



Photo H. Fukuda

## Index

|                                                                     |       |    |
|---------------------------------------------------------------------|-------|----|
| 環境の放射線防護 –ICRP 第5 委員会の取り組み– ……                                      | 酒井 一夫 | 1  |
| 胸部 X 線写真における全衛連の精度管理と施設間における<br>照射 X 線量の実態 ……                       | 安藤富士夫 | 6  |
| フランスの友人 ……                                                          | 町 末男  | 11 |
| 第45回 NCRP (米国放射線防護・測定審議会) 年会に参加して<br>– 世界の原子力エネルギーの将来：安全、健康、環境 – …… | 中村 尚司 | 12 |
| 2009 国際医用画像総合展 ……                                                   |       | 15 |
| ～ ガラスバッジ Web サービスへのお誘い 第2 回 ～ ……                                    |       | 17 |
| 平成21年度密封線源取扱実務者研修会 ……                                               |       | 18 |
| 放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者の「定期講習」のご案内 ……                                  |       | 18 |
| [サービス部門からのお知らせ]<br>平成20年度「個人線量管理票」のお届けについて ……                       |       | 19 |

# 環境の放射線防護 —ICRP 第5委員会の取り組み—



酒井 一夫\*

## 1. はじめに

放射線防護の分野において「環境の防護」が取り上げられるようになってから10年あまりが経過した。各方面でその枠組みについて検討が進む一方で、いまだに、その必要性そのものについての議論も続いている。本稿では、ICRP 第5専門委員会の活動を紹介して、環境の放射線防護の意義について考える機会を提供したい。

## 2. ICRP 第5専門委員会

ICRP 1990年勧告<sup>1</sup>の中には次の記述がある。

「委員会は、現在望ましいと考えられている程度に人を防護するのに必要な環境管理の基準は、他の生物種をリスクにさらさないことを保障するものと信じている。  
・・・現在のところ、委員会は、人類の環境については環境を通じての放射性核種の移行に関してのみ関心をもっているが、それは、これが直接に人の放射線防護に影響するからである。」(パラグラフ16)(訳は日本アイソトープ協会編『国際放射線防護委員会の1990年勧告』(平成3年)<sup>2</sup>による)。  
すなわち、「人間が防護されていれば環境生物も守られている」という考え方であり、「環境生物は、環境中の放射性物質がヒトへ至る経路である(経路でしかない)」

という受け止め方であった。しかしながら、世界的に環境問題に対する関心が高まる中、放射線防護に関しても環境への配慮が求められ、環境中のヒト以外の動物種もきちんと防護されていることを明確に示す仕組みの構築が必要となった。ICRP では2000年にタスクグループを立ち上げ「ヒト以外の生物種に対する電離放射線のインパクト評価の枠組み」(Publication 91, 2003年)<sup>3</sup>と題する報告書を発表した。この取り組みの重要性が改めて認識されて、環境の防護を担当する委員会として第5委員会が設置された。日本からは当初土居雅広氏(放医研)が加わっておられたが、2006年にオスロにおいて環境の防護に関する講演の直後に倒れ、逝去された。その後、筆者が引き継いでいる。現在のメンバーは写真のとおりである。

## 3. ICRP 2007年勧告に見る環境の防護

第5委員会が設置されてから最初の大きな取り組みが2007年勧告<sup>4</sup>であった。2007年の中では、ICRPの主勧告としては初めて、しかも独立した1章として環境の防護が取り上げられている。分量としては2ページ余りではあるが、放射線防護の対象を環境(ヒト以外の生物種)へも広げたという点では画期的なことと言えよう。

内容は次の通りである。

\*Kazuo SAKAI 独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター センター長



写真 ICRP 第5委員会委員

### (1) 環境の防護の目的

あらゆる被ばくの状況（計画された被ばく、緊急時の被ばく、および既存の被ばく）において、生物の多様性を維持し、種の保存と生態系の健全性を保護することが環境の防護の目的である。各国の規制当局は、環境が防護されていることを明確に示すことが求められる。このためには、環境中の放射性物質への曝露と被ばく線量率との関係、被ばく線量と作用の関係、そして作用と影響との関係の評価する枠組みが有効である。ただし、環境への影響において放射線の寄与は必ずしも大きいとは限らず、他の要因とのバランスを考慮する必要がある。

### (2) レファレンス動植物

環境中の放射性物質からの被ばくの算定に当たって、ヒトの場合には、標準人（Reference Person）という概念の導入が大いに役に立った。これと同様の考えに基づいて「レファレンス動植物（Reference Animals and Plants）」の概念を導入する。

