



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」(6)	
－中性子線量率水準調査－ .....	柳下 智 1
《連載 第1回》ある時代のあるミステリー .....	井本 正介 6
「迫りくる温暖化－原子力で抑止」 .....	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	
Nocebo .....	鴻 知己 11
初級放射線教育講座②「放射線の量と単位」 .....	小田 啓二 12
「第44回アイソトープ・放射線研究発表会」 .....	17
日本保健物理学会「第41回研究発表会」開催のご案内 .....	17
〔加藤和明の放射線一口講義〕	
放射線業務従事者に対する健康診断 .....	加藤 和明 18
〔サービス部門からのお願い〕	
ガラスバッジ・ガラスリング等の返却について .....	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」(6)

## －中性子線量率水準調査－



柳下 智\*



### 1. はじめに

平成11年に茨城県東海村の核燃料加工施設で発生した我が国初めての臨界事故の教訓を踏まえて、「原子力災害対策特別措置法」が新たに制定され、「緊急時環境放射線モニタリング指針」や「環境放射線モニタリングに関する指針」等の指針類についても、中性子線の測定に関する項目が付け加えられる等の改訂が行われた。

その一方で、環境における中性子線量率の測定に関する報告例は少なく、日本にお

ける中性子の線量レベルについての知見がほとんどなかったのがその当時の現状であった。

この様な状況に鑑み、日本分析センターでは文部科学省からの委託を受け、平成13年度から日本全国の中性子の線量率レベルを把握するため、測定調査を実施した。

### 2. 調査内容と結果

本調査では環境中の中性子線量率レベルを把握するため、以下の調査を行った。詳細

表1 中性子線量率水準調査の実施内容

	全国調査	定点測定	中性子スペクトル測定
平成13年度	青森、茨城、鹿児島	日本分析センターにおいて定点測定を開始	中性子スペクトロメータを整備
平成14年度	北海道、宮城、福島、新潟、石川、福井、静岡、京都、島根、岡山、愛媛	継続して、日本分析センターにおいて定点測定	中性子スペクトル測定について、解析条件の検討を行うとともに、富士山周辺において予備的な調査を実施
平成15年度	岩手、山形、栃木、群馬、長野、東京、岐阜、大阪、兵庫、佐賀、長崎	〃	北海道及び鹿児島県においてスペクトル測定を実施
平成16年度	秋田、埼玉、山梨、愛知、奈良、和歌山、鳥取、香川、山口、大分、宮崎	〃	宮城県及び沖縄県においてスペクトル測定を実施
平成17年度	千葉、神奈川、富山、三重、滋賀、広島、徳島、高知、福岡、熊本、沖縄	〃	日本海側地域及び日本分析センター内でスペクトル測定を実施
	日本全国における中性子線量率の測定結果の取りまとめ		
平成18年度	—	日本分析センターにおいて中性子線量率、中性子スペクトル及び宇宙線電離成分の連続測定を実施	

\*Satoshi YAGISHITA ( 勤)日本分析センター分析業務部ガンマ線・ラドングループ技術員

な実施内容を表1に示す。

- ①日本の中性子線量率の分布を求めるための全国調査（以下「全国調査」という。）
- ②中性子線量率の日々の変動を把握するための定点における連続測定（以下「定点測定」という。）
- ③中性子のエネルギー情報を得るための中性子スペクトル測定（以下「中性子

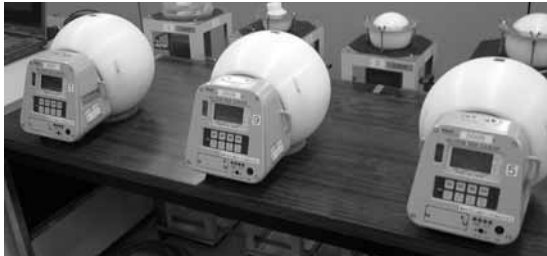


図1 サーベイメータ型レムカウンタ

スペクトル測定」という。）

## 2.1 全国調査

### 2.1.1 調査方法

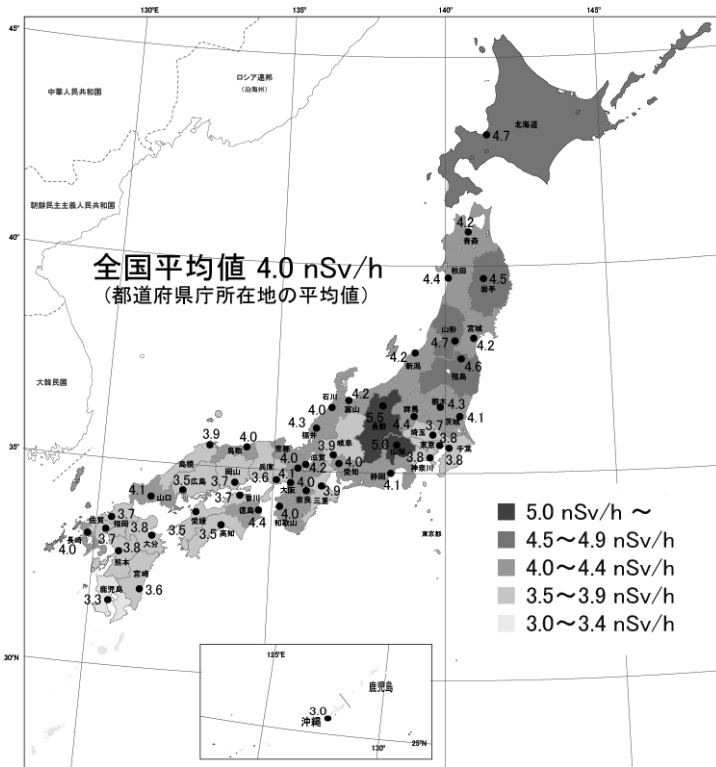
測定場所は47都道府県において原則として5地点/県（北海道のみ10地点）とした。内訳は人口密集地（原則として都道府県庁所在地）1地点と、緯度及び高度の異なる4地点の計5地点である。測定地点として遮へい物が近くにない平坦な場所を選定し、測定器を軽貨物自動車の荷台に載せ、地表面から約1mの高さで測定を行った。

中性子線量率の測定には富士電機社製サーベイメータ型レムカウンタ（2インチφ、5気圧<sup>3</sup>He比例計数管）（図1）を原則として9台使用して、計数誤差が3%以下になるようにした。併せて、空気等価型電離箱線量計等を用いた宇宙線電離成分の測定を行った。なお、中性子の線量単位は1cm線量当量（周辺線量当量H\*(10)）とした。

### 2.1.2 調査結果

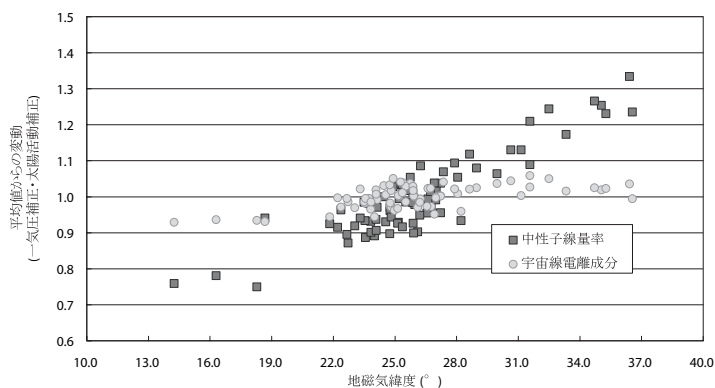
47都道府県の緯度、高度など様々な条件下での中性子線量率の範囲は2.9 nSv/h（東京都・小笠原村）～21.8 nSv/h（静岡県・富士山5合目）であった。47都道府県庁所在地の測定結果を用いて日本の平均値を算出したところ、4.0 nSv/hであった。47都道府県庁所在地での中性子線量率を示した地図を図2に示す。長野県及び山梨県では中性子線量率が高いが、どちらの県庁所在地も高度が高いところにあるため、それらを除くと高緯度ほど中性子線量率が高くなる傾向を示している。

