



Photo H.fukuda

## Index

クリアランスレベルの値	
ー概念と国内法規制体系への取り入れー	杉浦 紳之 1
医療分野におけるファントムの利用の現状と標準化に向けての課題	赤羽 恵一 6
日本放射線安全管理学会第4回学術大会に参加して	11
五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス	
ニュートリノによる核兵器の消滅	鴻 知己 11
WHO 国際ラドンプロジェクトとその背景	米原 英典 12
RI 事業部広告	17
〔加藤和明の放射線一口講義〕	
コンプライアンス	加藤 和明 18
〔サービス部門からのお知らせ〕	
『環境線量測定サービス』（環モニ）をご利用のお客様に	19

# クリアランスレベルの値

## －概念と国内法規制体系への取り入れ－



杉浦 紳之\*

### 1. はじめに

クリアランス制度については、平成17年5月に核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）の改正が行われ、その後、政省令の整備が進められ平成17年12月に施行され、我が国の規制体系に導入された。

ここでは、クリアランスの概念と法令取入れに際しての国際機関ならびに国内での検討経過について解説する。クリアランスの概念については、先に放射線障害防止法に取り入れられた免除や除外の概念との違いを明確にしておくことが重要である。さらに、国際原子力機関（IAEA）による議論をもとに、原子力安全委員会が我が国の状況を勘案したシナリオ・パラメータに基づき値の算出が行われてきたが、最終的には2004年にIAEAから出版されたRS-G-1.7に示された数値が国際整合性等を理由に取り入れられることとなった検討経過も押さえない。

### 2. クリアランスの概念

#### 2.1 除外、免除、クリアランス

規制の対象となるか否かを考える概念には、①除外、②免除、③クリアランスの3

つがある。

除外（Exclusion）は、体内のカリウム40のように、そもそも管理や規制になじまず対象となりえないものを規制対象としないことをいう。

免除（Exemption）は、線源そのものあるいは線源を用いた行為を放射線リスクが小さいことから、規制の対象としないことをいう。

クリアランス（Clearance）は、現在、規制の対象にあるものを放射線リスクが小さいことから、規制の対象から外すことをいう。規制上は、クリアランスレベルは「放射性物質」と「放射性物質として扱う必要のない物」を区分するための放射性核種の濃度をいう。

免除とクリアランスは、放射線リスクが小さいことを理由に規制対象としないことは同じであるが、免除は入口論（規制に入れるか否か）であり、クリアランスは出口論（規制から外すか否か）であることに注意が必要である。

そして、クリアランスは固体の放射性廃棄物に適用され、液体・気体廃棄物には適用されない。これは、固体廃棄物の処理・処分には「濃縮・閉じ込め」の考え方が適用されるが、気体・液体廃棄物には「希釈・分散」の考え方が適用されるため、気体・液体廃棄物は現行法令において公衆

\*Nobuyuki SUGIURA 近畿大学 原子力研究所 講師

の線量限度（年 1 mSv）を担保するよう排気・排水中の濃度限度が定められている。

## 2.2 線量規準

クリアランスできるか否かの線量規準には、年10  $\mu$ Svの個人線量が用いられる。この理由として、①無視し得るリスクレベルであること、②自然放射線の変動範囲内にあることの2点が示されている。年間 $10^{-6}$ ～ $10^{-7}$ といった非常に小さなリスクを回避するために自分の資源（時間、資金）を使用する人はほとんどおらず、このリスクを線量に換算すると年10～100  $\mu$ Svとなる。また、自然バックグラウンドの1～数%の線量は無視できると考えられ、線量に換算すると、20～100  $\mu$ Sv/年となる。

## 2.3 クリアランス制度の意義

線量が自然バックグラウンドレベルの変動範囲内で、人への放射線リスクが十分小さければ、それ以上の放射線防護方策は必要なく、クリアランス制度を導入することは、放射線防護の最適化の観点から合理的と考えられる。また、クリアランスを制度化することにより、原子力の研究、開発及び利用に伴う廃棄物を資源として再利用できるので、我が国が目指す循環型社会の形成に資することとなる。

しかしながら、対象物がクリアランスできるか否かを線量で判断することは実用的ではなく、線量規準をもとに一定の被ばくシナリオ、パラメータから質量濃度（Bq/g）や表面密度（Bq/cm<sup>2</sup>）を算出し、クリアランスレベルとして用いることが合理的である。

## 3. IAEA における検討

### 3.1 TECDOC-855

IAEA は、1996年に報告書「固体物質中

の放射性核種に対するクリアランスレベル：規制免除の原則の適用」（TECDOC-855）を刊行した。TECDOC-855では、無条件クリアランスレベル（クリアランスされた後の物質の使用方法や行き先にかかわらずなく、適用できる値）として、原子力施設の解体等に伴って大量に発生する廃棄物等を念頭においたクリアランスレベルの設定が検討されている。

### 3.2 TECDOC-1000

さらにIAEAは、1998年に報告書「医療、産業及び研究における放射性核種の使用によって生じる物質のクリアランス」（TECDOC-1000）を刊行した。TECDOC-1000では、医療、研究分野等で使用される33核種についてクリアランスレベルを検討している。医療、研究分野では小規模施設の使用が想定されるため廃棄物の物量が小さく、大量の物量が想定されるTECDOC-855の場合よりクリアランスレベルの値は大きくなる。免除レベルとの整合をとるため、1施設年間3トン未満の場合は免除レベルをクリアランスレベルとして用いとされている。

### 3.3 RS-G-1.7

IAEAは、2004年に安全指針RS-G-1.7「規制除外、規制免除及びクリアランス概念の適用」を刊行した。安全指針は、IAEAの安全基準文書体系の3番目（原則、要件、指針）に位置するもので、TECDOCの中間報告書的な意味合いとは性格を異にした正式文書である。

当初は、原子力事故による汚染地域からの商品（木材・食品）の国際貿易のために商品中の放射能濃度の検討が進められていたが、最終的には、国際安全基準（BSS、1996年）には示されていない除外、クリアランスに関する定量的な濃度基準及び大量

表1 RS-G-1.7の放射能濃度値  
(主要核種のクリアランスレベル)

核種名	濃度(Bq/g)	核種名	濃度(Bq/g)
H-3	100	I-129	0.01
C-14	1	Cs-134	0.1
Cl-36	1	Cs-137	0.1
Mn-54	0.1	Eu-152	0.1
Co-60	0.1	Eu-154	0.1
Ni-63	100	Pu-239	0.1
Sr-90	1	Am-241	0.1

(1トンのオーダーを超える)の物量に対する規制免除レベルを補完して定めた(表1)。放射能濃度値は、天然起源の放射性核種と人工起源の放射性核種について定められている。この人工起源の放射性核種についての放射能濃度値はクリアランスレベルとして用いることができると述べられており、後述するように、この指針について参考とすべき事項を反映するために原子力安全委員会が再評価が行われた。