標準動植物は特定のタイプの動物や植物、分類学上同一の「科」に分類される生物種に共通するような生物学的な特性を有した

仮想的な存在である。これらは、線量評価、影響評価のための基礎的情報を提供するために導入された概念であり、これらの動植物を現実の防護の対象にしようとするものではない。

## 4. 報告書「レファレンス動植物」

2007年勧告の中では、「レファレンス動植物」の概念は導入されたものの、具体的にどのような動植物を想定しているのかに関する記載はなかった。レファレンス動植物が姿を現すのは、2008年にドラフトが発表された報告書「環境の放射線防護：レファレンス動植物の概念と適用」の中においてであった。この報告書の中で選定されているレファレンス動植物は表1に掲げた12種類である。

放射線影響に関する情報がすでに存在するか、各国の環境防護の枠組みの中で対象として取り上げられているか、などが選定の際に考慮されているが、「生物学の専門家以外の人にとって馴染みがあるか」も大きな要因として配慮されている。

表1 レファレンス動植物

| レファレンス動植物 | 生息環境 |    |    |
|-----------|------|----|----|
|           | 陸上   | 淡水 | 海水 |
| シカ        | ○    |    |    |
| ラット       | ○    |    |    |
| カモ        | ○    | ○  |    |
| カエル       | ○    | ○  |    |
| マス        |      | ○  | ○  |
| カレイ       |      |    | ○  |
| ミツバチ      | ○    |    |    |
| カニ        |      | ○  | ○  |
| ミミズ       | ○    |    |    |
| マツ        | ○    |    |    |
| 草本（イネ科）   | ○    | ○  |    |
| 褐藻        |      |    | ○  |

この報告書の構成は大きく分けて、線量の評価、影響に関する記述、そして、影響の評価である。

#### 4.1 線量の評価

線量評価については、形態を円筒形などに単純化したモデルを当てはめ、生息環境中に存在する放射性核種濃度と被ばく線量率の関係を示す「線量率換算係数」が計算されている。たとえば、長径40 cm、短径25 cm 厚さ2.5 cm の楕円形の円盤が海底の堆積物上に位置し、海水中の放射性核種から50%、堆積物中の核種から50%の割合で被ばくする、という具合である。また、内部被ばくに関しては線源が体内に均一に分布すると仮定する。

#### 4.2 影響の把握

影響の指標としては、(1)早期死亡（Mortality）、(2)寿命の短縮や繁殖能力の低下につながる晩発性影響（Morbidity）、(3)繁殖能力の低下（Reduced Reproductive Success）および(4)染色体異常（Chromosomal Damage）が挙げられている。

表2：レファレンス「シカ」における影響の評価と「考慮レベル」

| 線量率<br>(mGy/day) | 影響                                              |
|------------------|-------------------------------------------------|
| >1000            | 造血系障害による早期死亡<br>(1 - 9 Gy LD <sub>50/30</sub> ) |
| 100-1000         | 種々の原因による寿命短縮                                    |
| 10-100           | 晩発障害の増加<br>寿命短縮の可能性<br>繁殖能力の低下                  |
| 1-10             | 雄の不妊による繁殖能力の低下の可能性                              |
| 0.1-1            | 影響は非常に小さい                                       |
| 0.01-0.1         | 観察される影響無し                                       |
| <0.01            | 自然放射線レベル                                        |

#### 4.3 影響の評価

これまでに文献で知られている影響と線量率との関係が表2にあるような表の形でまとめられている。表2ではレファレンス「シカ」の例をあげたが、このような表がすべてのレファレンス動植物について与えられている。

このような表から、「これを超えると何らかの影響を考慮する必要がある」というレベル（Derived Concentration Level 誘導考慮レベル）が与えられている。

この報告書のドラフトが2008年1月から3月までパブリックコメントに供され、17件のコメントが寄せられた。

### 5. 「レファレンス動植物」をめぐる論点

寄せられたコメントは、大きく分けて(1)環境の放射線防護に関する根本的な問いかけ、(2)レファレンス動植物の選定にかかわる指摘、および(3)誘導考慮レベルの意味についてに分類される。それぞれに関する論点と第5委員会の見解を次にまとめる。



### 5.1 そもそも環境の防護が必要かどうか

「現実に環境への影響が問題となっているわけではない」（この記述は2007年勧告パラグラフ267にある）という状況であれば、環境を対象とした防護は必要ないのではないかという指摘があった。このコメントは、「ヒトが防護されていればヒト以外の生物も防護されている（はず）」という、90年勧告で述べられている、旧来の考え方の反映であろう。これに対して第5委員会は、現実に環境生物への影響が表れていようがいまいが、人類の活動が環境に与えるインパクトの一環として、放射線の影響についてもきちんと評価する仕組みを持っていることが重要であるというのが委員会の見解であると回答した。

