



Photo K. Fukuda

## Index

医療分野での放射線防護 X線の診断利用を中心に(私的感情を交えての総括)	館野 之男	1
〔休憩室〕		
ひかりといのち		5
放射線測定器の変遷 ~エピソード~	大島 俊則	6
〔ガラスバッジの正しい使用方法〕		
その1 コントロールの取扱い	岩井 淳	7
平成15年度一人平均年間被ばく実効線量ミリシーベルト	中村 尚司	8
放射線計測の歴史(昔話)(上)	村主 進	11
〔加藤和明の放射線一口講義〕		
放射線の強さ	加藤 和明	14
日本放射線安全管理学会第3回学術大会開催のご案内		15
平成15年度年齢・性別個人線量の実態		16
仙台営業所移転のご案内		19

# 医療分野での放射線防護 X線の診断利用を中心に (私的感情を交えての総括)



舘野 之男\*

## パピルスの医学

古代エジプトに"fire-drill"という外科手術があった。今ならメスで切開して排膿する処置に相当するものであろう。どういう症例に"fire-drill" 治療を行ったか? 紀元前2650年頃書かれたとされるエジプトの医書(注)に次のようにある。

症例39「男性、膨れあがった胸部腫瘍があり、腫瘍は膿をもち、赤くなり、熱くなっているとき、わたくしなら "fire-drill" で治療する」

一方、これとよく似た胸部腫瘍でありながら、何もしない方が良く書いてある症例もある。

症例45「男性、胸部に膨れあがった腫瘍があり、腫瘍は触ってみて非常に冷たく、患者に触っても熱がなく、肉芽もなく液体もないとき、何もしない」。

どちらも死病である。しかし"fire-drill" 治療が勧められているのは「膿をもち、赤くかつ熱い」腫瘍である。これなら治せたであろう。とはいえ代償は大きかったはずである。麻酔も消毒法も抗生物質もなかったこの時代、この治療を受けるのは辛いことであつたらうし、手術で死んだ人がいたかも知れない。

(注: エドウィン・スミス・パピルス。紀元前1600年ころの写本。Breasted, J.H( 1930 )

が2巻の本にまとめている。1巻はパピルスの復刻とそれをなぞって見やすくした図を収め、もう1巻は英語訳と解説である。野間科学医学研究資料館蔵 - 現在は国際日本文化研究センター - に移った)。

## 放射線を医療に使う論理

他人の体に"fire-drill" を当てるといった行為は古代エジプトでも日常生活では禁止されていたに違いない。しかし医療行為として、一定条件の下で行う分には咎められない。その条件を一般化していえば「ある程度の害を容認すれば、その処置によってもっと大きな益が手に入ると判断された」場合、とでもいえようか。どういう症例なら益があると判断できるのか、その事例のひとつがこれである。

放射線も原理的には同じ論理で医療に使われる。

益と害の比較という形式は放射線防護でも1977年勧告の正当化で取り入れられた。

しかし、こうした判断は、誰の立場で行うか、また何を益、何を害とみなすかで変わる。医療の場合は、パピルスの2つの事例の扱い方にみられるように、益も害も「患者本人の健康」を考えて判断する。

放射線が医療に使われるようになった20世紀では(多数の主張が渦巻いており、現実にはさらに多様であることを承知している

\* TATENOU Yukio 放射線医学総合研究所 名誉研究員

が、それを強引に括ってみれば「患者の立場に立って医学的に判断する」というやり方が主流であったといえよう。

### 患者の自己決定権の尊重と医学的判断

さらに1980年頃を境に「重要な決定は患者自身が判断する。患者が判断に必要な情報を利用できるよう、informed consent を重視する」というやり方が広まった。そして、患者の判断がいわゆる「医学的判断」とは違って、それどころか他人の目には「愚行」と思われる判断ですら、尊重される（自己決定権の尊重）。

そうした患者の判断は、患者個人の信条で決まるが、患者自身が自分の五感で感じ取る益とか害の感覚にも大きく影響される。

"fire-drill" 治療は、当時のエジプトでは、その成功、失敗を医師も患者も身近なものとして見聞きしているであろうから、判断のくい違いはそれほど大きくなかったであろう。

しかし放射線は(治療の時とはかく診断では)患者自身が自分の五感で確かめられる害は出てこない。当事者である医師技師が確かめられる害も出てこない。それでも「放射線には害がある」とされているから、一部の患者は空想を膨らませて自分の感覚で感じ取れる害を考える。パニックの始まりである。

### 妥当な判断をするためのデータ

それにしても必要なのは、放射線検査の益及び害に関して科学的な議論に耐えるデータである。それは何で、またどうやって集めるか。

害を念頭に置きながらある技術を使う時、普通、次のようなやり方をする。

1 害がないか、あるとしてもそれが我慢できる範囲で使う。これは「放射線障害にしきい値あり」あるいは「擬似的なしきい

値あり」論と連動している。

2 害があってもそれを上回る益がある範囲で使う。これは1950年代以降続いている「放射線障害にしきい値なし」論に連動する議論である。

1のやり方で必要なのはしきい値を決めること、2のやり方では益と害を比較できるデータがいる。

筆者はここ40年近く、2の立場に立って、放射線を使った癌検診を研究してきた。放射線の益と害を比較するには質の揃った大量のサンプルが必要だから、研究対象に検診を選んだことは、今にして思えば良い選択をしたといえるが、実際のところは自分の目の前にでてきた問題を何とか解決しようとして始めたものである。

### 胃癌X線検診

かつての日本では、癌といえば胃癌であった。癌死亡のうち、男では30-40%、女でも20-30%を占め、死亡率で較べるとアメリカより男女とも約8倍多い。

1950年代、それに立ち向かった人達は、種々な手段を模索したが、一番効果を上げたのが早期発見・早期手術のコンビネーションである。早期発見では、X線二重造影法、消化管専用のX線テレビ、X線間接撮影法を用いた胃癌検診、胃カメラといった技術、仕組みを開発・展開し、それまで不治であった胃癌が治せる時代を作ってきた。

胃癌検診に間接撮影法を用いる研究を始めたのは、九州大学放射線科が最初である(1953)。1960年には東北大学山形内科が間接装置を車に積んで巡回検診を始めた。胸部と違って胃は、間接、直接を問わずバリウムの使い方が決め手であるから、それには千葉大学の白壁・市川グループが開発した二重造影法が貢献した。その頃から普及に加速がついて、1966年には県レベルでの検診が始まろうとしていた。

筆者が放射線医学の修行を始めたのは1960年。市川先生に胃のX線診断の手ほどきを受けた筆者は、この流れに片足を浸けたくらいの位置にいた。

## 医療被ばくの調査

この時代はまた医療放射線による患者の生殖腺被ばくが大問題であった。それを憂慮した国連科学委員会は第2回会議(1956年10月22日-11月2日)の際「X線などの診療応用について学界へ望む」と題した要請文を出した。

これを受けて、日本では1957年に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)が発足した。その成果は1960年の日本医学放射線学会に中間報告され、最終結果は国連科学委員会1962年報告書に載っている。

1962年には引き続いて宮川先生を班長に総合研究班が成立し、今度は骨髓線量がテーマになった。

筆者が学んだ千葉大学放射線科の筧弘毅教授はピキニで被ばくした「第五福竜丸」の船内の放射線強度を測ったことでその道ではよく知られていた方であり、宮川班の班員であった。筧先生の下働きとして筆者は何度も「宮川班」というのに出席した。

## 「胃X線集団検診の忘れられた問題点」

2種類の経験が重なったことで筆者は胃X線検診を健全に進めるには、リスクとベネフィットを比較する必要があると思った。しかし文献があるわけではないから、自分でやるしかない。そして書いた論文が「胃X線集団検診の忘れられた問題点 - 放射線障害への配慮」(医学のあゆみ57(8):532-534, 1966年5月21日発行)である。

この論文は、放射線の害を当時の常識にしたがって考えた上で、益と害を較べ「胃X

線集団検診は若年者に行えば、益よりも害の方が大きい場合が生ずる。胃集検が全国的規模に拡大されようとしている現在、早急に年令の制限を明示する必要がある」として40歳以上に限ることを提案した。

この論文を見て取材に来た朝日新聞は6月26日(日曜日)の「みんなの健康」欄に大きく採りあげた。

## 放射線の害の内容の変化に戸惑う

40年後の今日この論文を読むと、あちらこちらに見える無知と誤解に顔が赤くなるが、それと同時に戸惑いを感じるのは、議論している放射線障害の内容が今ではほとんど問題にならない種類のものであることである。結論はもっともらしいが、根腐れ草の議論であったことである。