中性子と宇宙線電離成分の海面レベル（高度70m以下）



・サーベイメータ型レムカウンタによる測定値(周辺線量当量)であり、測定エネルギー範囲は熱～約20MeVである。  
 ・高度による影響を残すため、気圧補正は行っていない。  
 ・太陽活動の影響を補正した値(2004年7月相当値)である。

図2 全国における中性子線量率



測定地点の高度が70 m以下での全国調査の結果を使用。1013.25 hPaに補正。建造物及び積雪の影響を受けたと思われる測定結果を除外。

図3 中性子線量率及び宇宙線電離成分の地磁気緯度による変化



図4 エリアモニタ型レムカウンタ

での測定結果について、それらの平均値で規格化したものを図3に示す。環境における中性子の強度は赤道付近で低く、極点付近で高いことが知られている<sup>1)</sup>。中性子線量率は高緯度地域では低緯度地域に比べて高くなる傾向が確認された。また、中性子線量率は宇宙線電離成分よりも地磁気緯度の影響を受けやすいことがわかった。

## 2.2 定点測定

### 2.2.1 調査方法

全国調査と並行して、日本分析センター(千葉県千葉市)を定点として中性子線量率等の連続測定を実施した。測定には富士電機社製エリアモニタ型レムカウンタ(5インチφ、5気圧<sup>3</sup>He比例計数管)(図4)を用いた。また、気圧補正のために気圧の連続測定を行った。

### 2.2.2 調査結果

環境における中性子は宇宙線由来であるため、大気深度(気圧)によって変化する。そのため、連続的な中性子測定においては、気圧による変動を補正する必要がある。中性子計数率と気圧の関係では、気圧が高くなると中性子計数率が減少する関係が認められ、その関係式から気圧補正を行った。

2002年から2005年までに連続測定した中性子計数率と気圧補正した中性子計数率を図5に示す。中性子計数率は測定時期によって変動している。この変動は太陽フレア等の太陽活動によって発生し、太陽活動が活発な時に中性子強度が減少する。地球に入射している宇宙線には銀河由来と太陽由来があり、地上で観測される中性子の起源は主に高いエネルギーを持つ銀河由来の宇宙線である。太陽活動が活発な時には、太陽起源の宇宙線が強くなり、それによる遮蔽効果で銀河由来の成分の入射を妨げるため、中性子線量率が減少すると考えられている。

## 2.3 中性子スペクトル測定

### 2.3.1 調査方法

環境における中性子のエネルギー分布を把握するため、高度や緯度の異なる地点等において中性子スペクトル測定を行った。測定には<sup>3</sup>He比例計数管を使用した、ポナーボール型と呼ばれる多減速材付き中性子スペクトロメータを用いた(図6)。このスペクトロメータは減速材を付けない検出器1台と厚さの異なる減速材(ポリエチレン)を取り付けた検出器4台の計5台から成る。それぞれ減速材の厚さに応じて中性子の減速される度合いが異なり、得られ

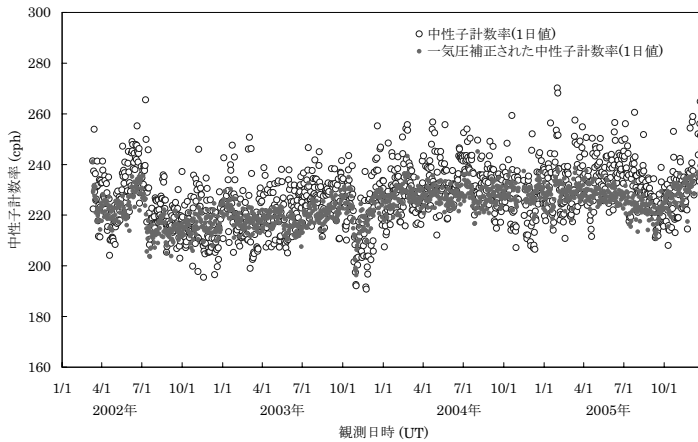


図5 中性子計数率の測定結果（1日値）

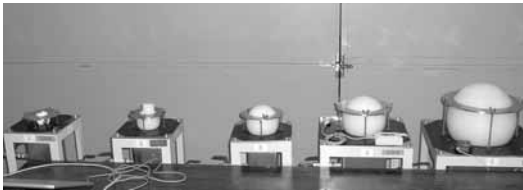


図6 多減速材付き中性子スペクトロメータ

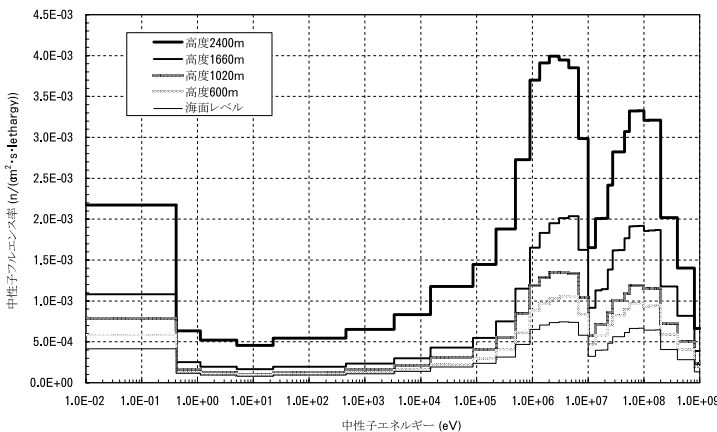


図7 富士山周辺における各高度での中性子フルエンス率スペクトル

た計数值と各検出器の応答関数<sup>2) 3)</sup>及び線量換算係数<sup>4) 5)</sup>から中性子スペクトルや中性子線量率を得ることができる。本調査では、中性子のエネルギー範囲を0.01eV～1 GeVとしてスペクトル解析を行った。また、中性子スペクトルの時間的変動を把握するため、日本分析センター内で連続測定を行った。

### 2.3.2 調査結果

富士山及びその周辺において、高度を変えて中性子スペクトル測定を実施し、高度による中性子スペクトルの変化について検討した結果を図7に示す。測定地点の高度が高くなるにつれて中性子フルエンス率が高くなることが確認された。また、3 MeV付近と100 MeV付近にピークがあることが確認できた。しかし、スペクトル中で最も高い3 MeV付近のピークで規格化したスペクトルでは、その形状に変化はほとんど見られなかった(図8)。

2005年の3ヶ月毎の中性子スペクトルについて形状の変化はほとんど見られなかった(図9)。

### 3. おわりに

平成17年度までに実施した調査により、全国における中性子線量率分布や中性子スペクトル等貴重なデータを取得することができた。全国調査は平成17年度に終了し、現在、日本分析センターにおいて中性子線量率