### 5.2 レファレンス動植物の妥当性

12種類の動植物の選定に対しては、さまざまなレベルの意見が寄せられた。いわく「カモがイーグルの代わりになるのか」、「バナナはどうしてくれる」、「爬虫類が入っていない」、「水棲哺乳類が入っていない」等々、コメントを寄せてくれた人の思い入れが強く感じられるものも目立った。

また、「環境中の炭素循環、窒素循環の中で重要な役割を果たしているにもかかわらず、微生物が含まれていないのはいかなものか。」といった専門的なコメントもあった。これに対しては、とにかくなじみやすさ、わかりやすさを優先したというのが第5委員会の見解である。Pentreath委員長は「12種のレファレンス動植物は、必ずしも生態学的に重要な位置づけの生物種を選んだわけではない。これまでに、ヒト以外の生物種の防護のことを考えもしなかった人々にその重要性を認識してもらうためには、なじみのある生物で例を見せることが重要だ」と強く語っている。この点については議論もあろうが、広い分野の人々を巻き込んだ議論につながったことは間違いない。

また、環境問題はグローバルな問題である一方、ローカルな側面も併せ持つ。限られた生物種ですべてをカバーすることは不可能で、これらの「見本」を参考にして、ローカルな環境にふさわしい影響評価をしてほしいというのが第5委員会の見解である。

これらのコメントを受けて、レファレンス動植物の位置づけをよりはっきりさせるような加筆が行われることになった。

### 5.3 「考慮レベル」の位置づけ

この報告書の中では、それぞれの生物への影響評価のまとめの一つとして「このレベルを超えた場合には何らかの影響の可能性がある」レベルとして「考慮レベル」が提示されている。これに対して、「考慮レベルが」実質的な防護基準として採用されることになるのではないかと懸念がよせられた。考慮レベルはあくまでも、その動植物の影響をまとめたものであって、これ自体を基準として用いるものではない。

以上のような議論を経て、改訂されたドラフトは2008年10月に開催された主委員会にて承認された。2009年のうちには出版される予定である。

## 6. レファレンス動植物を越えて

### 一生態系の防護

以上の議論からもわかるように、現時点で環境の防護に関する議論は、生物種のレベルにとどまっている。本来、「環境」と言えば、生物種どうしのかかわりあいを含め、それを取り囲む生物以外の要素も包含する生態系のことであろう。第5委員会においてもこのことは認識されており、現在、放射線のヒトを含む生態系へのインパクトを評価しようとするドキュメントが準備されつつある。

表3「生態系の防護に関する報告書」の目次案

1. 緒言
2. 環境防護の目標
3. 環境防護におけるレファレンス動植物という概念
4. ヒトの放射線防護との整合性
5. 化学物質の生態系リスク評価との整合性
6. レファレンス動植物という概念の限界と問題点
7. レファレンス動植物を越えたアプローチの模索
8. 結論

いまだ予備的な段階ではあるが、現時点での章だては表3に示すとおりである。レファレンス動植物の限界と問題点を議論し、個々の生物種を越えた生態系の防護を考えようという意欲的な内容である。レファレンス動植物に関する報告が取りまとめられたばかりであるのに、その限界に言及する報告書が準備されていることに違和感を持つ方もおられるかもしれない。しかしながら、この二つの報告書は対立するものではない。個々の生物種における影響の評価は、環境の防護を考える上での基本単位として非常に重要であるが、最終的には個々の生物種への影響を包含する生態系への影響の評価と防護を目指す、というのが第5委員会の考え方である。

## 7. おわりに

現実問題として、生態系の防護を考えた場合、インパクトを与える要因は放射線に限らない。二酸化炭素を含めた様々な化学物質も大きな影響を与える。また、山林の開発なども生態系に大きな影響を及ぼす。このような中で、放射線の役割がどれほどのものであるかの評価もまた重要である。現在、放射線防護のスコープの中には電離性放射線しか含まれていない。それは、2007年勧告の冒頭で、「イオン化放射線に

限る」と書かれていることを見てもわかる。

環境の放射線防護という概念は、防護の対象をヒトのみからヒト以外の生物種へと広げた。今、さらに、電離性放射線の枠を超えようとしている。環境防護の問題は、放射線の防護を、さらには、人類活動の中におけるリスクとベネフィットの中で放射線をどのように考えるかという重要な問題を提起しているといえよう。

