



Photo T.Mamura

Index

| | | |
|---------------------------------------|-------|----|
| 産業と環境における放射線計測利用 | 富永 洋 | 1 |
| 医療分野での放射線防護 X線の診断利用を中心に 第3回 | 館野 之男 | 6 |
| 放射線計測器の変遷() | 大島 俊則 | 11 |
| 〔休憩室〕 | | |
| 時の記念日 - 体内時計 - | | 13 |
| 〔学会感想記〕 | | |
| 日本保健物理学会第38回研究発表会 | | 14 |
| 「測定依頼票」書式変更のお知らせ | | 15 |
| 第41回 理工学における同位元素・放射線研究発表会開催のご案内 | | 16 |
| 〔テクノルコーナー〕 | | |
| 医療施設の線量測定における測定点の決定について | | 17 |
| 〔サービス部門からのお願い〕 | | |
| コントロールバッジのお取り扱い方法 | | 19 |

産業と環境における 放射線計測利用



富永 洋*

1 はじめに

アイゼンハワー米大統領の原子力平和利用宣言（1953年）から50年。顧みれば、放射線利用が人類の世界に貢献したことの大きさに気付く。なかでも、RI（放射性同位体）・放射線の計測利用の寄与は、医学・生物学あるいは地球科学などの基礎的研究から最近の宇宙環境調査に到るまで広い範囲に及ぶ。臨床医学の診断に果たした役割はいうまでもない。工業化社会にとっても、多くの放射線応用計測技術は不可欠

なものとなり、開発途上国を含む世界に拡がりつつある。

2 日本の放射線応用計測機器

日本の放射線工業計測機器利用は、早くも1950年代前半、三輪博秀（当時、神戸工業㈱）らによる研究開発が開始された¹⁾。1964年のIAEA（国際原子力機関）調査では、欧米先進国に比し日本の機器台数はまだ国民総生産の割には少なかったが、高度経済成長期を経て約13,000台に達し、工業製品の生産増大のみならず品質向上に大き

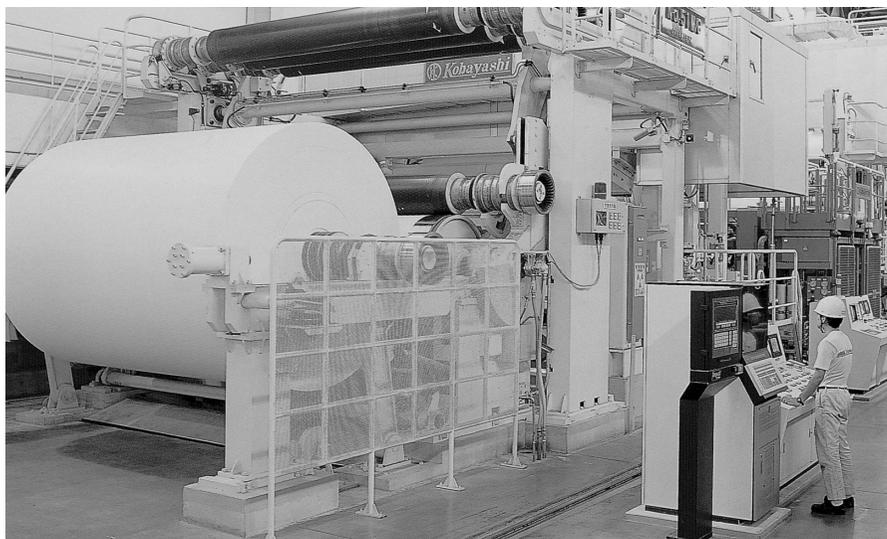


図1 抄紙機終端部で坪量を計測制御する 線厚さ計（大昭和製紙吉永工場）

*Hiroshi TOMINAGA 有限会社 応用量子計測研究所 代表取締役社長

く貢献した。しかし1980年代半ば以降、不況などにより多くの機器が停滞から減少に転じた。ある種の自然淘汰であったと思われる。その頃、法規制なしに使用できる微弱RI線源（3.7MBq以下）利用の動向が現れた。弱い放射線で信頼できる応用計測を目指す新技術への挑戦でもあった。この法規制外機器の普及数は今日凡そ4,000台に及ぶと見られる。

2 - 1 線紙厚さ計

上記不況以後も漸増傾向がかなり続いた機器の一つに紙厚さ計がある。日本は世界有数の紙生産高を誇るが、高品質紙を大量かつ安定に製造する高速抄紙機では、図1のように線透過型厚さ計を用い、紙の坪量（ g/m^2 単位の質量厚さ）を連続的に計測制御している。自動制御による無人運転のため、工場内にふつう人影は殆ど見えない。高速高精度厚さ計では、充分強い線源（ ^{85}Kr など）と直流電離箱式線検出器を用い、1msの短時間に最高0.15%の相対計測精度が得られる。それほど高性能を要しない場合、 ^{241}Am 線後方散乱型厚さ計が用いられることもある。

2 - 2 中性子・線水分密度計

高速道路建設では盛土をローラー車で締固めた後、その場で迅速に締固め度を計測管理するのにRI利用計器（図2参照）が必要不可欠となっている²⁾。 ^{252}Cf 中性子源と ^{60}Co 線源（合計3.7MBq以下）を線源棒により深さ20cmに挿入し、速中性子と線両者の土透過率をそれぞれ計測する日本独自の方式（地盤工学会基準）が採用されている^{2,3)}。RI減衰補償を含む校正曲線の



図2 土締固め度を計測する水分・密度計
（フィールドテック社）

保証のために、全使用機器は基準原器による定期的試験が必須条件とされ²⁾、計測値のトレーサビリティが保たれている。同様の技術を利用しパイプ圧送中の生コンクリートの水分を連続計測する試み⁴⁾もある。

2 - 3 微弱線透過型配管密度計

化学工場プラントのパイプ内を流れる溶液や粉体の密度を測る線密度計等にも、前述の微弱RI線源（ ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{133}Ba など）利用の波が押し寄せた。換言すれば、容易に新規導入できる殆ど唯一のものとなったかの感がある。図3は鉛直配管に設置された液晶表示器付き配管密度計の一例を示す。同様に種々の機種の開発利用が試みられつつある。

2 - 4 線浮遊粒子状物質モニタ

環境汚染の一つとして、浮遊粒子状物質による大気汚染が問題になって既に久しい

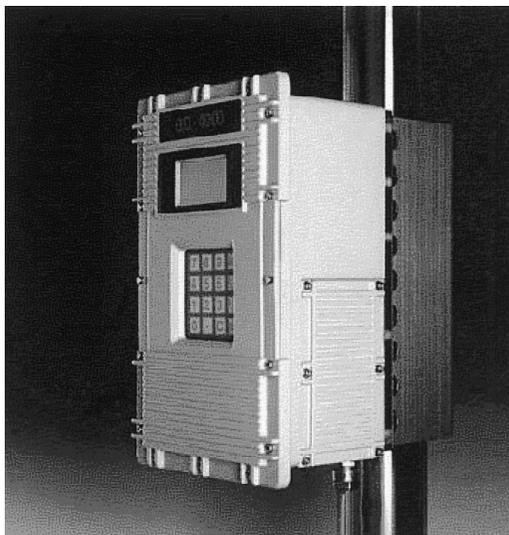


図3 微弱 線透過型配管密度計の一例
(アースニクス社)