の連続測定を実施している。

なお、この内容は文部科学省の委託により、日本分析センターが実施した調査結果の一部である。

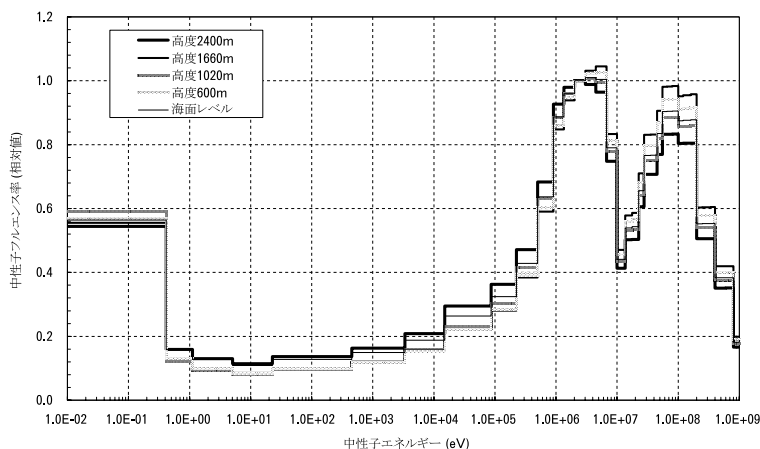


図8 富士山周辺における各高度での中性子フルエンス率スペクトル（3 MeVのピークで規格化）

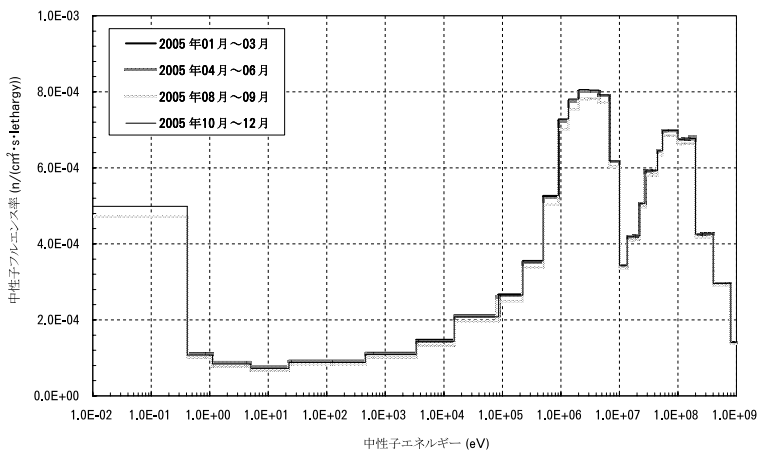


図9 3ヶ月毎の中性子フルエンス率スペクトル（一気圧補正）

### 参考文献

- 1) UNSCEAR Report 2000 (2000) 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、独立行政法人 放射線医学総合研究所 監訳 (2003)
- 2) Y.Uwamino et al.; Nucl. Instr. Meth.A., 239,299-309 (1985)
- 3) T.Nunomiya; 「高エネルギー加速器及び宇宙線起因中性子の深層透過に関する研究」東北大学工学博士論文 (2003)
- 4) ICRP publication 74 (1995) 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数, 日本アイソトープ協会 (1998)
- 5) A. V. Sannikov et al.; Radiat. Prot. Dosim., 70 (1-4), 383-386 (1997)

### ◆ プロフィール ◆

財団法人日本分析センター分析業務部  
ガンマ線・ラドングループ技術員  
2002年武蔵工業大学大学院工学研究科原子力工学専攻修士課程終了、同年財団法人日本分析センターに入所。  
中性子放射化学分析法を用いた環境試料中の元素分析やヨウ素129分析に関する業務に携わっていた。現在、中性子線量率測定や環境γ線測定に関する業務を担当している。



## 《連載 第1回》

## ある時代のあるミステリー



井本 正介\*

## 1. 青酸カリ

昭和50年(1975)頃、私はウラン炭窒化物という原子炉燃料の可能性のある物質の研究をしていた。どういう因縁か、農学部を出た一人の学生が大学院で私の研究室に入ってきた。学生には研究テーマより先ず装置を与え、それに習熟させるのが私の主義だった。その学生、杉山君にはガスクロマトグラフを与えた。気体や液体の成分を調べる装置で、大変よく使われているものである。慣れた頃、ウラン炭窒化物に水蒸気を当て、出てくるガスを調べるように言った。結果はすぐに出た。メチルアミン、エチルアミンという、腐った魚から出るガスが検出されたのである。それも微量でなく、生成ガスの主成分であった。あと一步、私の夢は膨らんだ。メチルアミンにカルボキシル基がつけば、グリシンというアミノ酸になる。エチルアミンはアラニンというアミノ酸になる。いずれもわれわれの体を作っているたんぱく質の要素である。こんなに簡単に無機物からたんぱく質ができるのであれば、地球という無機物の塊から生物が発生したのも難なくうなずける。杉山君も同じ考えだった。アミンができたのだから、アミノ酸まであと一步だ。しかしこの一步は遠かった。杉山君は、ウラン炭窒化物の組成を変えたり、反応温度を変えた

り、いろいろのことを試みたが、アミノ酸はできなかった。

ある日、「青酸カリを使ってみたらどうだろうか」と話を持ちかけた。さすが、農学部出だけあって、彼は直ちに「おもしろいですね」と反応した。青酸カリあるいはシアンガスは有機化合物の合成によく用いられる試薬であった。たとえば、塩化メチルと青酸カリとからできるニトリルというものに酸を加えると、問題のカルボキシル基を持つ蟻酸が生成する。またアセト・アルデヒドにシアンガスとアンモニアとを反応させてできたものを加水分解すると、アラニンができる。化学実験系の研究室では、日常的といってよいぐらいのありふれた試薬であった。大学院学生が注文すれば、業者がすぐに持ってきてくれる代物だった。

数日後、ドアをノックして彼が入ってきた。「××薬品の人が、先生のハンを欲しいそうです」「どうぞ」と答えると出入りの業者が顔を出し、書類を机の上に置いた。受取書であった。杉山君の左手には青酸カリ25グラムの小瓶がしっかり握られていた。ウラン試料と青酸カリとを混ぜ、乳鉢で摺ってから反応管に挿入し水蒸気と反応させるのが、先ず考えられる実験の筋道だった。乳鉢で摺るときには、グローブ・ボックスの中、アルゴン気流中で行うようにと、

\*Shosuke IMOTO

杉山君に指示した。私自身、あるウラン試料を乳鉢ですり、フォスフィンと言う毒ガスの臭いをかいだことがあったし、青酸カリを摺っていて気分が悪くなったという話を聞いた事があったからである。ひと月も経つか経たないうちに、杉山君が「先生、あれはだめです」と言ってきた。半ば予想していた事であった。青酸カリは炭素と窒素との結合を助けるもので、カルボキシル基を作るものではなかった。アミンができていてすでに炭素と窒素との結合はすんでいたのである。青酸カリは余分な物だった。杉山君もそれに気付く、早めに青酸カリから手をひいたのであろう。「それで、・・・残ったのはどうしましょうか」「こちらへもらおうか」「それじゃ、持ってきます」部屋の中の大きな書棚に一つだけ鍵の掛かる引き出しがあった。私の机に近い場所だった。「確かに」と彼から受け取った青酸カリの小瓶を封筒に入れ、その引き出しにしまって、鍵をかけた。こうして私は、誰一人に怪しまれる事なく、青酸カリを手に入れた。母をはじめ何人かの親戚の最後を見るにつけ、自分の意思で死を決める可能性を残しておきたかった。Quality of Life (生活の質) という言葉が現れ、松田道雄氏が「尊厳死」を言い出したのもその頃だった。

それから何ヶ月経ったか、新学期の始め、工学部の事務部長から電話が掛かった。「××署の刑事が先生に会いたいと来ていますが、そちらへ行ってもらってよろしいでしょうか」大学紛争後、刑事が研究室に来ることには何の問題もなくなっていた。「結構ですが、何の用ですか」「先生のところのパキスタン人が青酸カリを飲んだらしいのです。詳しい話しはそちらであるでしょう。」二年前、ある大学の教授からパキスタンの学生を預かって欲しいと頼まれた。文部省の外国人留学生として自分の

研究室に来ていたが、その期限がきた。彼、アザーリ・バハリ君は、研究室を変えて留学期間の延長を申請したいと言っている。ぜひお願いしたいと有無を言わせぬ頼み方だった。彼本人からも手紙が来た。核燃料の基礎研究をしたいと書いてあった。教室の他の先生がたと相談し、博士課程1年にいれてもらうことにした。しかし彼は、本国に帰らねばならないとの理由ですぐに休学の手続きを取った。入学金5万円は払ったが、授業料は納入していなかった。実際には研究室にときどき来て、助手や他の学生達と話していたようだ。私は、東京へ行ったついでに文部省に立ち寄り、留学生延長の可能性を聞いてみた。担当者は替わっており、新しい担当者は、バハリさんについては、非常にむづかしいと答えた。ちょうどパキスタンに帰っていた彼に手紙でそのことを伝えると、自分は楽観しているとの返事が戻ってきた。しかし、ほぼ1年経って文部省から出た通知はそれを裏切るものだった。彼は非常に落胆し、二度と戻らないこの貴重な二年間を無駄に過ごしたと、書いてよこした。そしてただちに退学の手続きを取った。

