



*Photo H.fukuda*

## *Index*

「わが国における環境放射能水準調査の現状と今後の展開（最終回）」(7)	
ーラドン濃度測定調査ー .....	真田 哲也 1
《連載 第2回》ある時代のあるミステリー .....	井本 正介 6
「勢いのある中国と韓国の原子力」 .....	町 末男 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	
原爆症訴訟 .....	鴻 知己 11
初級放射線教育講座③「放射線の人体への影響」 .....	島田 義也 12
「第4回 テクノル技術情報セミナー」を終えて .....	16
第50回放射線安全技術講習会ご案内 .....	17
平成19年度 放射線取扱主任者試験施行要領 .....	18
〔サービス部門からのお知らせ〕	
「ガラスバッジはご使用終了日までお使いください！」 .....	19



# 「わが国における環境放射能水準調査の 現状と今後の展開（最終回）」(7)



## ーラドン濃度測定調査ー

真田 哲也\*



### 1. はじめに

ラドン ( $^{222}\text{Rn}$ ) は半減期が3.8日の  $\alpha$  線を放出する放射性の希ガスで、主に地殻に存在するウラン系列の  $^{226}\text{Ra}$  が崩壊して生成します。プルトニウム等の人工放射性核種とは異なり、ラドンは太古の昔から私たちの身の回りに存在する自然放射性核種で、その起源は地球創生まで遡ります。一般には「ラドン温泉」として馴染みが深いと思います。

環境におけるラドンからの被ばくは、自然放射線の中でも特に寄与が大きく、国連科学委員会 (UNSCEAR) の報告書<sup>1)</sup> では、公衆が受けるとされる自然放射線のうち約半分がラドンからであると報告されています。また、国際放射線防護委員会 (ICRP) の勧告<sup>2)</sup> では対策レベルについても記載されています。欧米では、1980年代からラドンに関する環境中での濃度の測定や被ばく線量の評価が盛んに行われており、一般の家屋や職場、学校等では対策レベルを設定して、低減化に対する取り組みを行っています。近年では、世界保健機関 (WHO) においても住居内ラドンのリスク評価や規制のあり方について議論するために、住居内ラドン・リスク・プロジェクト (RRR project) が立ち上げられ、欧州の国々の代表者が中心となって会合が開かれています。

ラドンは生活習慣や家屋の構造等によって濃度が高くなることがあります。昨今、地球環境の保護と相まって省エネルギー化が進み、例えば冷暖房の効率を向上させるために家屋の気密性が高まっています。このため、換気率が低くなり、床下や建材から発生したラドンが室内に溜まり濃度が高くなる可能性もあります。

このようなことから、わが国の生活環境におけるラドン濃度を測定すると共に、地域による濃度分布、季節変動等を把握し、国民のラドンからの被ばく線量の推定及び評価に資することを目的として、日本分析センターは平成4年度から平成14年度まで文部科学省からの委託により、全国規模で「ラドン濃度水準調査」を実施しました。平成15年度からは、その調査結果を基に、ラドン濃度が高くなる家屋や地域等をあらかじめ選定し、高いラドン濃度の家屋を見出し、低減化までを視野に入れた「ラドン濃度測定調査」を実施しています。

### 2. 調査の内容および結果

#### 2.1. ラドン濃度水準調査

ラドン濃度水準調査は、全国47都道府県の一般家屋、屋外及び職場環境を対象に平成4年度から平成14年度まで実施しました。平成4年度から平成8年度は事前調査も含めた屋内調査、平成9年度から11年度は屋外調査、平成12年度から14年度は職場環境の調査を実施しました。各調査とも1年を四半期に分け、測定器を3ヶ月ごとに交換し1年間測定しました。屋内調査は都道府県毎に20軒の割合で家屋を選定し、合計940軒の家屋について1年を通して測定を実施しました。屋外および職場環境の調査では、都道府県毎に15地点の割合で場所を選定し、それぞれ合計705地点について調査しました。また、職種により環境も異なることから、職場環境の調査では、事務室、工場、学校及び病院に分類して調査を実施しました。

被ばく線量評価において滞在時間は大きなファクターであることから、屋内調査においては滞

\*Tetsuya SANADA (株)日本分析センター 分析調査部 ベータ線グループリーダー

在時間が長い、居間または寝室のラドン濃度を測定しました。

調査に用いたラドン測定器は、独立行政法人放射線医学総合研究所（以下、「放医研」という。）で開発されたラドン・トロン弁別測定器です（写真1）。検出部にポリカーボネートフィルムを用いたパッシブ型の測定器で、大きさの異なる半球を合わせた形をしており、その中央部に2枚のポリカーボネートフィルムを装着する構造となっています。測定器は、3ヶ月間設置され、日本分析センターに返却されます。速やかにポリカーボネートフィルムを取り出し、6 mol/LのKOH溶液（20% v/v エチルアルコール）でエッチングし、ラドンおよびその壊変生成物から放出されたα線により生成したエッチピットを専用の計数装置で計数します。そのエッチピット数から、設置期間中（3ヶ月）の平均ラドン濃度をあらかじめ求めた校正定数から求めます。

### 2.1.1. 屋内調査の結果

屋内調査では、測定を行った940軒のうち、測定器の破損等で棄却した41軒のデータを除く899軒の調査結果<sup>3)</sup>について解析をしました。その調査結果を図1に示します。わが国の家屋内の平均ラドン濃度は15.5 Bq/m<sup>3</sup>で、最大値は208 Bq/m<sup>3</sup>でした。この平均ラドン濃度は、欧米の国々と比較すると低く、世界の平均値（40 Bq/m<sup>3</sup>）<sup>1)</sup>と比較すると約3分の1です。これは、日本は木造家屋が多く、コンクリート造りの家屋と比較して気密性が低いため、換気率が高く、家屋内にラドンが溜まりにくいと考えられます。また、一戸建ての住宅の場合、一般に床下には空間があることから、地殻から



写真1 ラドン・トロン弁別測定器

のラドンの影響が少ないと考えられます。しかし、最近では木造の家屋でも気密性の高い建物があることから、それについては今後調査を継続して実態を把握する必要があります。

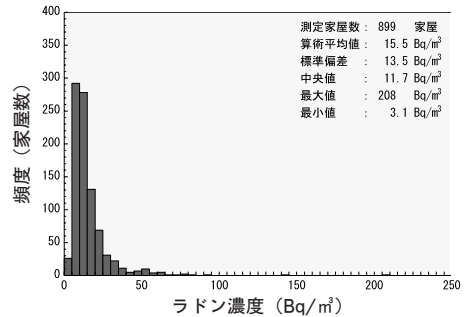


図1 屋内調査の頻度分布図

ラドンは空間ガンマ線線量率と同様に、その地域の地質と関連があることが知られています<sup>4)</sup>。そこで、得られた結果を北海道、東北、関東、中部、中国、四国および九州・沖縄の7つの地方に分けて検討しました。その結果、中央値と比較すると、中国地方が14.4 Bq/m<sup>3</sup>で最も高く、次いで近畿および九州・沖縄地方の12.7 Bq/m<sup>3</sup>でした。一方、最も低いのは関東地方で9.7 Bq/m<sup>3</sup>でした。西日本、特に中国地方はラドンの親核種で天然の放射性核種であるウランやトリウムを比較的多く含む花崗岩が広く分布しており、地殻から発生したラドンが床下などから家屋内に進入し、その影響があまり無い他の地域よりも高くなったと考えられます。また、それを骨材等の建材に用いることも考えられるので、その寄与も影響していると思われる。関東地方は関東ローム層に覆われているため、空間ガンマ線線量率と同様に低い結果となりました。

ラドンは地質のほか家屋の種類や建材の影響を受けることが知られています。建材は家屋の種類により異なるため、家屋種別にラドン濃度を比較しました。その結果、コンクリート系の家屋が木造やプレハブの家屋よりも高いことが分かりました。これは、前述したように、家屋の気密性やコンクリート等の建材からのラドンが寄与しているためと考えられます。