が、わが国では環境庁告示(1981年)後、線透過式モニタが普及した。最近では殆ど全国の測定局で約2,000台が用いられ、汚染状況を刻々発信し続けている⁵⁾。ガラス繊維等の濾紙上に浮遊粒子状物質を連続捕集しながら、3.7MBq以下の¹⁴⁷Pmまたは¹⁴Cの線の透過率計測から集積質量を求めるもので、1時間毎の測定が可能、故障が少なくかつメンテナンスが容易などの特徴を有する。図4に微小粒子対象の新型装置の外観を示す。

3 欧米の放射線応用計測器開発

豪州を含む欧米の放射線応用計測機器^{6,7,8)}の様子は、日本とはかなり異なる。その特徴は、1)天然資源産業への応用の比重が大きく、2)製造・加工など通常の第二次産業のほかに、3)核技術、宇宙・航空を含む防衛産業、4)薬物・爆薬探知検知などのためにも、5)政府援助による新規開発が積極的に続き、しかも、5)製品機器の販路は常にグローバル化を指向し、開発途上国の将来をも視野に置いているこ

となどが注目される。

3 - 1 DUET法石炭灰分計など

オーストラリアでは、Watt(豪原研、後にCSIRO)らが早くから鉱石スラリーのオンライン分析器、ベルトコンベア上石炭灰分計等の開発に取り組み、その実用化さらには海外輸出にも大きな成果をあげた。図5の石炭灰分計は、ベルト上の石炭厚さに無関係にその灰分を計測する、2重エネルギー線透過(DUET)機器で、Scantech社(豪)の歴史的看板商品となったという。同DUET法に基づきWattらは、その後さらに石油産出現場で、原油・水・ガスの混合多相流をオンライン計測する技術の開発にも成功した。同種の技術はScheers(Shell社、オランダ)らによっても開発されている。



図4 微弱 線透過型浮遊粒子状物質モニタ
(東亜ディーケーケー社)



図5 稼働中の石炭灰分計 (Scantech社)
Sowerby: ATSE Focus, No.120, 2002から

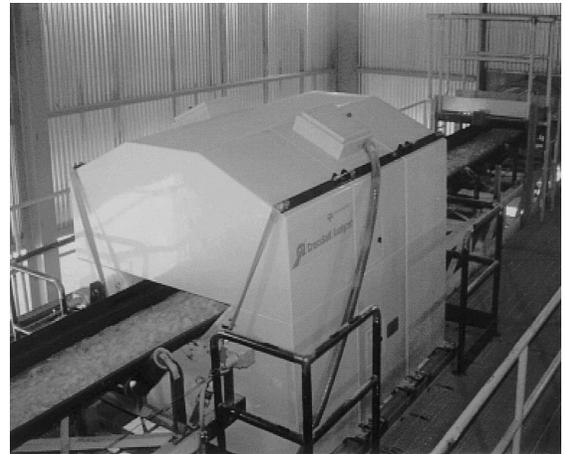


図6 RI中性子利用即発 線分析装置
(Thermo Gamma-Metrics社)

3 - 2 即発 線多元素分析装置

1980年カリフォルニアで始まったGamma-Metrics社は、石炭およびセメント原料のための ^{252}Cf 中性子捕獲 線分析装置を製造販売し、前世紀末までに世界各国に納入した総数は約200台に達したという。図6に代表的な製品のひとつ“CrossBelt Analyser”を示す。同社は最近Amdel社(豪)と合併し、オーストラリアに拠点を移した。

また、Western Kentucky大学とNumat社は協力して、パルス中性子発生管による高速・熱中性子即発 線利用の新型石炭分析装置を開発し、TVA傘下の火力発電所に1号機を設置した。同技術は麻薬・爆薬等の探知にも有効と考えられ、その研究開発が続けられている。

3 - 3 イオン移動度分析計

大気中に洩出した微量の蒸気や微粒子を吸引捕集し、 ^{63}Ni の 線でイオン化した後、その移動時間スペクトルから禁制品薬物や爆薬を探知するイオン移動度スペクトル測定技術は、近年、米連邦政府の支援の下で開発実用化された。図7は電池式ポンプ

を内蔵した携帯型プローブの一例で、検出下限10 - 50pgという優れた分析性能を持つ。軍事における爆薬・化学兵器の探知や、環境における汚染物質分析、乱用薬物探知などにも広く用いられるようになった⁸⁾。

3 - 4 惑星探査機のRI利用計測器

NASA(米航空宇宙局)ジェット推進研究所は、1960年代の月面無人探査以来、惑星の探査計測などを進めてきた。2004年1月火星に着陸した2機の双子無人探査車(図8参照)は、前方に突き出した腕の先に岩石表面研磨機等とともに、粒子X線分析計(^{244}Cm 線利用)及びメスバウア



図7 携帯型イオン移動度分析計 (IonTrack社)



図8 火星探査に用いられている無人遠隔操作計測車ローバー
(<http://marsrovers.jpl.nasa.gov/> から)

分光計 (^{57}Co 線利用) を装備している。

粒子は3種の方法 (後方散乱、陽子放出及びX線誘起) で土・岩石の元素分析に、一方、メスバウア分光計は鉄化合物の鉱物学的調査に用いられる。火星の過去に存在した水の痕跡が、それらの機器により発見されたことが報道されている。

4 おわりに

紙数の都合で最近内外の幾つかの利用事例を紹介するに留まったが、放射線計測利用も意外によく健闘しているなど驚いた方がおられれば、筆者冥利に尽きるというものである。インターネットが世界を狭くしたとはいえ、検索の視点や仕方次第で分かることも随分違うことがある。それにしても、独自の観点からグローバルに通じる新たなものを創り出すことができれば、と想うものである。

参考文献

- 1) 新春座談会、Isotope News, 1997年1月号、(社)日本アイソトープ協会、p.2 - 12
- 2) 北村佳則：放射線と産業 96、2002、

(財)放射線利用振興協会、p.29 - 35

- 3) 山中正人：同上、p.43 - 47
- 4) 熊原義文：同上、p.36 - 42
- 5) 伊瀬洋昭：同上、p.23 - 28
- 6) 富永 洋：同上、p.4 - 9
- 7) 白川芳幸：同上、p.10 - 16
- 8) 岸 徹：同上、p.17 - 22

プロフィール

1933年神戸市生まれ。1957年京都大学理学部物理学科卒。宇部興産(株)中央研究所を経て、1965年日本原子力研究所入所。1980年～90年RI利用開発室長。1990年～92年ラジオアイソトープ・原子炉研修所次長。1992年原研退職、1998年まで(財)放射線計測協会事業部(部長待遇)、1998年(有)応用量子計測研究所設立、代表取締役社長、現在に至る。1975年京都大学工学博士。1982年～87年東京大学原子力工学科非常勤講師。一貫して現在まで、主に放射線応用計測の研究開発に携わる。IAEAエキスパートとして海外での諮問会議、技術援助等に多数回参加。現在も原研のRI研究開発部門および研修部門との協力関係を保ち、第一線の研究と国際協力に心がけている。

医療分野での放射線防護 X線の診断利用を中心に 第3回



館野 之男*

医療被ばく研究事始め

4 遺伝有意線量

4.1 生殖腺線量の推定

国連科学委員会からの「医界へ望む」に応じて日本ではさまざま、生殖腺線量の推定が始められた。橋詰先生はこれに関してこう記している。(日本原子力学会誌15(12):809-821,1973)

「1956年国連科学委員会でレントゲン診断時の生殖腺線量が問題になり、各国にその測定への依頼が出された。当時日本の代表は日赤の故都築先生であった。帰国後直ちに日本医学放射線学会の総務理事 樋口教授(後に初代放医研所長)を通して、当時学会の災害委員をしていた著者に、1957年の国連の委員会までに何らかの資料を提出するように伝えられた。」