## 引用文献

- 1 International Commission on Radiological Protection (ICRP) : ICRP Publication 60 : 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Elsevier (1991)
- 2 日本アイソトープ協会：「国際放射線防護委員会の1990年勧告」、丸善（1991）
- 3 ICRP : ICRP Publication 91 : A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-Human Species, Elsevier (2003)
- 4 ICRP : ICRP Publication 103 : Recommendations of the ICRP, Elsevier (2007)

## ※ プロフィール ※

1982年東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻修了。

指導教官は故岡田重文教授、学位論文は「哺乳動物培養細胞における放射線誘発DNA損傷とその修復」。

同年4月より1989年5月まで東大医学部助手（放射線基礎医学講座）。この間、1983年3月より1985年6月までハーバード大学小児病院・遺伝学部門ポストドク。研究テーマはがん細胞における遺伝子増幅。1989年6月より東大医学部講師（基礎放射線医学）。

1999年4月より（勸電力中央研究所上席研究員（低線量放射線研究センター）。

2006年4月より現職。2006年11月よりICRP第5専門委員会委員。

# 胸部 X 線写真における 全衛連の精度管理と施設間における 照射 X 線量の実態



安藤富士夫\*

## 1. はじめに

(社)全国労働衛生団体連合会（全衛連）では、以下の項目に関する事業を実施している。

### (1) 講習会の実施

医師、臨床検査技師または衛生検査技師、診療放射線技師、若しくは保健婦または看護師を対象に、健康診断全般にわたる基本的事項および専門技術的事項についての講習を行う。

### (2) 技術面の精度管理調査の実施

- 1) 労働衛生検査に関する精度管理調査
- 2) 臨床検査に関する精度管理調査
- 3) エックス線写真に関する精度管理調査

### (3) 技術向上研修の実施

私が委員として参加しているエックス線写真専門委員会は、(2)の3)の事業と(3)の事業を担当している。胸部 X 線写真に関する精度管理調査については30年近くにわたり全国の健診機関の胸部 X 線写真の審査を行っている。現在は、福井大学の伊藤春海先生を委員長として、医師7名、医療機関に勤務する診療放射線技師5名、医療画像関連メーカーの技術者5名で精度管理にかかわる活動を行っている。

## 2. エックス線写真精度管理調査の概要

### (1) 精度管理調査の目的

企業外健診機関による健康診断の精度の維持・向上を図るため、胸部 X 線写真の撮影技術（単なる撮影技術だけでなく、画像処理も含めた総合技術）と撮影技術について評価し、必要な指導を行うことを目的としている。

### (2) 調査の実施方法

総合精度管理事業に参加している361健康診断機関に対して胸部 X 線写真3枚（平成15年

度までは5枚）と胸部 X 線間接撮影写真1枚の提出を求めた。

### (3) 評価の基準

全衛連における画質評価は、米国 B.R.H. (Bureau of Radiological Health、Food and Drug Administration) の提唱による解剖学的指標と物理学的指標を加味した評価表を基本としている。ただし、評価項目の内容は同一であるが、多少表現が異なり、各項目の配点も少し改変している。

### (4) 成績判定方法

#### 直接撮影写真

|             |     |
|-------------|-----|
| 解剖学的指標による評価 | 70点 |
| 物理学的指標による評価 | 30点 |

#### 間接撮影写真

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 解剖学的指標による評価       | 60点 |
| 物理学的要素と技術的要素による評価 | 40点 |

### (5) 評価

|          |            |
|----------|------------|
| 評価 1 (A) | 85点以上      |
| 評価 2 (B) | 70点以上85点未満 |
| 評価 3 (C) | 50点以上70点未満 |
| 評価 4 (D) | 50点未満      |

図1に解剖学的指標による評価表、図2に物理学的指標による評価表を示す（直接撮影写真用）。

## 3. 照射 X 線量の実態調査

近年、審査に提出された胸部 X 線写真において、CR・DR システムで撮影されたいわゆるデジタル写真の提出が増加し、平成18年では20%強、19年は30%、20年では40%近くを占めるようになってきた。フィルムスクリーンシステム（FS）においては、そのシステム感度により、およそその線量が撮影条件から推測され

