



Photo K.Fukuda

## Index

食品照射の必要性と安全性 .....	武田 篤彦	1
医療分野での放射線防護 X線の診断利用を中心に 第4回 .....	館野 之男	6
ガラスバッジ測定センター見学のご案内 .....		10
〔休憩室〕		
耐用年数100年 - 人間という構造体 .....		11
放射線計測器の変遷( ) .....	大島 俊則	12
インタビュー		
東北大学名誉教授 秋葉健一氏に聞く - 放射線安全管理功労者賞を受賞して - .....		15
〔学会感想記〕		
2004国際医用画像総合展に出展して .....		17
平成16年度文部科学省委託事業「放射線障害防止等に関する知識の普及活動」 - 体験型講習会の受講者募集案内 - .....		18
〔サービス部門からのお知らせ〕		
個人線量管理票のお届けについて .....		19

# 食品照射の 必要性と安全性



武田 篤彦\*

## 1 .他生物からエネルギーを得ている生物

生物は1世代限りの個体の生存と次世代を継続することにより、「種」の保存を図っている。生存にはエネルギーが必要で、そのためには二つの様式がある。ひとつは主として緑色植物にみられる太陽エネルギーにより炭酸ガスと水から有機化合物を作る“光合成”で“自立栄養”生物と呼ばれる。もうひとつは、他の生物の持つ有機物を摂取し分解して利用する“従属栄養”生物である。ヒトをはじめ一般の動物、細菌やカビなど微生物の大部分は“従属栄養”生物で、他の従属栄養生物や自立栄養生物から高エネルギー有機物を奪うかたちで生命をつないでいる。

ヒトの生命を支える基本となる食物は微生物にとっても貴重なエネルギー源であることから、ヒトの歴史は栄養価の高い食物をめぐる、微生物とのあいだで繰り返されてきた競争の歴史であり、この相互の闘いは今後も絶えることなく続くものである。

## 2 .食品の変質・腐敗を防ぐ対策

微生物がひき起こす腐敗や発酵により生成する有害物質をヒトが摂取すると、健康を損ねる怖れがあるばかりでなく時には生命に係わる。これを防ぎ良好に保存するために、むかしからいろいろな手段が講じられてきた。乾燥処理による乾物、低温処理としての冷蔵や冷凍、化学処理としての塩蔵や保存料添加、密封処理としての瓶詰や缶詰などである。しかし、これらの技法に完全なものはなく、その有効性は期間的にも品目的にも制約され、嗜好上も不満足なものが多い。

現在、世界で生産される食料は腐敗などによってかなりの量が利用不能となっており、これに

昆虫など小動物やネズミなどによる被害も加わって、地球全体でみた食料の損亡は生産量の1/3を超えとも言われている。

## 3 .良好な食品保存に役立つ放射線照射

1895年に発見されたX線は急速に改良され透過力が大きくなって、1920年代には昆虫による日用品の食害防止への利用が試みられた。しかし、本格的な放射線利用は第二次大戦後、高エネルギー電子線の取り扱いが容易になってからで、畜肉の細菌数減少への利用が試みられ、照射が保存の手段として有望らしいことが報告された。そして食品照射の有用性は、今日、明白な事実となっている。

その仕組みは、細胞に照射された放射線エネルギーがDNA分子を変化させてDNA合成は阻止され、細胞分裂が抑制され細胞も活性を失うという効果に基づくものである。

用いられる放射線は、電子線発生装置で作られる電子線とそれを変換したX線、および放射性元素であるコバルト-60やセシウム-137から放出される線が主流である。微生物や昆虫など小動物を殺すための照射にあたっては、必要な放射線の量、すなわち総線量、線量率、透過力、細菌やカビおよび小動物の種類、物理的、化学的状態などに合わせた適切な条件設定が求められる。

電子線は初期の試験段階で用いられたのち、アメリカ主導で始められた原子力平和利用の流れを受けて主役が線に変わったが、10年ほどまえから再び電子線が隆盛となり、いくつかのタイプの電子線発生装置からの電子線と、最近はこれに電子線発生装置で作られる変換X線が加わっている。照射の効率性は電子線が大きく、透過性では線とX線が大であり、それぞれの長所に適

\* Atsuhiko TAKEDA (財) 体質研究会 主任研究員

合した照射が行なわれている。

#### 4 .アメリカの食品照射の状況

米国の食品照射には、軍隊携行食の開発に端を発した流れ、病原性細菌による食中毒対策、果実寄生性昆虫の駆除という、三つの特色があるとおもう。

##### ( 1 )軍隊携行食の開発に端を発した流れ

アメリカでは、食品照射の開発が陸軍の食料保存策として、第二次大戦後に本格化した。そして缶詰のように食品の風味を損なうことが無く、保存にあたって温度管理に余裕のある照射食品には、一方でタンパク質の変性、ビタミン類の減少、着臭など、照射の影響の見られることがわかってきた。

放射線は一般に酸化的に働くため 脂質が過酸化物になる一過性の変化が知られているが、それは毒性を確かめることができないほど微量である。また、コバルト60- 線を線源とする場合は、線のエネルギーで食品中に放射能が誘導される場合のあることが考えられたが、その量は微量で測定は不可能であった。

陸軍は、照射飼料をいろいろな条件下で動物に与えて生理的健全性や遺伝的安全性について慢性毒性や病理学的検査などを行ない、その影響を調べるさまざまな実験を行なった。実験はかなり大掛かりなものが多かったが、しばしばデータにばらつきが見られ、対照側との比較に困難を伴った。

1960年初めに研究は原子力委員会に引き継がれ、照射した穀物、魚肉、果実の安全性試験を多くの大学に委託した。照射したバナナ、イチゴの乾燥粉末を配合飼料としてイヌ、ラット、マウスに長期投与するプログラムが立てられたが、結果の報告はまとまったものとしては提供されていない。

1970年代に入ると農務省が中心になって、安全性の再確認を目指す多種類の実験計画が立てられ2つの会社に委託されたが、両社とも計画の達成に努力したけれども多くの困難に遭遇し、全体として適切な結論を導く結果は得られなかったと評価された。

このようにすでに50年におよぶ照射飼料の健全性を追求する実験の結果から、安全が完全に保証されていると行政的に明確な判断がくだせるだけの結論を導くためには、確実な根拠に基づかなければならないのは当然である。しかし、食品の衛生化の必要性からは、あまり長い時間をかけずに実施を認めることが望まれているとい

う事情がある。飼料中に毒性物質が存在するとすれば、それは比較的安定なごく微量の分解物であり、毒性試験の結果は、その毒性が微量であると考えることが妥当であることを示している。短寿命の分解物については、例えば照射牛肉に65種類の揮発性分解物がppbレベルで検出されるが、そのうち加熱によっても生成するものと照射に係わりなく見出されるものが59あって、残りの6種類、約10%が特異的な分解物であるという報告がある。このようなことから、分解物が飼料を経て実験動物に摂取されても強い毒性は無いだろうと考えられた。これまでの毒性試験の結果と生成する分解物に関する知見から、農務省は照射食品の健康に及ぼす危険性は低く、リスク管理上、許可を与えても確率的に100%とは言えなくても安全は保証されていると判断した。

##### ( 2 )病原性細菌による食中毒対策

1980年代以前から、アメリカで食中毒を引き起こしてきた病原性大腸菌の存在が知られるようになったのは1945年ころで、現在、下痢型、赤痢型、コレラ型、腸管出血型に分類されている。この第4のタイプに属するO-157のDNAは70~100%が赤痢菌と共通性を示し、ほぼ同じ溶血性のベロ毒素を産生する。性質は他の大腸菌と差が無く、70 を少し超える加熱で死滅し、比較的少ない線量で増殖は阻止されるが、他の大腸菌との分離が困難なため少量の菌に感染しても対策が遅れて被害が甚大となる。

アメリカでは多発する食中毒で年間の患者は数千人、死者は同2千人に達する勢いであった。1998年にはファストフード店のハンバーグを食べた幼児3人が強烈な腎臓障害で死亡し、社会に大きな衝撃を与えた。1人年間の食肉消費量は40余kgで、その50%は挽き肉である。ウシの解体と管理の技術および挽き肉製造過程の特徴から、ウシ由来の大腸菌O-157の「付着 混入 増殖」の過程の阻止には限界のあることが指摘されたが、良い対策は得られなかった。