「生殖腺線量の測定に当たって問題は2つあった。その1つは撮影時間が非常に短い。主線束が生殖腺に入らず、散乱線のみの場合、線量が微量であることである。例えば、胸部撮影では曝射時間は1/4～1/30秒で、生殖腺線量は10 μ R程度と予想された。しかも、電離箱の容積はほぼ10cm³程度にしなければならなかった。当時市販のサーベイメータの感度は500cm³の電離箱を使って、フルスケール10mRがやっとといった程度であったので、その困難さは想像できよう。問題点のもう1つは、男性の場合は睾丸が体躯外にあり測定しやすいが、女性の場合は卵巣が体内にありその測定は容易でないことである。今ならば適当なファントムがあるが、当時はまだそのようなものは得られなかった。そのため、まずこれらの2点を解決しなければならなかった。」

「第1の測定器の問題は、当時著者は信州大学にいたが、その鈴木茂雄技官(現在、信州大中

央放射線部副部長)の協力を得て、東芝の真空管IT4を改造し、第3グリッドを切り離し入力することによって、ほぼ目的の感度の測定器を作ることができた。第2の問題は、新鮮な女性死体を得ることができた。当時は交通事故が少なかったため、これがほとんど得られず、そうかといって長い間病気で憔悴した患者では標準体にならないので、1年間にやっと3体しか測定できなかった。それでも一応、各種撮影時における生殖腺線量の測定ができたので、その値と年間フィルム使用量とから、1年間に日本人1人が受ける平均生殖腺線量は10～30mremであると、1957年の国連科学委員会に報告した。都築先生の話では国連に報告された国は少なく、最も信頼されると思われるアメリカの値は、日本の10倍もあるため、日本の値は何か違ってはいかと心配された。(館野注:UN1958にはアメリカ150 \pm 100、日本10～30mremとある)

4.2 遺伝線量

ところで放射線の遺伝影響を問題にする以上、生殖腺線量が問題なのは当然である。しかしそれは、単なる個人の生殖腺線量ではない。遺伝影響の現れかたからして、婚姻関係を結びあう集団での平均値が重要である。そのうえ、子供を生まない人は生殖腺線量がどんなに大きくても遺伝には関係ないから、照射を受けた患者が、将来何人子供を生むか(子供期待数)の補正も必要である。こうして、国連科学委員会が「全人口集団が平均生産年齢を終るまでに、生殖腺が受けるべき平均線量」と言ったものは、間もなく、遺伝線量という名で明確に定義された。そしてその一年あたりの線量は遺伝有意線量(genetically significant dose、GSD)と呼ばれた。これは国連科学委員会の日本代表の1人である田島英三立大教授(当時)の提案で決まった、

*TATENOU Yukio 放射線医学総合研究所 名誉研究員

という。なお、平均生産年齢は30歳として議論するから、普通の場合、遺伝線量は、先に説明した職業人と違い、遺伝有意線量の30倍になる。

4.3 科研費総合研究班の活躍

X線診断による遺伝有意線量を知るにはかなり大規模な調査が必要である。遺伝有意線量を定義した式は簡単なものであるが、次のような多数の変数を調査しなければならない。

Njk: X線検査jを受けた年齢層kの人数(年間)

Nk: 年齢層kの全人数

Wjk: X線検査jを受けた年齢層kの人が将来生むと予想される子供の数

Wk: 年齢層kの人が将来生むと予想される子供の数

djk: 年齢層kの人が受けたX線検査jによる生殖腺線量

(F X M):Fは女性、Mは男性を示す。

日本でその中心になったのは、1959年に発足した文部省科研費の総合研究班「医学診療用放射線による遺伝有意線量に関する研究」(班長、宮川正)である。この研究班の成立と活動に関し、橋詰先生は次のように書いている。

「1957年には放射線医学総合研究所が開所し、樋口教授が初代所長となり、著者も大学から放医研に出向した。医学関係の仕事をしていた物理学者は当時研究費が少なく困りぬいていた。そこで、放医研の江藤部長と菅原室長と相談し、日本医学放射線学会の物理学者を中心にして国民線量の推定のために、文部省に研究班を申請しようということになった。この面での菅原の才能は独特のものがあつた。その結果間もなく、宮川東大教授を班長にして班員16名からなる研究班が出来た。1957年から3ヵ年計画で初年度140万円の費用をもらうことができた。」

「実際に研究班が動き出すと、宮川班長は非常に意欲的に活動し、全国調査はほとんど東大で引き受け、柄川(東大講師)が中心になって、統計学の増山氏のアドバイスのもとに次々と重要な資料がそろえられた。一方、測定はファントムを使用して、全国調査の結果に基づき放医研の物理研究部第3研究室で行われた。その間に班員の1人であり、国連科学委員会の日本代表の1人である田島英三教授(立大)などの提案で、遺伝有意線量(Ds)のDefinitionが決まった。」

定義に従ってDsを求める計算も大変だったようである。「当時の卓上計算機モニターとかファシットとい

ったもので、いま考えると大変重労働なものでしかも計算時間が遅く、1時間も計算すればクタクタになってしまった。それでも当時としては大変貴重なもので、放医研でできるだけ動員しても5台とは集めることができなかった。東大からも常時人の応援を受けて、この計算だけで3ヵ月はかかった。その間1960年に日本医学放射線学会にも中間報告をした。」

「最初の全国調査は抽出方法が完全でなかったため再度行われた。その結果、求められた値は撮影件数が年間3,700万枚、透視件数400万件で、遺伝有意線量は38.6mrem(撮影、透視の寄与がそれぞれ17.4、21.2mrem)となった。ただ測定を担当した者としては、調査書が必ずしも完全なものでなく、照射条件が不明のものが相当あつた。そのため判然としないものは、線量が多くなる方の条件で計算した点に心配があつた。」

「この値は早速国連科学委員会に報告されたが、代表の帰国後の報告では、アメリカは日本の数倍の線量(館野注:別の時に聞いた橋詰先生の話では150-200mremとの報告であつた)を報告しており、日本の値が違っているのではないかと肩身が狭い思いをしたとのことであつた。著者としては、線量が多すぎたといわれれば、上記の理由で納得できたが、少ないといわれたので何とも答える理由がなく、ただアメリカ以外の国の値が、1日も早く出ることを待つしかなかった。」先生は別のところでこう書いている。「米国は日本の値より遥かに高い値だったので、日本からの出席者から私の線量が違っているとゆう人がいて嫌な思いをしたが、その後米国が訂正してきた。」

国連科学委員会1962年報告書に載っている各国の調査結果を資料に示したが、大体が日本の数字に近い。米国もリッチランドとオークリッジの2地域の数字を出しているが、この表では、45および50mremとなっている。

4.4 遺伝線量低減に向けて

加藤提案

以上のような調査は、調査すること自体の中で、問題解決の方策が見えてくる。国連科学委員会が「医界へ望む」の第16項で、a)からf)までの項目を上げて、「生殖腺への照射量がどのように減少できるかを知りたいのである」としていた要望は、この調査に加わっていた加藤義雄氏等によって、明快な解答が出される。これについて、橋詰先生は次のように書いておられる。

「測定実験を直接受け持った放医研の加藤らは、

生殖腺線量が照射の大きさによって非常に差の出る場合が多く、主線束が直接生殖腺に入る必要のない胸部等では、施設によって10倍、100倍はおろか中には必要な線量の1,000倍近い線量を被曝させていることに気が付いた。そのためフィルムと同程度の大きさの照射野で、日本中が撮影を行なったとしたときの遺伝有意線量を求めたところ80%も減少し、前回の調査で17.4mremであったものがわずか3.7mremですむことがわかった。この結果をもとに、学会や講演会で照射野はできるだけ小さくするようにPRした・・。