\*Fujio ANDOU 東海大学医学部付属病院 診療技術部 放射線技術科 科長

| 評価項目 | A・B・C・D・E・F・G・H                                        | 機頭コード                                                                                               | —                                                                                                   |
|------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 評価項目 | 評価項目区分                                                 | フィルム 1・CR                                                                                           | フィルム 2・CR                                                                                           |
| 8点   | 肺野                                                     | 評価A 4                                                                                               | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
|      | 評価E 4                                                  | 4                                                                                                   | 4                                                                                                   |
|      | 評価F 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価G 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価H 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
|      | 評価A 4                                                  | 4                                                                                                   | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
| 14点  | 心臓影                                                    | 評価A 4                                                                                               | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
|      | 評価A 10                                                 | 10                                                                                                  | 10                                                                                                  |
|      | 評価B 8                                                  | 8                                                                                                   | 8                                                                                                   |
|      | 評価C 6                                                  | 6                                                                                                   | 6                                                                                                   |
|      | 評価D 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価A 4                                                  | 4                                                                                                   | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
| 4点   | 気管                                                     | 評価A 4                                                                                               | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
|      | 評価A 4                                                  | 4                                                                                                   | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
|      | 評価A 4                                                  | 4                                                                                                   | 4                                                                                                   |
|      | 評価B 3                                                  | 3                                                                                                   | 3                                                                                                   |
|      | 評価C 2                                                  | 2                                                                                                   | 2                                                                                                   |
|      | 評価D 1                                                  | 1                                                                                                   | 1                                                                                                   |
| 40点  | 肺血管                                                    | 評価A 40                                                                                              | 40                                                                                                  |
|      | 評価B 36                                                 | 36                                                                                                  | 36                                                                                                  |
|      | 評価C 26                                                 | 26                                                                                                  | 26                                                                                                  |
|      | 評価D 15                                                 | 15                                                                                                  | 15                                                                                                  |
|      | 評価A 40                                                 | 40                                                                                                  | 40                                                                                                  |
|      | 評価B 36                                                 | 36                                                                                                  | 36                                                                                                  |
|      | 評価C 26                                                 | 26                                                                                                  | 26                                                                                                  |
|      | 評価D 15                                                 | 15                                                                                                  | 15                                                                                                  |
|      | 評価A 40                                                 | 40                                                                                                  | 40                                                                                                  |
|      | 評価B 36                                                 | 36                                                                                                  | 36                                                                                                  |
|      | 評価C 26                                                 | 26                                                                                                  | 26                                                                                                  |
|      | 評価D 15                                                 | 15                                                                                                  | 15                                                                                                  |
| その他  | 医師による総合評価                                              | A(優) (1-1) (1-2) (1-3) (1-4) (1-5) (1-6) (1-7) (1-8) (1-9) (1-10) (1-11) (1-12)                     | (1-1) (1-2) (1-3) (1-4) (1-5) (1-6) (1-7) (1-8) (1-9) (1-10) (1-11) (1-12)                          |
|      | V印またはO印を付けて下さい                                         | B(良) (2-1) (2-2) (2-3) (2-4) (2-5) (2-6) (2-7) (2-8) (2-9) (2-10) (2-11) (2-12)                     | (2-1) (2-2) (2-3) (2-4) (2-5) (2-6) (2-7) (2-8) (2-9) (2-10) (2-11) (2-12)                          |
|      |                                                        | C(可) (3-1) (3-2) (3-3) (3-4) (3-5) (3-6) (3-7) (3-8) (3-9) (3-10) (3-11) (3-12)                     | (3-1) (3-2) (3-3) (3-4) (3-5) (3-6) (3-7) (3-8) (3-9) (3-10) (3-11) (3-12)                          |
|      |                                                        | D(不可) (4-1) (4-2) (4-3) (4-4) (4-5) (4-6) (4-7) (4-8) (4-9) (4-10) (4-11) (4-12)                    | (4-1) (4-2) (4-3) (4-4) (4-5) (4-6) (4-7) (4-8) (4-9) (4-10) (4-11) (4-12)                          |
|      | 総合評価が、2(良)・3(可)・4(不可)の場合は、<br>気をつけてほしい(5)は、O印を付けてください。 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |
|      |                                                        | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 | 1. 肺野濃度 2. 心臓影 3. 末梢肺野濃度 4. 肺野濃度 5. 肺野濃度 6. 肺野濃度 7. 肺野濃度 8. 肺野濃度 9. 肺野濃度 10. 肺野濃度 11. 肺野濃度 12. 肺野濃度 |

図1 平成20年度・直接撮影・医師系採点ワークシート  
(解剖学的指標による評価)

るが、デジタルシステムにおいては、未知な部分が多い。そこで、当委員会では、胸部 X 線写真の画質評価を進めていくにあたって、デジタル化が急速に進んでいる状況を踏まえ、照射される X 線量を把握しておく必要性が大きいと判断した。