屋内のラドン濃度は人の生活習慣（例えば窓の開閉）に大きく影響されます。家屋種別に四半期毎のラドン濃度の変動を図2に示します。

この図から、家屋種によらず夏季に低く冬季に高い傾向が認められました。これは、窓の開閉等の頻度の違いによる換気率の変化が原因であると考えられます。

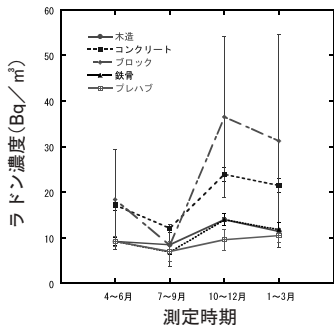


図2 家屋種別の季節変動

### 2.1.2. 屋外調査の結果

屋外調査では、測定を行った705地点のうち、測定器の破損等で棄却した9地点のデータを除く696地点の調査結果<sup>5)</sup>について解析しました。その調査結果を図3に示します。

屋外ラドン濃度の平均値は6.1 Bq/m<sup>3</sup>で、地域別のラドン濃度は、屋内のラドン濃度と同様に西高東低の傾向が認められました。この原因も主に地質の違いによるものと考えられます。

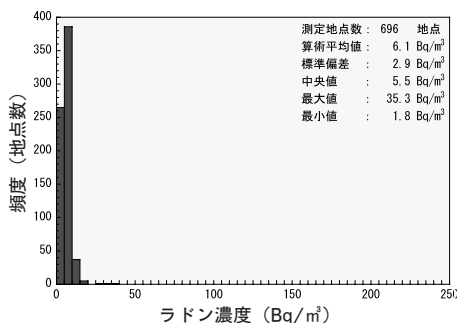


図3 屋外調査の頻度分布図

### 2.1.3. 職場環境における調査の結果

職場環境の調査では、測定を行った705施設のうち、測定器の破損等で棄却した5施設のデータを除く700施設の調査結果<sup>6)</sup>について解析しました。その調査結果を図4に示します。また、職種による区分別ラドン濃度を表1に示します。

職場環境のラドン濃度の平均値は20.8 Bq/m<sup>3</sup>で、屋内調査の15.5 Bq/m<sup>3</sup>よりやや高い結果

となりました。屋内調査ではコンクリート系の家屋の割合が20%であったのに対して、職場環境の調査では97%であり、ほとんどがコンクリート系の建物でした。このことが、同じ屋内調査でもやや高い結果が得られた原因であると考えられます。職種による区分では、学校が高く、工場が低い結果となりました。工場や病院では空調が24時間稼動しているところが多く、換気が一定に保たれていることから、比較的低濃度で季節変動もあまり見られない傾向でした。

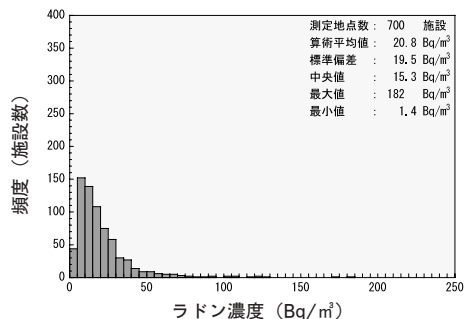


図4 職場環境における調査の頻度分布図

表1 職種による区分別ラドン濃度

	平均値	幾何平均値	中央値	最大値
	Bq/m <sup>3</sup>			
事務室 (n=287)	22.6	18.4	17.6	129
工場 (n=178)	10.1	8.1	7.3	77.2
学校 (n=185)	28.4	22.8	21.4	182
病院 (n=50)	19.8	13.2	11.0	125

### 2.2. ラドン濃度測定調査

ラドン濃度測定調査は、前述の水準調査とは異なり、ラドン濃度が高くなると予想される家屋、例えばコンクリート建家や気密性の高い家屋、井戸水を使用している家屋、花崗岩地域に立地する家屋等をあらかじめスクリーニング調査で選定して、調査を実施する家屋を決定しています。この調査の目的は、高い家屋を見出し、見つかった場合には、家主の同意を得て高くな

る要因を解析し、低減化措置を含めた詳細調査を行うことです。本調査では測定器を6ヶ月ごとに交換し1年間測定しています。調査家屋数は年間約2,000軒で、測定をお願いしている家屋との窓口業務は専門の調査会社が担当しています。

ラドン濃度測定調査には、ハンガリーのRadosys製 Raduet 測定器<sup>7)</sup>を用いています(写真2)。検出部にCR-39を用いたパッシブ型の測定器で、換気率の異なる二つの測定器を組み合わせて用いることで、ラドンとトリンを弁別できるような構造になっています。測定器は、6ヶ月間設置され、日本分析センターに返却されます。速やかにCR-39フィルムを取り出し、6 mol/LのNaOH溶液でエッチングし、ラドンおよびその壊変生成物から放出されたα線により生成したエッチピットを専用の計数装置(写真3)で計数します。そのエッチピット数から、設置期間中(6ヶ月)の平均ラドン濃度をあらかじめ求めた校正定数から求めます。



写真2 Raduet 測定器



写真3 自動計数装置

なお、エッチピット数からラドン濃度に換算するための校正定数は、ラドンの国際標準機関であるドイツ連邦物理・技術研究所(PTB)で校正されたラドン測定器を有する、放医研のラドン曝露チェンバー<sup>8)</sup>で毎年実施する校正実験により算出しています。また、日本分析センターは、測定結果の信頼性を確保するために、ラドンの国際的な標準機関の一つである英国 Health Protection Agency (HPA) が実施するラドン国際比較実験プログラムにも参加しています。

### 2.2.1. ラドン濃度測定調査の結果

専門の調査会社を通し、スクリーニング調査でラドン濃度が高くなると予想される中国・四国地方の約2,000軒の家屋について、平成16年度に調査した結果を表2に示します。

本調査で比較的高いラドン濃度(180 Bq/m<sup>3</sup>以上)とされる家屋は5軒で、最もラドン濃度が高い家屋は約400 Bq/m<sup>3</sup>でした。これらの家屋の内、4軒については、家主の同意が得られたので、ラドン濃度が高い原因と低減化するための詳細調査を実施しました。

その結果、いずれの家屋も特定の部屋が高いのではなく、測定した全ての部屋で同程度のラドン濃度であったことから、建物による寄与(建材からの影響)が大きいと考えられました。低減化措置については、最も高いラドン濃度を示した家屋以外については、日常の換気の励行によって低減化できることが分かりました。

なお、本調査は測定対象地域を順次変えて引き続き実施しています。

表2 ラドン濃度測定調査の結果(中国・四国地方の比較的高いラドン濃度が測定された家屋)

場所	前期調査	後期調査	年平均値
	Bq/m <sup>3</sup>		
広島県	378	419	398
香川県	211	233	222
岡山県	241	193	217
広島県	157	183	170
山口県	101	183	142

### 3. まとめ

日本分析センターが平成4年度から平成14年度まで実施した、ラドン濃度水準調査で、わが国の一般環境におけるラドン濃度が明らかになりました。屋内のラドン濃度は、15.5 Bq/m<sup>3</sup>で世界平均値よりも低く、家屋種や地質により異なることが分かりました。一方、平成15年度から開始したラドン濃度測定調査では、400 Bq/m<sup>3</sup>に達する家屋も見出されており、地域や条件によっては高ラドン濃度の環境になることが示唆されます。

日本分析センターでは、低減化とその対策のための基礎データを蓄積するため、引き続き調査を実施する予定です。

なお、これらの調査結果は文部科学省のホームページ「日本の環境放射能と放射線（環境放射線データベース）」(<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>)で公開されていますので是非ご覧ください。

### 4. 最終回にあたって

これまで7回のシリーズで、わが国における環境放射能水準調査の現状について、それぞれの調査結果も交えて紹介してきました。

わが国の環境放射能調査はビキニ環礁における米国の大気圏内核爆発実験を契機として始まり、半世紀が経過しました。その間、米、旧ソ連、中国等による大気圏内核爆発実験や旧ソ連のチェルノブイル事故、日本のウラン加工施設(JCO)の臨界事故、最近では北朝鮮による地下核実験等、国民に不安を与える出来事が発生しています。このような緊急時等に対応するためには、迅速かつ正確な環境放射能の分析および、長期間蓄積された信頼できるデータとそれを正しく解析できる能力が必要です。