この論文が問題にしたのは、1960年代の半ばの放射線防護が問題にしていた主要な影響である遺伝障害と、白血病の発生と、胎内被ばくによる奇形の発生の三つであった。

## 遺伝影響の影が薄くなる

遺伝影響は当時、放射線防護上の最大の課題と見なされていた。医療被ばくが問題にされたのも遺伝影響のためであった。しかしこれは1977年勧告で表舞台から引っ込んでしまい、その後ますます影が薄くなっている。筆者の1966年の論文を支える3本の柱の1本が腐ったのである。

しかしこの件は筆者が放射線防護一般を考えるのに重要な手掛かりとなった。これは患者自身の健康上の「益と害の比較」という話ではなく、患者のために患者以外の人背負い込むリスクである。この点を考えると、放射線防護は、放射線利用の益を享受する人、害を負担する人を分けて考える必要があると思われたのである。

## 白血病から固形がんへ

白血病は1910年代からポチポチ話題になっているが、1920年代以降「放射線を浴びると白血病になるぞ」といわれるほどになり、そして1953年、遺伝子 = DNA という新しい考え方が誕生すると、放射線発癌にも直線しきい値なし仮説が当てはまるはずということになった。

1957年、E. B. ルイスは、原爆被ばく者の寿命調査データを解析し、100rad以下にしきい値があるかも知れないという疑念を残しながらも、白血病で線量・効果関係に直線しきい値なし仮説が当てはまると主張した。

1958年のUNSCEAR報告書はルイス論文にも言及し、原爆生存者で線量・効果関係を議論するのはまだ時期尚早だとしている(UN58・167頁)。なお同じ報告書の中に「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)とされていた。

まもなく「100rad以上の線量を受けた後にこのような誘発がおこることは現在はっきりしているが、それ以下では悪性腫瘍は生じないというしきい線量が存在するかどうか不明である(中略)委員会、しきい値が存在しないという仮定、および、すべての線量には完全な加算性があるという仮定は正しくないかもしれないということは知っているが、このような仮定によって危険を過小評価することになるおそれはないことで満足している」(ICRP1965年勧告7項)。

これに関連するもうひとつの変化は、固形がんの方が白血病より重要だというものである。1966年の論文で主役として論じた白血病は、1977年には約2割、1990年には約1割の重みしか持たないとされた。

筆者の1966年の論文を支えた3本の柱のうち1本は細くなってしまったのである。

## 胎内被ばくによる奇形の発生

胎児に対する影響を懸念してICRP勧告が若い女性の下腹部を含むX線検査に10日ルールを取り入れたのは1962年である。

しかしこの憂慮は、この頃をピークにして徐々に薄れ、それと並行してこのルールも、70年代を通じて徐々にゆるめられ、1983年にはICRP自身「月経開始4週間以内の胎児の放射線リスクは特別の制限を必要としないほど小さいようである」(ワシントン声明)というまでになる。つまり、事実上の取り消しである。

その最大の理由は、奇形が発生する線量が、X線検査の線量に較べて案外に大きいことがわかってきたからである。奇形発生の最小線量として、1986年の国連科学委員会報告書は、受胎後1日は奇形の発生なし、14-18日250mGy、50日500mGyと報告した。普通のX線検査で胎児が浴びるのはせいぜい110mGy程度だから、慎重に考えても、10日規則をあてはめる必要のないことがはっきりしたのである。

筆者の1966年の論文を支えた3本の柱のうちもう1本は消失したのである。

## おわりに

筆者が癌検診を対象として1966年に行った放射線の害と益の評価は以上のような経過で根本が腐ってしまったが、1977年以降、放射線の害が発癌に収斂してきたこと、およびLNT仮説に立った放射線防護が続くらしいことを考えると、この方法による研究は、医療被ばくだけでなく、放射線防護一般の議論に有用な情報を提供できるはずである。

筆者たちもかなりやった積もりであるが(ここではその紹介はしないが)、この種の研究は視点を変えたいろいろな評価が重要と思われるので、大勢の方々が手がけてくださることを期待している。

## 休憩室

## ひかりといのち

昔、人々は、植物の成長に必要なものは土であると考えていた。だから、ある目方の植物を、一定量の土で育てれば、植物の目方が増えた分だけ、土の中の何かが使われるわけで、土の目方は減っているはずである。と考えて、これを実験した人がいる。1630年ごろ、ヨハン・ファン・ヘルモントという医者<sup>1</sup>が、次のような実験を行った。

「2キログラムのヤナギの木を、90キログラムの土に植え、水をやりながら5年間育てた。ヤナギは大きく生長し、74キログラムも目方が増えた。ところが、土壌は57グラムしか減っていなかった」のである。

彼は、この新発見から、植物の生長に必要なものは、土よ<sup>2</sup>むしろ水であることを提唱して、それまでの「土壌」依存のいわゆる「腐植土説」を覆したのである。

今日では、植物は、植物自身が周囲から吸収した水と二酸化炭素(炭酸ガス)によって、エネルギーに富んだ栄養物をつくり出して生長することは、だれもが知っていることである。そして、水と炭酸ガスの利用の過程に、植物の葉から吸収される太陽の光が、エネルギー源として重要な働きをするのに必須なものであることも十分に知っているのである。

我々の生命活動に必要なエネルギーは、食物から産生されるエネルギーを利用して<sup>3</sup>いる。その食物は、元をただせば、緑色植物細胞の中で太陽によってつくられる活発な糖の生産に依存している。たとえ肉を食べて自分は生きているのだと信じている人でも、その肉は、植物を食べた動物のものであり、生命のあらゆる活動は、直接あるいは間接的にすべて太陽からの力を得て行われているとい<sup>4</sup>って過言ではない。

太陽!この輝ける炎の塊<sup>5</sup>も、今はもう中年であるという。しかし、植物や動物の細胞の働きは、熟年にさしかかろうとしているこの黄色い星(太陽)が発散する巨大なエネルギーによって、いのちの糧を与えられ、殺生与奪の権をしっかりとにぎられている。

太陽の熱核融合反応によって放出されたエネ

ルギーは、太陽光線となって宇宙の四方へ放射され、このうち、地球に到着する量は、全体のわずかに20億分の1でしかないという。植物は、さらにその百分の1ほどの微量のエネルギーを補足して、確実に生命の営みを行っていくのである。

光合成の基本的な機能は、常に同じであるといわれている。それは、太陽から与えられたエネルギーを使い、簡単な原料化合物の元素を厳密な仕様書に従って、一段階ごとに組替え再編成して、だんだんと複雑な化合物に仕上げていき、最終的な物質としてグルコース(糖)を完成する。しかし、これらの各段階に登場する化学物質達は、それ自身では反応がきわめて緩慢で、生命を営む細胞達の要求にほとんど答えられない。ここで、細胞の中で化学反応を促進する酵素達の応援が必要となる。これらの酵素は、放っておけば数千年もかかるかもしれない合成反応を、わずか1分間で仕上げてしまうほど強力な触媒作用をもっているのである。もし、この酵素や、酵素の働きを助ける補酵素などがなかったとしたら、細胞は光のエネルギーをとらえて利用することはできず、したがって、生命は存在し得なかったことになる。

光合成は、電子的反応と化学的反応の二つが複雑にからみ合った過程をもつものの、この反応は驚くほど、効果的な働きでもあるのである。

地球上のあらゆる“いのち”は、光合成と呼吸という二つの奇跡ともいえる化学反応によってもたらされている。植物細胞は、土の中から水を、空気の中から炭酸ガスを採り込んで、わずかばかりの太陽エネルギーを用いて光合成により糖と酸素を作る。また、動植物の細胞は呼吸によりとも酸素を取り入れ、これを使って糖やその他の食物をエネルギーに変える。呼吸の副産物である水と二酸化炭素は、大気中に戻され、再び光合成に用いられる。

このいのちの循環ポンプは、太陽の下、動物と植物が共存している限り、果てしなく回転し続けるはずである。ひかりはいのちの根源である。

(健康子)

# 放射線測定器の変遷

～ エピローグ ～



大島 俊則\*

## 放射線管理用機器の歴史を振り返って

私は大学時代から会社をリタイアするまで放射線測定機器の製造に係わってきましたが、今考えると、放射性同位元素の利用と原子力開発が右肩上がりでも進展した時期に仕事ができ、大変恵まれ時代を過ごすことができました。放射線作業従事者や一般市民の安全のための各種放射線測定機器の開発・製品化は、国内の諸事情で、原子力先進国からの輸入品では要求を満たさない面が多く、本格的原子力時代になってからは自分達ですべてを考え出さねばなりません。しかし、その仕事は大変充実していて楽しくもありました。色々のご指導くださいました皆様に、この場をお借りして深くお礼を申し上げます。特に、現場の業務に携わる立場から地に着いたご意見を数多くいただいたことが実際に機器開発を行う上で大きな力となりました。それだけに、近年の原子力に対する信頼度が各種のトラブルや事故等により失墜していることは本当に残念で、その早い回復を心から願っています。