ところでわが国における食中毒の発症は年間数十件が報告されているが、死亡事例は1990年に発生した大腸菌O-157による児童の死亡のほかは、フグ毒による数名程度に止まっている。わが国で取り扱われる牛肉はブロック状が主体であり、また、日常摂取する動物タンパク源は魚介類がかなりの割合を占め、“鮮魚”という言葉が示すように取り扱い上の衛生管理は、伝統的に厳しいのである。

挽き肉に食中毒菌が見出されたり食中毒事件

が発生したりすると、食肉供給会社、食肉流通会社、関係監督官庁は市場の商品を残らず回収することになり、大規模な場合は何千トンもの挽き肉が廃棄されるなどにより、企業は莫大な損失を被り倒産の憂き目に遭う。そのこともあってか、食肉業界は大統領選挙を睨み、規制緩和や業界に有利な政策の実現を望んで政党に献金してきた。しかし、食中毒反復の事態はなかなか改善されず、遂に2002年、農務省は食肉の衛生化のために照射を許可した。

### (3) 果実寄生性昆虫の駆除

ハワイで生産されるマンゴやパパイヤなど熱帯性果実のアメリカ本土移送や、これらの輸出入は、それに寄生するミバエやゾウムシの侵入を阻止するために厳しく規制されてきた。この害虫を殺滅する目的で従来から使用されてきた臭化メチルは、オゾン層を破壊することから使用禁止を目標とした段階的な制限実施が合意されている。アメリカ環境保護庁は、1999年、臭化プロムの使用を2005年初めまでに全廃することを決め、代替法として放射線照射がクローズアップされた。2003年に植物防疫に関する国際的組織は、防疫処理における放射線使用基準の設定に関する提示を行なっている。この情勢を受けて2002年、農務省はミバエとゾウムシを対象とする放射線照射の規格基準を制定した。

## 5 .アメリカ以外の状況

ヨーロッパでは、1980年代から主要国で照射が行なわれ始めたところへ、EUの成立に伴って規制を統一する必要が生じた。とりあえずスパイスとハーブを対象に、1999年から規制作りの作業に入り、当面は各国の国内法に基づく許可品目は有効とした。しかし作業は難航し、2000年9月になってスパイスを許可するという統一規制を発効させただけで、イギリス、イタリア、オランダ、フランス、ベルギーの5ヶ国ではそれぞれ独自の従来品目が許可されたままとり、それ以外のEU各国はスパイスとハーブだけが許可品目である。

上記5カ国では輸出も盛んで、これには自国では照射食品を一切許可していないドイツも加わっている。また、アイルランド、イギリス、オーストリア、オランダ、ギリシャ、スペイン、ドイツ、フィンランドの各国の市場に流通している食品6,651点について、照射の有無を調査した結果では、“照射済み”の記載の無いものの割合は0.5%であったという。

なお、果実の輸出については、新しくオースト

リア/ニュージーランド両国合同の食品基準局が、輸出するマンゴ、パパイヤなど8種類の果実の照射を2003年に許可した。

現在、食品照射が許可されている国は50と台湾、許可されている品目は220を超えている。主な品目と許可国数を挙げると、スパイス(40以上)、タマネギ(30以上)、ジャガイモとイチゴ(20以上)などである。また、許可品目が50を超えている国は、クロアチア、ガーナ、メキシコ、フィリピン、南アフリカなどで、途上国でも注目されていることがわかる。

## 6 .わが国での経過と現状

“放射線は魔法の杖”と産業界で持てはやされた1950年代後半、食品への照射利用研究はアメリカでの研究に即応してわが国でも大学・研究機関を中心に花開き、1965年には食品照射研究協議会が誕生した。そして1967年、原子力委員会はプロジェクトを組み、ジャガイモ、タマネギ、米、小麦、ウインナーソーセージ、水産練り製品、ミカンの7品目について、照射食品の栄養試験、慢性毒性試験、世代試験、変異原性試験など健全性試験に加えて、実用化を目標とした照射技法の実際について、1967～1981年、大学・国立研究機関を組織して研究委託した。その結果、7品目すべての健全性に照射による問題の無いことが、1988年までに報告された。

これを受けて1974年、ジャガイモの芽止めを目的とした照射が世界に先駆けて北海道の土幌町農協・土幌アイントーペセンターで開始された。開設されて30年を迎えたこの施設は、十勝平野の北部に位置した近隣4町5農協の共同施設である。ジャガイモの収穫は、4月、5月の九州に始まり、北上して9月、10月の北海道で終わる。このため過去においては、産地に在庫の減少する3～4月と7～8月が端境期で、作柄によって価格の高騰を招いた。秋に収穫された十数万トンのうち、4万トン程度が生食用として9月から翌年4月までに出荷される。このうち発芽の恐れのある3月下旬～4月に出荷する8千トン程度について、コバルト-60線の照射処理が行なわれて今日に至っている。

しかし、国民に良質な食品を提供することを目指したジャガイモ以外の検討品目の研究成果は、以前からの薬剤処理法との調整不調、根づい反対運動などによって、実用化されないまま今日に至っている。その後も各国では食品照射が、品目、数量ともに増加を続ける中で、わが国では

(社)日本アイソトープ協会が1986年から1991年まで食品照射研究委員会を立ち上げ、問題点として指摘されていた従来の試験結果の部分的再検討を実施し、変異原物質の生成、食品成分の変性、微生物変異の有無、誘導放射能の生成など、すべての試験結果に健全性が確保されていることを結論した。

この後、纏まった研究組織は作られず、報告される研究成果も数少ないままに推移するなかで、2000年12月、全日本スパイス協会は厚生省(現厚生労働省)に、スパイスの照射許可を申請したが、今日まで回答は出されていない。世界では、20カ国以上でスパイスの照射が実施され流通している。この間、学界と業界の学者・研究者、事業者・技術者が協同して放射線照射利用の拡大と促進を目的としたJAPI(放射線照射利用促進協議会)が発足し活動している。

### 7. 照射の事実や線量の検知法

食品に限らず照射された物体についてその事実や線量を知ることが、照射適用の有無、照射線量の妥当性などを判断するうえで重要である。しかし、食品照射に適用される線量は大きくないので、生じる変化を検知するには技術を要する。現在、数種類の検知法が知られているが、かなり専門的になるので名称を挙げて簡単に紹介するだけに留める。

#### (1) ESR(電子スピン共鳴)法

試料から得られたESRの波形における新しいピークから線量を判定する。

#### (2) TL(熱発光)法

250℃に加熱した混在する鉱物の結晶の発光量を測定する。

#### (3) PLS(ドラフト)法

強力な光を照射して含まれる鉱物の発光を測定する。

#### (4) 炭化水素(HC)法

脂肪酸の分解で生成する炭化水素をガスクロマトグラフィーで定量する。

#### (5) CB(シクロブタン)法

四員環構造を持つ分解生成物を分離して定量する。

#### (6) ドラフト( DEFT/APC )法

照射後の生残菌を培養して計数し、全試料から回収した細菌を計数して得た総数と比較する。

#### (7) コメットアッセイ法

照射した組織細胞を寒天ゲル内で電気泳動にかけて核を染色し、彗星状に尾を引く核のかたちを線量と関連づける。

### 8. 食品安全委員会が実施したアンケート

2003年7月1日に食品安全基本法が施行され、食品安全委員会が内閣府に設置された。その背景には、牛海綿状脳症(BSE)や残留農薬など、食の安全に係わるさまざまな問題がクローズアップされてきたことがある。

この委員会の役割は、食品の摂取に伴って入ってくる化学物質や微生物など、有害な要因が健康におよぼす悪影響について、リスク評価を行なうことである。厚生労働省や農林水産省は、そのための基準の設定や規制の実施(リスク管理)を行なうことになっている。

食品安全委員会は「食の安全性に関する意識」調査を、二つのグループについて別々に実施した。ひとつは、同年9月、広く国民一般を対象として選ばれた国政モニターによる「国政モニター調査」で、他は同12月に実施された、食の安全に関心があつて一定の知識や経験を持つ人びと、食品安全モニターを対象とした「食品安全モニター調査」である。