近年、NORMに代表される自然放射性核種の規制も検討されており、特にコンシューマグッズは、身近なものとして使われています。このため、自然放射性核種の水準調査は重要な調査であるといえます。食品試料の放射能水準調査も輸入食品が多く流通している昨今、特に原子力発電所の建設を積極的に進めている中国からの輸入食品について行う必要があると思われます。中性子線量の水準調査は、現在定点における測定を実施しており、今後太陽活動による変動等を含めた解析を行う予定です。ラドン濃度

測定調査は、これまでの調査結果を解析し、調査内容の見直しや学校、公共施設、地域を限定した調査等を行う予定です。

日本分析センターはわが国唯一の環境放射能分析の専門機関として、信頼される分析結果を提供して参りますので、今後ともよろしくお願いたします。

### 参考文献

- 1) 国連科学委員会 (UNSCEAR)：放射線の線源と影響，原子放射線の影響に関する国連科学委員会の、総会に対する2000年報告書 (2000)。
- 2) 国際放射線防護委員会 (ICRP)：家庭と職場におけるラドン-222に対する防護，ICRP Publ. 65 (1993)。
- 3) Sanada, T. *et al.*, Measurement of nationwide indoor Rn concentration in Japan, *J. Environ. Radioact.*, 45 129-137 (1999)。
- 4) Megumi, K. *et al.*, Radon concentration, absorbed dose rate in air concentration of natural radionuclides in soil in the Osaka district of Japan, *Radiat. Prot. Dosim.*, 45(1), 477-482 (1992)。
- 5) Oikawa *et al.*, A nationwide survey of outdoor radon concentration in Japan, *J. Environ. Radioact.*, 65 203-213 (2003)。
- 6) Oikawa *et al.*, A survey of indoor workplace radon concentration in Japan, *J. Environ. Radioact.*, 87 239-245 (2006)。
- 7) 床次眞司・高橋博路：大規模調査のための積算型ラドン・トロン弁別測定器の開発，第46回環境放射能調査研究成果論文抄録集，105-106 (2004)。
- 8) 石森 有：PTBにおけるラドン相互比較実験，保健物理，38(4)，290-291 (2003)。

### プロフィール

1964年広島市生まれ。東邦大学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程単位取得退学。博士(理学)。財団法人日本分析センター分析調査部ベータ線グループリーダー。当センターにて、ケイ酸塩分析、放射化学分析、ラドン濃度の測定業務に従事してきた。現在は、環境試料のストロンチウム90、セシウム137等の分析を担当している。

## 《連載 第2回》

# ある時代のあるミステリー



井本 正介\*

(前月号のつづき)

### 3. アメリカで

中明祥が来る少し前、私はアメリカである人物に出会った。私が訪れたのはシカゴのある大学の物理の教授であったが、空港まで迎えに来てくれており、翌日講演があるからそれを聞けという。教授は演者をテッドと呼んでいた。よほど親しい間柄だったのだろう。講義室には学生がいっぱい入っていた。前にいた一人の学生が本を持っていた。表題を見ると、「Curves of Binding Energy」(結合エネルギー曲線)とあった。それだけはメモをした。講演の内容はよく分からなかったが、終わってから教授がテッドと3人で一緒に夕食をしようという。そしてテッドを紹介してくれた。テッドの主張は、「原子爆弾製造の困難は、その理論や技術にあるのではなく、原料の入手が容易でないことにある。」これは中明祥の論文そのままであるが、実は中明祥がテッドの説を取っただけのことである。いつか私が中明祥にその話をしたのかも知れない。「原料さえあれば、一人でも原爆は作れる。したがって原料をテロリストに渡したり、テロ国家に作らせたりしない事が肝心だ。」「原料さえあれば簡単で、核実験に失敗した国はない。」「原料のうち、特に重要なのはプルトニウムである。濃縮ウ

ランは作り難いからである。」「今米国には原子力委員会があるが、近く二つに分かれる。一つは原子力推進のもので、一つは規制するためのものである。」これは本当だった。やがて米国原子力委員会(USAEC)がエネルギー省(DOE)と原子力規制委員会(NRC)とに分かれた。日本政府も追隨して、原子力委員会のほかに原子力安全委員会を設けた。その頃いろいろの国が核兵器に色目を使っていた。インドは既に核実験を行い、隣国のパキスタンを焦らした。イスラエルが核兵器を持っていることは確かだった。南アフリカは核兵器開発に意欲を燃やしていたが、後に廃棄を宣言した。原子力発電に取り組んでいた国は、程度の差はあっても、いつかはと考えていたことは間違いない。台湾や韓国もその例に漏れないだろう。リビアも最近まで核兵器開発を捨てなかった。テッドはそれを政府に警告したのである。米国は各国の核兵器開発に強いストップを掛け始めた。何よりも先ず、再処理設備を持たさない事が肝心であった。その為には建設途中であった自国の商業用再処理工場をも犠牲にし、核燃料サイクル路線の有利性を否定し、各国にその路線の廃棄を強要した。当然のことながら、自国に再処理工場を持ちかけていた日本やドイツにもその手が伸びた。ドイツ

\*Shosuke IMOTO

は再処理工場の建設をあきらめたが、日本は強硬に抵抗し、今も核燃料サイクル路線を堅持している。国際原子力機構（IAEA）は核拡散防止の線に沿ってNPT体制を樹立した。インドなど二三の国がNPTに入るのを拒んだが、それらの国は何れも核兵器を公然あるいは非公然に持っている国であった。現在NPT参加国で、核兵器保持国の米・ロ・英・仏・中国の五カ国以外に再処理工場を持っているのは日本だけである。このような日本だけの極めて特殊な状況は、何か分からないある制約のもとに認められているのである。ある情報によると、日本にはまだ国連の「敗戦国条項」が適用されており、何か不都合なことをするとそれが適用されるそうである。60年前の敗戦国に逆戻りというわけである。

学生が持っていた本は、ある新聞記者がテッドとの同行取材を通じてテッドの考え方を述べたものであった。私は帰国してすぐに本屋に注文した。しばらくして、書店で日本語訳を見つけた。「原爆は誰でも作れる」という題で、訳者は科学ミステリー作家だった。テッドの本をそんな興味本位でしか捉えられない日本の国情がなんとなく情けなく感じられた。その本の圧巻は、一人の男が秘密の工房でプルトニウム爆弾を作っているところだろう。酸化物を弗化物に転換し、それをマグネシウムで還元して金属プルトニウムを得る。その男は球状に削られた金属に火薬を塗っている。横には放射能計数器が置いてあり、その音のリズムを聞きながら厚みを増してゆく。リズムが早くなり始めると、臨界は近い。これ以上火薬を塗るのは危険である。鬼気せまる情景である。かつて米国のある研究所で、一人の科学者が濃縮ウランの臨界の実験をしていた。金属の半球を、一つは固定し、一つはレールの上を動かす。彼はドライバー一本でねじを回して半球を動かしてい

た。それを固定した半球に徐々に近づけてゆくと、臨界が迫ってくる。ある時手元が狂ってねじを廻しすぎた。たちまち閃光が走り、半球は跳ね飛ばされた。臨界は一瞬の間にすぎず、彼はとっさに身を低くして机の下に隠れたが、すでに遅かった。何日か後に彼は帰らぬ人となった。隠れた工房の男はその話を知っているのだろうか。

読者は気付いているだろうか。プルトニウムと濃縮ウランとでは爆弾の作り方が違うのである。濃縮ウランの場合、爆弾は二つの半球から成っている。二つをあわせると、臨界量を越え、連鎖反応が起こって爆発する。一つの半球だけでは臨界量に達せず、連鎖反応は起こらない。臨界量は物体の化学状態、ウラン濃縮度、形状、周りの物などによって大きく変わる。93%濃縮度、完全球状の金属状態、周りは空気だけという状態では、臨界量は計算できる。仮に計算値が10キログラムと出たとしよう。しかしいろいろの誤差があるから、そのまま信用はできない。誤差を大きく見積って、臨界量は8キロから12キロの間にあるとしてみよう。7キロの半球では、決して臨界には達しない。二つあわせた14キロでは必ず臨界量を越える。簡単な話である。7キロの半球を二つ作り、一方を他方に急速にぶっつけければ核爆発が起こる。ただ、連鎖反応が起こるためには、最初の核分裂を引き起こす中性子が必要である。その中性子をつくるため、一方の半球の中央にはアメリカシウムが、もう一つの半球にはベリリウムが埋め込まれている。合体すると、この二つの元素の間に反応が起こって中性子が放出されるのである。仕組みはそれだけである。失敗のしようもないぐらいである。アメリカが広島に落としたのはこれであった。問題は93%濃縮ウランをどうして作るかの一点であり、テッドが警告したのはまさにその一点であった。