私の過ごしてきた時代と異なり、今日では各部門での分業・専門化が進み、与えられた作業を与えられた道具でマニュアル通りに行うことが重要視されるようになってきました。しかし、安全管理に関しては、

マニュアルでは対応しきれない、瞬時の判断が必要とされることも多く、それには個人の持つ知識と経験を活かした対応が必要になります。この能力の養成には、新しいシステムや訓練方法として、航空機のパイロットが行なっている瞬時判断の訓練等を取り入れるのも有効ではないかと思っています。

最後になりましたが、本誌にも関連する個人被ばく線量測定器に関して思いついたことに触れてみます。この測定器は大変長い歴史があり、私が会社に入った45年前に既にフィルムバッジ、ポケット線量計、ポケットチェンバー、による測定が実用化されていました。私が会社に入って初めての製品開発が電離箱式の個人線量警報計（アラームメーター）でもあり、常に関心を持っていた分野でした。また、後にシリコン・ピンダイオード検出器を用いた電子線量計（マイドーズミニ）を開発し、それまでのポケット線量計に比べて格段の耐振動性と読み取り易さに優れたものができ、アメリカの保健物理学会での展示で反響を呼びました。その後、現在まで広く国内に普及し、この種の機器としては記録的な台数を生産しました。また、チェルノブイリ事故の調査に訪れる人々の必需品となったことも強く思い出されます。（私も行きまし

\* OHSIMA Toshinori 元アロカ（株）専務取締役

た。)電子線量警報計も、半導体検出器方式で小型高性能化・多機能化したものになり、さらに改良が進んでいるようです。

最近、技術的な面で少し気になっていることがあります。それは、近年、多方面での加速器が実用化され、研究用も大型化し、それらに従事する人も多くなっています。また、核融合でも大型化して、実用炉に少し近づいた装置も国際的に開発する方向にあります。これらの装置で発生する放射線は、放射性同位元素の利用や原子炉とは異なるパルス状の放射線です。これに対する放射線管理用機器や個人線量計の応答が気になっています。すなわち、非常に高い線量率で非常に短い時間(パルス巾)の放射線場に於ける検出器および計測電子回路の

応答が、どの程度まで対応しているかです。積分型の固体蓄積式(ガラスバッジ等)や直流式電離箱検出器は基本的問題が少ないのですが、パルス計数型の検出器では超高計数率時の特性が今まで以上にシビアになります。使用状況によっては完全に窒息状態になり、線量計測に致命的な数え落としをすることになります。これらの機器に対する規格を整備し、実証試験方法を確立する必要を強く感じています。対応可能な放射線の形態に対する表示も規格化できるとよいのですが。

最後になりましたが、紙面を提供してくださいました(株)千代田テクノル様に厚くお礼を申し上げます。

## ガラスバッジの正しい使用方法

### ～ その1 コントロールの取扱い ～

測定センター計測課の岩井淳と申します。平素はガラスバッジ測定サービスをご利用いただき、ありがとうございます。

計測課は、お客様から測定依頼されたガラスバッジ・ガラスリング・ワイドレンジニューピット(中性子検出子)測定し、線量を確定する部門です。お客様のモニタ管理手法や使用方法によって起因する測定値への影響等を、測定の現場から何回かに分けてお伝えしていきたいと考えています。

今回はコントロール用モニタ(コントロールと略します)の保管場所についてご説明します。コントロールは、ガラスバッジX線用FX型を除く全てのモニタに、バックグラウンド(自然に存在する放射線量)を差し引く為に同封しています。お客様ではコントロールを発送トレイに入れたままにしておく場合が多いのではないのでしょうか。なかにはご使用のモニタとコントロールの入った発送トレイを同時に管理区域内に持ち込んでしまう場合が見受けられます。特にガラスリングは、この傾向が多いようです。コントロールは現場のRIやX線診療装置の近くに置いたままにしておく、人工放射線の影響を受け、通常バックグラウンドに比べて数倍から10倍以上の値を示すことがあります。このままバックグラウンドを差し引いて被ばく線量を計算しますと、ご使用者の被ばく線量が過小評価になってしまいます。コントロールは人工放射線の影響の無い、常温・常湿の場所に保管をしてください。また、明らかにコントロールの測定値に異常が確認された場合は、お客様に保管状況確認の連絡させていただきます。正しい測定値を報告する為にお客様のご協力をお願いいたします。

(測定センター 岩井 淳)

平成15年度

# 一人平均年間被ばく実効線量 0.18ミリシーベルト



中村 尚司\*

弊社の測定・算定による、平成14年度(平成15年4月～16年3月)の個人線量当量の集計の詳細については、「個人線量当量の実態」(FBニュースNo.333(平成16年9月1日))に報告されていますが、ここでは同実効線量について、より簡略に見やすい形にして報告いたします。

## 集計方法

平成15年4月から平成16年3月までの間に、一回以上弊社の個人モニタを使用された212,599名を対象としました。

業種別の年実効線量は、全事業所を医療、研究教育、非破壊検査、一般工業の4グループに分けて集計しました。

職業別の年実効線量は、医療関係についてのみ職種を医師、技師、看護師に分けました。

最小検出限界未満を示す「X」は、実効線量“ゼロ”として計算してあります。

## 集計結果

一人平均の年実効線量は、表1に示されているように0.18mSvで、前年度(0.17mSv)とやや増加しています。実は、平成14年度の年実効線量は0.19mSvと報告した(FBニュースNo.323(平成15年9月1日))ののですが、非破壊検査グループの被ばくが個人被ばくでないことがその後判明しましたので、今回修正して報告します。表1の業種別に見ると、医療が0.26mSv(前年度0.26mSv)、研究教育が0.01mSv

表1 平成15年度業種別年実効線量人数分布表(単位:人 X カッコ内の数字は%)

業種	集線 量 (人mSv)	平均線量 (mSv)	X (検出せず)	~0.10 (mSv)	0.11~1.0 (mSv)	1.01~5.0 (mSv)	5.01~ 10.0 (mSv)	10.01~ 15.0 (mSv)	15.01~ 20.0 (mSv)	20.01~ 50.0 (mSv)	50超 (mSv)	合計 人数
医療	34,477.44	0.26	98,811 (75.48)	8,374 (6.40)	15,133 (11.56)	7,459 (5.70)	831 (0.63)	183 (0.14)	50 (0.04)	58 (0.04)	4 (0.00)	130,903 (100.00)
研究 教育	907.20	0.01	44,504 (96.88)	807 (1.76)	448 (0.88)	139 (0.30)	27 (0.06)	10 (0.02)	1 (0.00)	1 (0.00)	0 (0.00)	45,937 (100.00)
非破壊	887.25	0.40	1,590 (71.95)	136 (6.15)	270 (12.22)	177 (8.01)	30 (1.36)	4 (0.18)	1 (0.05)	2 (0.09)	0 (0.00)	2,210 (100.00)
一般 工業	2,206.90	0.06	31,544 (94.02)	644 (1.92)	883 (2.63)	382 (1.14)	65 (0.19)	19 (0.06)	5 (0.01)	7 (0.02)	0 (0.00)	33,549 (100.00)
合計	38,478.79	0.18	176,449 (83.00)	9,961 (4.69)	16,734 (7.76)	8,157 (3.84)	953 (0.45)	216 (0.10)	57 (0.03)	68 (0.03)	4 (0.01)	212,599 (100.00)