二つの調査について、多くの設問の中から「食品照射」に係わる部分について、その内容を以下に紹介する。まず、両グループそれぞれについて、回答者数と性比、年齢区分をそれぞれ表1、表2に、また、両グループの職務や経験などの区分は表3に、示した。

表4は多くの設問の中のひとつ「食品の安全性の観点から不安を感じているもの」について、挙げられている17項目に対し“不安を感じるもの”を選択した結果である。表の中のA欄とB欄は、全項目を対象に複数選択した人数の全人数に対する割合(%)と順位で、両グループそれぞれの“不安の程度”を表している、両グループとも上位の3項目には違いが無いように見られるが、

表1 回答者の構成(( )内は%)

区分	総数	男性	女性
食品安全モニター	455	108(23.7)	347(76.3)
国政モニター	326	175(53.7)	151(46.3)

表2 回答者の年齢区分構成(%)

区分	20~49歳	50~69歳
食品安全モニター	54.7	45.3
国政モニター	50.3	49.7

表3 回答者の職務・経験区分と構成(%)

食品安全モニター		国政モニター	
区 分	構成	区 分	構成
食品関係業務5年以上経験者	36.0	自営業主・家族従事者	8.3
食品関係研究職5年以上経験者	7.3	管理・専門技術職	8.3
医療教育職5年以上経験者	16.0	事務職	6.4
その他 消費者一般	40.7	販売・サービス・労務職	26.4
		主婦	20.2
		無職	27.3

表4 食の安全からみた不安要因の順位

不安要因	〔A〕 国政モニター		〔B〕 食品安全モニター		〔C〕 国政モニター(不安第1位)	
	不安(%)	順位	不安(%)	順位	最も不安(%)	順位
農薬	89.0	1	67.1	1	14.1	3
食品添加物	84.4	2	64.4	3	18.7	1
汚染物質	77.3	3	60.7	4	8.0	6
プリオン	71.5	4	42.6	9	13.2	4
輸入食品	63.5	5	66.4	2	9.2	5
微生物	63.2	6	26.8	7	17.2	2
遺伝子組換え食品	51.5	7	49.0	5	3.4	8
放射線照射食品	49.1	8	29.7	13	2.8	9
ウイルス	47.2	9	34.3	11	7.1	7
新開発食品	42.6	10	27.3	14	2.1	10
動物用医薬品	36.2	11	26.4	15	0.9	11
かび毒・自然毒	30.7	12	34.3	11	0.9	11
飼料	30.7	13	45.1	8	0.3	14
肥料	20.9	14	23.5	16	0.3	14
異物混入	20.9	14	23.3	17	0.3	14
いわゆる健康食品	15.6	16	48.6	6	0.6	13
器具・容器包装	11.3	17	35.4	10	0.3	14
その他	1.2	18	12.3	18	0.6	18

「放射線照射食品」はAが49.1%(8位)であるのに対し、Bは29.7%(13位)となり、専門知識保持者が多いとおもわれる食品安全モニターグループでは順位が低くなっている。しかし、芽止めジャガイモしか流通していないわが国で、遺伝子組み換え食品と同じように50%の人びとが不安をおもっているという厳しい結果である。

C欄は、“食品照射”の項目を複数選択の“不安を感じるもの”のトップに位置づけた人数が17項目に占める割合(%)と順位を示している。割合は2.8%と小さいが、順位は9位でA欄の8位と大差は無かった。不安の理由として回答者は、“外観からは区別できない”、“安全性が証明されていない”、“発芽を防止しているからには人体にも影響があるだろう”などと言った点が挙げている。

### プロフィール

1931年生、出生地；神戸市、1962年 理学博士（大阪大学）

〔現在〕財団法人体質研究会 主任研究員

主な経歴：1954年 大阪大学理学部生物学科卒業、1958年 大阪大学大学院理学研究科博士課程 中退、同年 大阪大学理学部生物学教室に採用、1960年 大阪府立放射線中央研究所に採用、1981年 同 第四部長（医学・衛生部門）、1990年 大阪府立放射線中央研究所退職、同年（財）体質研究会に勤務（主任研究員）

主な研究・活動分野：放射線障害回復促進物質の開発 放射線による滅菌効果の試験（上水原水、実験動物飼料）食品照射技術研究・検討 放射線のリスク評価 日常生活におけるリスクの検討 放射線影響に関する知識普及

# 医療分野での放射線防護

## X線の診断利用を中心に

### 第4回



館野 之男\*

## 6 X線診断の低線量化を目指して

### 6.1 はじめに

X線診断は年々その利用頻度を高め、今日では日本全国で年間2,000万件を超えていると推定されています。これらの検査は、疾病の診断という点から見れば、まことに有用で人類の健康に役立っていることは疑いのないところですが、X線の影響という点から見れば反対に、害をなしている可能性がないとは言い切れません。したがってX線検査においては、できるだけ少ない線量でその診断目的を達成しようと努力することが、放射線医学の課題の一つになっていると思うのであります。

さてX線診断による障害とその対策は、放射線医学では古い歴史を持っています。

最初に問題となったのは検査を受けた人の照射野内に起きた急性障害で、これには頭部のX線撮影を受けた人の頭髪の脱落とか、X線透視で心臓計測を受けた人の背部の皮膚の潰瘍とか、X線検査で胆石の診断を受けた人の腹部の潰瘍とか、多数の実例があります。(注：最近問題になったIVRの皮膚障害はこのカテゴリーに入る)

次に問題となったのは検査を行なう側の人の慢性職業性障害で、これは今日でもなお幾つか、実例を身近に見ることができません。

しかしながらこの2つの障害は、先人の努力で、事実上解決したと云ってよい状態になっています。

X線診断による障害にかかわる現在の中心課題は、統計学的障害とでもいうべきもので、白血病など被験者におきる晩発性障害、あるいは被験者に由来する遺伝的障害であります(注：本講演の4年後、ICRPはこれらの影響を「確率的影響」(1977年勧告)という名で一括して扱いはじめる)。

この対策は日本医学放射線学会物理部会の人々が中心となって検討してきており、検査に不必要な部位の線量をできるだけ減らすという方向で、大きな成果を上げて来ました。具体的には、フィルムの大ききざりぎりまで照射野を絞るというこの方策は、実情はまだまだ改善の余地があるとはいえ、原理的にはほぼ行きつくところまで行っていると考えてよいでしょう。

以上の経過を経て来た医療被ばく低減の研究は、現在また最初に戻って、検査部位自体のX線量をどうやって減らすかが目標になって来ていると思います。

しかしながら、検査部位自体のX線量を減らすことは、一般論として言えば大きな危険を孕んでいます。すなわち、X線検査にはそれに用いる線量を減らすと得られる画質自体も悪化するという二律背反の悩みがあって、線量を減らすということが検査

\*TATENNO Yukio 放射線医学総合研究所 名誉研究員

自体を台なしにする自殺自為に連なる可能性があるからです。

そこで従来は、X線写真の画質をそこなわずに、あるいはできうれば画質を向上させるという条件内でのX線量の低下がはかられてきました。この一方、画質の低下を来たすような線量低減方法は、従来の研究ではいわばサンクチュアリ扱いされていて、皆さんあまり手を出したがいなかったように思われます。

本日の私の話題は、このサンクチュアリに立入ってみようということであります。

## 6.2 先天性股関節脱臼の集団検診をめぐる

さて、私がこのいささか無謀な考えを実行しようと思いついたのは、先天性股関節脱臼の乳児検診に関係したためです。したがって、ここではまず最初に、股関節脱臼のX線検査という観点からこの問題を眺めてみることにいたします。

昨(1972)年5月15日、千葉大学病院放射線科の医局長をしていた私宛てに、千葉市長から一通の手紙がきました。用件は、千葉市では先天性股関節脱臼の集団検診をはじめめることに決定した。ついてはX線検査の被ばく線量を測定して欲しいということであります。

この依頼には「全員をX線で検査する」というニュアンスもあったようで、上司の放射線科教授、筧弘毅先生はこの件を日本医学放射線学会の放射線防護委員会に相談されました。委員会からは早速、御園生圭輔委員長名で、ICRP勧告やWHOの先天股脱検診に関する意見などのコピーを送ってきました。それをみますと、先天股脱の検診にX線を使うのは不可。スクリーニングにはオルトラニ・サインなど臨床所見をまず使いなさい、とありました。