また、この指針の刊行により、先のTECDOC-855とTECDOC-1000は廃止された。

## 4. 我が国における検討

### 4.1 原子力安全委員会

原子力安全委員会は、原子力利用により発生する廃棄物の安全かつ合理的な処理・処分ならびに再利用の観点から、平成9年5月より原子炉施設等に関するクリアランスレベルについて検討を開始し、表2に示す報告書を取りまとめた。平成11年3月に、主な原子炉施設(軽水炉及びガス炉)における固体状物質(コンクリート及び金属)を対象とした報告書「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」をまとめ、我が国におけるクリアランスレベルの基準値を示した。次に、平成13年7月に、軽水炉及びガス炉以外の原子炉施設を

表2 原子力安全委員会におけるクリアランスレベル検討に関する報告書

発行年月	報告書名
平成11年7月	主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて
平成13年7月	原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について
平成13年7月	重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて
平成15年4月	核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて
平成16年12月	原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について

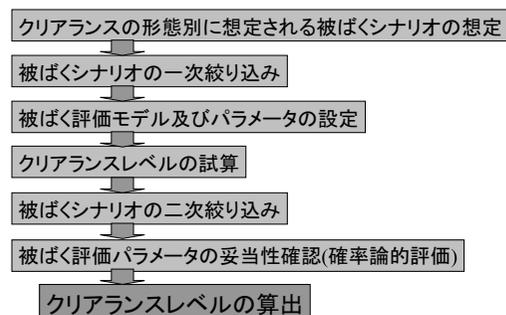
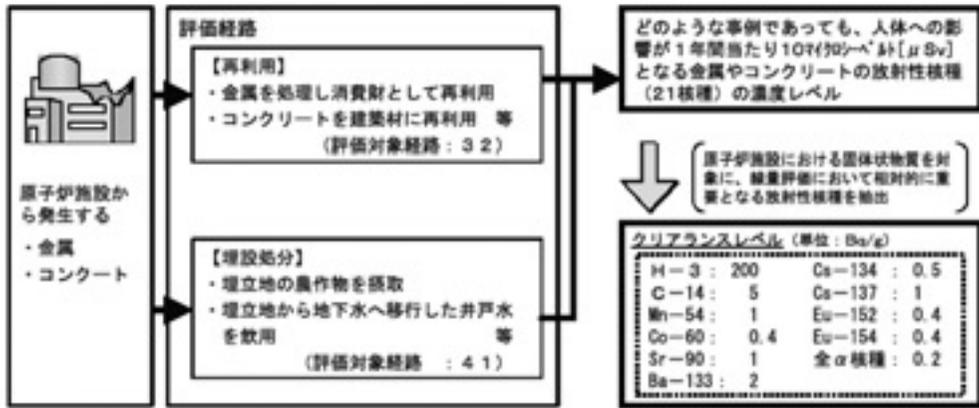


図1 クリアランスレベルの設定方法

対象とした報告書「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて」がまとめられた。そして、平成15年3月には、照射済燃料及び原子炉で照射された燃料被覆管や燃料集合体を構成する材料を取り扱う施設を対象とした報告書「核燃料使用施設(照射済燃料及び材料を取り扱う施設)におけるクリアランスレベルについて」を取りまとめている。

原子力安全委員会がこれらの原子力施設について示したクリアランスレベルは、いずれも大量の物量が見込まれるため、IAEAのTECDOC-855に基づき、我が国における放射線量を評価するための経路等について検討した上で(図1、2)、具体的に算出したものである(表3)。

クリアランスレベルは、原子炉施設から発生する金属やコンクリートが、どのように再利用されたり、廃棄物として埋め立てられたとしても、人体への影響が無視できるといえるような様々な事例（評価経路）を想定した計算結果から算出されている。



(注) 「主な原子炉施設におけるクリアランスレベル(平成11年3月原子力安全委員会報告書)」等を参考に作成。なお、クリアランスレベルについては原子力安全委員会において見直し中(平成16年9月現在)。

図2 原子力安全委員会におけるクリアランスレベルの計算方法

表3 原子力安全委員会の原子炉施設に対するクリアランスレベル

放射性核種	算出結果 (Bq/g)	放射性核種	算出結果 (Bq/g)
H-3	200	Nb-94	0.2
C-14	5	Tc-99	0.3
Cl-36	2	I-129	0.7
Ca-41	80	Ba-133	2
Mn-54	1	Cs-134	0.5
Fe-55*	3000	Cs-137	1
Ni-59	600	Eu-152	0.4
Co-60	0.4	Eu-154	0.4
Ni-63	2000	Pu-239	0.2
Zn-65	1	Am-241	0.2
Sr-90	1		

\* : 単位はBq/cm<sup>2</sup>

しかし、IAEAはその後、前述の通り、安全指針 RS-G-1.7 を刊行したので、原子力安全委員会では、RS-G-1.7 の適用、評価方法、最新知見等、安全委員会報告書に反映すべき事項を抽出し、原子力安全委員会が示したクリアランスレベルの再評価を行い平成16年12月に「原子炉施設及び核

表4 原子力安全委員会のクリアランスレベルの再評価結果 (単位: Bq/g)

核種名	見直し前	見直し後	核種名	見直し前	見直し後
H-3	200	60	Cs-137	1	0.8
Mn-54	1	2	Eu-152	0.4	0.4
Co-60	0.4	0.3	Eu-154	0.4	0.4
Sr-90	1	0.9	Pu-239	0.2	0.2
Cs-134	0.5	0.5	Am-241	0.2	0.3

燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」を取りまとめた。再評価結果を表4に示す。

再評価結果は、従前の評価結果とに大きな相違はなく同程度と評価でき、また、再評価結果と RS-G-1.7 の計算値は大部分の核種で一桁以内であり同等であるといえる。したがって、再評価結果は、原子炉施設等の解体等に伴って発生する金属、コンクリート等のクリアランスレベルとして妥当であり、国際的整合性などの立場からは、RS-G-1.7 の提案値を採用することは適切

と考えられた。

一方、平成13年7月に、報告書「原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について」を取りまとめ、クリアランスレベル検認にあたっての基本的な考え方(国や原子炉設置者の役割、クリアランスレベル以下であることの判断方法など)を示した。検認とは、クリアランスレベルを用いて「放射性物質として扱う必要がない物」とであると原子力事業者が判断し、その判断に加えて規制当局が適切な関与を行うことで、①事業者が策定する「対象物の測定・判断方法」の妥当性を確認し(認可対象)、②認可を受けた方法に基づいて測定した記録の確認や必要に応じて採取測定を国が実施し確認する2段階に分けて行われる。検認はクリアランス制度の信頼性を確保するためのものとして非常に大切な手続きである。

#### 4.2 原子力安全保安院

経済産業省総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会では、原子力安全委員会の検討を受け、また、日本原子力発電株式会社の東海1号機の廃止措置が現実のものとなったことから、法制化に向けた検討を進め、平成16年9月に報告書「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」をとりまとめ、クリアランスレベル検認に係る規制の枠組みおよび技術的基準について定めた。

### 5. おわりに

今回の法令改正では、今後、原子炉の解体工事が本格化し大量の廃資材が発生することに備え、放射能レベルが極めて低いものを再利用できる制度を整備したものである。

本文中でも述べたが、クリアランス制度

が信頼性あるシステムとして成り立つためには、正確かつ合理的な放射能レベルの検認方法の確立が必要不可欠で技術的な検討を含めて制度化が必要であり、現在、関係者により精力的に進められている。一方で、クリアランス制度が社会的受容性(PA)を得るための活動も別に必要で、啓蒙活動もこれまでに増して行っていく必要がある。