注: 矢印 より左が分布( )に記載されています。  
矢印 より右が分布( )に記載されています。

\* Takashi NAKAMURA 弊社顧問

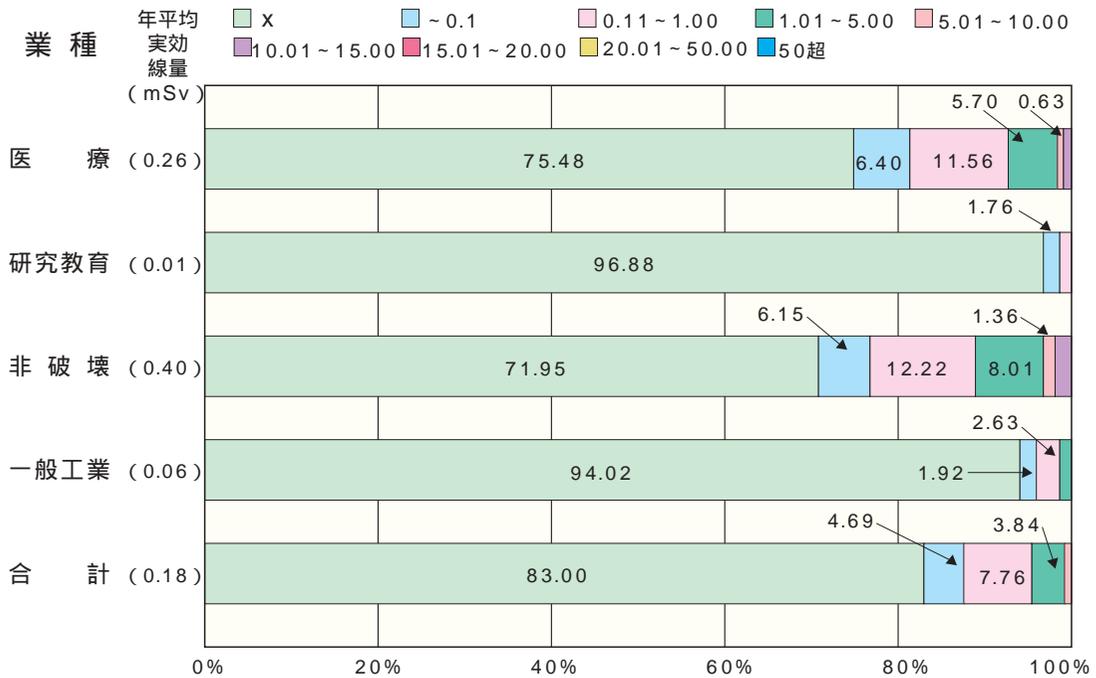


図1(a) 平成14年度業種別実効線量の分布 ( )

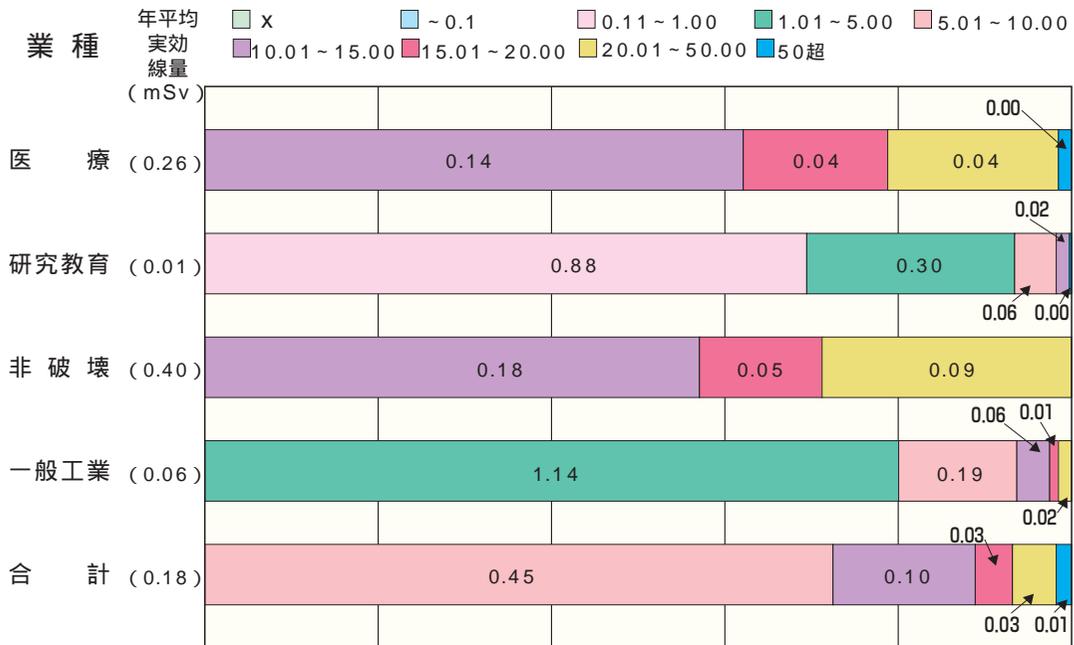


図1(b) 平成14年度業種別実効線量の分布 ( )  
( 図1(a) の右端部の詳細を表す )

(前年度0.01mSv) 非破壊検査が0.40mSv (前年度0.46mSv) 一般工業が0.05mSv(前年度0.06mSv) となっていて、非破壊検査が前年度より15%減っています。前年度の非破壊検査は1.61mSvと報告していましたが、前に

述べたように個人被ばくでなかったため、0.46mSvと訂正しました。

平成15年度を通して検出限界未満の人は、図1に示すように全体の83.00%(前年度83.33%)で、年間1.0mSv以下の人が、全体の95.45%(前年度95.67%)と、低線量当量の人割合は、前年度と比べてほとんど変化ありません。しかし、業種別に見ると非破壊検査関係と医療関係では、その他の業種に比べて実効線量値が高い人の割合が多くなっています。

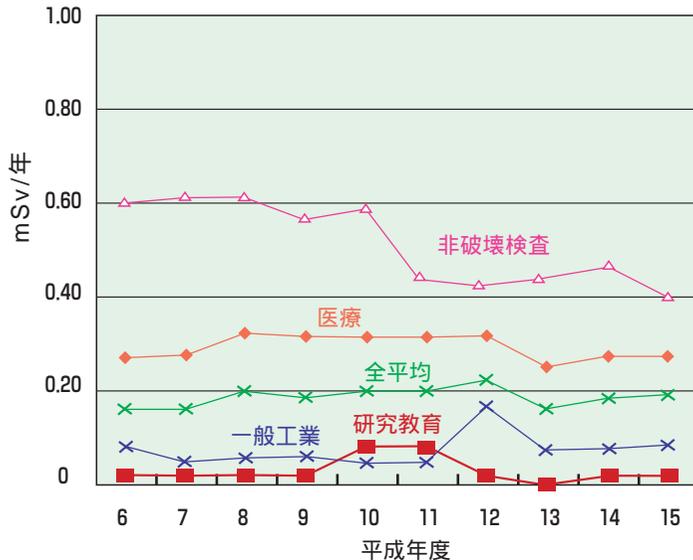


図2 過去10年間の業種別平均年実効線量の推移

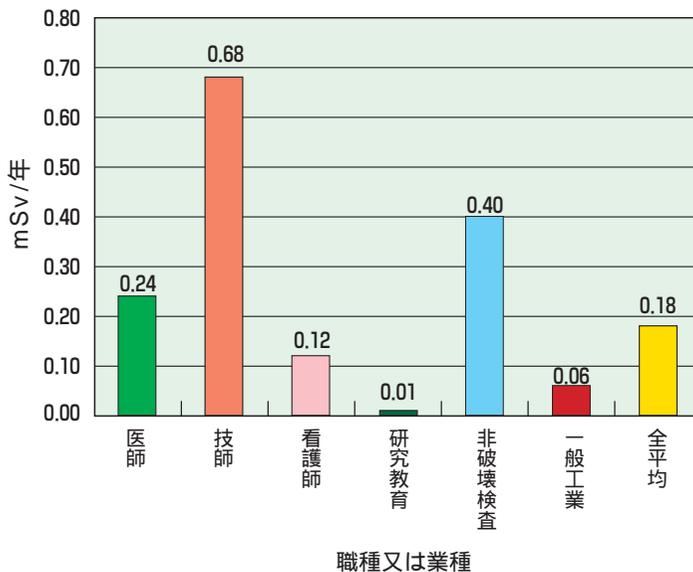


図3 平成15年度職種又は業種別年実効線量 (歯科を除く)

実効線量の多い方を見ると、年間50mSvを超えた人は全体の0.01%で、実数では前年度の10名と比べて、4名(医療4名)と半減以下になっています。また、年間20mSv ~ 50mSvの人は全体の0.03%で、実数では前年度の69名とほぼ同じ、68名(医療58名、研究教育1名、非破壊2名、一般工業7名)となっていて、医療関係がほとんどです。年間5mSv ~ 20mSvの人は全体の0.58%で、実数では1226名(医療1064名、研究教育38名、非破壊35名、一般工業89名)です。前年度と比べると研究教育が8名から38名、一般工業が59名から89名と増加しています。

業種別の過去10年間の推移を見ると、図2に示すように、ここ5年間はほとんど変化がありません。

職種別・業種別の一人平均年実効線量は、図3に示しますが、医療関係の職種別では技師が0.68mSvと最も高く、ついで医師が0.24mSv、看護師0.12mSvの順に低くなっています。