そこで、とりあえずWHOのご意見通り、

全員照射という事態を避けることに努め、ともかくも初期の目標通りになりました。これについては話したいことも沢山ありますが、本日の講演の主題とはちょっとずれますので省略します。

このとき私が立てた研究テーマ、極低線量での股関節脱臼の検査法の開発が、本日の講演に関係するところであります。

## 6.3 被ばく線量の測定

さて、市の要請であった被ばく線量の測定を行うにあたっては、標準的な検査法をどう設定するかが問題になります。このため田中仁氏(当時千葉大学医学部付属放射線技師学校教官)らにお願いして調査したところ、妙なことに気がつきました。それは千葉市内の整形外科医の多くが、股関節脱臼の検査にFS級の鮮鋭度の良い(つまり感度の悪い)増感紙を使っているという事実であります。

はじめこれはこの人達が放射線影響に無関心なためかと思いましたが、必ずしもそうではないのです。ちなみに、国立公衆衛生院の石坂氏が保健所を中心に行った全国調査の結果をみても、同様な増感紙を使っているところが圧倒的に多数なのであります。

なお増感紙をFS、撮影電圧を60kVpとして、3ヶ月児ファントムで測った線量は、入射皮膚面で41.7ミリラド、女兒生殖腺11.15でミリラドでありました。

(注：当時の増感紙は鮮鋭度のよい順にFS、MS、HSなどといった。感度はこの逆の順で、FSを1とするとHSはその2.5倍くらい良かった)

さらに調べてみますと、日本の代表的な撮影法の教科書にも股関節の撮影に増感紙FSの使用を推奨してあるのです。たとえば、昨年出版されました高橋信次先生(先生は国際放射線防護委員会ICRP主委員会

の委員でもあります)の教科書にもFSを例に撮影条件が示されています。また医学放射線学会と放射線技術学会が共同で編集したX線撮影法大系にも、コンテスト入選作品としてFSを使用した股関節の写真が多数掲載されています。外国の教科書は調べませんでしたが、おそらく同じでしょう。

何故こうなったか? 察するところ、骨疾患の診断には一般論として骨梁が明瞭に写ることが必須条件でありますし、股関節脱臼も骨疾患の一種には違いありませんから、診断者としてはできるだけ質の良い写真を要求している、ということにあるようです。

しかしながら、目的を股関節脱臼の「拾い出し・スクリーニング」に限れば、果して骨梁が見えるほどの良質の写真が必要でしょうか。読影の基本に立ち帰って考えてみると、私にはそうは思えないのです。

X線写真で股関節脱臼をチェックするのに計測法というのがあります。X線写真で骨盤の骨や大腿骨の特定の場所を規準に補助線を引き、それを座標にして本来股関節の中にあるべき大腿骨骨頭の位置のずれを判定します。特定点の選び方、判定の仕方などで、ヒルゲンライナー法、飯野・今田法、野崎・永井法など、いろいろな方法がありますが、ここで私が重要だと思うのは、どの方法も骨の輪郭を利用しているということであり、つまり股関節脱臼のスクリーニングには骨の輪郭が明瞭に写りさえすれば充分と考えられる。

#### 6.4 必要にして十分な画質の推定

それならば、先天股脱検診のために必要かつ十分な画質とはどの程度のものでしょうか。共同研究者の田中はその推定に便利な装置を考案しました。それはX線写真ボカシ装置であります。この装置でさまざまなボケ具合の写真を作り、それを見てどこ

までボケたら診断が出来なくなるか、そのぎりぎりのところを探すのです。そして当時わたくしたちがGと呼んでいた画質のものを選びました。

(注: 当時はまだX線写真のデジタル処理が出来なかった。私たちがこの研究でデジタル処理が使えるようになったのは1970年代末である。

(注: 物理工学的な画質評価もレスポンス関数を測定するだけだった)

私たちが行った物理工学的な評価が臨床で使ってみての評価と必ず一致するわけではありません。そこで読影実験ということになりますが、これには千葉大学の整形外科の症例で最終診断がついている200例の写真を使いました。

200例の原画像とそれから作ったボケ画像とをまぜこぜにして読影して貰い、両者の正診率が違うかどうかを較べたのです。なおボケの程度は、事前の評価でこの程度の画質ならば診断に差し支えないだろうと期待して決めたものであります。

読影実験は2種類やりました。

一つは計測法です。この際使いましたのはヒルゲンライナー法、飯野・今田法、氏家の外偏倚角を用いる法、野崎・永井法、三木法の6つ。この辺の仕事は千葉大放射線技師学校の酒井尚信さんが主力となってやったものです。

もう一つは、股関節脱臼を専門にしている整形外科医グループに読影をお願いした実験です。

結果は、どちらの実験でも、原画像、ボケ画像の正診率に差があるとはいえませんでした。

ここまでで言えることは、画質と引き替えを覚悟すれば、かなり低い線量で、実用に耐えるX線検査が可能になる、と思われました。

## 6.5 超高感度増感紙の試作

一番手取り早いのは増感紙の改良です。これまでの実験からすると、増感紙という手段による限り画質が悪すぎて困るということにはならないと予想されましたので、大日本塗料に画質はどんなに悪くともよいから感度最高の増感紙を作ってくださいとお願いしました。

大日本塗料は蛍光体を変えた2種類の増感紙を作ってくれました。どちらも感度はFSの5～6倍でいど、画質も予想していたよりはずっと良という結果が得られました。これらの増感紙はさらに改良が加えられ、今春商品化されました。

ここまです結論できることは、股関節脱臼のX線検査には従来のFS級の増感紙の使用を止めて新しい高感度増感紙に切り換えるべきだということであります。そうすることによって、診断上ハンディキャップを負うことはほとんどなしに、被ばく線量を従来の5～6分の1に減少できるのであります。

(注：このすぐ後、1975年?には、希土類増感紙とそれに最適化したフィルムからなる高感度システムが市場に出た。このシステムの感度は従来のシステムの約10倍といわれる)

(注：WHOが推奨する方法 - まず視触診で振り分けてX線検査にまわす数を削減する - では4分の1にするのが精一杯である)

## 6.6 線量低減装置

さて、高感度増感紙ができたとはいえ、股関節脱臼のX線検診にはこれでもまだ足りないか過ぎることは明らかです。そこで私どもは従来のX線写真法にとられることなく、股関節脱臼のスクリーニングに必要な最低限の画質が保証できればよいとし

て、低線量X線撮影をいろいろ試みてみました。

そのうちの一つは、ある量のX線をパルスX線制御器を用いて照射し、形成された画面を一旦記憶装置に蓄えて後再生して観察するというものです。この方法では「ある量」をかなり大幅に変えることができます。そしてこれまでに議論したような意味で「ともかくも使える」という画質のX線像なら、従来のX線写真に較べておよそ2桁は少ない線量で撮影できるだろうというわけです。この構造は昨年夏、梅垣先生と多少議論したものであります。日立メデコが作ってくれました。

この装置で必要なX線量が、期待通りに減ったかどうかをファントムで測定してみますと、管電圧55kVpの撮影で表面線量0.096ミリラド(なお、これは3ヶ月の標準の大きさの乳児を撮影したとしたときの表面線量です)。卵巣線量については、3ヶ月乳児の卵巣の深さを4cmとして測定してみますと、55kVpで0.026ミリラドであります。(注：現在の単位で考えると、皮膚線量0.00096、卵巣線量とも0.00026ミリグレイ以下としてよいであろう)

これが、放射線障害防止の観点から見ても、いかに少ない線量であるかはテレビからの漏洩X線量が、器体の外かくから50mm離れたところで、毎時0.5ミリレントゲン(0.005ミリグレイ)以下と定められているのと比較するとよくわかり頂けると思われます。

## 6.7 性腺防護板の改良

実地ではX線検査時に性腺防護板(図参照)をつけることも可能ですから、その効果も調べました。

男児では性腺をすっぽりくるんでしまえるのでほぼ完全に防護できます。

女児では腹の上に置くだけなので散乱線

が当たります。この量は防護板のデザイン、置き方で変わりますので、何種類かの防護板を使って卵巣位置の線量（生殖腺線量）に対する効果をファントムで測定しました。また個人差および防護板をおく位置のずれの影響も調べました。結論はいちばん良かった防護板で7.1%に、悪かったもので15.6%に減りました。おしなべて、10分の1に減るといって良いでしょう。