遺伝線量低減策の効果

こうした先生たちの努力は大きな成果を生んだ。

第2回目の全国調査は、診断用X線については1969年に行われているが、その結果を要約すれば、検査件数は大幅に伸びているにも関わらず、遺伝有意線量は減ったのである。実数で見てみよう。直接撮影の分は、10年前の3,700万枚が18,000万枚と4.9倍に増えて遺伝有意線量は17.4から15.2に減った。このことは、加藤氏の予測と見事に一致する。透視の場合も400万件が1,700万件と4.5倍に増えて21.2から10.5へと半減した。もともと透視の分は前회가過大評価だったためでもある。また、今回初めて調査された間接撮影は6,600万件で、0.8mradであった。全体の合計で見ると、X線の診断利用による遺伝有意線量の合計は、前회가38.6、今回が26.5mradである。

4.5 どこまで減らせばよいのか

遺伝有意線量(Ds)39mrem(遺伝線量にして1200mrem弱)という数字は、1950年代のICRPが想定していた医療への遺伝線量配分5rem(5000mrem)を大きく下回るものであった。62年のUNSCEAR報告書に載っているどの国のデータを見てもそうである。

これで「医界へ望む」の件は一件落着いた(はずである)。

ともあれ、UNSCEARはほどなく遺伝線量の調査を止めてしまったし、ICRPはその後の勧告の中で遺伝影響を独立した項目から外してがんと一緒に扱っている。これらのことを考えると、「医界へ望む」の前提であった遺伝線量の総量規制の一件は落着いたと見なされたのであろう。

4.6 事後評価

このあたりで「医界へ望む」の要請に応じて行わ

れた日本の研究者達の活動を「事後評価」しておく。

「医界へ望む」のポイントは3つあった。

(1)「遺伝的障害如何ということであるので、その線量は、全人口集団が平均生産年齢を終るまでに、生殖腺が受けるべき平均線量」- 14項 - であること。

初期にはまちまちの指標で遺伝影響が論じられていた。これについては田島先生の定義が公認されたことで、そして日本の研究班のデータは其の定義にしたがっているということ。評価はA。

(2)その量が医学的施設が充実している国々では全自然的照射量と同じくらいになっている - 15項 - という認識のもと「自然的放射線源から受けるものと同じ程度に制限するように」- 13項 - 。

これについては、1960年に出した39mremという数字が「医界へ望む」が出される背景になった米国の推定より大幅に少ない。さらに自然放射線も先ずつと少ない。日米間の食い違いは1962年の報告書で米国が下方修正した推定値を出してきたことで決着がついた。また、世界各国の科学者の推定も日本の推定を支持するものであった。評価A。

(3)そのための方策 - 16項 - 。

これに対する回答は「加藤提案」の項と「遺伝線量低減の効果」の項を見てください。評価はもちろんA。

5 骨髄線量の調査

5.1 白血病のリスクを測る

橋詰先生は書いている。

「3年間続いた文部省の宮川班は、直接撮影と透視による遺伝有意線量を求めただけで終了した。引き続き白血病の誘発の原因と考えられる骨髄線量の推定をすることになり、1962年から3ヵ年計画で研究班が作られた。班会議で検討の結果、骨髄線量への寄与は診断によるものは少なく、大部分が放射線治療によるものであろうということになった」

5.2 なぜ白血病か

それにしても、遺伝影響の次に取りあげたのがなぜ白血病なのか、また調査対象を放射線治療患者としたのは、何故か? これは1950年代から60年代初という時代と、他人のリスクより患者本人のリスク

を重視する医療被ばく本来の性質を考慮すると、注目すべき選択であった。

1950年代から60年代初というのは…

第1に白血病は、患者自身が被る放射線影響の主なものとして認識されていた。この病気は古くから職業者に見られただけでなく、広島・長崎でも被ばく後数年して増え始め1952年にはピークに達していたこともあって、人々は「放射線を浴びると白血病になる」とささやきあっていたし、専門家も「いろいろなタイプの悪性腫瘍の中で、白血病はもっとも確率の高い結末である」(UN58・5章56項)と考へ、放射線で誘発されるがんのうち半分以上は白血病であろうと予想していた。

第2は、放射線白血病にも、遺伝影響と同様、直線しきい値なし仮説(LNT)が当てはまるか? という議論である。この仮説が白血病でも受け容れられなければ骨髄線量は、遺伝線量の猿まねにしか過ぎない。

白血病誘発の線量・効果関係にLNT仮説が当てはまるという説は、1957年にE . B . ルイスが原爆生存者のデータに基づいて主張したのが最初とされる。ただし彼は「100rad以下にしきい値があるかも知れない」という疑念を払拭しきれない」とする保留をつけている。また1958年国連科学委員会報告書はルイス論文を紹介して、線量・効果関係を議論するのはまだ時期尚早だとしてしている。(UN58p167)

1962年に始まった第2次宮川班は、白血病にもLNT仮説が成り立つという当時にすれば新しい考え方で、当時の大問題、白血病に取り組んだと言える。

5.3 放射線治療における骨髄線量の調査

放射線治療による白血病のリスクを知るには、四つの調査が必要である。一つは、どんな種類の放射線治療がどのくらいの回数行われているか? 二つ目は、白血球を作っている骨髄(赤色髄)が体の中でどう分布しているか? 。三つ目は、骨髄線量(注)、つまりそれぞれの放射線照射で赤色髄が平均どのくらいの放射線を浴びるか? 四つ目は、先生たちが余命因子と名付けた係数である。

(注: この辺りの議論は全部、「白血病のリスクは赤色骨髄の積分線量に比例する; どの赤色骨髄も放射線感受性は同じとする」という2つの仮定の上に成り立っているので(平均) 骨髄線量の語にはいくつかが異なった「平均」がある。たとえば 全身平均

ある特定の医療照射を受けた人たちの1人あたりの平均。 医療照射を受けた人も受けない人も含

む集団全体での1人あたりの平均)

橋詰先生は書いている。

「全国調査は放射線治療装置をもつ全病院について行われ回答率は約65%であった」。この調査は宮川、安河内を中心とする東大グループが行った。

赤色髄の体内の分布は九大の橋本、名大の山田両教授が調査をした。

測定は放医研があたることになった。「生殖腺と異り骨髄は全身の骨の中に分布しているため、測定点を30個所にする必要があった。…1回の治療に30点の測定値を出す努力は大変なものであったが、当時研究班員でなかった放医研の多くの研究者の好意ある応援を得て、どこの国でも求めることのできなかった骨髄線量を求めることができた」。

「余命因子は安河内が苦心して病気別に推定した」。なお、余命因子というのは、白血病有意係数とでもいうべきもので、放射線治療を受けた人が人が治療後どのくらいの期間生きられるかという因子と、線量を受けてから白血病が時間的にどのように発生するかという因子の両方に関係した値である。したがって、その人の年齢と性およびその人の病気に関係して決まる。

骨髄線量に余命因子を掛け算したものを骨髄有意線量とか白血病有意線量とって、白血病のリスクを示す指標とした。

「その結果は1965年ローマの第11回国際放射線学会に宮川班長から報告された。それによれば1962年において約84万回の遠隔放射線治療が行われ、骨髄線量(Dm)として220mrem、骨髄有意線量(Ds)として79mremとなった」。