一方プルトニウムはこのやり方ではうまくいかない。プルトニウムの同位体には中性子を出しやすいものがあり、二つの半球が十分に近づく前に連鎖反応が起こってしまうのである。したがって、爆発の程度は小さいものとなる。ではどうするか。爆縮 (implosion) という方法を使うのである。プルトニウム金属球の周りに火薬を塗り、これに火をつけて爆発させると、爆発の力の三分の二は外側に向かう。しかし残りの三分の一は内側に向かい、プルトニウムを圧縮する。プルトニウムの密度が上がり臨界密度を越えると、連鎖反応が起こって核爆発が起こるというわけである。圧縮しても量そのものは変わらないが、より小さく閉じ込める事によって連鎖反応が起こりやすくなるわけである。この方法は、理論的にそうかも知れないが、実際面では不安が残る。どのくらい密度が上がるのだろうか。プルトニウムが一様に圧縮されるだろうか。始めの密度を臨界密度ギリギリにしておかないといけないのではないか、などなどである。このため、米軍は二発しかないプルトニウム爆弾の一つを7月16日にアラモゴードの砂漠で爆発テストを行い、8月9日に残る一つを長崎に落としたのであった。

#### 4. 大学院での講義

私は、大学院の「超ウラン元素化学」という科目で次のような講義をしていた。『かつては地球上に存在したかも知れないが、今では地上の自然界には存在しないプルトニウム、それは不思議な元素である。プルトニウム金属またはその合金は、70もの他の金属に見られるあらゆる性質を、たった一つで兼ね備えているとって過言ではない。プルトニウム金属を加熱してゆくと、容積が異常に増えて行く。室温では比重は19.26であるが、315℃では15.92に下がる。容積がほぼ2割増しになっている

のである。X線回折で金属の結晶構造を調べると、室温では複雑な構造をしていたのが、高温では極めて簡単な面心立方という構造に変わっているのが分かる。これは、たとえばパチンコの玉を自然に詰めたときの構造である。いちばん稠密な詰め方なので、稠密構造ともいう。これに反し、室温ではもっと隙間のある構造をしている。不思議である。容積の小さいほうに隙間が多く、膨れたもののほうが稠密なのである。この現象は、高温のプルトニウム金属は原子球そのものが膨れているため、と解釈される。つまり、パチンコの玉一つ一つが大きいから、ぎっしり詰まっても容積が大きいのである。ではなぜ高温では大きくなるか。それは、高温では、原子がもう一枚コートを着たからである。原子は電子というコートを着ているが、金属の中では何枚かを脱いでいる。室温のプルトニウムは4枚のコートを脱いでおり、4価の金属といわれている。これが高温では1枚を取り戻して3枚のコートを脱いだ状態、すなわち3価の金属となるわけである。冬の満員電車、ぎっしりと詰められ身動きもできない、それが駅に着くとさらに人が突っ込んでくる。車内放送が流れる。「皆さん、オーバーコートを脱いで頭の上にあげてください。」そして20人ばかりが乗り込んできた。まだ多少の隙間も残っている。このように3価の金属に圧力を加えると、4価に移行し、密度が大きくなるのである。4価の金属に圧力を加えても、それで収縮する割合は知れたものである。たかだか4—5%であろう。しかし3価から4価に移行すると、収縮の割合は20%にもなる。』

これだ。プルトニウムを3価にしておけば、爆縮によって密度が20%も上がり、臨界ギリギリの状態を扱う危険は避けられる。ただプルトニウム金属単独のものは、315

C以下では3価の状態を失ってしまう。室温でも3価にする方法が探された。そして、アルミニウム、ガリウム、アメリカシウムなどの3価の金属を混ぜれば室温まで3価を保持できる事が分かった。今ではガリウムが使われている。爆縮による密度の上昇は15%ぐらいだろう。つまり臨界密度に15%の尤度ができたことになる。これでプルトニウム爆弾の安定性が増し、長期保存が可能になったのである。臨界ギリギリのものでは、プルトニウムの同位体組成の変化や火薬の化学変化などでどう臨界密度が変わるか知れず、長く置いておくことはできなかったであろう。さらにプルトニウムは水爆への道をも開いたのである。水爆の構造は今なお秘密に覆われている。想像を逞しくしてみよう。人の背丈ほどもある、大きな鋼鉄球、よく見ると表面にいくつかの突起があり、そこから電線が出ている。球の中心には直径10cm余りの小さな金属球が置かれており、その周りを20個の導管が放射状に取り巻き、導管の先は鋼鉄球の表面に向けて走っている。外表面に見えた突起物は導管の端なのである。それぞれの導管の中には吹き矢のような物が入っており、火薬によって中心の金属球に打ち込まれる。言うまでもなく、金属球はプルトニウム—ガリウム合金である。それ以外の大きな空間には重水素とトリチウムとの混合物があるだけである。いわば20個の銃身が、水素同位体の詰まった球を貫いて中心に向けられているという格好である。一斉に火薬が点火されると、吹き矢はプルトニウムを圧縮し、臨界に至らしめる。発生する高温で水素同位体は核融合反応を起こし、いわゆる水爆となるのである。むつかしいのは、火薬の点火が完全に同時でなければならないことである。高度の技術が必要だそうである。水爆の威力はすさまじい。それは原爆の数千倍に当たる。原爆の爆発力は、普

通 TNT 火薬キロトン単位としてあらわされる。水爆の単位はメガトンであり、これはキロトンの1,000倍である。一発の原爆は一都市を破壊するだけだが、数個の水爆は一国を破壊に導く可能性を持っている。米国の核拡散防止政策がプルトニウムを焦点とし、再処理施設の新設を極力妨害したのは、水爆への発展を恐れたからである。

## 5. 当時の東アジア

その頃、東アジアの国際情勢は簡単明瞭だった。米ソは冷戦状態のさなかにあり、中国はソ連と反目していた。中国の核兵器開発への援助をソ連が突如中止したのがその原因だった。中国はそれを恨み、自国の力だけで蘭州にウラン濃縮工場を建設し、電動計算機だけで核計算をやっていた。まだコンピュータがなく、それは全くの大海戦術だった。やがて米国が中国に接近した。日本も直ちに同調し、米国より一日早く中国を認めた。台湾は中国と緊張関係にあった上、時の総統蔣経国はソ連の学校を出ており、ソ連とは一定の協力関係を持っていた。台湾はこのソ連カードを巧みに使い、米国からも多くの利益を得ていた。一方、インドは中国との間に国境問題を抱え、両者の関係はよくなかった。自然、インドはソ連に近づいていった。そのインドとずっと仲が悪かったのがパキスタンである。敵の敵は味方の原理で、パキスタンは中国側となった。こうして、米—中国—パキスタンという系列と、ソ連—インド—台湾という系列ができたのである。日本は前者の系列に入り、後者の系列には厳しかった。後にインドの原子力委員会委員長ともなった人が日本に来て、東海村の日本原子力研究所を見たいと申し出たところ、インドはNPTに入っていないからだめだと、研究所側は頑として応じなかった。