（注：当時も医療被ばくは多過ぎるという意見があり、その議論に使われた線量は遺伝線量であったから、個々人の例では生殖腺線量が問題にされた）

### 6.8 骨の辺縁だけのX線写真

それはともあれ、X線検査で問題なのは何も生殖腺だけではありません。身体のほかの部分の被ばくも減らすべきだと思います。（注：現在の放射線防護は実効線量を

使うことで、自ずとこの考え方になっている）

それには前述したように絞りや遮蔽板を使って写真を写したい範囲にだけX線を照射するという方法も重要な研究テーマであります。

「写真を写したい範囲にだけX線を照射する」その点を突き詰めて考えると、先天股脱の検診では、骨の輪郭が見えるだけでも役に立つのでありますから、X線検査ももっと極端に走って、骨の辺縁だけにX線を照射しての「一筆書きのX線写真」という新しい概念に到達します。

画面全体に絵の具を塗らなければ済まない油絵と、必要なところにだけ筆を走らせる一筆書き。一筆書きが実現すれば、さらに少ないX線量で検査が可能になるはずですし、その上、コンピュータによる自動診断への道も開けることでしょう。

## ガラスバッジ測定センター見学のご案内

弊社測定センターは平成12年7月に開設されてから、まる4年を迎えます。この間、センター見学のためにご来訪いただきました事業所の数は30ヵ所を超えました。測定センターのGAS（Glass badge Automatic Service）システムについてはFBNews誌No.294、295でご紹介しております。実際にセンターを見学される場合、その内容は

- 1) センター概要（ビデオによる）
- 2) GASラインの見学
  - ・ 受付・センサ分別ライン
  - ・ 計測・報告ライン
  - ・ アニル・プレドーズ計測ライン
  - ・ モニタ組み立て・発送ライン
- 3) 質疑応答

の順番で行っています。また、当センターに隣接して、放射線標準を供給している大洗研究所がありますが、ここで保有している放射線校正施設・設備についても併せて見学していただいています。

この場合、見学できる対象施設・設備は

- ・ 中硬X線・低レベル線照射室
- ・ 線照射室（高レベル）
- ・ 2線照射装置
- ・ 線照射装置
- ・ 中性子照射装置

などです。約2時間のコースでご案内しています。皆様が普段ご使用されているガラスバッジがどのように発送、受付、測定されているのかについてご理解いただけます。見学をご希望の際には、最寄の営業所にお申し込みください。測定センター・スタッフ一同、心よりお待ち申し上げます。



測定センター



大洗研究所

## 休憩室

## 耐用年数100年 - 人間という構造体 -

人間は細胞組織の集合体である。人体を建築構造物に例えると、からだの組織体系はおおむね以下のように考えることができよう。

皮膚は優れた外装で、筋肉はさしずめ構造壁であろうか。骨は柱や梁の役目も勤めて、からだという家屋が出来上がる。神経系は、時速320kmのパルスを伝達する通信隊、エネルギーの供給や維持は消化器系の担当で、通気口、酸素供給などは呼吸器系が担い、循環系は輸送隊である。循環系の中央センターは、体重の1/200(約300g)ほどの心臓で、1心拍動で60mlほどの血液を血管へ送り出す。この量は1日に換算すると6.2トンとなり、一生涯に心臓が送り出す血液の量は約10万トンにも及ぶ。下水道、環境整備センターは、腎を主要部とした泌尿器系の役目であり、ここでは1日150ℓ(石油缶8本以上)からの血液の清浄化作業を行って、内部環境の保全に努めている。内分泌系はホルモンという調整員を派遣している。そして、何といってもからだの総司令本部は脳!

このように、さまざまな役割をそれぞれに果たしている細胞たちのほとんどは、自分とまったく同一の細胞をつくり出せる完璧な設計図を持っていて、独自の寿命で世代を交替していく。もしも、細胞たちがこの分裂・増殖能を永遠に持ち続けることができたとしたら、人の命の灯火も永遠に消えることはないことになるが、残念ながらそうはいかない。人の細胞の補充・補修能には限りがあるし、また心筋や脳神経細胞のように、人間の生涯を通じて減っていくだけで、まったく細胞の補充をしないものもあり、それゆえに人は老いる。老人の病気の回復が遅いのもそのためである。

現代は「人生百年」の時代とか、ソルジェニーツインの書いた「ガン病棟」という小説の中に、人間の寿命100歳について、彼独特の皮肉な風刺で書かれている文章がある。

(「ガン病棟」新潮文庫、上巻40~41頁より)  
ガン病棟の病室でガン患者同志が暇つぶしの馬鹿ばなしをしている。

「人間が百年も生きて何になる。そんな必要はないんだ。それはこういわけなのさ、昔、そう、アラーの神が寿命を分配したとき、ありとあらゆる動物は五十年ずつの寿命をもらった。ところが、人間はいちばん最後に行ったので、アラーの手元にはもう二十五年しかが残っていなかった」

「二十五ルーブル紙幣の二十五だね」

「そういうことだ。で、足りないといって人間は腹を立てた。アラーの神は、それで十分だと言い、人間は足りない!!と言う。そこでアラーの神は言った。それじゃ自分で都合しておいで、だれか余分の寿命を分けてくれるかもしれない。」

人間は出掛けて行って、まず馬に逢った。「あのね、寿命が足りないんだ、少し分けてくれないか」

「ああ、いいよ、二十五年だけお取り。」

その先で犬に出逢った。「ねえ、犬くん、寿命を分けてくれないか」「いいとも、二十五年だけお取り。」

その次は猿に逢った、猿からも二十五年だけもらった。

で、アラーの神のところへ帰ると、神はこう言った。「いやはや、自分で決めたことだ、仕方があるまい、お前は最初の二十五年間、人間として生きる。次の二十五年間は馬のように働く、その次の二十五年間は犬のように吠える。そのあと、さらに、二十五年間、猿のように唾われる。」……」

われわれ人間の脳細胞の寿命が約100年といわれていることを、ソルジェニーツインは知っていたかどうか。いずれにしても、壮年期まで馬車馬のように働くことはさておいて、50歳を過ぎて、愚痴や文句や、いらざるお説教を犬並みにほえたてることもなく、さらに歳を重ねては、猿まねよろしく過去の栄光のみに浸って、一つことを繰り返すほど耄碌して人々の失笑をかうこともなく、人生を勤めあげたいもの、俗に「五十・六十、鼻たれ小僧、七十・八十働き盛り、九十になってお迎えが来たら、百まで待ってと追い返せ」という言葉もある。たとえ犬や猿にももらった50年でも、人間らしく使いたいものである。人間百年、折り返し点を過ぎてからが、真の頑張りどころなのかもしれない。(健康子)

## 放射線測定器の変遷( )



大島 俊則\*

### 発電用原子炉時代

原子力時代の最終目標である核燃料サイクルによるエネルギー（電力）供給の第一段階としての原子力発電が始まり、本格的に原子力発電による電力の供給が電力各社によって開始されました。さらに主要電力源として確立するために最大限の投資を行い、着々と発電炉の増設を行っていった時代です。

下記に、電力各社が原子力発電所の第1号機の営業運転を始めた年代を列挙しました。

- 昭和41年( 1966 )原電 東海発電所
- 昭和42年( 1967 ) 動力炉・核燃料開発事業団  
発足)
- 昭和45年( 1970 )原電 敦賀発電所  
関西電力 美浜発電所1号機
- 昭和46年( 1971 )東京電力 福島発電所1号機
- 昭和49年( 1974 )中国電力 島根発電所
- 昭和50年( 1975 )九州電力 玄海発電所1号機
- 昭和51年( 1976 )中部電力 浜岡発電所1号機
- 昭和52年( 1977 ) 動燃 東海再処理施設 運転  
開始)
- 四国電力 伊方発電所1号機
- 昭和54年( 1979 ) 米スリーマイル島TMI原  
発2号機 事故発生)
- 昭和61年( 1986 ) ソ連チェルノブイル原子  
力発電所 事故発生)
- 平成1年( 1989 )北海道電力 泊発電所1号機