### 謝 辞

本稿の執筆にあたり、大越実氏(原子力機構)から多大なご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

### プロフィール

1961年埼玉県生まれ。1991年東京大学大学院医学系研究科博士課程修了(医学博士)。同年日本原子力研究所に入所し、原子炉施設の確率論的安全目標に関わる研究に従事。1993年東京大学原子力研究総合センター助手となり、放射線防護に関わる研究に従事するとともに、放射線施設、核燃料施設の放射線管理実務を行う。研究面では、内部被曝を中心とした線量評価を中心に、広く放射線防護全般に活動を展開した。この間、様々な国際活動を通じてICRPやIAEAなどの国際機関における放射線防護の考え方について学ぶとともに、放射線審議会基本部会専門委員、原子力安全委員会専門委員をはじめとして国の規制のあり方に関わる委員会に出席し、放射線防護の基本的考え方の規制や現場への適用について深く考える機会が多くなった。2005年より現職。

# 医療分野におけるファントムの 利用の現状と標準化に向けての課題



赤羽 恵一\*

## 1. はじめに

2005年7月13日、日本保健物理学会の『「ファントムの開発と利用」に関する専門研究会』シンポジウム「たゆみないファントムの開発及び利用」が、学会と専門研究会主催で、放医研にて開催された。紙面をお借りして、医療分野におけるファントム利用と標準化について、ご紹介したい。本文は、シンポジウムのレジュメに加筆・修正を行ったものであることをお断りしておく。

現在、ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告による放射線防護体系を基盤とした、医療放射線防護が行われている。その防護を実行する上で重要な項目として、照射する線量の的確な制御と、患者の被ばく線量評価が挙げられる。それらのために、医療では様々なファントムが開発され、用いられてきた。

## 2. ファントム

照射制御用のファントム利用では、目的に応じて様々なタイプのファントムが開発されている。X線装置や照射装置等放射線診療機器のQA/QCや、必要十分な診断能を確保するための画質評価向けのものがある。これらは放射線診療機器の管理だけでなく、利用施設の防護管理にも用いられる。患者の被ばく線量評価では、診断参考

レベル測定や、実測不可能な防護量である患者の臓器線量・実効線量等を評価するために、測定用物理ファントム・計算用数学ファントムが用いられる。

放射線診療機器の性能維持を確認するため、人体代わりに物理ファントムを設置し、出力線量及び分布精度を測定する。放射線診断における画質確認のためにも、画像化対象の人体各部形状を模擬した物理ファントムが利用される。形状を解剖学的に正確に模擬したものから、単純な幾何形状のものまで、多種多様なものがある。施設管理では、隔壁における漏洩線量等の測定に、人体代わりに散乱体として物理ファントムが用いられる。比較的単純な形状のファントムが多く、通常は高度な人体模擬度は要求されない。

放射線診療を受ける患者本人、その患者を介助する人、それに医学研究の志願者の被ばくが、医療被ばくの対象となる（ICRPの分類）。医療被ばくには線量限度が存在しないため、最適化が重要な役割を果たす。介助と研究の志願者には線量拘束値が適用されるが、患者の被ばくには拘束力のない診断参考レベルが用いられる。しかし、患者の被ばく線量評価・記録は、法的に義務化されていないため、一般の医療現場では各患者に対する線量評価は行われないのが実情である。正当化・最適化の実行に必要

\*Keichi AKABANE 放射線医学総合研究所 医学物理部

なデータを得る目的で、各放射線診断における被ばく線量測定・評価が行われており、結果が多数報告されている。

診断参考レベルとして、IAEA のガイダンスレベルや日本放射線技師会のガイドライン（低減目標値）が存在する。これらは代表的な放射線診断の患者への入射表面線量（患者皮膚面における線量：X線単純撮影、透視造影・IVR）・CTDI（CT Dose Index の略：X線 CT 検査）・投与放射能（核医学検査）として示されている。UNSCEAR2000には、「臓器線量や実効線量は、通常照射条件にふさわしい変換係数を使い、日常の線量測定から評価されている。（中略）これらの係数は、物理的な人体等価型ファントムに基づいて実験的に求めても良いし、またはモンテカルロシミュレーション法を用い数学的ファントムで計算してもよい。」との記述がある。実際、これらの値を評価するのに物理・数学ファントムが利用されている。

放射線治療では、各患者に対する厳密な治療計画と、高精度に線量管理された照射が行われる。照射の精度を保つため、線量計の校正と線量測定用に、物理ファントムが用いられる。

### 3. 物理ファントム

放射線診療には単純な形状のファントムから、人体各部を精密に模擬したものまで、非常に多種類の物理ファントムが利用されている。材質も水や人体組織等価物質だけでなく、実際の人骨を封入したものまであり、目的に応じて使い分けられている。

X線撮影用ファントムには、吸収・散乱体として用いられるものと、診断画像の精度管理用・患者線量測定用のものがある。その種類も様々なものが販売されている。吸収・散乱体用では、JIS に胸・腹部用 X線水ファントム（JIS：Z4915）が記載さ

れている。また、PMMA（ポリメタクリル酸メチル：アクリル樹脂）や組織等価物質の板状ファントム、単純な水ファントム等も同目的に使用される。精度管理用には、マンモグラフィ（乳房撮影）用の ACR 推奨ファントム・ステップファントム、一般画像評価用のバーガーファントム、胸部撮影用の肺野ファントム、その他全身を含めた人体各部の物理ファントムがある。

臓器線量評価には、人体を高度に模擬した物理ファントムが用いられる。代表的なものとして、ランドファントム（ファントム・ラボラトリー社製：男性用と女性用）や THRA ファントム（京都科学製：成人用と小児用）などがあり、診断用線量評価にも広く用いられている。ファントム内部に、TLD やガラス線量計等、小型線量計素子を挿入して線量を測定する。入射表面線量評価に用いられることもあるが、一般的には板状や単純水ファントムで測定が行われている。

X線 CT 検査の性能管理と線量測定にもファントムが使用されている。JIS には、ノイズ・コントラストスケール・空間分解能・スライス厚・コントラスト分解能・CTDI 測定用の、X線コンピュータ断層撮影装置用ファントム（JIS：Z4923）がある。CTDI 測定用の形状は、体幹部用が直径32cm・幅150cmの円筒、頭部用が直径16cm・幅15cmと規定され、中心軸上の吸収線量測定により CTDI が評価される。円筒型ファントムは、診断参考レベルの CTDI 測定に有用であるが、患者の臓器線量を直接評価することはできない。X線 CT 検査における臓器線量や実効線量は、高度人体模擬型のファントム内部の臓器線量測定によって行われる。