# 放射線計測の歴史(昔話)



(上)

村主 進\*



## 1 .はじめに

放射線防護研究会の第105回例会( 200年 4月17日 )において、「放射線計測の昔話」という題名で、放射線標準計測など放射線計測の歴史を話した。それは著者が1947年( 昭22年 )に当時の逓信省電気試験所<sup>1</sup>に入所して、X線線量の国家標準の維持および研究、その後1956年( 昭和31年 )より日本原子力研究所において放射線防護計測および放射線モニターの開発を行っていたので、放射線計測の昔話を話したものである。

本書では、このときの研究会例会での話をまとめる。著者は、1963年( 昭和38年 )より軽水動力炉の開発および安全研究に携わることになったので、それまでの17年間に経験したことを述べる。

## 2 .放射線計測に関連する歴史

1895年にRoentgenがX線を発見し、3年後の1898年にCurie夫人がラジウムを発見した。それ以降の放射線計測に関する事項を、関連する事項も含めて、主なものを列挙すると第1表のようになる。

列挙する事項は年代により頻度が異なるので、10年ごとに横線の枠で区切り、各事項の前に、事項の起こった年を示すことにした。また第2欄に世界の動き、第3欄に国内の動きを示した。

この年表には1963年までの出来事を示す。ここに記述する色々の記事はこの表を参照して、前後関係を考えながらながら読んでもらいたい。

## 3 .X線およびラジウムの発見

放射線の中で最初に発見されたのはX線である。1895年Roentgenが暗室の中で放電管の実験をしているときに、傍に置いた蛍光体が発光している現象を見つけ、放電管から放射されているものをX線と名づけた。

X線が発見されると、間もなく医学的診断の目的に利用されたが、初期には骨折や脱臼程度の診断に限られていたようである。また早くからX線には生物学的作用があることが経験的に見出され、1896年初頭にはガンの治療にX線照射が試みられたとの記録もある。そしてX線の照射を受けた患者の皮膚障害や脱毛が認められ、この他の色々な経験よりX線は医療効果があるものの放射線障害の危険を伴うものであることが知られた。

一方、1896年になるが、レントゲンがX線を発見して3ヵ月後には、Becquerelがウラン鉱より放射線が出ていることを発見している。放射能の発見である。そしてCurie夫人が純粋のウランよりピッチブレンドのようなウラン鉱石のほうが放射能が高いことを見出し、ピッチブレンドにウランより放射能が高い物質があることに気づいた。Curie

<sup>1</sup> 1891年( 明治24年 )逓信省に電気試験所が創設される。1970年( 昭和45年 )に電子技術総合研究所と改称。2001年( 平成13年 )に工業技術院の他の研究所と統合して独立行政法人・産業技術総合研究所となる。現在、放射線および放射能の国家標準の維持・研究は産業技術総合研究所で行なわれている。

\*Susumu SUGURI 財団法人放射線計測協会 技術相談役

夫妻はピッチブレンドを化学処理して、1898年にポロニウムを、ついでラジウムを発見した。

ラジウムも放射線治療に用いられたが、当初はラジウムは放射線障害を起こさず安全なものといわれていた。これは使用経験と認識の不足によるもので、その後すべての放射線は医療効果と放射線障害があることが認識された。

#### 4 .放射線単位および放射能標準の動き

##### 4.1 放射線標準の動向

放射線の量を測定する方法は、化学作用、蛍光作用、電気抵抗の変化および電離作用を利用する方法がある。初期の頃は化学作用、蛍光作用や電気抵抗の変化で測定する試みも多くなされていたが、何れも精度が低いことや反復性のないなどの欠点があった。

一方、フランスの物理学者Villardは1908年に、

電離により標準条件の温度圧力のもとに空気 1 ccに 1 静電単位の電氣量を生じるような線量の単位を提唱した。

各種の論議を経て、1924年にドイツのPTR<sup>2</sup>のBehnkenが線量の単位は「温度18℃、圧力水銀柱760mmの空気 1 ccを照射し空气中に放出された電子を完全に利用し且つ槽壁の作用を除去して飽和電流において一静電単位の電氣量となるべき伝導性を付与するX線のエネルギー」と定義した。ドイツのレントゲン学会はこの単位とともにその測定方式を採用しR(レントゲン)と称した。

当時フランスにはソロモン単位というものが、0.5mm厚の白金容器に収められた 1 gのラジウム元素から2.0cmの距離における放射線の強さを単位として、フランスのレントゲン学会が採用していた。

<sup>2</sup> PTR : Physikalisch-Technische Reichsanstalt。現在はPTB ( Physikalisch-Technische Bundesanstalt )

第 1 表 放射線計測に関連する年表

年	世界の動き	国内の動き
1891 ~ 1900	( 1895 ) RoentgenのX線の発見 ( 1898 ) M.Curieのラジウムの発見	
1901 ~ 1910	( 1908 ) VillardのX線量の単位の提案	
1911 ~ 1920	( 1912 ) 国際ラジウム原器ができる ( 1913 ) ドイツで最初の放射線規制 ( 1915 ) イギリスで最初の放射線規制	( 1913 ) ラジウム副標準が東北大、理学部へ
1921 ~ 1930	( 1924 ) BehnkenのX線量の単位の提案 ( 1925 ) Mutchellerが紅班線量に基づく危害予防の基準を提案 ( 1925 ) 第1回ICRでX線量の単位の国際的協定の必要性が論議 ( 1927 ) Behnkenが独米の線量の単位の標準器の相互比較 ( 1928 ) 第2回ICRUがX線量単位を定義 ( 1928 ) 第1回ICRP ( ICXRP ) が開催 ( 1929 ) 英国がX線量単位の国家標準完成 ( 1929 ) 米国がX線量単位の国家標準完成 ( 1930 ) Lawrence サイクロトロンを考案	( 1929 ~ ) X線量の標準測定の研究 ( 安達嘉一・電気試験所 )
1931 ~ 1940	( 1934 ) Joliot夫妻による人工放射能発見 ( 1934 ) 第3回ICXRPが耐容線量を0.2r/日とする ( 1937 ) 第5回ICRUがレントゲン単位を線にも適用	( 1934 ) 台北大、阪大でコックロフト・ウォルトン型加速器の完成 ( 1937 ) 阪大で25トン、理研で23トンのサイクロトロン完成 ( 1937 ) 日本がX線量単位の国家標準完成 ( 伊藤努、伊藤岳部・電気試験所 ) ( 1937 ) 内務省令、診療用X線装置取締規則 ( 1937 ) 逓信省令、X線量計検定規則
1941 ~ 1950	( 1942 ) CP-1で核分裂連鎖反応の制御に成功 ( 1950 ) 第6回ICRU、rad,Ci単位の採用 ( 1950 ) ICRP 300mr/週を勧告	( 1944 ) 理研で220インチ大型サイクロトロン完成 ( 1945 ) 広島、長崎に原爆 ( 1945 ) 理研、京大、阪大のサイクロトロン、米軍により破壊 ( 1950 ) 米国より仁科博士にRIの寄贈
1951 ~ 1960		( 1952 ) 理研が26インチサイクロトロン再建、試運転 ( 1954 ) 第5福竜丸、ピキニ米水爆実験により被ばく ( 1955 ) フィルムバッジの利用が普及 ( 1957 ) 原子炉等規正法成立 ( 1957 ) 放射線障害防止法成立 ( 1957 ) JRR 1 臨界
1961 ~ 1970		( 1961 ) ホール・ボディ・カウンター完成 ( 1963 ) JPDR初発電

また米国ではDuanelにより、いわゆるDuane単位とその測定方式が完成され採用されていた。

このような状況のもとで国際的な線量の単位を制定する動きが高まり、1925年の第1回国際放射線学会( ICR<sup>3</sup> )において線量単位の国際的協定の必要性が論じられた。

1927年にはBehnkenが指頭型電離箱を使って、ドイツのゲッチンゲン大学、ボルン大学、米国のクリブランド大学、ハーバート大学のそれぞれの線量標準器の相互比較を実施している。そして1928年の第2回ICRUにおいて、およそBehnkenの定義に従い、ただ18 を0 に変更したのもをもって単位とし、r( レントゲン )で表わすこととした。

その後レントゲン単位は、ICRUにおいて色々な表現に変更されたが、表現が変わっただけで、この定義のものが現存も照射線量の単位として用いられている。また1937年の第5回ICRUではレントゲン単位を線にも適用することとした。