青酸カリの服毒からほぼ1ヵ月後、五月

のよく晴れた日、バハリ君が私の部屋に現れた。

「Good Morning!」彼の声は透きとおっていた。以前は少し低く、だみ声の気があったのだが。「よくなりました」ははじめは日本語を話していたが、すぐに英語が混じりだし、やがて全部英語になった。入院は1週間。その後外国人寮で休養し、もうすっかり回復したとのことだった。服毒の事情は次のようだったという。その日、荷物の整理が一段落したので紅茶を飲もうとしたところ、ハーブティのバッグが目に入り、それを使った。一口飲んだら胸が苦しくなり、ハーハーと息をしたが、そのうちに意識を失った。気がついたら病院のベッドの上だった。よく考えてみると、そのティーバッグは自分が買ったものではなく、誰かが置いていったものだ。誰が置いていったかは分からない。というのは、外国人寮ではよく皆が一部屋に集まって雑談する事があり、食べ物やお茶を持ち寄る事が通例だったからである。服毒の日の前に自分の部屋に集まったのは、その二日前だった。ティーバッグはそのときに置いてあったものである。なぜ自分が狙われたか、その理由は分からない。そのとき集まった6人は外国人寮の知った人ばかりで、途中で出入りした者はいなかったようだ。警察には以上のことをすっかり話し、その人たちの名前も伝えたという。恐らく警察はその人たちを調べたに違いない。ティーバッグについている指紋も調べたはずだ。

「私は、明日パキスタンに帰ります」彼は、いらなくなった博士課程の学生証を私に渡し、別れを告げて部屋を出て行った。なんとなく後味が悪かった。もう日本はいやだという感じだった。私は外国人寮の管理人に電話し、バハリ君が挨拶にきたことを伝え、これまでのお世話に礼を述べた。そしてその後の事情を訪ねた。確かに警察

がその6人を調べにきた、しかし何の情報もえられなかったようで、今のところは迷宮入りになりそうだとのことだった。その6人の中に、工学部の関係者はいるかと聞くと、「所属は理学部だが、工学部へ聴講に行っているのが一人います」と答え、インド人だと告げた。名前は、アガ・カーンといった。私は教室事務に走り、そんな学生がいるのかと聞くと、「先生、それはインドの人でしょう。去年の後期から聴講生で来ていますよ」との返事が戻ってきた。教務課に聞くとさらに詳しい事情が分かった。去年の秋、アガ・カーン本人から聴講生の申請があり、聴講希望科目の中に、『超ウラン元素化学』が含まれていた。「先生は外国出張中で、聴講許可の判がいただけないので、助教授の三谷先生と相談し、判を貰いました。『超ウラン元素化学』は後期が三谷先生の分担でしたから。・・・インドのバーバー原子力研究所へ出張しておられるぐらいだから問題はないでしょう、と三谷先生が言っておられました。」と課長が答えた。その通りだった。

(次月号へつづく・・・)



# 「勢いのある中国と韓国の原子力」

前・原子力委員 町 末 男



3月、中国と韓国を訪ね原子力分野の要人の方々とお会いし、研究施設を見学した。

中国は急増する電力需要に追いつくために原子力発電を今の2%から2020年には4%にする計画を打ちだしている。そのため2020年までに原発の総発電容量は40GWにし、それに加えて、その時点で建設中の原発は18基になると中国国家原子能機構の楊大助局長は言う。使用済燃料はいづれ再処理し、再利用するが、当面は中間貯蔵する。再処理は50ton/年のパイロットが建設中で2008年動き出す計画だ。

高速炉の研究も中国原子能研究所で試験炉（5万キロワット）を建設中である。同研究所のLiu副所長は国の予算の都合で2年おくれたが2009年には運開すると云っている。炉の建屋はすでに立派な姿を見せていた。その先はロシアのBN-600型プロトタイプを2020年頃建設し、実用化につなげていく計画だ。

一方、清華大学の原子力・新エネルギー研究所の高温ガス炉の試験・研究の展開も順調で、2013年に

1モジュール10万kWの発電炉を2モジュール広東省に建設する計画が動きだしている。南アフリカと同じ、球状の燃料を用いるベブルベッド方式である。

韓国は日本と同様にエネルギー資源がない。原子力発電は20基運転中で電力の45%を占める。さらに4基建設中で4基計画中だ。新任の科技省のキム原子力局長は原子力利用開発分野で日本との協力を活発化することを希望すると語っている。

韓国原子力研究所が新設した先端放射線技術研究所を訪問し、ビル・スー・ハン所長と意見交換した。10MeVの電子加速器、200keVの重イオン加速器、<sup>60</sup>Co照射装置2基が稼働中であり、サイクロトロンを近く着工する。高分子材料、環境保全の技術開発、植物の品種改良が中心課題でハン所長は原子力機構の高崎研との協力を強く希望している。

日本にとって原子力分野での中・韓との協力は重要な政策であり、FNCAもその一端を荷っている。

(07年4月3日記)

## 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

### 原爆症訴訟

鴻 知己

原爆症の認定に係る訴訟への判決が続いている。2007年3月22日、東京地裁は、国（厚生労働省）に却下された“被爆者”30人のうち21人を原爆症と認めて処分の取り消しを命じた。これで被告側は5連敗となった。

裁判長は「認定基準の機械的な適用は放射線リスクの過小評価を齎す恐れがある」と指摘し、朝日新聞は「財政上の要請を背景に、“科学”を拠りどころに線引きの論理に拘る厚生労働省に対し、判決は“救済”が問題解決の出発点にあることを改めて示した」と解説した。

公的“救済”というものは、須らく公平に行われるべきものゆえ、司法が“疑わしきは罰せず”と類似の精神でことにあたるのは望ましいどころか当然と受け止めるが、“裁判官は科学を理解していない”と行政が主張し“科学的であることが必ずしも最善でない”と司法が反発しているとの報道（3月22日朝日新聞東京版夕刊）には違和感を覚える。

筆者が気に入らないのは、“裁判官”も“新聞”も“国が行うことは（絶対的に？）科学的である”と盲目的に受け入れられているように見えることである。ICRPが勧告する放射線防護のシステムとデータは“被曝者保護”の立場から何重にも安全側につくられているので、評価

された“原因の量”（＝線量の値）から“影響を齎す可能性”（＝リスク）を評価すれば“過大”になるのは当然であるが、この点に注意を促すコメントは見たことがない。

災害に遭った“仲間”を救済するのに、その程度が“仲間”の能力に依存することは当然であり、自然災害などで規模が局所的な場合と広域・大規模の場合で“個別救済”に不揃いが見られるという現実にも目を向けなければならない。会社や国が、従業員や国民に、将来の“保障”を如何に約束しようとも、肝心の会社や国が消滅してしまったら約束は果たされなくなることを、国民は自覚する必要がある。

科学的であることは尊重されるべきであり、法令などの規則は守られるべきであり、思考は論理的でなければならない。最近、これに逆行する意見が世の中にしばしば現れるが、まことに困ったことである。規則が、科学や実態に適合しなかったり、目的達成に実効を伴わないものであったとしたら、すぐに改正（もしくは廃止）すべきなのであって、従わなくてもよいとの理由にはならない。その意味で、なんであれ規則には、その性能を自己診断し改善にフィードバックする機能を内蔵させる必要がある。

## 初級放射線教育講座③

# 「放射線の人体への影響」



島田 義也\*

### 1. はじめに

放射線は産業や医療には欠かせない有用なツールです。しかし、使い方を間違えて被ばくすると、健康が損なわれることがあります。X線が発見された翌年の1896年にはすでに皮膚炎が報告されています。続いて、脱毛、造血機能の低下、不妊、そして皮膚がんなど現在知られている放射線影響の多くを数年のうちに経験することになりました。1945年の広島・長崎の原爆被爆、1940年から1950年代に南太平洋やカザフスタンで行われた核実験のフォールアウトの被ばく、チェルノブイリ原発の事故によるリクイデータ（事故清算人）や周辺住人の被ばく、1999年に起こったJCO事故による中性子線被ばくなどのヒトの被ばくの例は後を絶ちません。一方、がんの診断や治療への医学分野における放射線や放射性物質（ラジオアイソトープ）の開発・利用にはめざましいものがあります。近年は、PETやCTの普及による被ばくの機会が多くなってきました。ここでは、放射線の人体への影響について紹介します。

### 2. 確定的影響と確率的影響

放射線の障害は、確定的影響と確率的影響に分かれます。確定的影響は、非確率的影響もしくは組織反応とも呼ばれます（図1）。確定的影響とは、「低い線量では影響がないように見えるが、ある一定線量（閾

値）以上を被ばくすると現れる影響」をさします。この影響には、不妊、皮膚の紅斑、白内障、造血障害などがあります。一方、確率的影響とは、「低い線量でも影響が発生し、閾値のない直線関係があると仮定されている影響」をさします。発がんや子孫への遺伝的影響などが含まれます。