核医学用ファントムは、放射性医薬品を封入して測定できるもので、対象部位に応じて、形状を比較的単純に模擬したファン

物理ファントムの例：

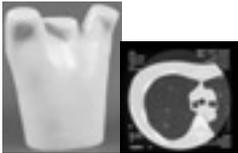
胸・腹部用 X 線水ファントム



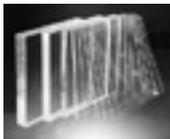
撮影用人体ファントム



胸部 CT 検診用ファントム



板状ファントム



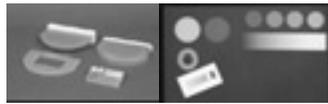
SPECT 用ファントム



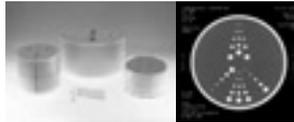
バーガーファントム



デジタルマンモファントム



マルチスライス用ファントム



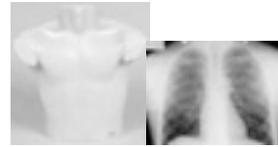
ランドファントム



校正用水ファントム



肺野ファントム



ACR マンモファントム



CTDI 計測用ファントム



治療用ファントム



トムが作られている。SPECT・PET用ファントムでは、放射形コンピュータ断層装置用ファントムが JIS に規定されている (JIS : Z4922)。これらも種々の円筒型であり、核種画像や濃度直線性、ひずみ等の検査に用いられる。核医学における患者の被ばくは内部被ばくであり、実測することはできないため、線量評価は数学ファントムを用いて行われる。

治療用のファントムとして、板状・高度模擬タイプ・校正用水ファントムなどが用いられる。リファレンス (基準) 線量計の校正や、光子・電子の吸収線量測定は、日本医学物理学会が出している「外部放射線治療における吸収線量の標準測定法 (標準測定法01)」に基づき行われる。その中で、水ファントム (あるいは水等価ファントム) を用いることが定められている。人体模擬

度が高い治療用ファントムは、放射線診断における臓器線量測定にも用いられる。

血管造影用ファントムとして、単純な血管模擬型のものと、頭部や心臓の血管の形状を高度に模擬したものがある。また歯科用では、人体頭部を歯科用に特化して模擬したタイプがある。放射線ではないが、MRI や超音波検査専用のファントムも開発され利用されている。

#### 4. 数学ファントム

実測困難な臓器線量・実効線量の評価用には、数学ファントムが利用されてきた。核医学における内部被ばく線量評価用として、MIRD 型ファントムが長年用いられている（MIRD は Medical Internal Radiation Dose Committee：米国核医学会医療内部被ばく線量委員会の略）。形状として、楕円柱・楕円錐等、単純な幾何形状の組み合わせとして定義されている。サイズは欧米の成人データを元にしていて、男女年齢別のタイプも開発・利用されている。核医学の内部被ばく線量評価法として、ICRP Publ.53及び80に放射性医薬品ごとの体内動態モデルと、単位投与放射能あたり線量換算係数が与えられているが、これらは MIRD ファントムのシミュレーション計算に依るデータが基礎となっている。

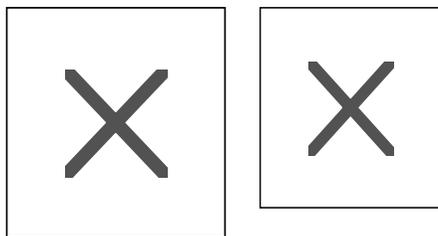
ボクセルファントムは、小さな直方体の集合体の数学ファントムである。医用画像処理技術の進歩により得られた、精細な人体横断面画像を基に、複数のボクセルファントムが作られてきた。個々のボクセルには領域（臓器等）と材質（軟組織・肺・骨など）データが与えられ、放射線のシミュレーション計算が可能である。MIRD 型ファントムは、線量評価における形状定義由来の不確かさが大きい、ボクセルファントムは形状が正確であり、患者の被ばく線量評価にも用いられ始めている。MIRD タイプファントムとして、年齢層に応じた異なるサイズのもので開発されている。ボクセルファントムも数学的な処理によりスケールアップ・ダウンが可能であり、標準化が進められている。

#### 5. 標準化に向けて

ファントムの標準化では、要求される人体模擬度を想定した上、幾何形状・大きさ・材質をどのように決定するか、という点に焦点が当てられてきた。人体模擬度を高める場合、ボクセルファントムは一個人のファントムとしての完成度は高くなるが、汎用性は低くなる。逆に人体模擬度が低ければ、形状の修正が容易な反面、人体ファントムとしての完成度は低くなり、臓器線

#### 数学ファントムの例：

MIRD 型ファントム



量評価等の精度も抑えられてしまう。

ICRP Committee 2は、既存のボクセルファントムを修正しながら、標準的なボクセルファントムの整備を進めている（小児モデルも）。このように標準化の方向性としては、人体模擬度の非常に高い標準的体格のボクセルファントムの流れがある。放射線診療の種類には、様々なものがあるため、医療では標準的なファントム一つで事足りると言うことはない。今後も多種類のファントムが、用途に応じて選択され利用されていくと推測される物理ファントムは、診療技術の進展や防護基準の新たな策定など、対象となる放射線診療行為別の要求（散乱体・画質評価など）を満たすものが、診療技術の進歩に応じて開発・利用されていくであろう。人体形状模擬度は要求項目によって異なるが、医療被ばくの線量評価が法的に義務化されていない以上、医療現場で高い模擬度の物理ファントムが標準化されることは難しい。しかし、入射表面線量等から実効線量を推定するため、基礎データを与え得る物理ファントムの必要性は低くない。また、標準化と同時に体型・体格の異なる個々の患者への適用手法も考慮すべき課題である。

数学ファントムでは、人体模擬度の高いボクセルファントムが、核医学における内部被ばく線量評価に用いられるようになると思われる。これにより、臓器形状の定義に依存する評価精度が高まることが期待できる。実際には、現状と同様に、ICRP等が算出した値を利用することになるであろう。また、X線診断における線量評価にも、高度なボクセルファントムが計算に応用されていくことと思われる。ただし、個々の患者に対する適合度に関しては、依然これまでと同じ問題が残されている。

## 6. 終わりに

医療現場において、吸収・散乱体として単純な形状のファントムを用いることに大きな問題はない。しかし、人体形状を模擬したファントムでは、形状由来の不確かさが存在する。X線診断等の外部被ばくでは、人体高模擬度タイプのものであっても、実際の個々の患者とは各臓器の位置・形状・サイズが異なり、評価された線量は代表的なものでしかない。しかし、そもそも同種のX線検査でも、照射される線量には大きな幅がある。また、核医学の内部被ばく線量評価では、形状由来の不確かさは大きいといえるが、体内動態の個人差を考えると、評価値には動態由来の大きな誤差も含まれている。これらのことを認識した上で、測定・算出された被ばく線量を評価する必要がある。