ここで注目しておきたいのは、第2次宮川班が求めた骨髄線量(Dm)は放射線治療を受けた人数を分母にした平均値であったことである。したがってまた、それに余命因子を掛け算した骨髄有意線量(Ds)も放射線治療を受けた人数を分母にしていた。

これには次のような意味がある。白血病は、遺伝影響が全人口に関係したのと違って、第一義的には放射線を浴びた人の問題である。したがって、浴びた人(個人の場合も集団の場合もあり得る)の白血病のリスクを推定することが重要で、特定の放射線医療を受けた人数を分母にした平均値がデータとして役立つ。

5.4 もう一つの骨髄線量(CMD)

文部省科研費の研究班は2期6年で終わり、後は科学技術庁の放射能調査費による研究に引き継

がれた。そこで行われた診断用X線の第2回目の全国調査(1969年)では、骨髓線量として、人口全体を分母にした1年間1人当たり平均骨髓線量(per caput mean marrow dose, CMD)を使っている。これは国連科学委員会の要請に合わせたものであろう。

このときの調査結果は国連科学委員会1972年報告書に載っている。調査結果を寄せているのはオランダ(30mrad)、英国(32mrad)、日本(189mrad)の3カ国だけである。

1977年報告書は72年報告書に載せた分も含めた表を作っているが、それにあるのは、5カ国で行われた7回分の調査データ。日本(1969,1974)、オランダ(1964)、スウェーデン(1974)、英国(1960)、米国(1964,1970)。

5.5 白血病有意線量

国連科学委員会が、人口全体を分母に取ったCMDを用いたのは、遺伝線量に右へならえしたからであろう。それにしても人口全体を分母に取ったCMDに余命因子をかけたものにどんな意味があるのか?形の上では白血病有意線量であろうが、放射線医療を受けた人の白血病のリスクと関係ない。

もともと宮川班が求めた骨髓線量(Dm)は放射線治療を受けた人数を分母にした平均値であり、したがってまた、それに余命因子を掛け算した骨髓有意線量(Ds)も放射線治療を受けた人数を分母にしていた。

この食い違いは、1977年報告書にある橋詰先生達の研究の紹介にも表れている。(UN77F第86項)

「1969年の日本の調査では、白血病発現の潜伏期間を考慮して、被ばく時の年齢による危険度の低減について重みづけた荷重平均骨髓線量を計算するために一つの試みが行われた。これにより、CMDは189から169mradに低減された。1975年の調査では、同様の荷重により、胃の間接撮影によるCMDは16.5から14.5mradに減少し、胸部集団検診は9.7から9.3mradに減少した。」

報告書の執筆者は、白血病有意線量を、まるで見かけの数字を減らすためのもの、と理解しているような紹介振りであるが、これには橋詰先生達の責任もある。1969年、1975年の調査は人口全体を分母に取った論文になっているからである。

5.6 付表

国連科学委員会報告書に見る生殖腺線量と遺伝有意線量

(1958年報告書)

診断用X線による生殖腺照射の推定値

遺伝有意線量(ミリレム/年)

極小値を報告した国:

| | |
|---------------|---------|
| デンマーク | 17 |
| イングランド及びウェールズ | 23 |
| フランス | 57 |
| アメリカ | 50 ± 30 |

蓋然値を報告した国:

| | |
|--------|-----------|
| スウェーデン | 38 |
| アメリカ | 150 ± 100 |

1人当たりの生殖腺線量(ミリレム/年)

| | |
|---------|---------|
| オーストラリア | 16 ~ 24 |
| 日本 | 10 ~ 30 |

* 1人当たりの生殖腺線量と遺伝有意線量とが調査された国が示すところによると、この二つの値はほとんど違わない。

(1962年報告書)

医療行為による遺伝有意線量(ミリレム/年)、診断によるもの

全国的調査を行った国:

| | |
|-----------------|---------|
| オーストリア | 16 - 25 |
| デンマーク | 29 |
| フランス | 58 |
| 日本 | 39 |
| ルウェー | 10 |
| スウェーデン | 38 |
| スイス | 22 |
| 英国(北部アイルランドを除く) | 14 |

限られた地域での調査を行った国:

| | |
|----------------|----|
| アルゼンチン(ベノシアイス) | 37 |
| 西独(ハンブルグ) | 18 |
| イタリー(ローマ) | 43 |
| オランダ(ライデン) | 6 |
| アラブ連合共和国 | |
| カイロ | 7 |
| アレキサンドリア | 7 |
| 米国 | |
| リッチランド | 45 |
| オークリッジ | 50 |

放射線測定器の変遷()



大島 俊則*

研究用原子炉時代

私が放射線測定器と関わりを持ち始めた時代は、これから始まる原子力の明るい未来と希望に満ちた時代でした。原子力開発の計画は、(財)日本原子力研究所が昭和30年(1955)に設立されてから順調に進み、その研究開発の拠点となる研究用、訓練用、教育用の原子炉は、下記のように次々と臨界に達し、順次、本格運転に入りました。

昭和32年(1957)原研 JRR - 1

昭和35年(1960)原研 JRR - 2

昭和36年(1961)近畿大学原子炉 UTR
立教大学原子炉 TRIGA - 型
日立教育訓練用原子炉

昭和37年(1962)東芝教育訓練用原子炉
原研 JRR - 3

昭和38年(1963)武蔵工業大学原子炉
原研 JPDR

昭和39年(1964)京都大学研究用原子炉

昭和40年(1965)原研 JRR - 4

私は昭和34年(1959)に会社に入りましたので、この時代当初の放射線管理用機器の開発状況は良くわかりませんが、新たに作る原子力研究機関の保健物理部門または放射線管理部門とその施設を請負ったメーカーの技術者として、これから始まる研究開発内容と照合しながら、個人と施設の安全性を監視する装置の立案・設計に大変な努力をされたものと思います。これ以前の大部分のRIやX線の施設の安全管理は、管理専任者が居た訳でなく、それを利用する研

究者が、研究のために用いる般用放射線測定器を使用して、時々安全確認を行っていた程度であったようです。

原子炉の運転に伴う放射線の安全管理は、それまでの小規模なRIやX線施設とは管理する放射線、放射能の対象が大きく変わってきました。それは次のようなことで、

- 1) 中性子による放射化による多くのRI核種を対象にしなければならない。
- 2) 空気中の気体状RIや塵埃(エアロゾル)状RIまで監視が必要。
- 3) 長時間運転をするので連続監視が必要。
- 4) 放射線強度や放射能濃度の広い範囲(広いダイナミックレンジ)の測定が必要。
- 5) 個人(作業員)の安全のために高い信頼性が必要。

等々で、それまで全く経験や実績のない分野でした。幸い?にもアメリカで原子爆弾開発(マンハッタン計画)に引続き、原子力平和利用開発を強力に進めていたおかげで、大部分の施設や個人に対する安全管理用機器と関連器具は既に実用化されていました。そのため、全く1から考える必要はなかったのですが、当時はこれらの情報を得ることは容易なことではなく、数少ない文献や現地を見てきた人々からの情報を寄せ集めたものと思います。それらの原子力施設で使用する管理用装置や機器は、アメリカの研究機関で開発された実用可能な試作装置が民間企業に公開され、多くの企業が製品化していました。しかし、当時の経済(為替)事情や輸入手続等で簡単に購入して調べることもできない状況であっ