まず、確定的影響です。比較的高い線量を被ばくしますと、その線量に応じて、比較的早い時期（数日から数ヶ月）に造血系や消化器系が障害を受け、その結果、貧血、出血、下痢などの症状が出ます。その他に脱毛や皮膚の紅斑などの皮膚障害、1～3年以上たつて白内障などが発症することもあります。精巣や卵巣が被ばくすると一時的もしくは高線量ですと永久不妊になることもあります。これらの症状が現れるにはある程度以上の線量（閾値）が必要で、そ

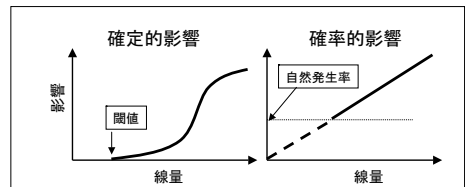
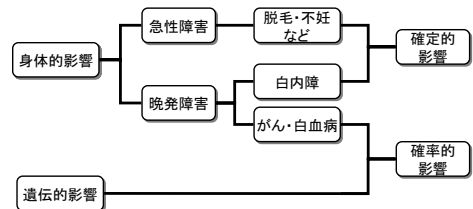


図1 放射線影響の分類

\*Yoshiya SHIMADA 放射線医学総合研究所・発達期被ばく影響研究グループ グループリーダー

表1 放射線障害(確定的影響)のしきい値線量(ICPR1990)\*

障害	障害の出る時間	しきい値線量(Gy)
造血機能の低下 生殖機能の低下 一時不妊(男性)	3-7日	0.5
永久不妊(男性)	3-9週	0.15
永久不妊(女性)	3週	3.5-6.0
白内障	1週	2.5-6.0
胎児	数年	2-10
胎児死亡(着床前期)		1.0
奇形(2~8週)		1.0
精神異常(8週~15週)		1.2

\*ICRP 2007も同様の値。

の値を表1に示します。障害のでやすい臓器の特徴は、細胞の更新が速いことです。1906年、フランスのベルゴニーとトリボンドーは、細胞分裂頻度が高いこと、将来の分裂回数が大ききこと、未分化であることが、組織の放射線感受性と相関していることを報告しています。組織の細胞の更新のおもとの細胞を「幹細胞」と呼び、近年、造血細胞、皮膚そして消化管の「幹細胞」の研究がめざましく進んでいます。チェルノブイリ原発事故や東海村でのJCOの事故の際に骨髄移植や皮膚移植が行われましたが、患者を救うまでには至りませんでした。将来、幹細胞研究が発展し再生医療技術が開発されれば、被ばくによって機能が低下した臓器の回復が可能になるかもしれません。

### 3. 放射線による発がん

次に、確率的影響です。これには、発がんと遺伝的影響があります。どちらも、1つの細胞に起こった遺伝子の変化によって生じるもので、低線量被ばくであっても、発生頻度は線量に依存して高くなります。ヒトの被ばくは多くの場合低線量被ばくですので、発がんは特に重要です。

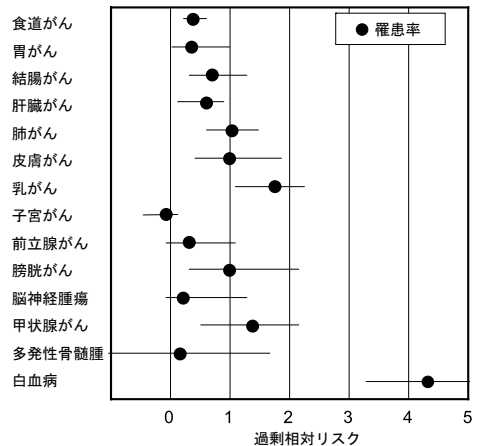


図2 組織別過剰相対リスク

過剰相対リスクとは、被ばく集団における発生率と被ばくしていない集団における発生率との比(相対リスク)から1を引いた値のこと。

放射線による発がんリスクは、原爆被爆者の方々の調査をもとに評価されています。まず、最初に発生したのは、白血病です。潜伏期は被爆後2~3年と短く、リスクは6~8年をピークとし、それ以降減少します。白血病以外のがん(固形がんともいいます)は10年くらい経ってから発生し、被爆後の年数とともに増加していきます。被爆の線量との関係は、白血病は下に凸の線形2次曲線(LQ)を示し、固形がんは、直線関係(L)を示します。ただ、皮膚がんだけは、1Svに閾値を持つようです。発がんのリスクは臓器によって異なり、胃、肺、結腸、肝、乳腺、卵巣、甲状腺などはリスクの増加がみられますが、膀胱、子宮、前立腺には、増加が認められていません。発生率が特に高いのは、白血病、乳がんです(図2)。

原子力産業に携わる労働者における長期の低線量・低線量率被ばくの発がんリスクが最近報告されました。まず、英・米・カナダの3カ国の調査、総計9.5万人、36 mSv被ばくの合同解析の結果は、白血病のリスクが増加し、固形がんは増加していません

でした。その後日本を含む15カ国に拡大した調査が行われ、固形がんにも有意差が認められたと報告されました。ただ、この解析については、交絡因子のデータの欠如や、各国間でのばらつきが大きいことなど様々な議論があります。なお、日本の原子力発電所の従事者（17.6万人、平均12 mSv 被ばく）の調査では、対照群と比べてリスクが高くはないと報告されています。

次に内部被ばくです。放射性核種を体内に取り込むことによる被ばくを内部被ばくといいます。特定臓器に核種が蓄積されること、その放射能が物理的に減衰したり体外に排泄されるまで連続的に被ばくがもたらされることなどが特徴です。時計の文字盤にラジウム226を含む夜光塗料を塗っていたダイヤルペインターに発生した骨腫瘍、X線検査の造影剤として使われたトトロラスト（二酸化トリウムを含む）を投与された患者に発生した肝がんや白血病などの例があります。また、1986年の旧ソ連のチェルノブイリ事故では、甲状腺に放射性ヨウ素が特異的に蓄積し、事故後5年以内に小児の甲状腺がんが急激に増加しました。

内部被ばくで社会的に関心が高いのはラドンです。ラドンはウラン系列の核種を含む岩石に含まれるラジウム226から生成されるガスです。呼吸によって肺に取り込まれたラドンとその壊変生成物は、アルファ線を放出し、ウラン鉱山で働く鉱夫に発生した肺がんの原因であることは古くから知られています。米国では屋内ラドンに関心が高く、肺がんの罹患率のうちラドンが10%の寄与リスクを占めると推定しています。

一般に、ラドンやトリウムが放出するアルファ線は、飛跡あたりの電離密度が高く、X線やγ線に比べ、生物効果が大きくなります。この比を生物学的効果比（relative biological effectiveness：RBE）と呼びます。また、航空機被ばくやプロトン治療では問題となるのは中性子線で、そのRBE

は中性子線のエネルギーに依存します。アルファ線や中性子線のRBEは、臓器によって異なりますが、ICRPではRBEを代表する値として放射線荷重係数を定義し、アルファ線に対して20、中性子線はエネルギーに応じて、5から20という値を提案しています。

#### 4. ヒトがんの原因

私たちの生活環境には、放射線以外に種々の発がん因子が存在します。タバコと食事が2大原因です（図3）。タバコには4,000種以上の化学物質が含まれ、その中のニトロソアミンやベンツピレンは強力な肺がんの原因物質です。食品の中には、肉のこげ成分のヘテロサイクリックアミン、フライドポテトのアセトアルデヒド、ピスタチオのカビ成分であるアフラトキシンなどの発がん物質が存在し、種々のがんの原因となっています。そのほかにはベンゼン、農薬、ヒ素など数え切れないほどの種類の発がん物質が存在します。発がんの80%は化学物質によると推定されています。ですから、放射線だけではなく、他の因子への曝露にも気をつける必要があります。

このように多くの発がん要因の中で生活しているわけですから、放射線の被ばくによる発がんリスクは、複合曝露の観点で考える必要があります。高濃度のラドンとたばこを複合曝露した鉱夫の肺がんがよく研究されています。それらの複合曝露による