「実は、アザーリ・バハリさんが青酸カリをのんで、入院しているのです。それで、その薬物の出所を調査しているのですが」と刑事は切り出した。「容態はどんな具合ですか」「外国人寮の自室に居まして、寮の管理人が発見しました。助かるそうです。」と言葉少なに答え、「ところで、先生の研究室では青酸カリはお使いですか」と続けた。どの研究室に青酸カリがあるか、すでに用度係で聞いてきているのであろう。「ええ、実験に使いました」私はズボンのポケットから鍵束を取り出し、書棚の引き出しの鍵を回した。「これですが」「一寸拝見」と封筒を開き、「これだけか・・・」と刑事はつぶやいた。意外に小さい瓶だっ



たからであろう。しばらく眺めていたが、「ちょっとお借りしたいのですが、よろしいでしょうか」「どうぞ、どうぞ」刑事は自分の名刺に借用のコメントを書いて私に渡し、帰っていった。

私はすぐに外国人寮の管理人に電話し、学生が迷惑をかけたことを謝った。管理人は一件を詳しく話してくれた。その日バハリ君は、退学したからここを立ち退きたいといい、荷物の整理をすると、部屋に入っていた。夕方遅くなっても食堂に現れないので部屋へ行ってみると、倒れていたそう。すぐに救急車をよんで、病院に運んだ。机の上には紅茶を飲んだあとがあり、使ったハーブティーのティーバッグが残っていた。その臭いをかいで、救急医が青酸カリではないかと疑い、病院で解毒剤の点滴と酸素吸入をしたそうである。いまのところ命に別状はないらしい。警察も動き出し、自殺か他殺か、両面から調査をしている。本人を含め誰がティーバッグに青酸カリを沁み込ませたのかが問題だ、とのことであった。

私が年少の頃、父は薬局を開いていた。大きな薬品棚があり、薬瓶が整理されて並んでいた。窓に近い右側の開きには液体の普通薬が、中央の広い棚には粉末の普通薬が、そして左側の開きには赤色のラベルをつけた劇薬が並べられていた。その下段は五本の液体の瓶が占めており、その一本は杏仁水と表記されていた。風邪薬だということだった。あの中には青酸が入っていると、兄が言った。兄はもう中学生になっていた。どこでそんなことを聞いたのだろう。父が言ったのだろうか。「杏」とはアーモンドのことで、昔は巴旦杏「はだんきょう」と言った。ロマンチックな響きの名前である。肋膜炎で寝ていたとき母が読んでくれたグリム童話集に、その言葉が出てきていたように思う。「仁」は種の中にあるやわ

らかい肉をいう。広辞苑によると、杏仁水とは「杏仁に水を加えて蒸留した薬。無色透明、揮発性で快い香気を有する。鎮咳剤、鎮静剤などに使用。」とある。その主成分はアミグダリンである。有名な有機化学の教科書（フィーザー&フィーザー）には、「アーモンドの種を壊すと酵素が出てきて、それがアミグダリンを加水分解する。生成物は、ベンズ・アルデヒド、シアン化水素、グルコースである。」と書かれている。アミグダリンには気管を広げる作用がある。風邪をひいて、のどがつまったようなとき杏仁水を飲むと、のどが楽になり、声も出やすくなる。かりん酒が風邪によいといわれるのも、同じ効果によるのであろう。1925年初版の村越三千男編著「大植物図鑑」には、クワリン（花梨）を「本果実ノ煎用ハ実ニ肺炎、肺炎カタル、気管支カタル、瘰癧（ルイレキ）、腺病質ノ人ニ実行シテ何レモ効能アルモノナレバ、之等ノ人ハ一時モ早く実行シ根治ノ喜ビヲ得ラレンコトヲ切望ス」とまで述べている。なお同書には、はたんきょうは杏（あんず）ではなく、李（すもも）の一品種となっている。アーモンドはアンズカスモモかどちらであろうか。梅酒もかりん酒と同じである。「青梅は食べてはいけない」との言い伝えがある。青酸が含まれているからである。その青梅をホワイト・リカに漬けて、梅酒は作られるのである。杏仁水、かりんの浸出液、梅酒などの持つ薬としての効果、それを齎しているものは実に、甘いアーモンドの香りのするシアン化水素に他ならない。

青酸カリはアルカリ性である。これを飲むと直ちに胃の中の塩酸と反応し、シアン化水素が発生する。ガスは肺から血液中に吸収され呼吸酵素の働きを止める。酸素が脳に送られなくなり、脳細胞が壊死し、結果として人は死ぬわけである。息は甘く、その服毒は容易に分かるのである。警察は、

アザーリ・バハリさんの服毒を自殺行為か他殺行為か決めかねていたようだが、私は他殺行為と直感した。わざとハーブティーに混入し、臭いを紛らわそうとしているのがその証拠である。青酸カリの性質をよく知っている者の犯行と思った。その後、刑事からは何の連絡も無かった。たぶん青酸カリの不純物を調べ、どの薬瓶が使われたかを見ようとしていたのであろうが、当時の分析機器では無理だった。化学実験に使っていたのは特級品であり、青酸ソーダが含まれている工業用のものとの判別はできたであろうが、特級品のさらなる分別は不可能だった。私は、刑事が渡した名刺を青酸カリの置いてあった引き出しにしまった。それから十年余りが経ち定年を迎えたとき、引き出しを整理し、名刺を屑かごに捨てた。青酸カリを安楽死に役立たせようとの目論みはこうしてあえなく挫折した。

## 2. 原子弾無用論

私の研究室には外国人の学生がもう一人いた。台湾から来て博士課程に入った「中明祥（チュン・ミンシャン）」君である。実験装置や器具を使った理学的研究にはあまり関心を示さず、むしろ文科的な方面に興味があるようだったので、核燃料サイクルの経済性を調べてもらうことにした。私自身も、自ら手を汚して実験をする年齢を過ぎており、何か理論的なものに転向をと考えていたときであった。生産機械学科のある教授に指導を頼み、週一回3人で会うことになった。半年ほど経ったある日、彼は「先生、こんなものを書きました」と新聞のコピーを持ってきた。中華日報と言う台湾の新聞の「国事論壇」というコラムに「国内核能工業的發展」（我国原子力工業の發展）と題した、4段・150行に達する論文である。原子力発電と核燃料サイクルとに分け、それぞれ日本の状況を簡潔明快に

紹介したうえで、台湾での發展のためには何をなすべきかを論じている。無名の一大学院学生にこれだけの紙面を与えた編集者の英断にも感心するが、それだけの値打ちがあると思ったのであろう。大した才能である。それを読んだ雑誌社からは原稿の依頼が来たようで、次に見せてくれたコピーは「留日見聞・・・中明祥」と題されており、4枚にぎっしり中文で印刷されていた。留学一年の感想を述べるという前書きで、(1)日本的核工（日本の原子力工業）、(2)国立大学原子力工学科（3）参加日本原子力学会感想（4）交流協会奨学金簡介（紹介）と、それぞれの項目が実に手際よく、適切に紹介されており、あらためて文学的な才能を見せ付けられた。僅か半年余りでこれだけのものを吸収し得たことにも驚かされた。

ことはこれだけに終わらなかった。3ヵ月後、国事論壇に再び中明祥の論文が載った。「原子弾於中華民國無用論」と題され、2ページ6段にわたっている。

「ある週刊誌が、米国の専門家が台湾は1980年には原子爆弾を持つようになると推測している、との記事をのせていた。研究室でその話をすると、皆驚き、議論の種となった。台湾の当局はこの推測を否認し、原子力は平和利用に限っていると話している。現在台湾で進められている原子力開発は次のとおりである。（中略）1973年10月の中東戦争で、イスラエルは広島級の原爆を13基持っており、はじめ戦況が不利だったとき、それらの使用を考えていた。しかし戦局が好転し、結局使わずにすんだ。だがイスラエルの態度は非常に大きな危険性をはらんでいる。大陸からの軍事侵犯に対応して、台湾も核兵器を準備すべきであろうか。自分はこの考えは浅見だと思う。」と述べた後、「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。原料であるウ