そこで、東京、神奈川の27機関の協力を得て、胸部 X 線写真撮影時の X 線量を測定した。

「対象」

FS : 8 機関 8 装置  
デジタル : 20 機関 21 装置

「測定方法」

- 胸部ファントームを被写体として、その機関の撮影条件にて撮影。
  - ファントームを撮影した時の撮影条件の10倍となるように mAs 値で撮影条件を調整し、電離箱線量計とガラスバッジを撮影台から20 cm 離して同時に照射し、空中線量を測定した。
- 撮影条件を10倍に調整したのは、胸部写真撮影時の X 線量が少ないため、線量計のレスポンスを考慮し、誤差をできるだけ少なくするためである。

| 評価項目 | A・B・C・D・E・F・G・H  | 機頭コード     | —         |
|------|------------------|-----------|-----------|
| 評価項目 | 評価項目区分           | フィルム 1・CR | フィルム 2・CR |
| 7点   | 肺野濃度             | 評価A 7     | 7         |
|      | 評価B 6            | 6         | 6         |
|      | 評価C 5            | 5         | 5         |
|      | 評価D 4            | 4         | 4         |
|      | 評価E 3            | 3         | 3         |
|      | 評価F 2            | 2         | 2         |
|      | 評価G 1            | 1         | 1         |
|      | 評価H 0            | 0         | 0         |
|      | 評価A 7            | 7         | 7         |
|      | 評価B 6            | 6         | 6         |
|      | 評価C 5            | 5         | 5         |
|      | 評価D 4            | 4         | 4         |
| 3点   | 線野濃度             | 評価A 3     | 3         |
|      | 評価B 2            | 2         | 2         |
|      | 評価C 1            | 1         | 1         |
|      | 評価D 0            | 0         | 0         |
|      | 評価A 10           | 10        | 10        |
|      | 評価B 8            | 8         | 8         |
|      | 評価C 7            | 7         | 7         |
|      | 評価D 6            | 6         | 6         |
|      | 評価E 5            | 5         | 5         |
|      | 評価F 4            | 4         | 4         |
|      | 評価G 3            | 3         | 3         |
|      | 評価H 2            | 2         | 2         |
| 10点  | コントラスト           | 評価A 10    | 10        |
|      | 評価B 8            | 8         | 8         |
|      | 評価C 7            | 7         | 7         |
|      | 評価D 6            | 6         | 6         |
|      | 評価E 5            | 5         | 5         |
|      | 評価F 4            | 4         | 4         |
|      | 評価G 3            | 3         | 3         |
|      | 評価H 2            | 2         | 2         |
|      | 評価A 10           | 10        | 10        |
|      | 評価B 8            | 8         | 8         |
|      | 評価C 7            | 7         | 7         |
|      | 評価D 6            | 6         | 6         |
| 5点   | 鮮鋭度              | 評価A 5     | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
|      | 評価A 5            | 5         | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
|      | 評価A 5            | 5         | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
| 5点   | 粒状度              | 評価A 5     | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
|      | 評価A 5            | 5         | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
|      | 評価A 5            | 5         | 5         |
|      | 評価B 4            | 4         | 4         |
|      | 評価C 3            | 3         | 3         |
|      | 評価D 2            | 2         | 2         |
| その他  | マイナスイオン          | -2        | -2        |
|      | 1. 撮影条件(照射野・照射量) | 1         | 1         |
|      | 2. 左右肺野の濃度差      | 2         | 2         |
|      | 3. 両肺野濃度差        | 3         | 3         |
|      | 4. シミ            | 4         | 4         |
|      | 5. キズ            | 5         | 5         |
|      | 6. ホコリ           | 6         | 6         |
|      | 7. 暗黒ムラ          | 7         | 7         |
|      | 8. 暗黒ムラ          | 8         | 8         |
|      | 9. 暗黒ムラ          | 9         | 9         |
|      | 10. 暗黒ムラ         | 10        | 10        |
|      | 11. 暗黒ムラ         | 11        | 11        |
|      | 12. 暗黒ムラ         | 12        | 12        |

図2 平成20年度・直接撮影・技術系採点ワークシート  
(物理的指標による評価)

「使用機器」

- 線量計  
電離箱線量計 C-MA AE-1340C (応用技研)  
個人線量計 カラスバッジ (千代田テクノル)
- ファントーム  
胸部 (肺野) ファントーム PBM-X-21 (京都科学)
- 発砲スチロール