### 参考（引用）URL

<http://www.kyotokagaku.co.jp/>（京都科学）

<http://www.tmmmed.co.jp/>（TM メディカル）

<http://www.toreck.co.jp/>（トーレック）

<http://www.toyo-medico.co.jp/>

（東洋メディック）

### プロフィール

1965年長野県生まれ。1987年3月東北大学理学部物理学第二学科卒業。1988年1月厚生省国立公衆衛生院に放射線衛生学部放射線衛生第一室研究員として採用される。1989年5月から医療放射線室研究員。1998年4月大分県立看護科学大学人間科学講座環境科学研究室助手として大分に赴任。同月東京大学にて医学博士号取得（論文博士）。2003年10月から独立行政法人放射線医学総合研究所重粒子医科学センター医学物理部医療被ばく防護研究室主任研究員に採用され、現在に至る。有する資格は、医学物理士・第一種放射線取扱主任者・エックス線作業主任者・ガンマ線透過写真撮影作業主任者。最初の就職時から現在まで、医療放射線防護に関する研究・教育に従事。

## 日本放射線安全管理学会第4回学術大会に参加して

アイントープ事業部サイトサポーターGr 浅見 文克

去る11月23日から25日の3日間にわたって日本放射線安全管理学会第4回学術大会（大会長五十棲泰人氏）が京都大学百周年時計台記念館国際交流ホールにおいて開催されました。

学術大会では特別講演2件、一般講演108件（口頭発表69件、ポスター発表39件）、シンポジウム3件、受賞講演2件と非常に多数の発表がありました。

発表の内容は放射線の安全管理に関わる各方面の話題で、その範囲は多岐に亘り、また今回新しくオーガナイズドセッションとして、一般公衆に対する放射線教育及び作業環境測定についても企画されました。

弊社では、「ガラス線量計三次元画像読取装置の開発」を含め、「強β核種Y-90溶液の遠隔操作による小分け・配分」「新しい画像解析装置を用いた中性子線量測定について」の3題の発表と、更に「個人線量測定機関協議会における測定精度確認体系」というテーマについて個線協を代表し壽藤主席研究員より発表がありました。

最終日のシンポジウム「法改正」において、「企業サイドの対応」というテーマでの発表の機会をいただきました。

その場をお借りして、放射線管理に関わる民間の企業は、その業界に身を置くものとして、各学会や講習会などを通して知識を積極的に吸収し、色んな媒体、機会を設けその普及、社会への貢献活動を行っていることを述べさせていただきました。

また、官の仕事を民間に下ろし、民間の力を活用する方法もありますが、第三者的に事業所の放射線管理組織及びシステムの性能評価を行うことにより、放射線管理を向上させ、社会に貢献する。「民間だからこそ出来る」ということがあるのではないかとということ、社内ワーキングを題材として話をさせていただきました。

平成17年の各団体、学会が開催する大会の最後を締めくくる形となった本学術大会には、会場に多くの人々が参加され、非常に活気ある大会でした。



写真は、「平成17年度最優秀論文賞」を受賞された名古屋大学 RIC の伊藤茂樹氏（写真左）、「平成17年度技術賞」を受賞された慶応大学医学部の中里一久氏（写真右）、シンポジウム「法改正」の招待講演で座長を務められた名古屋大学 RIC の西澤邦秀氏（写真中央）です。

### 五感に訴えない放射線のニュースをオオトリの六感で捉えるカレント・トピックス

## ニュートリノによる核兵器の消滅

鴻 知己

超新星から送らせて来たニュートリノ（ $\nu$ ）を検出して小柴昌俊先生はノーベル物理学賞と東京大学特別荣誉教授の称号を贈られた。そのニュートリノを使って世界中の核兵器を無能にすることを考えた人が居る。1989年から2003年まで KEK の長を務めた菅原寛孝先生である\*。

そのアイデアとは、超高エネルギーのニュートリノを大量に作り出して、兵器の中にある核燃料物質に当て、核兵器としての能力を失わせるというものである。ニュートリノという素粒子は地球ぐらい簡単に透過できる程の透過力を持つが、それは物質と相互作用する力が弱いからである。しかし、ここで考えているエネルギーは 1 PeV（ペタ=千兆=10の15乗）程度であり、これ位のエネルギーになるとニュートリノは物質に衝突して（陽子や中性子などの）ハドロン

を作り出すことができる。そこで、この中性子を核兵器に当てて“未熟爆発 fizzle explosion”を誘発し、“短時間に多段階連鎖核分裂を起こす”力を消滅させるというのである。

このような超高エネルギーのニュートリノ（ $\nu$ ）のビームを作る手段を、現時点で人類は持っていないし、それができる加速器は巨大（周長1,000km程度）な上技術にさまざまな break-through が必要である。財政の負担に耐えるかという心配はあるし、放射線管理屋の立場から言えば、大量の高エネルギー中性子の発生は遮蔽と誘導放射能への対策を必要とするので“平和の事業”とするのは生易しいことではないようにも思われるが、夢のある話ではある。

\* H. Sugawara et al : 2003 arxiv.org/abs/hep-ph/0305062

# WHO 国際ラドンプロジェクトと その背景



米原 英典\*

## 1. はじめに

国連科学委員会（UNSCEAR）1982年報告書でラドンの被ばくが一般公衆における自然放射線による被ばくの50%以上を占めることが指摘され、住居内のラドンが問題視されるようになり、米国や欧州で社会問題にも発展した。その後、世界の多くの国で調査が始められ住居内ラドンに関する研究が綿々と続けられてきた。そして、その UNSCERA 報告から20数年経った昨年、世界保健機関（WHO）が、ラドンに関する国際プロジェクトを立ち上げた。再びラドンが社会問題となる可能性も考えられる。このプロジェクトが開始されるようになった背景やその活動内容について紹介する。

## 2. ラドン問題の経緯

ラドンの問題は、歴史が長く、その事の始まりは、15世紀ごろの中央ヨーロッパの鉱山で「山の病気（ドイツ語で Bergkrankheit）」と呼ばれて恐れられた謎の疾病で多くの鉱夫が若くして亡くなるという問題に遡る。当時は原因が何かは判明せず、長い間原因解明の研究が続けられたが、1896年のベクレルによる放射能発見の後、さらに25年を経過した頃に、初めてラドンが原因であることが示唆された。その後、鉱山でのラドン被ばくを解明するための疫学調査や、実験動物、細胞レベルなど幅広い研究が進められた。国連科学委員会1982年報告書で初めて実効線量当量での評価として、一般公衆において自然放射線の被ばくの半

分以上がラドンによることが明らかになり、住居内ラドンが重要な問題であることが示された。1984年に米国で原発の労働者が作業に入る前のモニターによるチェックでラドンの被ばくが検出された事件が米国で社会問題となり、これらがきっかけで、米国EPA（環境防護防護庁）が、ラドン問題に乗り出し、1986年に148Bq/m<sup>3</sup>という対策レベルを示し、ラドンのリスク低減政策を打ち出した。

住居におけるラドンが問題になった頃から、住居のラドンを対象とした疫学調査も、欧州を中心に実施されたが、多くの住居ラドンの疫学調査は、地域相関研究（ecological study）といわれる、ある地域の平均ラドン濃度とその地域の肺がん発生率との相関を調べる研究であった。鉱山における疫学調査では、ラドンのリスクが明確に示されていたが一般住居においては、ラドン濃度が比較的低いいため、住居のラドンの地域相関研究では、ラドン以外の要因による肺がん発症の影響が大きく、ラドンが原因かどうかを分析することが不可能であった。しかし、1994年にスウェーデンカロリンスカ医科大学環境医学研究所のPershagen 教授が、地域相関研究ではなく、他の交絡因子の影響を排除することが可能となる Case-control（症例－対照）研究という手法を用いて、スウェーデンの住居内ラドンで、ラドン濃度と肺がん発生との間に正の相関があることを初めて示した。その後主に欧州の各国において、この