ラン235は、自然にある天然ウランには0.7%しか含まれていないため、それを90%以上に濃縮しなければならない。しかしこの濃縮に用いる気体拡散という方法は大規模な装置と莫大な資金を必要とし、ふつうの国家が負担できるものではない。一方、もう一つの原料のプルトニウム239は、原子炉の運転で燃料中に生成し、運転後の燃料再処理によって比較的小規模の装置で取り出すことができる。インドはカナダから原子炉を輸入し、自家製の再処理工場でプルトニウムを分離し、原爆実験を行った。しかし、一個や二個の核兵器を持つことにどんな戦術・戦略的な価値があるのだろうか。原爆実験によってインドは国際的な地位を上げたであろうか。かえって先進国の猜疑心を招いただけである。」と続け、「核兵器は、国計・民生に何の利益も齎さない。核兵器の威力・威名に対する迷信を排除し、国内の原子力工業を発展させることが大切で、その威力は原子爆弾の百倍・千倍にもあたる。」と結んでいる。

その3ヵ月後、同じ中華日報は「国内核燃料工業的発展」を載せ、翌年2月には「試論我国的原子炉戦略」を7段抜きで載せた。そして中明祥は4月には博士課程の学籍を抜いた。私の研究室でもう学ぶものは無くなったとみたのか、何か個人的な事情があったのかは知らない。彼は米国のある会社、それは原子力とは何の関係もないものであったが、に就職し、商品売り歩く営業社員となった。それまで彼が何を考えていたか、日本語で綴った文章にはこう書かれている。「自分は何のために日本へ留学に来たのか？短い留学生活の中で何を本当に勉強すべきか。実験のテクニックだろうか・・・工学の知識だろうか・・・、いや、何よりも肝心なのは、現在日本の繁栄と物質建設の下に日本の物資文明を支えている、見えないが一番重要な日本民族の精神と意

識構造だ。これは本当の勉強になるものだ。」そこまで考えていた彼が、なぜ急に日本を去っていったのか、またあそこまで台湾の原子力開発に強い関心を寄せていた彼が、なぜ台湾を捨ててアメリカに移り住んだか、疑問は深く残った。

(次月号へつづく・・・)

### ※ プロフィール ※

1924年京都生まれ。

1947年京都大学理学部化学科（無機化学）卒業。

1948年より大阪大学工学部助手、助教授を経て

1965年同原子力工学科教授、核燃料工学を担当。

1988年定年退官。福井工業大学教授。

1997年同退任。

長く日本原子力研究所（大洗）プル燃研の研究嘱託、関西原子力懇談会顧問を続けた。研究上の興味を中心は電子論からみたアクチニドの化学。

定年後は日本の古代史に関心を抱き、2004年「仮想古代史」を記念出版（残部少々あり）。



# 「迫りくる温暖化—原子力で抑止」

前・原子力委員 町 末 男



国連・気候変動政府間パネル（UNIPCC）は各国の専門家が集まって地球温暖化等による気候変動の検討調査を行っている最も権威のあるグループである。このパネルの第4次報告が今年の2月初め発表された。温暖化が加速されており、21世紀末には最大6.4度の温度上昇、59cmの海面の上昇が予測されると警告している。また、「温暖化をもたらす炭酸ガスの増加が人間の活動に起因する事は90%間違いない」と報告している事も注目される。

一方、昨年発表されたIEA/OECDの新しいエネルギー予測では2030年までに世界のエネルギー消費は1.5に倍増加し、それに伴って、炭酸ガスの排出量は55%も増加すると報告されているのである。エネルギー需要増加の70%は開発途上国の発展に伴う増加によるものである。温暖化の抑止は地球と人類の未来にとって緊急な課題となっており、途上国と先進国が協力してこれにあたらなければならない。

最近の異常気象の頻度は増えている。記憶に新しい悲劇の1つは2003年の夏にヨーロッパを襲った熱波である。フランスではおもに高齢者が1万5千人亡くなった。一般家庭に冷房のないヨーロッパでは熱波が10日も続けば高齢者には大変な負担になる。また、一昨年ニューオリ

ズを壊滅させたカトリナ台風も温暖化で海面温度が上昇し水の蒸発が増えたためという説明がされている。

温暖化の抑止に炭酸ガスを発生しない原子力エネルギーの利用が重要な方法であることは明らかである。1kWhの電力を発電するために排出する炭酸ガスは原子力では22グラムであるのに対して石炭火力は実に975グラムである。しかし、その原子力が電源に占める割合は世界で16%にとどまっており、IEAの予測では2030年までにはさらに低下するとしている。

一定のGDPを得るために発生する炭酸ガスの量は日本とフランスが先進国の中で最も低い。これには原子力発電の利用の推進、省エネルギー技術の開発と利用などによるものと考えられる。

途上国の中でも人口13億と11億人を抱え、急速な発展を続ける中国とインドが環境に優しいエネルギー政策を実施していく事が求められる。両国が原子力発電を重要な電源として位置づけて大きく拡大する計画であることは大変に好ましい。日本が省エネルギー技術と共に、原子力発電技術についても核不拡散と安全確保を大前提として国際的レベルの協力を進めていくことは地球環境を守る上から大変に大事なことである。  
(07年2月25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

### Nocebo

鴻 知 己

今日医療界ではEBM（Evidence Based Medicine）とIC（Informed Consent）が声高に叫ばれて実践が急速に拡大しているようである。治療の方策は科学的に立証されたものでなければならず、治療法の選択・採用は患者本人（もしくは本人が定めた代理人）の意志によって決められるべきだという主張である。

EBMの必要性が特に高いのは医薬品の効用に就いてのものである。通常盲検法（blind-test）により統計的に調べられるが、その際、実際には薬でないものに“薬効”があるといった与えた場合、勿論薬の薬効よりは劣るが、そのことを言わずに与えた場合に比してより高い“薬効”があることが知られており、これを「偽薬効果」placeboと呼んでいる。“placebo”は元々ラテン語で“I shall please”を意味する。実は、EBMの確立にこのplaceboという概念が大変

に役立っているのだそうである。

一方、チェルノブイリの事故やJCOの事故で、思い込みにより必要以上のストレスを背負い、実際に健康を損ねるケースのあることを知った。放射線が人体に与える影響と放射線事故が人体に与える影響は必ずしも等しくないのである。それで、“望ましくない影響”を必要以上に意識することにより実際そのような影響を受けてしまう不幸を避けるため、placeboに倣ってnocebo（効果）の概念を打ち立て、放射線嫌悪症 radiophobia 対策などに役立てたい、とする提案がなされている<sup>1)</sup>。ノセボ（ノーシーボー）効果とか、反偽薬効果と訳されている。

1) Bruce Barrett, et al. : Placebo, Meaning and Health, Perspectives in Biology and Medicine, Vol49, No 2 (spring 2006), 178-98 (2006), The Johns Hopkins University Press.

## 初級放射線教育講座②

# 「放射線の量と単位」



小田 啓二\*

### 1. はじめに

「放射線に関する量と単位は難しい」と、一般の方々や放射線関連科目を受講する学生諸君からだけでなく、放射線関連の専門家の先生方からも苦情を耳にします。確かに、放射線防護に用いられている量を含めて、現在の線量体系には多くの問題が残されています。これをすべて理解するには、過去に定義された量や定義の変遷を知る必要がありますが、そのような歴史の紹介は他書に譲ることにし、本稿では、放射線防護や放射線安全管理を实践する上で、最低限必要な量に絞って解説することになります。

放射線に関する量は、物理的に明解に定義された基本量である「物理量」、放射線防護や放射線安全管理の目的だけに使われる「防護量」、および実測できない防護量の推定のために用いられる「実用量」の3つのグループに大別されます。第2節から第4節まで、各々の量を説明しますが、放射線に関する量の定義を枠で囲み、さらにそれらの解釈や使われ方および注意点を補足します。最後に、第5節においてこれらの3つの量の関係を説明します。

### 2. 物理量

#### 2.1. フルエンス

放射線が存在する空間（放射線場）の特徴を記述するための最も基本的な表し方は、粒子数です。空間上のある点における放射線場の強さは、その点近傍のある小さな面を通過する粒子数で表すことができます。但し、この面を固定してしまうと、この面に平行に入ってくる粒子を勘定できません。従って、どの方向から飛ん

でてくてもカウントできるように、微小面はある点を中心に任意に回転できると考えれば良いこととなります。このようにしてフルエンス（または、粒子フルエンス）が定義されます。