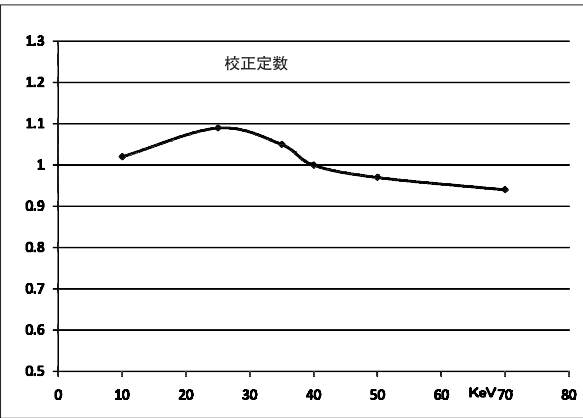


図3 電離箱の校正定数 (JQA での校正結果)



| X線発生装置                 | フィルムスクリーンシステム       | CR・DR装置名            | 胸部ファントム撮影条件            |
|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 東芝 TRAD-D50D           |                     | キャノン CXDI 40EG      | 125kV 200mA 0.011sec   |
| 東芝 KXO-32XD            |                     | FCR XG-I            | 110kV 200mA 0.027sec   |
| 島津                     |                     | コニカ REGIUS MODEL110 | 125kV 125mA 0.021sec   |
| 東芝 KXO-50TC            |                     | コニカ REGIUS 350      | 120kV 200mA 0.019sec   |
| 東芝 KXO-32R             |                     | コニカ REGIUS 370      | 116kV 200mA 0.010sec   |
| 東芝 KXO-50G             |                     | FCR Speedia CS      | 110kV 400mA 0.0135sec  |
| 東芝 KXO-50R             |                     | コニカ REGIUS 370      | 110kV 200mA 0.013sec   |
| 東芝 KX-550              | 富士AD HG-M UR-1      |                     | 110kV 200mA 0.02sec    |
| 島津 UD-150L             | 富士AD HG-M UR-1      |                     | 120kV 125mA 0.009sec   |
| 東芝 KXO-30R             |                     | コニカ REGIUS 370      | 120kV 160mA 0.027sec   |
| 日立 DHF-155H II         |                     | FCR 2000            | 128kV 125mA 0.037sec   |
| 東芝 KXO-50R             | コダック IS-952 ME200TG |                     | 120kV 200mA 0.016sec   |
| 日立 DHF-153H II         |                     | コニカ REGIUS 370      | 120kV 125mA 0.032sec   |
| 東芝 KXO-50F             |                     | キャノン CXDI-I         | 130kV 200mA 0.020sec   |
| 東芝 KXO-50G             | 富士AD HG-M UR-1      |                     | 116kV 200mA 0.0144sec  |
| 東芝 KXO-80G             |                     | FCR VELOCITY U      | 115kV 200mA 0.0166sec  |
| 東芝 KXO-80G(H6)         |                     | REGIUS 350          | 120kV 400mA 0.018sec   |
| 東芝 KXO-80G(H14)        |                     | REGIUS 350          | 120kV 400mA 0.017sec   |
| 東芝 KXO-80N(TV)         | コニカ SRO250 SR-G     |                     | 120kV 200mA 0.011sec   |
| 日立 DHF-155H II         |                     | キャノン CXDI 40G       | 130kV 100mA 0.021sec   |
| 東芝 MXO-32B             |                     | FCR VELOCITY U      | 120kV 240mA 0.020sec   |
| 島津 Radiotex UD150-B-40 |                     | 島津 Radiotex Safire  | 120kV 250mA 0.0071sec  |
| 東芝 KXO-50F             |                     | キャノン CXDI-40G       | 120kV 200mA 0.016sec   |
| シーメンス AXIOM ARISTOS MX |                     | シーメンス Multi-FD      | 125kV 1.44mAs(4.2msec) |
| 日立 DHF-155H            |                     | FCR VELOCITY U      | 120kV 200mA 0.014sec   |
| 東芝 KXO-18R             | コニカ XG-S ES-C       |                     | 120kV 1.9mAs           |
| 日立 DR-155VC II         | 富士AD HG-M UR-1      |                     | 130kV 100mA 0.04sec    |
| 東芝 KXO-50G             | 富士AD HG-M UR-1      |                     | 130kV 160mA 0.008sec   |
| 日立 DHF-1510H II        |                     | FCR 5000 plus       | 120kV 125mA 0.028sec   |

図 4

## 「線量計の選択理由」

- ・電離箱線量計（C-MA AE-1340C）は、マンモグラフィ装置の精度管理用として作られ、小型で扱いやすく何より測定精度が高い。

電離箱の校正定数を図 3 に示す。

- ・ガラスバジについては、安価で取扱が簡便であること、さらに多くの機関を対象に測定をする場合に非常に有効な線量計である。

## 「電離箱による測定結果」

図 4 に各機関のファントム撮影条件を、図 5 に各機関の測定結果一覧を示す。最小値は0.067 mGy、最大値は0.217 mGy であった。

- ・F S システムでは、平均線量は、0.0896m Gy 標準偏差0.0202。
- ・デジタルシステムでは、平均線量は、0.1309 mGy 標準偏差0.0451。
- ・デジタルシステムにおいては、装置によるばらつきが大きく、最大で3倍以上の違いがあった。
- ・平均するとデジタルシステムのほうが、FS に比べて1.5倍程度線量が高く、ある程度の X 線量を入れないと適切な画像が得られない装置があると考えられる。