多くの研究用原子炉や原子力関連研究施設が順調に成果を上げていきました。昭和38年( 1963 )には日本原子力研究所( 原研 )で動力試

験炉( JPDR )が臨界に達し、わが国で初めて原子力による発電を行いました。商業用原子力発電炉は、3年後に商業用発電実績が豊富な英国より導入し、営業運転に入りました。初期の発電炉での放射線管理に用いた機器は、既に多くの研究用原子炉等で使用されて実績のある各種モニター機器と同じものを設置し、運用していました。しかし、研究用と発電用の原子炉ではその目的から炉自体が全く異なるため、放射線安全管理に対する現場での対応は、研究用原子力炉とは質、量ともに異なる管理体制や管理用機器の必要性が感じられるようになりました。そのための放射線管理用モニター機器やその管理システムの開発に電力各社が大きく力を入れた時代でした。

放射線管理の面で研究用原子炉と大きく異なる主な点は、

- 1) 熱出力そのものでの発電ですので、極端に大規模な原子炉であること。そのために、原子炉建屋内では大量の被ばくが生じる場所が多く存在し、また、中性子での放射化による放射性生成物による汚染物質も大変多い。(特に初期の炉で)
- 2) 作業者の数が非常に多いこと。これは、炉の運転には技術的な面から炉製造メーカーによる運転、保守のサポートが不可欠であり、通常運転時でも多くの外部作業者が炉建屋内に入退出するからです。また、定期点検やトラブル発生時にはさらに多数の外部作業者が参加するため、

\*OHSHIMA Toshinori 元アロカ(株)専務取締役

この人達の個人被ばく管理と入退出時汚染検査での効率的な運用が必要になる。

- 3) 周辺環境への配慮が重要になったこと。  
これは、外部への放射性ガスの放出量が多くなり、周辺自治体からの安全性監視の要求が強まったことと、アメリカでの原子力発電所の設計指針で周辺での年間線量値が出されたことによります。

原子力発電が始まってから、電力各社は原子力発電所に適合した放射線管理用機器の開発に力を入れ、今日までその努力が続いているため、わが国の原子力発電所は、世界で最も厳しい管理用検査体制の整った、管理システムの完備した施設になりました。

その中でも原子力発電所特有の管理上の機器として大きな進化を遂げたモニター機器は数多くありますが、非常に特徴的で、大きく進化した装置を二つ紹介します。

その一つは、放射線管理区域への入退出時の作業者の表面汚染を検査する装置で、初期の段階ではそれまでの放射線施設の入退出の時に使用していたハンド・フット・クロス(手・足・衣)モニターと同様のものを使いましたが、作業者の多い原子力発電所ではどうしても勤務の初めと終りには大混雑になりました。その中でも最もボトルネックとなった点は衣服の汚染検査で、手・足が自動検査できるのに対して、衣服(体の表面)は作業者自身で検出器を手を持って体の全体表面をスキャンして検査するため、個人差が大きく、丁寧さと所要時間との関係を合理的に決めることが困難でありました。この状況を一挙に解決した機器に、体表面モニターがあります。

昭和50年頃に建設されていた原子力発電所は、それまでの経験から、これらの問題を合理的に解決して不便さを解消しようとしてきました。入退出時の諸問題を一挙に解決するために、電力会社と機器メーカーが共同で研究し、試作を行って実用化しました。

この方式を全面的に取り入れた原子力発電所(浜岡1号機)が誕生しました。(昭和51年に営業運転開始)これは、多数(約60本)の50mm直径の端窓型GM管を体の全表面に配

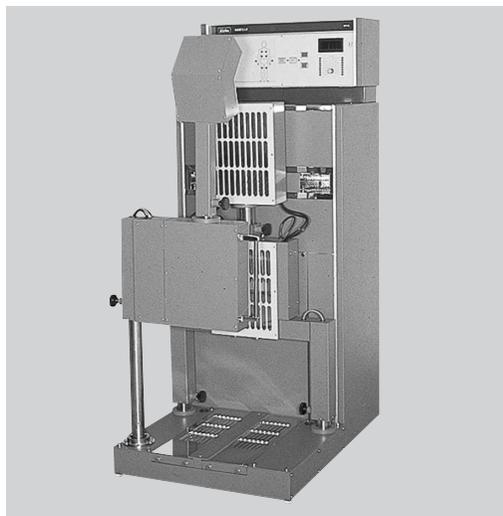


写真1 体表面モニター1号機

置し、手・足と同時に体全体の汚染検査を自動で行う全身型体表面モニターで、その後の人の汚染検査装置にさきがけとなる画期的なものでした。

その後改良が進み、大面積の検出器を使用したものになり、さらにその検出器もGM管からガスフローカウンター方式、次いでプラスチック・シンチレーター方式へと進化し、現在に至っています。

二つ目は、原子力発電所の建設が進むと共に高性能化が進んだ機器である、屋外放射線監視装置(モニタリングポスト、ステーション)があります。同様のシステムは、既に日本原子力研究所周辺の放射線監視のため、東海村の中に設置されていました。原子力発電所の周辺でも発電所自体で設置していましたが、アメリカでの原子力発電所設計目標として発電所サイト境界線で年間5 mR以下にすべきとの指針が出たことにより、国や周辺自治体がこれを監視する装置を自身で設置しようとのことになりました。この数値は、単純に1年間の均等な線量率に換算すると、自然放射線の一桁下のレベルまで測定可能な性能を持った装置が必要となります。

もちろん、当時既に自然放射線をこのレベルまで測定できる装置はありましたが、それらは放射線監視のためのものでなく、自然放

射線や宇宙線の研究のための観測装置で、比較的短期間、人がお守りをしながら固定点または車で移動しながら測定するものがほとんどでした。これを1年間無人で連続測定・記録し、住民にその数値を公開するような経験はありませんでした。また、原子力発電は既に営業運転に入っていましたので、十分な研究や実証試験を行うこともできませんでしたから、一般放射線測定型で高感度な装置を使用することになりました。

最初に設置したのは福島県で、当時としては大型のNaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて、電子平衡式の工業用レコーダーで記録しました。周辺になにもない設置場所で測定・記録しなければなりませんでした。そのため、これらの検出器、測定装置、記録装置は建屋に納める事ができず、防水カバーで覆った程度で測定を開始しました。そのため、装置内の温度は外部周辺の日変化や季節変化によって直接大きく影響を受けるので、微妙な計測方式は使用できず、各種の放射線に対する特性の中でも最も安定度と高感度に重点をおく方式としました。その方式は、検出器に入った放射線信号をすべて計数する(プラトー領域での測定)もので、劣悪な環境の中で大変安定して動作し、風向きによる原子力発電所排気塔からの放出や、雨水、そして防水カバーの汚れによる計数率アップまで、自然放射線の変化を良くとらえることができました。皮肉にも、放射線測定装置そのものより、工業計器としての実績の多い記録計の方に温度等の環境による故障が多く、また、メンテナンスも大変手間が掛かり、苦労しながら維持していました。前述した原子力発電所の管理用機器に大幅改良が加えられた時期に、これらのモニタリング・ポストも大きく改良が加えられました。その改良の目玉となったものは、シンチレーション検出器の基本特性(全計数方式の時)であるガンマ( $\gamma$ )線に対する感度は大変良いのですが線質依存性(エネルギー依存性)が大きく、レントゲン単位の線量換算には誤差が大きくなる欠点を改良することでした。このシンチレーション検



写真2 モニタリング・ステーションの全景

出器はエネルギー情報を持った出力信号を持っているので、これで電気的信号処理をして線質特性を良くする方式が研究され、各種の方式が実用化され始めていました。その中でも原研で開発されたDBM方式が注目され、既にモニタリング・カーに積載されて実績もあり、この方式が採用されました。これは、それまでの測定回路にこのエネルギー平坦化回路を追加するだけで改善できることと、リアルタイム処理ができるという大きな利点があったためです。このように、この方式は放射線線量の測定精度を上げることに大変な貢献をしましたが、シンチレーション検出器の出力パルスの波高アナログ情報を使用するので、物理的、電気的な環境の影響を受け易く、長時間安定に働かせるにはシステム全体に環境の向上が必要となり、過酷な気象条件に対応するために本格的な空調設備を備えた設置建屋が必要になりました。