*OHSHIMA Toshinori 元アロカ(株)専務取締役

たと思います。

また、当時は、原子炉そのものや原子炉を用いて研究開発する部門に比べ、施設の安全管理に対しては一般社会や開発推進関係者の関心度が低く、予算的な配慮も低かったように思いました。この時期に国家的、組織的に安全管理用機器の開発を行っていたなら、安全管理用機器に対するポリシーが確立したのではなかったかと、少し残念に思います。

(財)日本原子力研究所 東海研究所 全体の歴史的な放射線管理用モニターは、神戸工業(株)が製作しました。この時、私は大学在学中で、どんな経緯でどの様にして設計、製作されたかは全くわかりませんが大変苦労されたことと思われれます。私が会社に入り、初めて開発した機器が個人用線量警報計(ベルアラームメータ)で、これが個人用の放射線管理用機器との関りの始まりとなりました。(Isotope News 2004年4号参照)当時、原子力用の管理は、大手重電機メーカーも競って開発していましたが、前記の神戸工業(株)以外の会社は受注した原子力施設やプラントに設置するために管理用機器が必要となって開発したものが多く、放射線安全管理モニター単独での販売にはあまり力を入れていなかったように思われました。

この時期の初期段階では、管理用専用の機器で国内では製造しにくい装置を種々輸入して、主として研究、実験をして、その性能を検証していました。私が見聞きした範囲では、当時の日本の施設や電力の環境状態や気候風土の状況がアメリカと大きくかけ離れていたため、実用として使用できる機器は少なかったように思いました。特に、私が開発に関わっていた電離箱関連の微小電流測定機器は防湿対策が悪く、梅雨時や夏場に使いものにならなくなるものが大部分でした。これらの機器でもその国の事情に合った製品に仕上げて行く必要性を痛感しました。これとは逆に、国内製では十分な性能が出ない部品や消耗品も数多くありました。それでも新しい原子炉ができる度に機器の安定度も増し、この時期の中頃には、施設のモニターはほぼ実用機器として経験も積み、連続長期運転に充分耐えるようになったようです。

個人(作業員)が使用する機器としてフィルムバッジシステム、ポケット線量計、ハンドフットクロスモニターやホールボディカウンター等も開発が進み、放射線管理に関する各種法律の整備に伴い、広く定着していきました。

原子力の研究と並行して、昭和31年(1956)には原子燃料公社が発足しました。人形峠近辺を中心にウラン探査も始まり、ウラン鉱床探査のための機器の開発も進みました。原子力施設ではガイガー・ミュラー(GM)検出器と電離箱式検出器が安全管理用機器の主要放射線検出器であったのに対し、自然界の中での僅かな放射線の差異を検出するため、アメリカ製の高感度探査機器が入って来しました。しかし、国内の環境に合うような製品の開発が必要となり、高性能なNaIシンチレーション検出器を用いた携帯型(ポータブルサーベイ)や、人が背負うマンボーン型、そして車に搭載するカーボン型と、多くの機器が製品化され、オリジナル製品以上の性能までに発展しました。その中で、日本でもオリジナルな開発として、レーダー方式で強い指向性のコリメーターを回転して放射線の入射方向を割出して探査する車載型測定器(Uスコop)も開発し、地表面に露出しているウラン鉱床の探査に使用しました。余談ですが、この時汎用のウラン探査用に用いたNaIシンチレーションサーベイメーターは、その高感度な特性を生かして、当時新聞紙上を賑わした、ピキニ環礁近海で捕ったマグロの放射能汚染検査に使用し、築地の魚市場で活躍しました。その頃の日本の技術力では、この分野で活躍したNaI(Tl)のクリスタルや、放射線によりその中で光った微弱な蛍光を大きく増幅する光電子増倍管などの主要部品は、国内では得られず、海外に依存せざるを得ませんでした。

また、昭和32年(1957)に放射線医学総合研究所が発足し、微量放射能の分析、ホールボディカウンターや放射線画像検出装置など、多くのオリジナリティが高い高性能機器の開発を進め、成果を上げました。

このように、この時期、日本の原子力施設の安全管理システムが確立し、後の原子力発電の時代の管理システム、管理技術の基礎が確立したと思います。

休憩室

時の記念日 - 体内時計 -

6月10日、天智天皇の御代に漏刻を置き、日本で初めて時の制度が設けられた故事に因んで、この日が「時の記念日」に定められた。時間の貴重なこと、時間を正しく守る観念を世人に植えつけてもらうため、いろいろな催しと運動が各地で行われるようである。

時間がわれわれ人間にとって貴重であるという論に異議のあるはずもないが、不必要なまでに時間を気にし、腕時計の2本か3本の針に日常生活まで支配され、神経をすり減らすようでは「本末転倒」を地で行っているようなものである。

人間は時計という文明の利器に頼りすぎたのであろうか。体で時間を測り、時刻を知るといふ能力が著しく劣ってしまったようであるが、他の生き物には体内時計と呼ばれる機構が備わっており、時の経過をかなり正確に認識したり、時刻を知ったりすることができることが分かっている。

ミツバチが尻振りダンスをすることによって蜜源の位置を仲間に伝える話は有名である。ミツバチは、太陽・巣箱・蜜源が成す角度を伝達することにより、仲間に蜜の在処を教える。この伝達手段が、いわゆる太陽コンパスである。

ところで、蜜の在処を知っているミツバチが巣箱に帰り、ダンスを踊ってこれから出発する仲間に情報を伝達し終えるまでには、かなりの時間がかかる。その間に太陽は西へ移動してしまうので、2番手、3番手のミツバチが受け取ったままのデータを補正することなく飛び立てば、蜜源とはまったく見当違いの方向を彷徨することになってしまう。この時間の経過に対する太陽高度の変化を知って蜜源の位置に向かう方角を割り出すには、どうしても後続のミツバチの体内時計が必要になってくるわけである。もちろんミツバチは何日か巣箱の周りを飛び回って、太陽の運行を学習して

るのである。

蛾のフェロモン分泌の話も香りのコミュニケーションとして、これまた有名であるが、雌の蛾は雄を誘引するフェロモンを絶えず出しているわけではない。そんなことをすれば近縁種の雄がこぞって雌に近づき、たちまち種間で交雑してしまうからである。性フェロモンというものは、近縁種間では特異性がないのである。そこで雌の蛾は、自分と同一種の雄の蛾が活動する1日のある時間帯にだけフェロモンを分泌し、種間の交雑を防いでいるのである。雌の蛾が間違いなくこの時間帯を知るの、やはり体内時計によるものである。

そのほか、体内時計に関する身近な事例には、水生昆虫の羽化する時刻を見計らって、突然水面下から飛び跳ねてくる魚、花が開き蜜を分泌する時刻になると活動し始める昆虫などがある。

あらゆる生き物には、1日を活動時間の単位としたリズムがある。この活動リズムというのは、生物の種類によって若干の違いがあるが、その周期はどれも24時間前後である。このリズムのことをサーカディアンリズム（サーカcircaはおよそ、ディアンDiesは1昼夜という意味のラテン語）という。どんな生物も、神様から授かったこの周期を基にして、人間の使っている「時」、「分」などにあたる時間というものを割り出し、時刻という感覚を持つのであろう。

おなかの空き具合で正午がピタリと分かる人、どんなに酩酊していても、ある時刻になると奥方の血相が忽然と脳裏に浮かび、まるで精密な機械仕掛けの人形のように電話器に向かう人、下車する駅の直前で必ず居眠りからさめる人など、体内時計が正常に働く人間もいるにはいるのであるが。

時の記念日、さて、われわれ人間はどのような日と考えたらよいのであろうか。

(健康子)