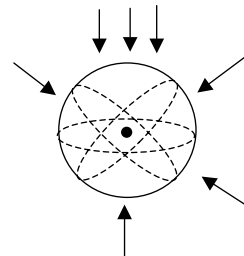


図1. フルエンス

単位面積の大円（中心点を通る断面）を持つ球に入射する粒子数をフルエンスという。  
単位は  $[\text{cm}^{-2}]$  や  $[\text{m}^{-2}]$  である。

放射線場をより詳しく記述するためには、フルエンスだけでなく、そのエネルギー分布（エネルギースペクトル）やフルエンスの時間変化（フルエンス率）なども必要な場合があります。なお、同じような粒子数を表す量に「粒子束密度（フラックス）」が定義されていますが、フルエンス率と同じ意味を持っています。また、派生した量として、エネルギーフルエンス（粒子エネルギーとフルエンスとの積）が用いられることもあります。

特に中性子に対しては、後述の線量を計算する際に使われ、法令等では「単位フルエンス当たりの線量換算係数」という形で表れてきます。

\*Keiji ODA 神戸大学大学院 海事科学研究科 教授



## 2.2. カーマと吸収線量

フルエンスは放射線場そのものの特徴を記述する最も基本的な量ですが、その放射線場に置かれた物質へのエネルギー付与に関連した線量を本節で説明します。

$\alpha$  線や  $\beta$  線のような荷電粒子は直接物質中の原子と衝突して電離を引き起こすのに対して、 $X \cdot \gamma$  線や中性子のような非荷電粒子は、たとえば光電効果や (n,p) 反応等の相互作用を通して二次荷電粒子を放出させ、この二次粒子が電離を行います（このため、非荷電粒子は間接電離放射線と呼ばれます）。このように、放射線場に曝された物質内では、一般に、入射一次粒子から二次粒子へのエネルギー転換、及びそのエネルギーの物質への付与という2段階を経ることになります。

放射線照射によって引き起こされる物質の変化（少なくとも物理的変化）は、第一近似として、物質に与えられるエネルギーに比例すると考えることができますので、「単位質量当たりのエネルギー」を指標とした「線量」で表すことにします。ただ、エネルギー付与には2段階ありますので、その各々に対して異なる線量が定義されています。

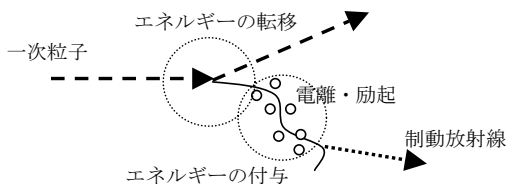


図2. エネルギーの転移と付与

単位質量の物質中で、非荷電粒子によって発生したすべての荷電粒子の初期運動エネルギーの総和を、カーマという。

一方、(電離や励起を通して) 単位質量の物質中に付与されたエネルギーを吸収線量といい、すべての放射線に対して適用される。これらは [J/kg] の次元を持っており、特別な名称 [Gy (グレイ)] が使われる。

なお、通常、例えば空気カーマとか組織吸収線量のように、物質の種類を付記します。

カーマと吸収線量は厳密には概念上は違いますが、異種物質の境界近傍や高エネルギー  $X \cdot \gamma$  線の場合を除き、数値的には両者はほぼ同じ値になると考えても構いません。

## 3. 防護量

### 3.1. 放射線防護に用いる線量

第3節と第4節では、放射線防護に用いる線量を紹介します。これらは、前節において定義された吸収線量を基に、生物学的知見を加味した荷重係数を乗じることにより求められます。即ち、一般的には、

$$\text{荷重線量} = \text{荷重係数} \times \text{吸収線量} \quad (1)$$

と表せます。

放射線防護の具体的な目的は、放射線利用に伴う被ばくにおいて、人体に対する影響が起らないように被ばくを制限管理することです。このために、かつては放射線の種類による生体影響を加味した係数 (RBE=生物学的効果比) で荷重した RBE 線量が提案されましたが、放射線防護と生物学の両方に使われるという混乱を解決するために、放射線防護専用の線量として「線量当量」(後述) が定義されました (1962年)。その後、この線量当量を基にいくつかの改良が加えられ、現在に至っています。具体的な解説の前に、放射線防護に用いる線量に共通した概念上の注意点を述べておきます。

「放射線防護に用いる」ということは、低線量域から高線量域にわたって、被ばくした個人に起こった(あるいは今後起こるであろう)放射線影響を直接評価することが目的ではないということです。確かに、荷重係数は生物学的データ等を考慮して決められていますが、正確に「人体に対する放射線影響やリスクを表す量」ではありません。多くのデータをある程度平均化し、また多くの補正係数やモデルを単純化した上で、合理的に判断されて現在の荷重係数が決められているのです。放射線安全管理の実践では、あるしきい値以上の線量で発生する確定的影響が起らないこと、および確率的影響の発生確率を容認できるレベル以下に抑えることを(ある程度平均化された量を用いて十分なマージンを持って)担保することになります。



従って、放射線防護に用いる線量は、明らかに障害が発生しているか、あるいは発生する恐れがあるような高線量域では用いません（通常は、100mSv 程度以下）。このような線量を超える場合には、被ばく者が受けた吸収線量（場合によっては適切な RBE 値で荷重した線量）で評価する方が適切であると考えられます。

### 3.2. 等価線量

上で述べましたように、放射線防護に関連する量は、歴史的には「線量当量」の定義に始まっています。現在では、ICRP（国際放射線防護委員会）1990年勧告に準拠した線量体系になっていますが、1990年以前の概念との大きな相違点は、「放射線防護に用いる量は、着目するある一点でなく組織や臓器について考えるべきである」ということです。従来の荷重係数（線質係数、後述）は着目点で定義されていたので、組織当たりの量に対する「放射線荷重係数」を新たに定義し、(1)式を以下のように変形しました。

$$\text{等価線量} = \text{放射線荷重係数} \times \text{組織・臓器当たりの吸収線量} \quad (2)$$

放射線荷重係数は、光子・電子では1、陽子は5、 $\alpha$ 線20、中性子はエネルギーによって5～20の値が定められている。この係数は無次元なので、等価線量の単位も [J/kg] となるが、この単位では吸収線量と区別しにくいので、特別な名称 [Sv (シーベルト)] が用いられる。

等価線量は、白内障や皮膚障害などの確定的影響に対する防護量として用いられます。

### 3.3. 実効線量

2つに大別される放射線影響のうち、発ガンのような発生確率が線量とともに高くなるような影響（確率的影響）に対しては、個々の臓器の危険性を考えるより全身にわたって平均する方が適切です。そこで、ガン発生部位および生殖腺（遺伝的影響を想定）の被ばくによる各々の損害割合を推定し、その相対割合で荷重して足し合わせたものを**実効線量**と定義しています。

$$\text{実効線量} = \sum (\text{組織荷重係数} \times \text{等価線量}) \quad (3)$$

組織荷重係数は、生殖腺0.2、骨髄・結腸・肺0.12、胃・膀胱・乳房・肝臓・食道・甲状腺0.05、皮膚・骨表面0.01、残りの組織0.05と割りふられている。単位は等価線量と同じく、[Sv]である。

実効線量は、臓器の質量等が規定された「標準人」を想定しており、その標準人内の個々の組織・臓器あたりの吸収線量を二重に荷重して計算します。この定義から分かりますように、放射線場に関する情報が分かれば理論上は計算できるのですが、実際の測定は不可能です（等価線量も同じ）。

また、標準人を想定した線量ということ、および2つの荷重係数が代表値（平均値）であることから、「特定の評価対象者の発ガンリスクを表す訳ではない」ことを理解しておく必要があります。実効線量にリスク係数を掛けて作業従事者個人の発ガンリスクと表現したり、それに組織荷重係数を乗じた値をその臓器の発ガンリスクと計算することは間違いです。