この後、屋外放射線監視装置はアメリカのTMI原子力発電所の事故でさらにシステムの増強を図られましたが、次々回の章で詳しく述べることにします。

この他にも、原子力発電所の発展と共に飛躍的に性能向上した放射線管理用機器は、個人用や物品搬出用や定期点検時用と数多くの機器やシステムが開発され、現場で活躍しました。

## インタビュー



# 東北大学名誉教授 秋葉健一氏に聞く

### 放射線安全管理功労者賞を受賞して

今回、放射線安全管理功労者賞を受賞なさいましたが、ご感想をお聞かせ頂きたいと思います。

秋葉 推薦者からお聞きした話では、この賞は放射線安全に携わった人たちに報いるため、というのが推薦の指針のひとつ、とのことでした。私自身は、皆さんのご協力で長年主任者を務めてきましたが、定年で現役を終えた身であり、推薦は遠慮したいと申し上げました。その話は伺ったけれども、推薦するかどうかは任せてくれ、と言われました。そうしましたら、このような受賞という結果になり本当に恐縮しております。

先生のご功績、経歴等で実績が評価され、受賞されたものと存じます。

秋葉 放射線や原子力というのは、一旦何かあるとすぐ問題になるので、とにかく、トラブルを起こしてはいけないと思っていました。そのことがいつも心にありましたね。大きなトラブルがなく、ともかく職務を務め上げ、私としてはほっとしています。

主任者は何年お務めになられましたか。

秋葉 そうですね、私が免状をもらったのはかなり古く、昭和38年です。後に首相を勤められたあの佐藤栄作さんが科学技術庁長官の時代です。主任者としては40年ぐらいいになります。私が最初にいた事業所は、昭和43年まで仙台市内南の長町小学校の隣りにありました。その後、現在の片平地区への研究所の移転に伴いIRI施設が新設され、現在に至っております。この間、一時期を除いて、主任者の業務を兼務してきました。

先生はこれまで、安全というところで一番ご苦労なされたのではないかと、と思いますが。

秋葉 我々が扱う量では、注意して扱えば、こぼしたり、体内に入ったりでもない限り、汚染とか被ばくなどの実質的な安全に対する不安はありません。ただ、放射線の取り扱いの場合は細かく記録し、安全を確認しなければなりません。

施設管理の上でもご苦労されたことがいろいろとおありになったのではないかと、と思いますが。

秋葉 一番大変と思ったのは、3年前に、素材工学研究所、反応化学研究所および科学計測研究所が統合して多元物質科学研究所となった時です。RI施設があるのは素材工学研と反応研の二つです。それで、どのような手続きをしたら良いか、と当時の科技厅放射線安全課に問い合わせました。そうしたら、現在の施設を廃止して、統合後の研究所の施設として新設だと言うのです。研究所の統合の話をしているけど、正式に発足するのは次の4月ですし、廃止と言っても、いったん廃止してしまったら空白が生じます。新設の申請もこれまた難しい。さらに、当時、他のことで変更申請中でもあり、その審査をしてもらわなければなりません。本当に困りました。あの時は、障害防止法の改正や、省庁再編成もありました。それで、その当時学内の委員長をされていた中村尚司先生にもご相談しました。私たちは、放射線安全課長とお会いして、施設の現状等を説明し、名称変更していただきたいという話をしました。それで、しばらくしてから「名称変更で結構です」となりました。これには助かりましたね。そうでなければ、にっちもさっちもきませんでした。今になって考えると、お役所の方でも、組織が変更する度に廃止、新設というのでは、おそらくその対応も大変であると思います。

主任者部会でも、いろんな活動をされたことと思いますが。

秋葉 仙台で主任者部会年次大会がありました。その時は中村先生が東北支部長でした。それまでは大会にも参加したことはありませんでしたが、地元での開催でもあり、初めての参加でした。その時、東北支部委員の間で、次は秋葉を東北支部長にする、みたいなことだったようです。そんなことで、支部のお手伝いをする事になり、皆さんと放射線展、セミナー、講習会など、いろんな催しを行いました。

RI管理面でご苦労なされたことはどんなことですか。

秋葉 やはり廃棄物ですね。RI協会で引き取って

頂けるものは問題ありませんが、アルファ廃棄物や核燃料廃棄物は困ります。日本でも将来、どこかで何らかの処理・処分ができる見通しがあればいいのですけれども、現在はありません。その点が、やはり心残りですね。管理面では、トレーサーレベルでRIを使うことでは、大量の被ばくはありません。あるとすれば、コンタミとか操作を誤って失敗するなどです。最近、空中濃度を測定することになっていますが、実質的には検出されるほどの量ではないのです。法律にしたがって、事実上測定器の最小検出限界より何ヶタも下のレベルを測ることは、現実にはかなり困難なことです。被ばく管理の場合にはガラスバッジのようなシステムがありますから、それで済みますが、日常の空気中放射性物質を測りなさい、といわれても手間と費用をかけて測れないことはないけれども、ちょっと不合理なことですね。ご承知のように大学の場合一方で利用者でありながら、兼務として管理者の場合が多いと思います。管理のための大きな負担は利用の制約にもなり苦しいところです。

大学の放射線利用について、何か力を入れていることはありますか。

秋葉 うちの大学は、サイクロトロンラジオアイソトープセンターなどがありますが、そこでは共同利用が基本で、学内・外の研究者に非常に広く利用されています。逆に、学部や研究所での利用というのは、どっちかというユーザーまかせです。利用に際し、承認された核種以外の使用には、変更申請など煩わしいところがあります。ずっと問題だと思っていたのは、許認可に非常に時間がかかり過ぎることです。こういうふうに使いたい、といった場合、3ヵ月ぐらいで使えるようにならないと使用者が困ります。ところが、今、変更申請を出しても、半年で使えるようになるなら良い方です。自動車だって大型免許や普通免許があれば、それ以下のものは自由に運転できます。ある程度の場合、たとえば明かにショートライフで汚染が無視できる場合、代表的な核種について許可されていれば、それ以外の核種もある程度自由に使えるというふうになれば、おそらく、利用の発展になると思います。それに対して、規制がきつくなると、よほど「RIでなければできない」という場合しか使わなくなります。

医療界のPETの廃棄物については、ある程度以下のレベルの廃棄物は捨てても良い、ということになりましたから、段々そういう方向に行くのかも知れません。

秋葉 医療関係の場合は、量が非常に多いし、規制緩和の影響は大きいでしょう。その一方で、原子力発電に関しては、半減期が長いために低レベルの廃棄物については埋設が行われています。

RI・放射線の規制は、全体から見れば必ずしも合理的とはいえないですね。RI・放射線というのは、ある意味では特殊なものというふうな考え方です。特殊ゆえに、なぜ原子力やRI・放射線の扱いは面倒くさいのか、さらには費用がかかるとかよく言われます。これからは世の中にも、利用者にも、一般的な尺度で理解されるようにしていかないといけない、と思っています。ですから、放射線だからといって、やたらに厳しくとか、やたらに面倒くさくということではなくて、他の人にも理解してもらえる程度の規制が大切ですね。そういうことで安全確保を図り、利用の広がりを期待したいと思います。

現在はどのようなことをなさっていますか。

秋葉 私は今、フリーなのですが、放射線安全関連の研究を少しだけお手伝いしています。高レベル放射性廃棄物は将来地層処理をします。それと関連して、資金管理と技術的な調査活動が行なわれています。その中には日本とロシアでの地層処分するための基礎研究があります。そのプロジェクトに少し関係しています。他に、青森県に原子燃料サイクル施設や東北電力の発電所ができましたが、青森県の環境放射能評価の委員を長くやっていますので、定期的な会合や原子燃料サイクルに関連することからをしています。また、仕事とは関係ないのですが、道楽で、前から写真とか山登りをやっています。だから、つい最近もネパールとチベットに行き、ヒマラヤを眺めてきました。そんなふうにして四季を通して野山を歩いたり、写真を撮ったりしています。貴社のホームページにきれいな写真が載ってる、と思って拝見しています。

大変貴重なお話をありがとうございます。

## 謝 辞

海外旅行から帰国されてまだ間もないお忙しい中、快くインタビューに応じてくださいました秋葉先生に、厚くお礼を申し上げます。平成16年5月18日に宮本と仙台営業所の畑崎所長が取材させていただきました。

- . . . . プロフィール . . . . .