学会感想記

日本保健物理学会第38回研究発表会

平成16年4月22、23日の両日、神戸大学深江キャンパスにおいて日本保健物理学会第38回研究発表会が開催されました。学会全体の感想、および弊社からの2題の発表や展示出品を合わせてご紹介いたします。

神戸大学深江キャンパスは山陽新幹線新神戸駅から地下鉄、阪神線乗り継いで約45分程度のところにあります。初日は気温が28度まで上がり、この時期にしては季節はずれの高温となりました。前日まで青森県(気温は8度前後)に出張していた筆者は、気温差20度に心身共に変大困惑いたしました。

会場は3ヶ所に分かれており、受付およびA会場が総合学術交流棟ホール(写真1)、B、C会場および展示会場が4号館、総会および特別講演は講堂が使用されました。

連日、各会場では熱心な研究発表と議論が展開されましたが、初日の午後に行われた特別講演2題は多くの参加者が聴き入っていました。

富山医科薬科大学の長谷川先生からは「看護学教育における放射線教育」 理論と実践を結ぶ教育方法」と題する講演がありました。

看護学教育の中では、放射線に関する基礎的教育はともかくとして、すべての学生に対して理論と実践を結ぶ教育の実施には、カリキュラム上困難な面が多いことが伝わって来ました。

徳島大学の関澤先生からは「最近の事件と食品安全に関するリスクコミュニケーションの課題」と題する講演がありました。以前から、保健物理学会では放射線と無関係な題材で特別講演を開催していま



写真1



写真2

すが、わが国では鳥インフルエンザやBSEの話題がマスコミを賑わせており、真に時期に合った題材と言えます。

筆者は以前、米国の学者の話として「人に限らず、すべての生命体にとって一番リスクなことは食べることである」との内容の説をTVで聞いたことがあります。

なるほどと思う反面、食べることを放棄することは生命の存続を放棄することとなり、つまりは、そのリスクから生命体は逃れられないこととなります。

先生は、食の持つ大きなプラス面の役割と付随するリスクをトータルとしてとらえる必要があり、その中で安全と安心について考えていけないと偏った極論に陥り、実生活と離れてしまうことがあり得る、と話しておられました。全く同感であります。

初日の夜に懇親会が開催されました。俗に100万ドルの夜景と言われますが、六甲山にあるホテルの施設が会場に当てられました。残念ながらガスがかかり、主催者によると10万ドル程度の景色とのことでしたが、筆者にはすばらしい眺めに感じられました。

ところで、主催者によりますと本学会の参加登録者は250名で、内170名が懇親会に参加したとのことでした。

機器展示会には弊社(写真2)を含め約20社が出展しました。弊社の主な展示商品は次の通りです。

- ・放射線情報表示装置
- ・皮膚等価線量率サーベイメータ
- ・コードレスダストサンプラー・デモ機
- ・測定センターGASライン紹介・デモンストレーション
- ・その他

今回の展示で最も反響の大きかった商品が放射線情報表示装置です。この装置は、50インチプラズマディスプレイに管理区域区分図、注意事項などを表示し、作業従事者に対して現場状況の周知、見学者に対しては案内表示等を行うことが可能です。

また、万が一の緊急事態発生の場合は、テロップや割り込み機能により緊急表示を可能にしています。さらには、管理区域区分図の作成、修正、表示が簡単に行える機能を有しています。本装置はすでに一部のお客様に導入されています。

皮膚等価線量率サーベイメータは、誤って体表面汚染が発生した場合に、付着した放射性物質から受ける皮膚の等価線量(率)を速やかに測定・表示できます。検出部は、面積が約1cm²のシリコン半導体を6個搭載したユニークなものです。

研究発表として、弊社からは「表面状態の優れた高感度CR-39の開発」と題する発表を行いました。中性子や重荷電粒子の検出感度を高めた素材は表面荒れが大きくなり、エッチピットの観察・計測が困難になることは良く知られているところですが、この部分を改善する手法についての研究発表です。

また、企画セッション「安全・安心を支える線量測定技術 - 積算型線量計のフロンティア」では、ガラス線量計の測定原理、特長、今後に期待される展開などについて発表いたしました。

弊社は今後も積極的に学会に参加し、新しい技術をご紹介いたします。また、お客様のご要望を取り入れた商品を開発してまいります。

(線量計測事業部 福田光道)

第41回 理工学における同位元素・放射線研究発表会開催のご案内

標記の研究発表会を下記のとおり開催いたします。この研究発表会の目的は、異なった専門分野の研究者が一堂に会し、同位元素および放射線の利用の技術を中心とした研究、およびその技術の基礎となる研究の発表と討論を行い、各専門分野間の知識と技術の交流を図ろうとするものです。奮ってご参加下さい。(プログラムは日本アイソトープ協会ホームページにも掲載されます。)

会 期：2004年7月9日(水)～7月11日(金)
 会 場：日本青年館(東京都新宿区霞ヶ丘町7番1号)
<http://www.nippon-seinenkan.or.jp/>

1. 発表形式 口頭発表またはポスター発表

発表者は注意事項を厳守して下さい。

ポスター発表者は「ポスター発表の方への注意」もご参照下さい。

| | |
|-------------------|------|
| 研究発表(口頭発表) | 144件 |
| 1)放射線測定機器・測定法 | 17件 |
| 2)分析 | 8件 |
| 3)トレーサ利用 | 5件 |
| 4)製造・分離・標識化 | 2件 |
| 5)陽電子消滅 | 27件 |
| 6)メスバウア効果 | 15件 |
| 7)放射線管理 | 4件 |
| 8)地球科学・宇宙科学 | 8件 |
| 9)環境放射能 | 17件 |
| 10)ライフサイエンスにおける応用 | 6件 |
| 11)安定同位体 | 6件 |
| 12)放射線教育 | 3件 |
| 13)放射線利用機器 | 3件 |
| 14)放射線効果 | 23件 |
| 研究発表(ポスター発表) | 23件 |

2. 特別講演

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1) 除外・免除・クリアランス | 小佐古敏荘(東京大学原子力研究総合センター) |
| 2) 画像診断技術の進歩と放射線治療 | 永田 靖(京都大学大学院医学研究科) |
| 3) 放射性同位元素ビームによる研究と理研 RI ビームファクトリー | 矢野 安重((独)理化学研究所和光研究所) |

3. パネル討論

- 1) 分子イメージング
- 2) 赤外自由電子レーザー(FEL)利用技術の展開
- 3) 理想的な放射線測定器を求めて
- 4) 学校における放射線教育の新しい展開

4. 参加費 2,000円(学生は無料)

主催 日本アイソトープ協会

共催 化学工学会 空気調和・衛生工学会 計測自動制御学会 高分子学会 触媒学会
 石油学会 石油技術協会 繊維学会 電気化学会 電気学会 日本医学物理学会
 日本医学放射線学会 日本遺伝学会 日本海洋学会 日本化学会 日本核医学会
 日本核医学技術学会 日本画像医学会 日本機械学会 日本気象学会 日本建築学会
 日本原子力学会 日本写真学会 日本食品照射研究協議会 日本植物生理学会
 日本磁気共鳴医学会 日本獣医学会 日本水産学会 日本生化学会 日本地球化学会
 日本地質学会 日本動物学会 日本土壌肥料学会 日本農芸化学会 日本農薬学会
 日本非破壊検査協会 日本物理学会 日本分析化学会 日本放射化学会
 日本放射線安全管理学会 日本放射線影響学会 日本放射線化学会
 日本放射線技術学会 日本放射線腫瘍学会 日本保健物理学会 日本薬学会
 農業土木学会 表面技術協会 放射線教育フォーラム
 マリンバイオテクノロジー学会 溶接学会