## 4. 実用量

### 4.1. 外部被ばくモニタリングのために導入された実用量

放射線生物学の知見に基づき、人体に対する放射線影響を確定的影響と確率的影響の2つに分類し、各々に対する防護量として、等価線量と実効線量が定められました。しかしながら、標準人ファントムを作業場に運ぶ訳にもいきませんし、その中の臓器毎の線量を測定することも現実には不可能と言えます。これら防護量には「定義通りに実測することができない」という決定的な問題があるということです。そこで、モニタリングできる量を用いて、防護量を合理的に担保する近似値を求めるという手順を踏むことにしています。このために導入された量を「実用量 (Operational quantities)」(モニタリング量、実用計測量と訳されている場合もあります)と呼んでいます。

モニタリングのための線量としては、放射線

場の特徴を表す物理量（フルエンスやカーマ）との対応を考えると、防護量のような組織・臓器のような大きな領域での平均値ではなく、空間の一点で定義される線量を用いた方が便利です。従って、実用量は、線質係数を荷重係数とした線量当量を基本としています。即ち、

$$\text{線量当量} = \text{線質係数} \times \text{吸収線量} \quad (4)$$

ここで、線質係数は LET（線エネルギー付与）の関数として定義されています。

放射線安全管理におけるモニタリングは、エリアモニタリング（場所の測定）と個人モニタリング（人の測定）がありますが、各々に対して、「周辺線量当量、方向性線量当量」と「個人線量当量」が定義されており、いずれも [Sv] 単位です。

#### 4.2. 周辺線量当量と方向性線量当量

実際の放射線場は、フルエンスやそのエネルギー分布が入射方向や測定点によって変化する可能性があります。これらすべてを正確に測定することは非常に困難です。そこで、エリアモニタリングにおいては、簡単化のために、空間のある一点での測定値（評価値）は有限な体積の領域全体にわたって同じであるという仮定を行います。また、通常のエリアモニタやサーベイメータでは方向依存性が少ないような形状となっていますので、放射線が色々な方向から入射してくる場合でも、それらすべてが同一方向から入射すると仮定しても評価値は変わらないこととなります。さらに、モニタリングにおいては、空間中の物理量ではなく人体に関連した線量が望ましいので、人体を模擬するファントムとして直径30cmの組織等価物質である ICRU 球が選ばれています。

ある放射線場に置かれた ICRU 球内の入射方向に対向する半径上のある深さ  $d$  における線量当量を **周辺線量当量** といい、 $H^*(d)$  と表記する。

$\gamma$  線や中性子のような透過性の強い放射線では、深さとして10mm が推奨されています（この時、 $H^*(10)$  と表記します）。

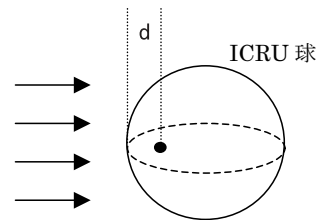


図3. 周辺線量当量

一方、 $\beta$  線や軟 X 線のような透過性の弱い放射線を測定する場合には、薄窓型 GM 管式など方向依存性が大きいサーベイメータが用いられます。このような、放射線の入射方向分布によって測定値が大きく変動する場合には、次の実用量が適用されます。

ある放射線場に置かれた ICRU 球内のある指定された方向  $\Omega$  の半径上のある深さ  $d$  における線量当量を **方向性線量当量** といい、 $H'(d, \Omega)$  と表記する。

皮膚に対しては深さ0.07mm、眼に対しては深さ3mm が採用されています。

#### 4.3. 個人線量当量

個人被ばく線量のモニタリングにおいては、広い空間上のエリアモニタリングとは異なり、人体という大きな散乱体・遮へい体があることから、別の実用量が用いられます。

人体上のある深さ  $d$  における軟組織の線量当量を **個人線量当量** といい、 $H_p(d)$  と表記する。

適切な特性を持った十分に小さな測定器であれば、ある厚さの組織等価物質のフィルターを被ったもので測定できますが、実際の測定器の校正は、人体組織と近い材質で構成された平板ファントム (30×30×15cm) や円柱状ファントム上に置かれた状態で行われます。

#### 4.4. 法令上の実用量

わが国の放射線防護関連法令には、1 cm 線量当量と70  $\mu$ m 線量当量という実用量が出てきます。これらの明確な定義は見当たらないの

ですが、法令の中の別表に付記されている光子カーマや中性子フルエンスからの換算係数の数値を見る限り、1 cm 線量当量は  $H^*(10)$  や  $H_p(10)$  の、70  $\mu\text{m}$  線量当量は  $H'(0.07)$  や  $H_p(0.07)$  の総称であると考えられます。

## 5. まとめ

これまで述べてきた物理量（フルエンス、カーマ、吸収線量）、防護量（等価線量、実効線量）および実用量（周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量）の関係を図4にまとめました。

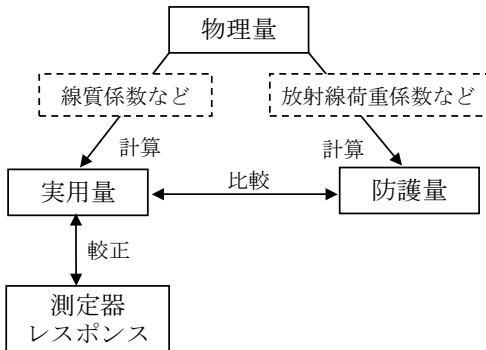


図4. 物理量、防護量および実用量の関係

物理量が与えられると、その放射線場に置かれたICRU球内のエネルギー付与が計算されますので、線質係数を用いて実用量が計算されます。同様に、標準人ファントム中の吸収線量を計算し、放射線荷重係数と組織荷重係数を用いて防護量も計算されますが、これらは入射方向等の照射条件に大きく依存します。そこで、あらかじめ異なる照射条件（前方、等方的など）で防護量を計算しておき、どの場合でも防護量を上回るような実用量を指定しておきます。これが  $H^*(10)$  や  $H_p(0.07)$  などです。例えば、 $\gamma$  線照射についてはどのような条件であっても  $H^*(10)$  が実効線量より大きいことが計算から分かっていますので、ある測定器によって  $H^*(10)$  が測定されれば、その値をもって実効線量の値として記録しておけば安全側に見積もっていることとなります。わが国の法令では、例えば「外部被ばくに係わる実効線量の測定は、1センチメートル線量当量とする」という表現となっています。

最後に内部被ばくについて言及しておきます。実効線量は外部被ばくと内部被ばくを統一的に扱っているため、これらの被ばくによる線量を合算できる利点を持っています。内部被ばくモニタリングでは、空気中の放射能濃度、全身カウンタやバイオアッセイ法等によって摂取した放射性核種の放射能を推定します。この放射能に、「線量当量係数」（摂取方法、体内循環、沈着分布、代謝・排泄割合等多くのパラメータを勘案して事前に放射性核種毎に計算された換算係数 [Sv/Bq]）を乗じることによって評価することになっています。

以上、放射線に関する量と単位を概説しました。単に定義を覚えるのではなく、線量概念を理解することが大事だと思います。また、私たち放射線業務従事者は、放射線に関する正しい知識や情報を公衆へ発信する立場にもあります。「本来の正確な定義はどうなっているのか、それをどのように理解するか」に加えて、「どのように公衆に伝えれば良いのか」についても、自分で考えて頂きたいと思います。本稿がその手助けとなれば幸いです。

### プロフィール

1956年山口県生まれ。宇部高校から大阪大学工学部原子力工学科に入学。以後、大学院博士課程修了（1983年）、大阪大学産業科学研究所助手時代まで千里で過ごす。電子ライナックで発生する超高線量率パルス放射線場のドシメトリの研究に従事。電離箱、LETカウンタ、放射化検出器、フリッケ線量計などを使った。1985年神戸商船大学原子動力学科に転勤。プラスチック飛跡検出器による中性子計測の他、TLD、OSL、イメージングプレート等の固体線量計の応用をテーマとしている。2002年教授、2003年統合により神戸大学海事科学部となる。趣味は、高校・大学とプレーしたこともあって、サッカー観戦。他には数年前に始めて全然上手くならないゴルフなど。

## 「第44回 アイソトープ・放射線研究発表会」

**会 期** 平成19年7月4日(水)～7月6日(金)  
**会 場** 日本青年館 (東京都新宿区霞ヶ丘町7番1号)  
 Tel (03)3401-0101  
<http://www.nippon-seinenkan.or.jp/>  
**主 催** (社)日本アイソトープ協会  
 Tel (03)5395-8081  
 Fax (03)5395-8053  
**共 催** 61学・協会  
**参加費** 2,000円 (学生は無料) 要旨集 3,000円