\*Hidenori YONEHARA 放射線医学総合研究所放射線安全研究センターラドン研究グループ第2チームリーダー

Case-control 研究の手法で、住居内ラドンの調査が行われたが、明らかに有意の過剰なリスクが示される結果は、ほとんどなかった。個々の調査では、有意な過剰リスクを示すには、サンプル数が不足であった。英国の Oxford 大学の S. Darby は、欧州 9 ヶ国で実施された 7,148 の症例を含む 13 の Case-control 研究について、それぞれの個々の情報を集めて統合して解析を行う、pooled analysis と呼ばれる手法を用いて十分なサンプル数として解析した結果を、British Medical Journal の論文として発表した。この論文では、症例についての、年齢、性別、学歴、喫煙、地域などの交絡因子について慎重に考慮した結果、ラドン濃度と肺癌リスクとの間に、閾値無し of 直線的な関係が認められたと報告した。そのデータは図 1 に示すように明解で、100 Bq/m<sup>3</sup> 付近においても相対リスクが有意に増加していた。実際に測定されていないサンプルのラドン濃度推定などにおける不確実性を補正すると、図 1 の右側のグラフのようになり、その影響つまり単位ラドン濃度あたりのリスクはさらに大きくなり、100 Bq/m<sup>3</sup> 当たりの過剰相対リスクは 16% であった。住居内ラドンからの被ばくによる肺癌リスクは、これまであまり明確ではなかっただけに、この報告は衝撃的な結果となった。また、カナダの Ottawa 大学の D. Krewski 教授は、北米で実施された 4,155 の症例を含む 7 つの症例-対照研究の統合解析の結果を論文として報告した。

この研究では、単純に集計した調査解析では、ラドン濃度と肺癌リスクとの間に相関関係は認められなかったが、データが適切に収集された調査のみに限定すると正の相関関係があった。最近これらの他にも、有意な肺癌のリスクを示す、疫学調査の結果が示され、それらの結果が示すリスク係数には、大きな差異はないと考えられている。

### 3. WHO 国際ラドンプロジェクト

上述のような最近の疫学調査の内容については、論文発表前にすでに WHO でも問題とされ、一般環境におけるラドンの健康影響に対する対応について検討がなされた。その結果として、2004年9月に大阪で開催された第6回高自然放射線とラドン国際会議（主催近畿大学、放医研）において、WHO の代表として参加した Carr 博士が、ラドンに関するプロジェクトを立ち上げることを発表した。WHO はこれまでに、環境のリスク因子について、その影響の大きさを地球規模の疾病負荷量 GBD (Global Burden of Disease) で評価して、ランキングしているが、住居のラドンも環境のリスク因子として見逃せないものとして、今回取り上げたのである。家庭や職場におけるラドン被ばくは電離放射線によるリスクの中で最も大きな要因の1つであるが、ラドンは妥当なコストで制御できる自然放射線源であると考えられる。ラドンによるリスクを低減するためには、国家当局が確かな科学的根拠と堅実な公衆衛生政策に基づく施策と具体的手段を有することが重要であり、このため、WHO はラドン被ばくを制限するガイドラインの策定と有効なリスク低減策を提供するために活動することを目的として、このプロジェクトを発足したと説明している。

このプロジェクトの第1回の専門家会合が、昨年（2005年）の1月17日、18日の2日間、スイス・ジュネーブにある WHO 本部（図2）で開催された。この会議には欧米を中心に19カ国から約40名のラドン専

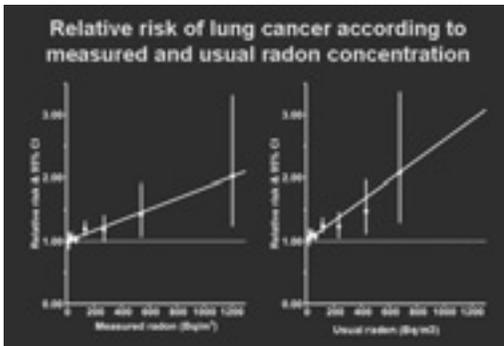


図1 英国 Oxford 大学の S. Darby によって報告されたラドン濃度と肺癌リスクとの関係



図2 国際ラドンプロジェクトを発足したWHO本部



図3 WHO国際ラドンプロジェクトの第1回専門家会合

門家が出席した。出席者は欧州からの出席者が大部分を占め、特に英国とドイツが共に6名という積極的な参加であった。欧州以外では、米国、カナダ、ロシア、ブラジル、中国、日本の6カ国だけであった。日本からの出席者は筆者を含め放医研ラドン研究グループ山田裕司グループリーダーと、鹿児島大学の秋葉澄伯教授の3名であった。第1回会合ということで、WHOでこのプロジェクトを担当する人間環境防護部(Protection of the Human Environment)のM. Chan部長(図3)の挨拶に始まり、以下の6つのセッションにおいて、議論が進められた。

- 1) WHOラドンプロジェクトとラドンに関する世界規模での行動の正当性
- 2) 堅実なラドン政策の決定を支持する研究の現状
- 3) 疾病負荷の評価に向けてのWHOの方法論
- 4) 世界のラドン規制の現状

5) 低減策と各国のラドンレベルと規制の状況

6) WHOラドンプロジェクトの具体化

以下、各セッションの審議内容について紹介する。

1) のWHOラドンプロジェクトとラドンに関する世界規模での行動の正当性のセッションでは、まず最初に、WHOのラドンリスクプロジェクトの目的について紹介があった。続いて、米国・EPAのB. Johnsonから、ラドンに対して世界規模でどのような行動を起こすべきか、また、議論のキーポイントについての説明があった。この会議では、つぎのような点に注目して議論を進めることになった。

- ・ラドンに関する国際行動計画の利益は何か？
- ・ラドンによるリスク低減を促進するためには、どのような勧告が有効か？
- ・そのような勧告の具体化にとって、キーとなる機会は何か？
- ・これを具体化するためには、どのように行動すればよいのか？

2) の堅実なラドン政策の決定を支持する研究の現状のセッションでは、2006年発行予定のUNSCEAR報告書のラドンに関する内容についてカナダのD. Chambers氏が説明した。また前述の最近の欧州や北米の疫学の結果についてそれぞれ論文の著者であるS. Darby教授(Oxford大)やD. Krewski教授(Ottawa大)が説明した。また放医研の山田裕司氏が、中国での疫学結果におけるラドン測定にトロン(Thoron)の妨害が影響している可能性についての問題を報告した。

3) の疾病負荷の評価に向けてのWHOの方法論についてのセッションでは、まずWHOの人間環境防護部のA. Pruess氏が、GBD評価のためのコンセプトとその方法について説明した。GBD評価のコンセプトは、比較性が高く、一貫性、透明性を考慮したもので、寿命損失と重篤さを考慮した労働不能の期間を加算して求めるDALY(Disability Adjusted Life Years)と呼ばれる指標で負荷を評価する。避けう