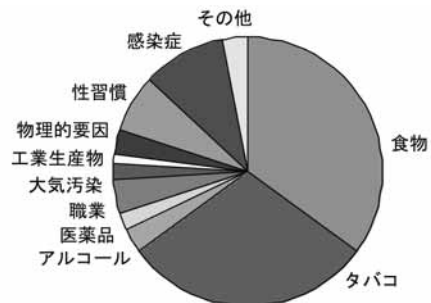


図3 ヒトがんに関する諸因子の寄与

肺がんのリスクは、両者の単なる足し算以上の値になることが報告されており、相互作用があると考えられています。曝露物質の種類、量、順番によって複合曝露の様式はかわります。しかし低線量の場合は、放射線と化学物質との相互作用は小さく、単純な足し算の結果と大きく異ならないと考えられています。

## 5. 放射線のリスクを数字で考える

さて、放射線に関わらず発がんのリスクを議論するとき大切なのは、「どれくらいの線量」を被ばくしたかを知ることが大切です。放射線に少なく被ばくすればリスクは小さく、多く被ばくすればリスクは大きくなります。国際放射線防護委員会では、100mSvの放射線を全身被ばくするとがんになるヒトが0.5%増加すると計算しています。一般の人の被ばく限度は、自然放射線のレベル（日本では1.5mSv、世界平均では2.4mSv）より低い1 mSvで、きびしく設定されているといえます。

放射線のリスクを直感的に理解する方法の一つは、他の発がんリスクと比較することです。たばこ米国では、一般家屋のラドン濃度は40 Bq/m<sup>3</sup>程度ですが、148 Bq/m<sup>3</sup>を屋内ラドンの対策レベルとしています。驚くことに、1日1～9本の喫煙による肺がんリスクは、ラドン濃度4,500 Bq/m<sup>3</sup>（対策レベルの30倍）とほぼ同じと計算されます。発がんのリスク要因はたくさんあるので、他のリスク要因の曝露を減らすことを考えることも大切です。

## 6. 放射線の遺伝的影響

放射線を被ばくしたヒトの子孫に現れる影響を遺伝的影響といいます。被ばくしなくても、自然に発生する遺伝病や先天奇形の頻度は意外と高く、出生児10人あたり1人くらいといわれています。1927年に遺伝学者マラーがショウジョウバエを用いた実

験で親の被ばくによって子孫に突然変異が被ばく線量に対して直線的に増えることを発見しました。分割しても線量率を低くして長期被ばくしても、同じ頻度で突然変異がおこることもわかりました。当時は、原水爆実験がたくさん行われていたので、そのフォールアウトによる全世界的な被ばくによって将来人類に大きな遺伝影響が出るのではないかと心配が広がりました。しかし、その後、マウスを使った実験で線量率を低くすれば突然変異頻度は3分の1以下になることが報告されました。また原爆被爆においては、流産、奇形、染色体異常、血清タンパク異常を調べても、被ばくしていないヒトと同じ頻度であり、親の被ばくの影響はこどもには認められていません。ヒトは遺伝的な影響が出にくい種なのかもしれません。

### ✧ プロフィール ✧

東京大学理学部動物学博士課程卒。科学技術新事業団水野バイオホロニクスプロジェクト研究員、(都)老人総合研究所 研究員を経て、放射線医学総合研究所 生理病理研究部に。2003年より、低線量生体影響プロジェクトリーダー、2006年より発達期被ばく影響研究グループリーダー。ウィスコンシン大学ガンセンター・リサーチアソシエート。専門は、放射線発がん。現在のテーマは、発達期における放射線影響。日本放射線影響学会、日本癌学会会員。原子力安全委員会専門委員低線量影響分科会委員など各種委員会委員。阪神ファン。



## 「第4回 テクノル技術情報セミナー」を終えて

2007年2月8日～9日に弊社主催で開催いたしました「第4回テクノル技術情報セミナー」を、簡単にですがご紹介させていただきます。

「適合性評価・マネジメントシステム認証におけるJCSSの活用」をテーマに2006年10月5日～6日の日程で第3回テクノル技術情報セミナーを開催しましたところ、大変なご好評で、第4回を開催することになりました。

第4回は、「医療放射線とガラス線量計」をテーマに掲げ、社団法人放射線技術学会の会員様、全国国立大学放射線技師会の会員様を対象に26事業所34名の方々に参加していただき、初日は茨城県水戸市内のホテル、2日目は大洗町にある弊社大洗事業所にて、下記の内容で講演と施設見学を実施いたしました。

2月8日(木)

### ・特別講演Ⅰ

ガラス線量計を用いた頭頸部IVR被ばく線量測定システムの開発

講師：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 ゲノム診断研究グループ 分子腫瘍研究チーム  
盛武 敬 先生

### ・特別講演Ⅱ

医療で受ける放射線をどの様に考える

講師：自治医科大学 RIセンター  
菊地 透 先生



セミナー風景

2月9日(金)

### ・会社概要説明

講師：弊社取締役 佐々木 行忠

### ・講演Ⅰ

ガラス線量計の3次元画像読み取り装置について

講師：弊社線量計測事業部 福田 光道  
(内容) ガラス線量計の被ばく情報を3次元画像データとして取得することができますので、その原理と画像の例をご紹介します。

### ・講演Ⅱ

ガラス線量計によるマンモグラフィー装置の線量測定原理

講師：弊社アドバイザー 松本 進  
(内容) マンモグラフィー品質管理用ガラス線量計による管電圧測定についてのご報告とガラス線量計による乳腺線量測定のご紹介。

### ・特別講演Ⅲ

ICRP 新勧告案について

講師：弊社顧問 金子 正人

### ・講演Ⅳ

フランス放射線防護・原子力安全研究所のガラスバッジ導入について

講師：弊社 IGSプロジェクト推進室長 今井 盟  
(内容) 原子力大国のフランスでガラスバッジの採用が決まり、そのご紹介。

### ・弊社、ガラス線量計の測定ラインおよび校正施設の見学

測定センター1階フロアーに設けられた測定ラインと総合研究棟の $\gamma$ 線用、 $\beta$ 線用、中性子線用の校正施設を見学していただきました。今回セミナーにご参加いただいた方々に、私どもが目指すモニタリングサービスの形を少しでも実感していただけたのではないかと思います。

2日間にわたる今回のセミナーは、前回のセミナーと同様、参加者にアンケート調査をさせていただいた結果、ご回答くださった方々全員が、今後も技術情報セミナー開催を「強く希望する」および「希望する」とのことでした。今後も定期的にこのようなセミナーを開催し、お

客様皆様の情報源となるよう、努力していきたいと思っております。

全国各地よりお忙しい中、2日間にわたってご参加くださいました方々に、心より厚く御礼申し上げます。



全体写真



### 第50回放射線安全技術講習会ご案内 (放射線取扱主任者受験対策セミナー)

**開催要項**

- 1. 期 日 第一種コース 平成19年 6月25日(月)～6月30日(土)の6日間  
第二種コース 平成19年 7月9日(月)～7月13日(金)の5日間
- 2. 会 場 東京都千代田区神田駿河台3-2-11  
財団法人 総評会館 2階会議室 TEL03-3253-1771(代)
- 3. 参加対象者 放射線取扱主任者第一種・第二種の国家試験受験者
- 4. 定員及び受講料

定 員	受講料 (消費税込み)
第一種コース 90名	62,000円
第二種コース 90名	50,000円

- 5. 申込締切 第一種コース 平成19年 6月18日  
第二種コース 平成19年 7月2日
- 6. 申 込 先 〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル5階  
社団法人日本保安用品協会講習会事務局宛  
TEL03-5804-3125 FAX03-5804-3126 担当 松本/角田  
e-mail : hoan@jsaa.or.jp  
URL : http://www.jsaa.or.jp
- 7. 申込方法 別紙「第50回放射線安全技術講習会申込書」に所定事項を記入し、郵送またはFAXでお送り下さい。  
お申込、お支払い確認後「受講券」をお送りします。  
なお、現金書留以外は、入金確認に時間がかかる場合がありますので、振込の控を申込書と一緒に送り下さい。

## 平成19年度 放射線取扱主任者試験施行要領

※ 全課目択一式問題、マークシート方式です。

### 1 試験の日程

#### 第1種試験

平成19年 8月22日(水曜日)、23日(木曜日)

#### 第2種試験

平成19年 8月24日(金曜日)