### ◆特別講演

1. 同位体が拓く未来—同位体科学の基礎から応用まで  
 7月4日(水) 11:00～12:00  
 講師 山本一良氏 (名古屋大学)
2. 世界をリードする我が国のホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) 研究の現状と将来展望  
 7月5日(木) 10:00～11:15  
 講師 小野公二氏 (京都大学原子炉実験所)

3. X線計測が拓く新宇宙像  
 —超新星でたどる過去と現代—  
 7月5日(木) 11:30～12:40  
 講師 小山勝二氏 (京都大学理学部)

### ◆パネル討論

1. 消える魔球～陽電子～でどこまで見えるようになったのか  
 7月4日(水) 13:30～16:30
2. 医療情報標準化技術と遠隔診断、地域医療連携への応用  
 7月5日(木) 13:30～16:30
3. 食品照射技術の実用化に向けて  
 7月6日(金) 13:30～16:30

### ◆研究発表

口頭発表: 137題

ポスター発表: 22題

### ●懇親会

日本青年館 4F 「鶴の間」  
 7月4日(水) 18:00～ 参加費2,000円  
 なお、名称が第41回までの「理工学における同位元素・放射線研究発表会」から変更されました。

## 日本保健物理学会「第41回研究発表会」開催のご案内

### ◆研究発表会

**ホームページ:**  
<http://www.n.t.u-tokyo.ac.jp/jhps41/>  
**会 期:** 平成19年6月14日(木)、15日(金)  
**会 場:** タワーホール船堀  
 (東京都江戸川区船堀 4-1-1)  
 TEL (03)5676-2211  
 FAX (03)5676-2501  
<http://www.towerhall.jp/>

### 参加費:

	当日	事前支払
会員	7,000円	6,000円
非会員	8,000円	7,000円
学生会員 (正、準)	2,000円	2,000円

要旨集1冊を含む。要旨集追加は、  
 1冊2,000円。  
 事前支払期限: 平成19年5月7日(月)

### ◆懇親会

**日 時:** 平成19年6月14日(木) 18:40～(予定)  
**会 場:** タワーホール船堀「瑞雲・平安」  
**懇親会費:** 6,000円 (学生は3,000円)  
 当日申込は7,000円

### ◆お問合せ先

〒113-0032  
 東京都文京区弥生 2-11-16  
 東京大学大学院 工学系研究科  
 原子力国際専攻  
 日本保健物理学会第41回研究発表会事務局  
 TEL (03)5841-2915  
 FAX (03)3813-2010  
 e-mail: jhps41@n.t.u-tokyo.ac.jp

## 放射線業務従事者に対する健康診断

国の許認可を必要とする特定の放射線源の使用を許された者（以下「使用者」）は、使用に関わる者に対して特別の健康診断（以下「放射線業務従事者検診」）を行うことが法的に義務付けられている。

放射線防護に係る現行の国策では、一般人・職業人の双方に対して、「確定的影響は発現を絶対的に阻止」し、「確率（論）的影響については付随するリスクを一定限度内に抑制」することを目標に、線量の管理基準が定められている。そして、放射線の安全管理が適切に行われている限り、健康診断の結果において医師が異常を認めるような事態には至らない仕組みとなっていて、法令が制定された1957年以来的実績でこのことは実証済みである。

何故このような健康診断を義務付けているのかといえば、知識や経験が十分でない状況の下で、放射線防護のシステムを設計し運用を始めた（の謙虚な気持ちを）1957年の法令作成に当たった人たちが持ち合わせていたからである。必ずしも十分といえない情報・知見を基に、前提を設定し論理を展開してシステムを組み立てることになるので、予想しなかった欠陥がシステムにあった場合に備え、万一の場合それを出来るだけ早期に検出できるように“システムの出来映え（性能）監視”の役割をも内蔵させたのである。

「放射線業務従事者検診」の内容と実施要領は良く知られているので、スペースの関係で省略する。上で述べた如く、実際上意味のない検査と化しているのに、受検者には就業時間の減少と採血などに伴う身体への負担（目の水晶体検査では瞳孔開閉のための薬剤注入という新たなリスクを与えられる）が、実施を義務付けられている使用者には雇用者（および自身）の検診経費負担、監督官庁の担当者には高受診率の維持、が負担となっている。法律が縦割りになっていて、複数の法令で重複して「特殊検診」を義務付けているのも、国の制度設計としては問題である。

筆者が放射線審議会委員を務めていた時期（1983年から通算3期6年）にも廃止の議論がなされたことがあるが、「健康診断それ自体は受診者に何らかの便益をもたらすものである」との医師の意見や「労働者にとっては既得権（となっているので剥奪されるのは困る）」という“労働者側”の意見が強く、廃止は見送られた。

検査結果の判定基準と基準逸脱時の措置法が明確に示されず医師の裁量に任されていること、「1年を超えない期間ごと」という定期健診の実施基準、法令間の規定の不整合、など現場の問題は少なくないが、施策の有効性についての疑問という基本的問題の前には些細なことである。



サービス部門からのお願い

ガラスバッジ・ガラスリング等の返却について

次のようなガラスバッジも、今回、測定依頼するガラスバッジと一緒に送りください。

- ① 使用しなかったガラスバッジ
- ② 返却の遅れていたガラスバッジ
- ③ 中止、休止したガラスバッジ

○返却手段

<封筒を使用して返却していただいているお客様>  
ガラスバッジが発送トレイに入りきらないときは、紙などに包み、他のガラスバッジとともに測定依頼をしてください。(写真)



<GBキャリアを使用して返却していただいているお客様>  
ガラスバッジが発送トレイに入りきらないときは、紛失防止のためGBキャリア内袋の内側に入れて、測定依頼をしてください。

また、ご使用者の中止、休止又は、使わなかったガラスバッジも、必ずご返却下さい。  
“中止” “休止”のご依頼は“ご使用者変更連絡票”に必要項目をご記入のうえ、FAX（フリーダイヤル 0120-506-984）にて事前にご依頼下さい。

○ご注意

ガラスバッジのモニタラベルに変更内容を記載して測定依頼されても、情報の修正や訂正の対象としておりませんのであらかじめご了承ください。  
(サービス課 伊藤 浩子)

編集後記

- 今月号から3回シリーズで、井本正介氏による今までに無い面白い連載記事「ある時代のあるミステリー」が始まりました。かつて日本でもこのようなことが実際に起こったのかと非常に驚きましたが、昨年11月に英国で起こって、新聞やテレビに大きく取り上げられたポロニウムによるロシアの元スパイ殺人事件をほうふつとさせるような、国際的な緊張関係が日本でもあったとは思いますが、世界にテロ対策が叫ばれ、日本でも線源登録制度が検討されている状況でもあり、いろんな注意が必要かも知れません。
- 日本分析センター様による連載記事の「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」の6回目は「中性子線量率水準調査」です。この調査には私も委員として関係してまして、計画や検討などに参画して来ました。得られた全国の都道府県毎の中性子線量率分布は世界中で日本しかやっていない極めて貴重な測定

結果であり、この成果をきちんとした形で残して欲しいと、センターの方をお願いしています。

- 先月号から始まった、初級放射線教育講座の2回目は、小田啓二氏による「放射線の量と単位」です。放射線防護の分野で使用されている量と単位が複雑で分かりにくいと、よく言われていますが、保健物理学会の「放射線防護に用いる線量概念の専門研究会」の主査をしておられる小田氏に、出来る限り分かりやすく説明して頂きました。

- 印刷・配布の都合上、3月に5月号の編集後記を書いていますので、時期的にずれていますが、今年の冬は記録的な暖冬で、東京に全く雪が降らなかったのは観測史上始めてのことです。地球気候の大変動が起こりそうな予感があります。海面上昇を考えると、今人気の東京ウォーターフロントには住む気がしないこの頃です。

(T.N.記)

FBNews No.365

発行日/平成19年5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)