ICRUのレントゲン単位を現示する国家標準としての標準電離箱はドイツのPTRに続き、米国NBS<sup>4</sup>および英国NPL<sup>5</sup>で1929年に国家標準としての標準電離箱を完成している。

#### 4.2 放射能標準の動向

放射能標準については、Curie夫人がラジウムを発見して12年目の1910年にCongress of Radiology and Electricity( Brussels )が開催され、ここで国際ラジウム原器と副原器を設定すべきことが提案された。

1911年にはCurie夫人により21.99mg、Otto Hoenigschmidにより10.11mg、31.17mg、40.43mgのラジウム標準が作成された。

1912年にラジウム標準の相互比較が行なわれた結果、Curie作成のものがラジウム原器としてSevresの国際度量衡局に保管され、Hoenigschmid作成の31.17mgが副原器としてViennaのInstitut of Radium-Forschungに置かれることになった。そして各国にはラジウム副標準が配布された。わが国には1913年( 大正2年 )にラジウムの副標準が東北大学理学部に送られている。

放射能の単位は当初はラジウムの量で定義されていたが、人工放射性同位元素が作られるようになり、毎秒 $3.7 \times 10^{10}$ の崩壊率を1キュリーと

定義するようになった。この新しいキュリー単位は1950年の第6回ICRUにおいて正式に採用された。

人工放射性同位元素の放射能標準については、1951年に米、英およびカナダの3国間で国際標準を設定すべきことが協議され、米国のNBSで製作された試料について各国で測定する相互測定方式が採用実施された。これにより各国の放射能標準の検定に用いる4 カウンター、  
 ・ 同時計数管、液体シンチレーションカウンター  
 の測定精度の相互比較が行なわれた。

<sup>3</sup> International Congress of Radiology( ICR )は1925年に発足した。このとき下部組織のInternational Commission of Radiation Units and Measurement( ICRU )の第1回会合も開かれた。International Commission on Radiological Protection( ICRP )の前身International Commission of X-ray and Radium Protection( ICXRP )はICRの下部組織として1928年に第1回会合が開かれた。  
<sup>4</sup> NBS: National Bureau of Standards. 現在はNIST ( National Institute of Standards and Technology )  
<sup>5</sup> NPL: National Physical Laboratory

#### 参考文献

- (1) 電子試験所: 電気試験所50年史( 1944 )( 昭和19年 )。
- (2) 電子技術総合研究所: 電子技術総合研究所100年史( 平成7年 )。
- (3) 伊藤岳郎: 日本における放射線単位、放射能標準の歴史、日本保健物理協議会ニュースNo.5 ( 1963 )。
- (4) 江藤秀雄: 人体と放射線、岩波全書( 1951 )。

#### プロフィール

1947年京都帝国大学理学部物理学科卒業。理学博士。日本原子力研究所・東海研究所 副所長、原子力発電技術機構 理事・原子力安全解析所長を歴任。

現在、原子力システム研究懇話会会員、放射線計測協会 技術相談役。

この間、放射線審議会委員、通産省原子力発電技術顧問、原子力安全委員会・原子炉安全専門審査会 審査会長代理、原子炉安全基準専門部会 部会長など、その他原子力安全研究協会、電気協会の各種委員会 委員および委員長を多数務める。

## 放射線の強さ

前回、放射線とは“運動エネルギーを持って空間を飛んでいる素粒子( やその簡単な複合体 )”であると述べた。従って、放射線の強さを見ようと思えば、時の流れを止めて、空間の( 関心ある )1 点を中心に持つ微小体積に存在する放射線粒子の数を数え、それをその微小体積で除して得られる体積密度を求めるとというのが、最も素直な発想である。しかしながら、放射線粒子の多くは光速が光速に近いスピードで飛んでいるので、私達が遭遇する多くの場合、このように定めた体積密度では数値が小さ過ぎて実用に適さない。

そこで、単位面積を単位時間に通過する放射線粒子の数( の期待値 )で放射線場強度の測度とするのが普通である。但し、放射線が一定の方向からやってきているとき、面となす角度によって数値が変化するので、空間の( 関心ある )1 点を中心に持つ微小球を考え、単位時間にこの球を通過する粒子数の期待値を使用する。これを粒子束密度( particle flux density )という。厳密には「球粒子束密度」と呼ばれるものであり、特定の面について規定される「面粒子束密度」と区別されるが、通常断わりなく粒子束密度といえば「球粒子束密度」を意味するものと解される。

小柴教授は超新星が出来たとき放たれたニュートリノ( )を11個捉えてノーベル賞( 2002年物理学 )を得たが、このとき地球には1cm<sup>2</sup>あたり100億個の が注ぎ込まれたと見積もられている( 16万年前に10の58乗個の がつくられたという。共に小柴教授のご教示 )。地球には、太陽から毎秒1cm<sup>2</sup>あたり数百万個の が、常時、降り注いでいる。

小柴先生の使われたニュートリノ検出器KAMIOKANDEは3,000tonの水をセンサーとするもので、ニュートリノ( この場合は反電子型ニュートリノ )が水構成要素である水素原子の原子核( 陽子 )と反応( 逆ベータ崩壊 )して生成する陽電子( 光速に近い )が水中を飛行するときに発する光( チェレンコフ光 )を( 多数の巨大光電子増倍管で )電氣的パルス信号に変える。ノーベル賞受賞の対象となった測定では、反応を起こしたニュートリノの数は11、平均エネルギーは2.8MeVと評価されている。従ってこのときセンサー全体で見た平均“ エネルギー吸収密度 ”は $1.64 \times 10^{-20}$  [J/kg]と計算される。但しこの量は後で述べるように「吸収線量」とは見なし得ない。

人体に与える影響はまったく問題とならないが、学術的にはニュートリノも立派に電離放射線であるといえる。

### 【問題002】

ある研究用原子炉で炉心における熱中性子の粒子束密度 [ n/cm<sup>2</sup>・s ] を測定したところ、 $1 \times 10^8$ と評価された。この時の熱中性子の体積密度N[ n/cm<sup>3</sup> ]は如何ほどになるか？熱中性子の平均エネルギー<E>は25[ meV ]、平均速度<v>は2,200[ m/s ]とする。

### 【問題003】

上記“ エネルギー吸収率 ”の評価計算を追体験してみよ。

### 【問題004】

吸収線量とは何か？

## 「日本放射線安全管理学会第3回学術大会」開催のご案内

学術大会会長 澤村 貞史

会 期：平成16年12月1日(水)～3日(金)

会 場：北海道大学学術交流会館  
(札幌市北区北8条西5丁目)

発表申込締切：平成16年9月21日(火)

予稿原稿締切：平成16年10月25日(月)

参加事前登録締切：平成16年11月5日(金)

参加登録費：

(平成16年11月5日まで)

正会員5,000円、非会員6,000円

学生会員2,000円、学生(非会員)3,000円

(平成16年11月6日以後)

正会員6,000円、非会員7,000円

学生会員3,000円、学生(非会員)4,000円

懇親会費：

(平成16年11月5日まで)一般5,000円、学生2,000円

(平成16年11月6日以後)一般6,000円、学生3,000円

予稿集：2,000円(参加登録者は1部無料)

第3回学術大会ホームページ

<http://rikanri.qe.eng.hokudai.ac.jp/JRSM2004/>

S : シンポジウム(12月1日(水)13:30-16:45)

「先端的放射線医療と安全管理」

一般(高校生以上)公開

S - 1 : 基調講演 (13:30-14:10)

座長：澤村 貞史(北海道大学)

「放射線治療における安全文化」

古賀 佑彦(藤田保健衛生大学名誉教授)

S - 2 : 「先端的放射線医療」(14:20-14:40)

座長：西谷 弘(徳島大学)

1) 中性子捕捉療法 (14:40-15:00)

小野 公二(京都大学)

2) ラジオアイソトープを用いた診断・診療 (15:00-15:20)

加藤 千恵次(北海道大学)

3) 強度変調放射線療法 (15:20-15:40)

成田 雄一郎(千葉県がんセンター)

4) 動体追跡照射 (15:00-16:00)

白土 博樹(北海道大学)

5) 陽子線治療 (16:10-16:30)

秋根 康之(筑波大学)

LS: ランチョンセミナー(12月2日(木)12:15-13:30)

日本メジフィジックス(株)共催

座長：白土 博樹(北海道大学)

LS 1 : 講演 (12:15-13:15)

「密封小線源放射線治療(前立腺癌を中心に)」

土器屋 卓志(埼玉医科大学)

SL : 特別講演(12月2日(木)13:30-14:30)

座長：西澤 邦秀(名古屋大学)

演題「LNT仮説の根拠を問う」

松原 純子(前原子力安全委員会委員)