昭和14年 福島県生まれ。昭和37年 福島大学学芸学部卒業、工学博士  
昭和37年 東北大学選考製錬研究所文部技官、助手、講師を経て、昭和54年 助教授、昭和59年 教授、平成4年 改組により素材工学研究所、および平成13年 統合により多元物質科学研究所に配置換え、平成15年3月 定年により退職、東北大学名誉教授

## 学会感想記

2004国際医用画像総合展に出展して

桜の開花は例年よりずいぶん早かったのですが、花冷えの影響で2004日本医学放射線学会、日本医療放射線技術学会開催時にも、まだ横浜で桜を見ることができました。今年は“みなとみらい線”の開通もあり、横浜へのアクセスもずいぶん便利になりました。学会に並設して行われる国際医用画像総合展のブース作りは3日前から始まります。企画からとなると約半年間のロングランになります。それを考えると、各学会長ならびに準備をされる諸先生方はたいへんな労力をお使いになられていると思います。このたびの学会ご成功おめでとうございました。

展示会ではすっかり定着した?緑のサイントワーに引き寄せられて、弊社ブースにお越しいただいた方は3日間で約500名になりました。本誌をお読みの皆様の中にもお立ち寄りいただいた方がたくさんいらっしゃると思います。改めて御礼申し上げます。今年のテクニカルブースはいかがでしたか?

来場者のアンケート結果約250数をもとに、出展製品をいくつか振り返ってみましょう。

< ご要望、ご質問が多かった製品 >

No. 1 ガラス線量計小型素子システム  
「Dose Ace(ドーズエース)」



お問い合わせお待ちしております



光り輝くサイントワー

No. 2 前立腺用線源永久刺入治療支援システム  
「FIRST(ファースト)」

FIRSTにおいては、治療システムの中のひとつである前立腺密封小線源治療計画システム「SPOT PRO」のみの販売となりますが、前立腺癌は近年増加傾向にあるため、その治療方法も注目されています。皆様、スタッフの話を熱心に聞いてくださり、またそれに対するご質問や貴重なご意見も頂戴いたしました。

< 話題になった製品 >

No. 1 クリニカルPET受診者用遮へい椅子  
「RAGUARD(ラガード)」  
No. 2 定位放射線治療システム  
「サイバーナイフ」

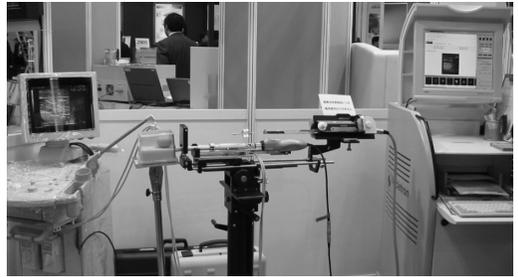
どちらも、新規取扱商品です。ラガードは、本誌のテクニカルコーナーでもご紹介しています。ご興味のある方は、ぜひ2003年12月号をご覧ください。また「サイバーナイフ」も、いずれ本誌でご紹介できることと思います。

お客様とスタッフがお話しているのを聞いておられますと、QAへの関心が高まっていることが伺われます。放射線治療の精度を高めることは患者様を救うこと、守ることへと繋がります。また、モニタリングサービスは皆様をお守りしていると自負しています。

展示会でいただいたご意見は、ご来場者は

もちろん、お越しいただけなかったすべての方の意見と受け止め、私達はこれらひとつひとつに誠意を持って対応したいと思っております。展示会はたくさんのお客様の声を一度に聞くことのできる絶好の場です。今後もより良い製品をお届けするために、常に耳を傾け、目で確かめ、最善の方法でいち早く反映させていきたいと思っております。

展示会場から桜木町駅へ続く並木道には、数年前の展示会の時にはまだ‘さくら’とはほど遠かった細い枝に、たくさんの花が咲いていました。これらは数年後には立派な幹になり枝になり、たくさんの花をつけて桜並木の名所になっているかもしれません。私達も「放射線の



話題の前立腺癌治療機器(薬事未承認)

安全利用」という願いを基幹に、線量計測・アイントーブ・原子力・医療機器の枝が花を咲かせ、それぞれの分野でお客様にとっての名所となれるよう、今後も努力をまいります。来年も横浜でお会いしましょう！

(医療機器事業部 丸山百合子)



お知らせ

平成16年度文部科学省委託事業  
 「放射線障害防止等に関する知識の普及活動」  
 - 体験型講習会の受講者募集案内 -

1. 目的 原子力施設における放射線管理、放射線を使った実験等をその場で体験することにより、放射線障害の防止に関する取り組みについて理解し、放射線の基礎知識及び身体への影響に関する知識を得る。
2. 開催日時 平成16年7月23日(金)9:00~17:00
3. 開催場所 近畿大学原子力研究所  
 〒577-8502 大阪府東大阪市小若江3-4-1  
 最寄り駅 近鉄大阪線 長瀬駅下車徒歩10分
4. 講習内容 講習(放射線の基礎知識、放射線の身体影響)  
 体験学習(放射線測定、放射線を使った実験等)
5. 定員 15名(できるだけ多くの方々に受講して頂きたいところですが、設備等の都合上、定員制とさせていただきます。)
6. 受講料 無料
7. 申し込みの問い合わせ  
 〒112-8604 東京都文京区白山5-1-3-101 東京富山会館ビル4F  
 (財)原子力安全技術センター 企画部  
 電話:03-3814-7482 Fax:03-3814-4617 e-mail:info@nucmext.jp  
 【担当】松戸、山田

( )本講習会は、文部科学省の委託事業として、(財)原子力安全技術センターが実施するものです。

[http://www.nucmext.jp/news/others/20040601\\_01.html](http://www.nucmext.jp/news/others/20040601_01.html)  
 (トップページは<http://www.nucmext.jp/>です。)

サービス部門からのお知らせ

## 個人線量管理票のお届けについて

四半期および年度の『個人線量管理票』は、それぞれ当該四半期および年度の測定がすべて終わった時点で作成し、報告書と共にお届けしております。

この度、平成15年度『個人線量管理票』が未出力の方を対象に、測定の終わっていないご使用期間について「未測定」と表示して、『個人線量管理票』を作成し、送付させていただきます。この平成15年度『個人線量管理票』のご送付は7月中旬になる予定です。なお、年度途中から追加されたご使用者の場合、追加される以前の未使用期間（例えば7月から追加された場合、4月から6月）に対して「未測定」と表示される場合がありますので、ご了承お願い申し上げます。



## 編集後記

朝から雷鳴轟き、窓を激しくたたく雨、今年の梅雨入りの幕開けでした。ところが、編集後記の筆を進めている今、大洗の地は既に三日続きの曇りひとつ無い爽やかな朝を迎え、TVの予報もこの陽気は今暫らく続きそうとのこと。皆様の地では如何でしょうか、今年の梅雨は空梅雨はたまた集中豪雨か、いずれにしても災害のニュース等を聞かずに済めばと思うばかりです。

5月23日からスペインのマドリッドでIRPA-11が開催されましたが、ここでも初日から雷交じりの雷雨となり、わずかでも傾斜のある道では雨水が川のように流れ、帰宅を急ぐ紳士淑女等がバス待ちの停留所で止まり木よろしくベンチの上に立ちつくす等、学会の前半は雨模様の日々でした。この天候も手伝ってか？、1,000名を超える参加者の集まる会場には、いつもの国際学会よりも人が溢れているように感じたのは私だけでしょうか

(笑)。

日本からも多くの方が参加され、参加者リストによるとその数は開催国スペイン、フランスに次ぐ三番目の一大集団となりました。ただ、残念なことに学会プログラムを見ますとinvitedやchair等としての貢献度がまだまだ低く、これだけ積極的に参加しているのにと、日本人として少し寂しい気持ちになったのも事実です。

7月号では、「食品照射の必要性和安全性」と題し、財団法人体質研究会の武田篤彦先生に執筆いただきました。我が国における食品照射の実施状況は、諸外国に比べてやや立ち遅れの感がありますが、食品照射の分野を理解する上で大変参考となる記事を紹介させていただきます。加えて、連載中である館野、大島両先生の記事は、いよいよ華僑で皆様の興味は尽きないことと存じます。

(寿藤)

## FBNews No.331

発行日 / 平成16年7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

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

- 禁無断転載 - 定価400円(本体381円)