る負荷の分析を行うことにより、介入のコストと健康生活との関係や低減対策の費用対効果の分析にも利用できると説明した。米国・St. John's 大学の D.Steck による、ラドンのリスク評価のための線量学的問題点について、カナダの J. Zielinski 氏による、カナダにおいて行われたラドン被ばく影響の評価に関する WHO パイロットスタディの結果についての報告などがあった。

4) の世界のラドン規制の現状についてのセッションでは、英国、スイス、アイルランドの取り組みについて説明があり、5) の低減策と各国のラドンレベルと規制の状況のセッションでは、参加した専門家が、各国の現状について順次説明した。筆者も日本における、測定調査の結果と行政の状況について説明した。これらのセッションで、述べられた各国の対策レベル、参照レベルの値について、表1にまとめた。

最後の6) のWHO ラドンプロジェクトの具体化のセッションでは、プロジェクトの具体化として、作業項目の確認と割り振りを行い、勧告内容やプレス発表内容について議論するとともに、プロジェクト実行のために以下の6つの作業グループの設置を決めた。

- 1) リスクアセスメント
- 2) 被ばくガイドライン
- 3) 費用対効果

- 4) 測定と低減化
- 5) リスクコミュニケーション
- 6) プログラム評価

当初は、住居のラドンのみを対象とする予定であり、この第1回会合においてはプロジェクトの名称も Residential Radon Risk (RRR) Project であったが、会合の議論で住居に限らず、特にラドン温泉での従業員や学校でのラドンについても検討の範囲に含めることになり、プロジェクトの名称も、会合後に International Radon Project (IRP) に変更された。

この会合の後に、住居のラドンに関する知見をまとめた Fact sheet が作成され、これに基づいて6月21日には、プロジェクト発足について、プレス発表が行われた。ただし、今のところこれが大きな報道として取り上げられていない。その後、それぞれの作業グループで、活動が続けられており、特に4) の測定と低減化のグループにおいては、疫学に用いられた測定器を調査して、まとめる作業が進んでいる。また2) のガイドラインのグループでは、世界の状況を把握するために、アンケートをとることになり、その内容について検討された。

この国際ラドンプロジェクトの第2回の会合は、2006年3月13日から15日に予定されており、全体の活動の状況と今後の方針や各作業グループでの議論が議題として予

表1 主な国における対策(参考)レベル

国	対策(参考)レベル Bq/m <sup>3</sup>		
	既存家屋	新築家屋	一般職場
英国	200(勧告)	200(勧告)	200(罰則あり)
フランス	なし	なし	新築200(既存400)
ドイツ	400	200	200
スウェーデン	400	200	400
アイルランド	200	400	400
スイス	なし	なし	なし
イタリア	500		500
米国	148	148	なし
カナダ(現在改訂の検討中)	800	800	—
ブラジル	400	—	鉱山等は規制対象
中国	400	200	—
日本	なし	なし	なし

参考レベルは、このレベルを超えた場合に注意を促す程度の軽い措置をとるような対策レベルよりも軽い効果をもつようなレベルも含んだレベル値

定されている。このプロジェクトに関する情報は、以下のサイトで得られる。

<http://www.who.int/ionizing-radiation/env/radon/en/index.html>

#### 4. 日本におけるラドン問題への対応

日本においてラドン問題に対する対応としては、当時の科学技術庁の指導で全国濃度調査が2回実施されたことや、放射線審議会でも測定に関して検討がなされた。これまでに実施された住居内ラドン濃度の全国調査の結果については、その算術平均値は、15～20Bq/m<sup>3</sup>程度であった。対策レベルの必要性については専門家の間で検討されてきたが、これまでの調査結果から、日本は平均レベルが低く、極端に高濃度の家屋は見つかっていないため緊急な課題ではないとされてきたようである。しかし、その頻度分布が対数正規分布にほぼ適合することが明らかであることから、件数は少ないが非常に高濃度の家屋も存在することは推測できる。多くの国で規定された対策レベルである200Bq/m<sup>3</sup>を超える濃度の家屋も、ある割合で存在する。

ICRPの放射線防護の考え方も、集団だけでなく、個人の防護をより重視する方向にある。ラドン濃度の平均値が低いということで、対策は必要ないと考えて、この問題を先送りすることはできないと考えられる。少数の高リスクグループに対して、介入として早急に何らかの対策をとることが必要な課題であると考えられる。

現在国の対応としては、文部科学省においても、専門家の委員会において検討が続けられている。また専門家としても日本保健物理学会において、屋内ラドン規制対応委員会（主査名古屋大学飯田孝夫教授）が設置され、昨年11月に規制当局に対する提言をまとめた報告書を作成した。また、屋内ラドンリスクとその対応検討専門研究会（主査：放医研 米原英典）が昨年4月に設置され、屋内ラドンリスクの関する知見の検討を行っている。このような状況の中、我が国もWHOのガイドラインや目標値

が如何なる濃度になるかは今後注目していかなければならない。

#### 5. おわりに

このプロジェクトは、欧州で実施された疫学の統合解析により、北欧でのラドン濃度の平均レベルでもある100Bq/m<sup>3</sup>での肺がんの相対リスクが有意に増加していることが判明したという最新の疫学研究を重視している。しかし、人種や生活様式が異なるアジアにおいても、同じように有意な肺がん発生が起こるかどうかしっかり検証する必要がある。また、アジアは、開放的な家屋が多く、建築様式や生活様式にも大きなバリエーションが考えられる。ラドン被ばくは、複雑な要因が関連していることから、ラドン濃度からリスクを評価するに当たり、さまざまな要因が影響を及ぼすため、アジアと欧米とは、ラドンの影響は同様に評価できないと考えられる。アジアは世界人口に占める割合も高いことから、世界の共通の問題として対応していくには、アジアの状況を無視できない。日本ではラドン・トロン測定について長年の研究実績があり、さらに、原爆被爆生存者の調査など放射線疫学の分野でも大きな実績を有していることなどを考え合わせると、この問題について日本は、リーダーシップをとって積極的に対応する必要があると考えられる。

#### プロフィール

昭和52年同志社大学工学部卒業後、滋賀医科大学放射性同位元素研究センターで、技官として放射線管理業務に従事した後、放射線基礎医学講座の助手に転任となり、学位（医学博士）取得。平成8年に放射線医学総合研究所に転任となり、チェルノブイリ関連の研究を手がけた後、平成13年1月より平成15年8月まで、文部科学省原子力安全課において、放射線安全基準の策定に関する仕事として、特に放射線審議会の事務局としてまた、IAEA放射線安全基準委員会などの国際会議などに出席するなどの仕事に従事。平成15年8月から現在まで放射線医学総合研究所放射線安全研究センターラドン研究グループ第2チームリーダーとして、ラドン関連の研究に従事。趣味は、テニスやスキー、バロック音楽など。