S : シンポジウム(12月2日(木)14:30-17:50)

「BSS導入の法令改正を目前に控えて」

座長：山本 幸佳(大阪大学名誉教授)

S - 1 : 基調講演 (14:30-15:00)

青山 伸(文部科学省)

政令・省令の解説 (15:00-15:30)

茶山 秀一(文部科学省)

S - 2 : 現場の対応

3.1 大学・研究所から (15:30-15:50)

五十棲 泰人(京都大学)

3.2 加速器施設から (15:50-16:10)

馬場 護(東北大学)

3.3 医療施設から (16:10-16:30)

宮越 順二(弘前大学)

3.4 放射線管理業者から (16:30-16:50)

落合 節夫((株)千代田テクノロ)

3.5 放射線計測メーカから (16:50-17:10)

青木 功二(アロカ(株))

3.6 販売・廃棄事業所から (17:10-17:30)

中村 吉秀((社)日本アイソトープ協会)

SA : 特別企画(12月3日(金)13:00-15:00)

「ライフサイエンスにおける放射線利用研

究の最前線」

(社)日本アイソトープ協会ライフサイエンス部会 協賛

一般(高校生以上)公開

座長：大西 俊之

(日本アイソトープ協会ライフサイエンス部会常任委員)

SA-1 講演 (13:00-14:00)

「イオンビームの生物応用：マイクロビーム

細胞照射、突然変異育種、植物ポジットロンイ

メージング」

久米 民和(日本原子力研究所)

SA-2 講演 (14:00-15:00)

「環境・医学分野における静電加速器を使っ

た元素分析 - PIXE法 - 」

湯川 雅枝(放射線医学総合研究所)

懇親会：12月2日(木)18:50-20:50 札幌テレビ塔

参加費：

(平成16年11月5日までの申込)一般5,000円、学生2,000円

(平成16年11月6日以後の申込)一般6,000円、学生3,000円

連絡先：

〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学大学院工学研究科量子エネルギー工

学専攻内 日本放射線安全管理学会第3回学術

大会実行委員会

事務局長 住吉 孝

Tel : 011-706-6673 Fax : 011-706-6673

e-mail : [sumi@eng.hokudai.ac.jp](mailto:sumi@eng.hokudai.ac.jp)

平成15年度

# 年齢・性別個人線量の実態

## 1. まえがき

本資料は平成15年度の、年齢・性別の個人線量の実態の報告です。個人モニタで測定した1cm線量当量から算定した、実効線量を年齢・性別に集計して報告いたします。

## 2. 用語の定義

- (1) 年実効線量 1個人が、4月1日から翌年3月31日までの間に受けた実効線量の合計(単位mSv)
- (2) 集団線量 集団を構成する個人の年実効線量の総和(単位 manmSv)
- (3) 平均年線量 集団線量を集団を構成する人数で除した値(単位 mSv)

## 3. 実効線量の求め方

測定した1cm線量当量から実効線量を算出する方法の概略を示します。

なお、記号の意味は、次のとおりです。

$H_E$  : 実効線量

$H_{1cm}$  : 装着部位が の1cm線量当量

基 : 基本部位 (男性は胸、女性は腹)

頭 : 頭部

腹 : 腹部

大 : 体幹部の中で最大値を示した部位

- 3.1 均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = H_{1cm} \text{ 基}$$

- 3.2 不均等被ばくとしてモニタリングした場合

$$H_E = 0.08H_{1cm} \text{ 頭} + 0.44H_{1cm} \text{ 胸} \\ + 0.45H_{1cm} \text{ 腹} + 0.03H_{1cm} \text{ 大}$$

## 4. 対象とするデータ

弊社のモニタリングサービスの申し込み

をされ、平成15年4月1日から平成16年3月31日までの間で1回以上個人モニタを使用した人の年実効線量を、対象データとしております。

注1)個人が受けた線量でないとし出のあったものは、含まれておりません。

2)個人が受けた線量でないにもかかわらず、お申し出のないものは含んでおります。

3)性別が不明のものは除外しました。

4)年齢は、平成16年3月31日現在です。

## 5. 集計方法

### (1) 集計

Table 1の左欄に示すように年齢の区分を設け、その区分に入る個人の数と集団線量並びにそれらの百分率を集計の同一の欄の内に示しました。ただし、「X(検出限界未満)」は、ゼロとして、また測定上限は、個人モニタによって異なりますが、上限を越えたものは、その上限の値(例えば、「100mSv超」は、100mSv)として集計しました。

### (2) パラメータの区分

パラメータは、医療・工業・研究教育の男・女区分としました。

性別は、利用者からの申し出の内容としました。

## 6. 集計結果

集計結果を、以下の図表に示します。

Table 1 年齢・性別集団実効線量および平均年実効線量

Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

Table 1 ( a ) 年齢・性別集団実効線量及び平均年実効線量( 男性 )

人数( 人 )	人数( % )
集団線量( 人・mSv )	線量( % )

( H.15.4.1 - H.16.3.31 )

年 齢	医 療		工 業		研究教育		合 計		平均年実効線量( mSv )
18 ~ 19	13	0.02	166	0.50	201	0.56	380	0.26	0.09
	6.80	0.02	26.70	0.87	0.50	0.06	34.00	0.11	
20 ~ 24	2,031	2.61	1,884	5.65	9,470	26.27	13,385	9.09	0.12
	1,245.60	4.43	185.25	6.02	118.50	14.03	1,549.35	4.84	
25 ~ 29	9,582	12.30	4,983	14.95	6,954	19.29	21,519	14.61	0.24
	4,464.20	15.89	618.20	20.09	86.60	10.25	5,169.00	16.15	
30 ~ 34	12,966	16.64	6,689	20.07	5,400	14.98	25,055	17.01	0.24
	5,433.10	19.34	504.80	16.40	108.90	12.89	6,046.80	18.89	
35 ~ 39	12,847	16.49	5,820	17.46	4,355	12.08	23,022	15.63	0.25
	5,128.18	18.26	426.90	13.87	109.00	12.90	5,664.08	17.70	
40 ~ 44	11,953	15.34	4,219	12.66	3,271	9.07	19,443	13.20	0.23
	3,911.00	13.92	367.20	11.93	165.60	19.60	4,443.80	13.88	
45 ~ 49	10,257	13.16	3,299	9.90	2,173	6.03	15,729	10.68	0.24
	3,361.30	11.97	306.90	9.97	79.90	9.46	3,748.10	11.71	
50 ~ 59	12,729	16.34	5,483	16.45	3,177	8.81	21,389	14.52	0.20
	3,547.73	12.63	530.20	17.23	156.70	18.55	4,234.63	13.23	
60 ~ 69	3,857	4.95	750	2.25	1,003	2.78	5,610	3.81	0.15
	729.40	2.60	110.30	3.58	12.30	1.46	852.00	2.66	
70以上	1,682	2.16	36	0.11	47	0.13	1,765	1.20	0.15
	259.10	0.92	0.90	0.03	6.70	0.79	266.70	0.83	
合計	77,917	100.00	33,329	100.00	36,051	100.00	147,297	100.00	
	28,086.41	100.00	3,077.35	100.00	844.70	100.00	32,008.46	100.00	

Table 1 ( b ) 年齢・性別集団実効線量及び平均年実効線量( 女性 )

人数( 人 )	人数( % )
集団線量( 人・mSv )	線量( % )

( H.15.4.1 - H.16.3.31 )

年 齢	医 療		工 業		研究教育		合 計		平均年実効線量( mSv )
18 ~ 19	59	0.11	5	0.21	89	0.90	153	0.23	0.01
	1.90	0.03	0.00	0.00	0.30	0.48	2.20	0.03	
20 ~ 24	4,542	8.57	242	9.96	3,806	38.50	8,590	13.16	0.06
	463.80	7.26	2.00	11.90	12.20	19.52	478.00	7.39	
25 ~ 29	12,039	22.72	567	23.34	2,276	23.02	14,882	22.79	0.08
	1,230.10	19.25	3.50	20.83	11.70	18.72	1,245.30	19.25	
30 ~ 34	9,840	18.57	518	21.33	1,487	15.04	11,845	18.14	0.08
	933.86	14.61	4.60	27.38	8.40	13.44	946.86	14.63	
35 ~ 39	7,690	14.51	384	15.81	838	8.48	8,912	13.65	0.09
	817.13	12.79	2.80	16.67	3.50	5.60	823.43	12.73	
40 ~ 44	6,596	12.45	221	9.10	487	4.93	7,304	11.19	0.13
	912.01	14.27	0.80	4.76	7.10	11.36	919.91	14.22	
45 ~ 49	5,184	9.78	207	8.52	346	3.50	5,737	8.79	0.16
	905.13	14.16	2.30	13.69	9.80	15.68	917.23	14.18	
50 ~ 59	6,245	11.79	253	10.42	440	4.45	6,938	10.63	0.15
	1,055.30	16.51	0.50	2.98	5.30	8.48	1,061.10	16.40	
60 ~ 69	678	1.28	31	1.28	111	1.12	820	1.26	0.08
	60.80	0.95	0.30	1.79	4.20	6.72	65.30	1.01	
70以上	111	0.21	1	0.04	5	0.05	117	0.18	0.09
	11.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.17	
合計	52,984	100.00	2,429	100.00	9,885	100.00	65,298	100.00	
	6,391.03	100.00	16.80	100.00	62.50	100.00	6,470.33	100.00	

