料が得られる。30%のペースト試料の照射では、低線量で橋かけが進み5kGy照射で80%が橋かけしたゲルが得られる。ゲルの水に対する膨潤倍率は最高値で400倍も吸水する。食塩を0.9%含む人工尿では、水と比べ著しく低く最高値で50~70倍である。これは現在衛生用品によく使われているポリアクリル酸ソーダゲルとほぼ同等である。

CMCは、粉体のような固体状や濃度5%以下の流動性を持った水溶液では、分解のみが優先的に起き、橋かけ反応は起こらず、ペースト状に調製した試料のみが照射により橋かけ反応を起こす。これがこれまでの放射線高分子化学では見つからなかった全く新しい事実である。さらに、橋かけ後でも生分解性で環境低負荷型であることも本ゲルの特長である。

### セルロースゲルによる和紙の改質

和紙は障子やふすまのある生活が普通だった時代は盛んに使われたが、強度のある洋紙が出回ってからは生産量が減ってきているため、需要の拡大を目指し改質試験が行われた。ゲルは機械漉き和紙の製造工程で小さく砕き1%濃度で添加すると湿度変化による伸び縮が抑えられることを見出した。従来和紙は、1.3%程度収縮するが、CMCゲルの添加により0.5%くらいまでに低減できた。この低収縮性の和紙は、金属箔を貼り屏風などを製作する場合に加工工程の省力化や収縮による金属箔の亀裂やシワの防止に有効であることから屏風加工企業へ本格供給が始まることである。

ゲルによる収縮性の抑制機構については、十分な解明は出来ていないが、和紙は繊維が絡みあっていて多く空間がある。そこにゲルが入り込み、繊維同士を繋げるバインダー的な働きにより強度も改善できる。また、ゲルは水を吸収した後は放出し難いという性質があることから湿度変化による水分の出入りが抑制され収縮が少なくなるものと考えられる。

手漉きの和紙生産にもCMCゲルが有効であることが実証され製品販売が始まっている。ゲルの添加によりノズルからの吹き付けコーティングが容易になり加工後も型から剥離が容易になることから行灯などの照明器具や立体製品の製作が出来るよ



図2 ゲル改質和紙の吹き付けコーティングにより製造したランプシェード

うになった(図2)。ゲルの吹き付けコーティング技術は、建築資材としても応用され、実際に珪藻土板にコーティングし、壁材に応用されている。

## ご案内 放射線の 基礎知識等をHPに掲載

このたびの東日本大震災により被災されました皆様に心よりお見舞い申し上げますとともに、被災地区の早期の復旧をお祈り申し上げます。

既に皆様ご存知の通り、東京電力福島第一原子力発電所での事故に伴い、放射線による汚染が広範囲に亘り発生しました。そこで、皆様に放射線に対する正しい知識をベースに日常の報道や情報等への理解をより深めていただくため、簡単ではありますが当社のホームページに「放射線Q&A」と「放射線の基礎知識」のページをご用意しております。また、リンク先に放射線に関連した各種団体のホームページを閲覧できるようにしております。情報が必要な際は是非ご利用ください。

【当社ホームページアドレス】  
<http://www.nagase-landauer.co.jp/>

## ご案内 年度別個人被ばく線量 明細レポート

当社では「年度別個人被ばく線量明細レポート」の作成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、1年度につき1名様分420円(税込)となっております。

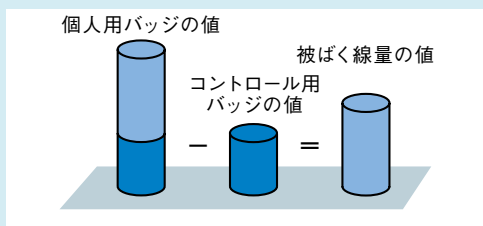
お申し込み・お問い合わせは当社カスタマーサービス課まで  
本社Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441

## お願い

カスタマー  
サービス課より

## コントロールバッジについて

コントロールバッジは、個人用バッジの自然放射線による影響分を差し引き、放射線業務上の正味の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、正確な個人被ばく量を報告するためにはそれぞれの事業所に置かれたコントロールバッジが必要となります。

必ず同一着用期間のコントロールバッジと個人用バッジを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返却されていない場合、当社基準を採用し個人の被ばく線量を算出いたします。

## 編集後記



甚大な被害をもたらした震災から4ヶ月、諦めずに投げずに少しずつ少しずつ復興に向けて弛まぬ努力を続ける方々には頭が下がります。また国の内外を問わず、起こる善意の連鎖に「世の中捨てたものじゃない。」と思った方も多いはず。震災関連の番組で「ふるさと」が流れると涙を禁じませんが、この歌を

毎月11日午後2時46分に、そこにいる場所で歌おうという運動をニュースで目にしました。震災を風化させないために。失った故郷を取り戻すために。一人ひとりが出来ることは小さいけれど、自分の出来ることをすれば誰かのためになると。思いよ届けと。暑い夏がやってきます。まだまだしばらく大変なご苦労があると思いますがどうぞ心身ともにお大事にお過ごしください。(太田 敬子)

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  
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.403 平成23年(7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  
茨城県つくば市諏訪C22街区1  
発行人 中井 光正