# PET施設の計画から使用・防護・保守まで。 トータルサービスをご提供します。

- RI利用・共同研究
- RI施設の設計・施工
- RI施設の新築・改造
- 機器設置・ネットワーク構築
- 放射線測定器の設置
- 線源提供
- 新しい線源の校正
- 施設運用・モニタリング
- 保守・メンテナンス
- RI施設の廃止

## ラディア・ガード

FDG投与時の、  
術者の被ばくを低減  
します。



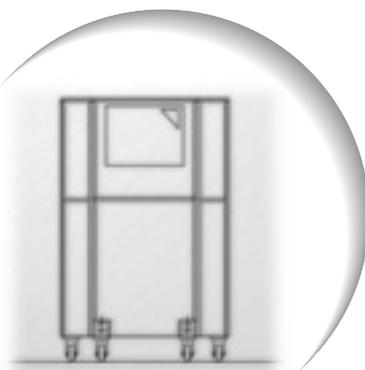
## ラディア・カウンター

FDG測定時の、  
術者の被ばくを低減します。



## PET プロテクター

FDG投与時および撮影の  
セッティング時の被ばくを低減します。



株式会社 **千代田テクノル**  
アイトープ事業部

〒113-8681  
東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル  
Tel : 03-3816-2531 Fax : 03-5803-1938

## コンプライアンス

コンプライアンス compliance とは「(法令や行政の) 要求や命令などに従うこと」である。放射線施設では、「放射線障害防止法」等の関係法令やそれらに基づいて規定される「放射線障害予防規程」に定められたことは誰もこれを守らなければならない、ということである。

原子力に関わりを持つ、持たないに拘わらず、コンプライアンスの重要性が声高に叫ばれるようになったのは、我が国では実際にこれに反する行為が割と安易に行われ、世の中もそれを許容してきたということであり、また、国際化により、このような状況が先進諸外国と大きく違っていることが認識され始めたということであろう。

原子力の高名な某教授の回想録をたまたま昨夜(2005年4月18日)手にしたのであるが、次のような記述に出会った。“今回の JCO 事故では「規則違反」が大きく取り上げられているが冗談ではない。現場では守れる規則と、守れない規則がある。”

筆者は、KEK 時代、アメリカの F 研究所で「日本は規則はキチンと作るけど殆ど守らないそうですね」といわれたことがある。また、ドイツの D 研究所の所長が KEK に来られたとき、時間的制約もあって管理区域入域の手続きを事前に済ませ効率よく見学して戴いたところ、後日その研究所の Radiation Safety Officer (日本でいう放射線取扱主任者に相当) から電話がかかってきて「加速器室のような管理区域に No

Check で入室を認めるなどということをやを安易にやってもらおうと我々にはえらい迷惑だ」と苦情を言われたことがある。

日本は法治国を標榜している。法令や自分たちが決めたことは守らなければならないのである。守れない規則は規則としての出来が悪いので直すべきである。「管理区域に立ち入るときは記帳せよ」と決めたのなら頻繁に出入りする管理室員も記帳しなければならない(そうでなければ順法精神は育成出来ない)。それがいやなら、規則に「但し、放射線取扱主任者や放射線管理室員がその職務を遂行するため入室する場合はその限りに非ず」と明記することである。

一般に、放射線安全に関する規則や基準には、慎重を期してか、安全係数を大きく取りすぎている嫌いがある。経験や知見が乏しいときには慎重を期すのは正しい見識であるが、経験や知見の蓄積による是正が極めて困難なことが問題点の一つである。だからといって、ルールを破ったり、従わなくて良いということにはならない。

学識のある専門家が、往々にして「安全係数が大きいのでルールに従わなくても大したことにならない」とばかりにルールを無視あるいは軽視するのは望ましいことではない。特に、これらの規則の作成に主導的に関わった人が、「あの規則や基準は厳しすぎるから是正すべきである」と積極的に発言することもせず、「ルールを守る」こともしない、というのは無責任というものである。

個人の生命や組織の社会的生命を脅かすリスクの回避、すなわち危機管理への対策として組織や社会の「安全文化」の醸成が必要であり、コンプライアンスすなわち「法令遵守」はその重要な柱なのである。

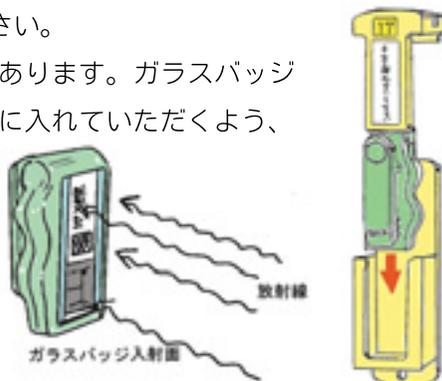
サービス部門からのお知らせ

## 『環境線量測定サービス』（環モニ）をご利用のお客様に

弊社、『環境線量測定サービス』（環モニ）をご利用のお客様にお願いです。

ホルダーには、ガラスバッジを×線装置もしくは線源に向けて正しく入れてください。ガラスバッジを裏返しにいれないようご注意ください。

また、ホルダーに測定ポイントの番号が書いてあります。ガラスバッジのラベルをご確認していただき、所定のホルダーに入れていただくよう、お願いいたします。万が一間違ったホルダーに入れてしまった場合は、測定依頼の際、必ず、弊社営業担当または代理店にご連絡下さるようお願いいたします。（測定センター 米山高彦）



## 短佳後記

- 今年は大雪による被害が相次いでいます。日本海側を中心とした記録的な大雪による昨年12月以降の被害者数は、1983～84年（昭和58～59年）の「59豪雪」以来だそうです。一説によりますと、これは温暖化の影響とも言われています。
- 米原先生にご執筆頂いた「WHO 国際ラドンプロジェクトとその背景」は、ラドンの歴史が長いことを感じました。原因が判らず、謎の疾病で多くの鉱夫が若くして亡くなった時代は、どんなに恐ろしかったことでしょうか。
- 大地等に含まれるラジウムは壊変により気体状ラドンになります。この時ラジウムは親核種であり、ラドンは娘核種です。また、ラドンも娘核種

を造りますが、最後には安定な鉛になります。

- 科学技術の発展により、私たちは今までに様々なことを解明し、それを生活に活かしてきました。私たち人間はともすれば自然をも手中にあると錯覚してはいないでしょうか。今まで培ってきた知恵を出し合い、自然との共存・バランスは真に私たち人間にとって永遠のテーマです。
- 東宝映画「空の大怪獣ラドン（1956年）」。この“ラドン”は、白亜紀後期、翼竜の一種のプテラノドン（学名：Pteranodon ingens）を略したものです。決して上述のラドンではないので間違えの無いように。

（窪田和永）

## FBNews No.350

発行日／平成18年2月1日

発行人／細田敏和

編集委員／佐々木行忠 小迫智昭 中村尚司 久保寺昭子 加藤和明 壽藤紀道 藤崎三郎

福田光道 野呂瀬富也 丸山百合子 窪田和永 佐野智久 大日向朱梨 森本智文

発行所／株式会社千代田テクノロ 線量計測事業部

所在地／〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル5階

電話／03-3816-5210 FAX／03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp>

印刷／株式会社テクノロサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円（本体381円）