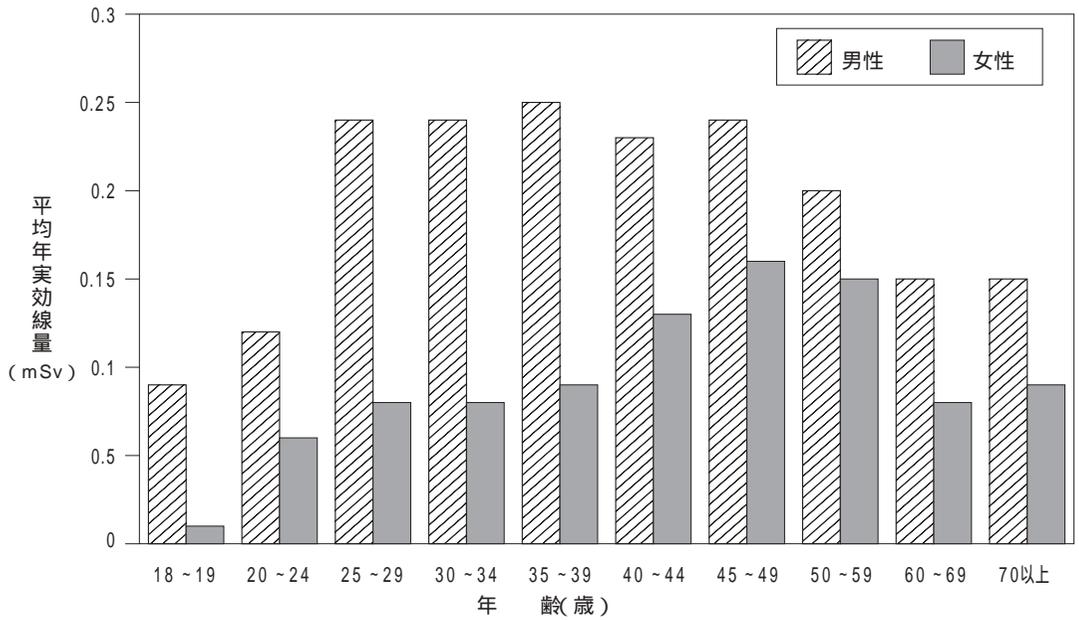


Fig. 1 年齢・性別平均年実効線量分布

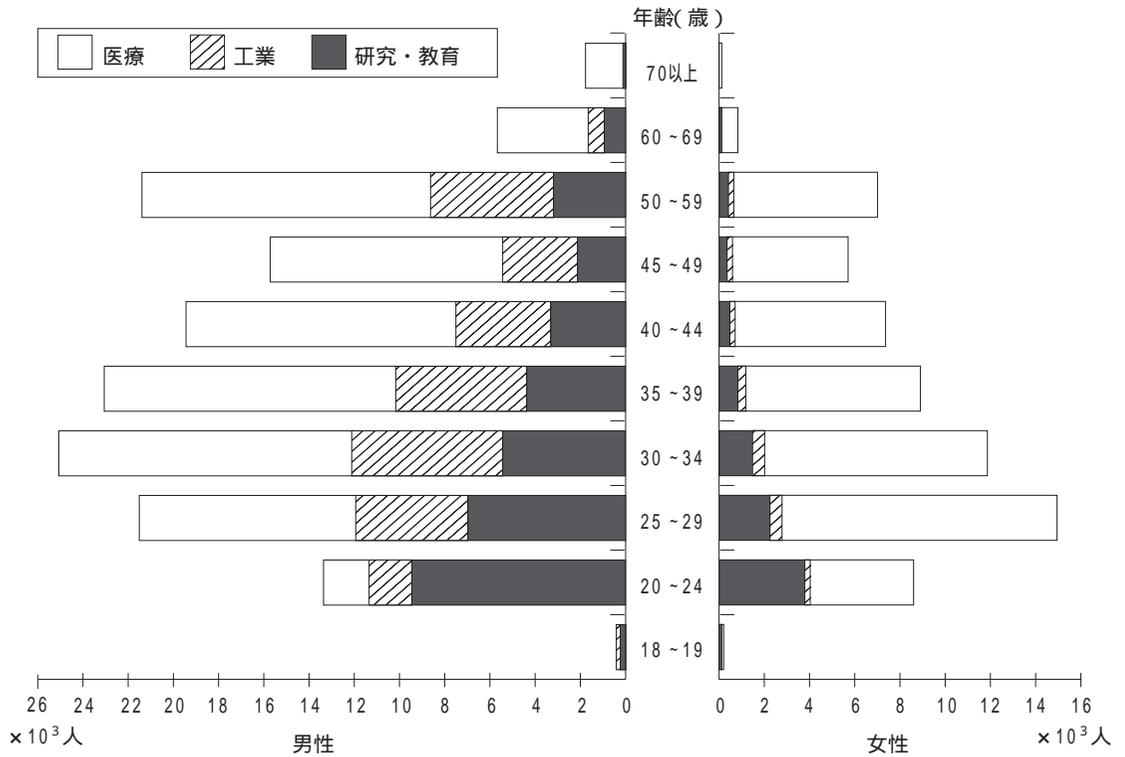


Fig. 2 放射線業務従事者の年齢・性別構成

## 仙台営業所移転のご案内

このたび弊社では、営業活動とサービス拡充の一環として、下記のとおり仙台営業所を移転することになりました。これを機に、皆様のご期待に添えるよう、なお一層のサービス向上に努める所存です。なにとぞ、今後とも倍旧のご愛顧を賜りますようお願い申し上げます。

### 記

新住所：〒981-0914  
宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町2番3号  
TR仙台ビル4階  
電話番号：022-727-9571  
FAX番号：022-727-9574  
業務開始日：平成16年10月18日(月)  
※電話・FAX番号は、ともに変更となります。



## 編集後記

今年の夏は連続真夏日の記録を更新する猛暑でした。9月になってもまだ半袖で暑いと思いつつ過ごしながらかも、やっと秋雨というのが相応しい季節になってきたと思っていたら、雨が降るとそれは台風接近のせい(?)といった感じで、着るもの履物を選ぶにも時間がかかる、気候の曖昧な時期ではありますが、10月も半ばになると、さすがにだんだん涼しくなり秋らしくなってきました。街路樹の公孫樹も黄金の実をつけ始め、そろそろ葉も黄色になるのではないのでしょうか。この号が皆様の手元に届くころには、紅葉情報などがニュースで流れ始めて、秋の行楽シーズンとなっていることでしょう。

メジャーリーグでは、イチローのシーズン最多安打記録樹立(262本)に沸き、野球に詳しくない方でも、連日の報道ですごさを実感することができたことでしょう。イチローの安打記録の報道で、やや影に隠れて感はありましたが、松井秀喜

もヤンキースの4番として大活躍、チームがプレーオフ進出し、ワールドチャンピオンを目指して進撃中です。日本プロ野球も、球場の内外が熱いですね。球場内では、セリーグ・中日の優勝、パリーグはプレーオフの末、西武が日本シリーズ出場を決めました。10月16日からの日本シリーズの結果や如何に。一方、球場の外では、新規球団参入の話が具体化してきています。参入が決まれば、プロ野球界はさらに盛り上がるのではないのでしょうか。球場内・外とも、当分、目が離せません。

11月1日は計量記念日です。平成5年のこの日に計量法が施行されました。今月号では村主先生に「放射線計測の歴史(昔話)」をご執筆して頂きました。正確に測る(計る・量る)ということは、品質保持・事業所内の管理にも重要と思われます。先生のお話を機会に、測定機器のメンテナンス・校正について考えるきっかけになることを期待しております。 福田美)

## FBNews No.335

発行日 / 平成16年11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 寿藤紀道 藤崎三郎 福田光道 江崙巖 福田美智子

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)