連絡・問合せ先 理工学における同位元素・放射線研究発表会運営委員会

テクノコーナー



医療施設の線量測定における 測定点の決定について

医療施設の線量測定に関し、どこを測定点にすればよいか悩まれていると思います。そこで、弊社の作業環境測定部門が行っている測定点決定の考え方についてご紹介いたします。

管理区域内、管理区域境界、事業所境界、および事業所内の人の居住する区域で、法令に定める

「放射線障害のおそれのある場所の測定」を実施する測定点は、申請時の「しゃへい計算」で線量評価した点の中から、施設における線量の代表性および以下の点に注意して決定します。

また、測定点には目印等を施し、測定者が代っても毎回同じ場所で測定できるようにすることが望ましいと言えます。

以下に、核医学室（毎月測定）および放射線発生装置室（年2回漏洩測定）の順に、測定点についてご説明いたします。

1. 核医学室（毎月測定）

(1) 管理区域内の測定点

常時立入り場所（準備室、処置室等）

使用中、あるいは保管中の線源に最も接近して作業する場所で測定します。（線源の表面線量を測定するのではなく、線源を使用する時の作業位置で測定します。）

線量率が比較的高く、かつ位置により線量率の変化が大きい場所では、測定点を密にします。

測定点の高さは床面上約1mの位置とします。

これは、床に立っている人の放射線被ばくに対する身体重要器官の位置を考慮した高さとなっています。ただし、フード内でRIを鉛ブロックでしゃへいしている場所等では、しゃへいを外れた放射線を含む高さで測定します。（毎回同じ高さで測定します。）

通常は患者さんがいない時に測定します。

これは、場の測定をすることが目的であるためです。

患者さんがいる場合の線量は人体による散乱等の不確定な要素が多く、また、月1回の測定であるため、その値が1ヵ月続く値として評価されてしまうためです。

やむを得ない場合は、「患者在」と記録して置きます。

線源方向に向いて測定します。

電離箱サーベイメータは方向特性は良いのですが、メータ部分等の一部では多少検出効率が落ちます。

(2) 管理区域境界の測定点

管理区域外側での、作業等者の接近の可能性を考慮した場所（待合室、管理室等）で測定します。

天井、床等の管理区域境界では、上下階の床面上約1mの高さの位置を測定位置とします。

ただし、上階が病室、宿直室等の場合は、床面上で測定します。また、上階が屋上である場合は、通常的に立入る場合のみ測定場所とします。

管理区域内の線源位置、しゃへい（薄いとこ、扉の隙間等に注意）を考慮した場所で測定します。位置により線量率の変化が大きい場所では測定点を密にします。測定点の高さは地上約1mの位置とします。排気・排水設備も忘れずに測定します。

管理区域の入口付近とフィルターユニット、および排水タンクの前を測定します。

(3) 事業所境界および事業所内居住区域 (看護師宿舎等)の測定点

申請時に「しゃへい計算」で線量評価を行った点の中から、施設における線量の代表性、境界外側での一般公衆の滞在の可能性(民家がどこにあるか等)を考慮して決定します。

通常は、貯蔵室内の線源より1番近い場所とします。

事業所境界が壁、柵等の構築物である場合は、その外側で測定することを基本とします。ただし、境界外側で測定することに管理上の問題がある場合(設置した計測器へのいたずら防止、測定点への移動の容易さ等)には、境界内側で測定しても問題はありません。

測定点の高さは地上約1mの位置とします。管理区域境界、事業所境界の線量測定では、バックグラウンド線量の変動が測定結果に影響を与えることがあるので、注意する必要があります。

2. 放射線発生装置室(年2回漏洩測定)

(1) 管理区域境界および画壁の測定点

漏洩線量測定のため、部屋の境界外側(入口扉、窓、壁、操作室、上下階等)を測定します。

装置(管球)毎、および画壁毎に測定します。

位置により線量率の変化が大きい場所では測定点を密にします。

また、ケーブルピット、換気ダクトや開口部付近等の、しゃへいの弱点となる場所には注意が必要です。

ファントム入射表面の高さで測定します。(X線CTや骨密度測定装置の場合も同様に、ファントム面と同じ高さで測定します。)

X線方向が水平の場合は、X線照射口と同じ高さで測定します。

移動式のX線装置の場合、照射口より1mおよび2mの円周上を測定します。

(2) 事業所境界および事業所内居住区域

申請時に「しゃへい計算」で線量評価を行った点の中から、施設における線量の代表性、境界外側での一般公衆の滞在の可能性(民家がどこにあるか等)を考慮して決定します。

測定点の高さは地上約1mの位置とします。

(3) リニアック等の測定について

8 MeV以上の出力を有する装置の場合は、レムカウンタを用いてX線と同時に中性子線も測定します。

照射方向を何通りか変えた条件で測定します。

この時、照射方向の角度は必ず記録に書き入れる様にします。

入口扉および扉の隙間、画壁に埋め込まれているしゃへい体から外れた場所は線量が高くなるため、特に注意して測定します。

3. 最後に

放射線管理については管理手法の具体的な例を示したものが少なく、悩まれている方も多いかと思います。

RI施設は多種多様であり、統一した具体例を挙げるのが難しいためと思われます。

今回は測定点についてできるだけ具体的な例を挙げてご紹介させていただきましたが、次の機会にはデータの処理についてご紹介します。

今後の放射線管理の一助になれば幸いです。

(アイソトープ事業部 一見芳明)

サービス部門からのお願い

コントロールバッジのお取り扱い方法

X線用FX型を除くガラスバッジは、お届けする際にコントロールバッジを同封していますが、最近コントロールバッジに、明らかに管理区域内の人工放射線の影響を受けたと思われる事象が増えています。正しく被ばく線量を測定するために、コントロールバッジは、管理区域外の、人工放射線の影響を受けない場所での保管をお願いします。



編集後記

今住んでいる武蔵野平野のすぐ近くに、桜の名所「小金井桜」があります。西から東に走っている玉川上水に沿って植えられたソメイヨシノは、例年より早く3月18日頃に開花しました。東京の桜開花予想は平年より8日早い20日でしたが、これよりもさらに2日も早く開花しました。これは、2月から3月にかけての高温続きと、4月に入ってから平年より2 も高くなったためです。全国で開花日が一番早いのが宇和島、福岡、東京、静岡でしたが、一転してこの後、全国的に冷え込みが厳しくなり、東京を含めた4カ所の満開時期は、2週間ほど後になるほどでした。このため、4月に入ってから八重桜がいつまでも咲

き誇り、今年ほど桜を愛でる期間が長かったのは、初めてのこのように記憶します。ピカピカの一年生、そして新入社員を祝うために良く似合うのは、やはり桜が一番です。

6月号は、応用量子計測研究所の富永洋社長に「産業と環境における放射線計測利用」と題してご執筆いただきました。富永洋社長には、当社で毎月行っている勉強会でご講演いただいたのをきっかけに、大変お忙しいなかでご寄稿いただきました。今話題の火星探査用の無人遠隔操作計測車には、 ^{244}Cm による 粒子X線分析計や ^{57}Co による 線メスバウア分光計を装備している、とご紹介されています。(宮本)

FBNews No.330

発行日 / 平成16年6月1日

発行人 / 細田敏和

編集委員 / 中村尚司 久保寺昭子 宮本昭一 寿藤紀道

藤崎三郎 福田光道 大登邦充 江寄巖 田中真紀 池田由紀

発行所 / 株式会社千代田テクノル 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