### 2 試験地及び試験場所

試験地	試験場所
札幌	北海道札幌市南区南沢5条1丁目1番1号
仙台	宮城県仙台市青葉区土樋1丁目3番1号
東京	東京都武蔵野市吉祥寺北町3丁目3番1号
名古屋	愛知県名古屋市中区白鳥1丁目501番地
大阪	大阪府東大阪市小若江3丁目4番1号
福岡	福岡県福岡市東区箱崎6丁目10番1号

### 3 受験の申込期間

平成19年 5月9日(水曜日) から

平成19年 6月22日(金曜日)

(郵送の場合、平成19年 6月22日消印のあるものまで有効。ただし、料金別納及び後納郵便の場合、平成19年 6月22日までに到着したものに限り有効。)

4 受験料 第1種：13,900円(消費税込み)  
第2種：9,900円(消費税込み)

5 受験資格 特に有りません。

6 合格発表 10月20日頃までの官報で公告される予定です。

### 7 申込書の頒布

受験申込書は、無料で次の方法により入手できます。

①頒布機関の窓口で入手する場合：

別紙頒布機関及び(財)原子力安全技術センター窓口で直接入手できます。

②郵送による入手を希望する場合：

「受験申込書〇部請求」と朱書きした封筒に、切手を貼った返信用封筒を同封して、(財)原子力安全技術センターに請求して下さい。請求部数は、はっきりわかるように記入して下さい。なお、返信用封筒は角2サイズ(240mm×332mm)(A4が折らずに入る大きさ)とし、郵送切手代は請求部数に応じて次のとおりです。受験申込書は、無料で次の方法により入手できます。

請求部数	1部	2部	3～4部	5～9部	10部
切手代金	140円	200円	240円	390円	580円

11部以上請求される場合には、宅急便(着払い)でお送りしますので、FAX又は電子メールにて必要部数・送付先・連絡先をお知らせ下さい。

### 登録試験機関

財団法人 原子力安全技術センター

放射線安全事業部 安全業務部 主任者試験Gr.  
〒112-8604 東京都文京区白山5丁目1番3-101号  
東京富士会館ビル4階

TEL 03-3814-7480 FAX 03-3814-4617

ホームページ <http://www.nustec.or.jp/>

電子メール [shiken@nustec.or.jp](mailto:shiken@nustec.or.jp)

### 受験申込書頒布機関

札幌 政府刊行物サービス・センター

札幌市北区北八条西2-1-1(札幌第1合同庁舎内)

TEL (011)709-2401

(財)原子力安全技術センター 防災技術センター

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附1-67

TEL (0175)71-1185

東北放射線科学センター

仙台市青葉区一番町1-1-30 やまと生命ビル4階

TEL (022)266-8288

仙台 政府刊行物サービス・センター

仙台市青葉区本町3-2-23(仙台第2合同庁舎内)

TEL (022)261-8320

(財)日本原子力研究開発機構 テクノ交流館リコッティ

茨城県那珂郡東海村舟石川796-1

TEL (029)306-1155

(財)日本原子力研究開発機構 インフォメーションプラザ東海

茨城県那珂郡東海村白方白根2-5

TEL (029)284-3689

(社)日本アイソトープ協会 総務課

文京区本駒込2-28-45

TEL (03)5395-8021

(財)日本原子力産業協会

港区新橋2-1-3新橋富士ビル5階

TEL (03)6812-7109

霞が関 政府刊行物サービス・センター

千代田区霞が関1-2-1(農林水産省別館前)

TEL (03)3504-3885

大手町 政府刊行物サービス・センター

千代田区大手町1-3-6

TEL (03)3211-7786

中部電力(株) 浜岡原子力館

静岡県御前崎市佐倉5561

TEL (0537)85-2424

北陸原子力懇談会

金沢市尾山町9-13商工会議所会館3階

TEL (076)222-6523

金沢 政府刊行物サービス・センター

金沢市広坂2-2-60(金沢広坂合同庁舎内)

TEL (076)223-7303

中部原子力懇談会 技術部

名古屋市中区栄2-10-19名古屋商工会議所ビル6階

TEL (052)223-6616

名古屋 政府刊行物サービス・センター

名古屋市中区三の丸2-5-1(名古屋合同庁舎第2号館内)

TEL (052)951-9205

(財)原子力安全技術センター 西日本連絡事務所

大阪市西区靱本町1-9-15近畿富士会館ビル9階

TEL (06)6450-3320

(財)電子科学研究所

大阪府中央区北久宝寺町2-3-6非破壊検査ビル

TEL (06)6262-2410

大阪 政府刊行物サービス・センター

大阪府中央区大手前1-5-63(大阪合同庁舎第3号館内)

TEL (06)6942-1681

広島 政府刊行物サービス・センター

広島市中区上八丁堀6-30(広島合同庁舎第2号館内)

TEL (082)222-6012

九州エネルギー問題懇話会

福岡府中央区天神1-10-24 福岡三和ビル3階

TEL (092)714-2318

福岡 政府刊行物サービス・センター

福岡市博多区博多駅東2-11-1(福岡合同庁舎内)

TEL (092)411-6201

沖縄 政府刊行物サービス・センター

那覇市おもろまち2-1-1(那覇第2地方合同庁舎1号館)

TEL (098)866-7506

サービス部門からのお知らせ

「ガラスバッジはご使用終了日までお使いください！」

ガラスバッジのラベルに「ご使用開始日」と「ご使用終了日」を表示しています。ガラスバッジは表示されている「ご使用終了日」までお使いください。

新しいガラスバッジが届きましたら、現在お使いいただいているガラスバッジの「ご使用終了日」をご確認ください。「ご使用終了日」後に、新しいガラスバッジへの交換をお願いいたします。



「ご使用終了日」よりも前に、測定センターへガラスバッジが届いた場合、お客様へガラスバッジをお戻しすることがございます。

測定依頼の際には、「ご使用終了日」をよくご確認いただいてからご返却くださいますようお願い申し上げます。(サービス課：野呂瀬)

編集後記

●連載させ(られ)て載っている「ヒトクチ講義」が紙数の関係で“休講”を命ぜられたと思ったら、編集後記の当番が回ってきました。この機会に、推敲の不足や時々犯すマチガイにお詫びを申し上げたいと思います。また、「ヒトクチ講義」に限らず、掲載された articles に対し、辛口のコメント、甘口のゲキレイなどお聞かせ下さる様お願いします。

●昨年11月にイギリスでロシア人であるリトビネンコ氏が何者かによって殺害され、その死因に放射性同位体「ポロニウム-210」の投与が疑われています。本誌の読者諸氏には impact の大きな news であったと思います。そこで、関連する article として井本先生の貴重なご経験を先月号から3回の連載でお届けしています。日常からかけ離れたものを取り上げた原稿というのは仲々取り上げられないものですが、今度のようなことも起きるのですから、本誌に限らず、編集の任に当たるものは、高い予見性と感受性を持たねばならないと痛感した次第です。

●能登半島に大きな地震が起きました。既知の活断層以外でおきたというので“想定外”といわれます。12年前の阪神大地震も2年前の中越地震も“想定外”でした。どんな断層にも“最初のズレ”があった筈だし、隠れていて知られていないものもあるに違いないのですから、「地震予知の仕組み・仕掛けを全国に広げるなど、財政的に無理なので、そんなことを言ってもらっては困る」などといわずに「日本は地震がいつでも起きても不思議のない国である」と言って貰う方が望ましいと考えますが如何でしょうか？

●NHK ラジオの高校講座「英語Ⅱ」が“非人道的兵器”と題して land mine (地雷) を取り上げているのを聞いて「兵器に人道的なものなどないだろうに」と思いました(4月3日)。そして、広島に原爆が落とされたとき、加害者アメリカは「戦争で命を落とすアメリカ人の数を大幅に減少させることが出来た」と嘯き、被害者である日本では「過ちは繰り返しません」と碑文に書いたことを思い出しました。(加藤和明)

FBNews No.366

発行日/平成19年6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 金子正人 加藤和明

山口和彦 藤崎三郎 柚木正生 福田光道 野呂瀬富也 丸山百合子

発行所/株式会社千代田テクノ 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4階

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

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

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体381円)