図 6 に FS システムとデジタルシステム（メーカー別）のデータを示す。

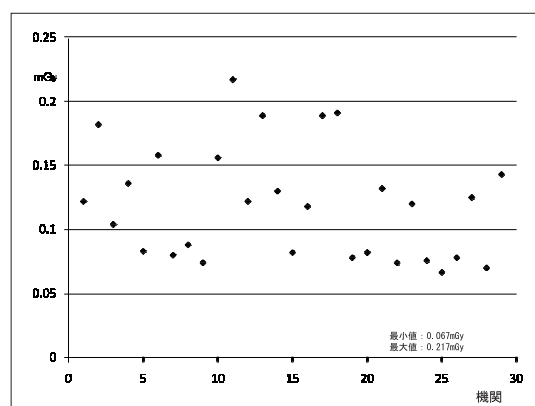


図 5 電離箱による測定値

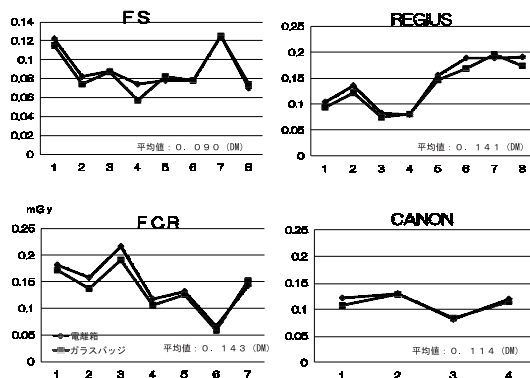


図 6

今回測定した機関は、27と少ないため、施設間のばらつきが全国的にみてこの範囲に収まるのか不明であるが、アナログとデジタルでの本質的な違いおよび装置による特性はある程度つかめたとと思われる。

#### 4. 電離箱線量計と個人線量計ガラスバッジの測定精度

電離箱線量計の精度に関しては、前述の JQA での校正結果より、胸部撮影領域の管電圧120 kV 前後（実効エネルギー35～45 keV）では、校正定数を1.00と見なすことができ、電離箱線量計の測定値を基準として、ガラスバッジの測定値と比較した。

「標準的な計算方法による測定結果」

ガラスバッジでの測定値を電離箱での測定値で除した各機関の測定結果の一覧を図7に示す。電離箱とは約20%の違いがあることがわかる。

「線質補正を考慮した計算結果」

図8に示した表示管電圧による補正係数を用いて計算した結果を図9に示す。標準的な計算方法による測定結果に比べ、電離箱の数値により近くなったことがわかる。

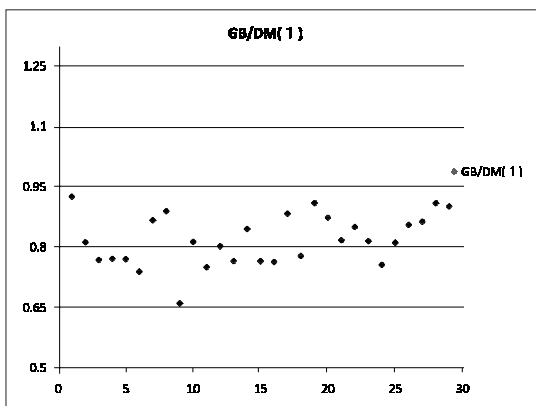


図7

| アナライザーによる管電圧(Kv) | ガラスバッジ/電離箱 | 補正係数 |
|------------------|------------|------|
| 50               | 1.02       | 0.98 |
| 60               | 0.99       | 1.01 |
| 80               | 0.92       | 1.09 |
| 100              | 0.87       | 1.15 |
| 120              | 0.83       | 1.2  |
| 140              | 0.79       | 1.27 |

図8 表示管電圧による補正係数

「新たに取得したデータを用いた測定結果」

さらに精度を高めるために、ガラスバッジに用いられているフィルタ別のエネルギー特性(図10)からAlフィルタとCuフィルタを使用したエネルギー推定曲線(Cu/Al)を導き、Alフィルタを使用した線量算出式から線量を求めた。(図11)

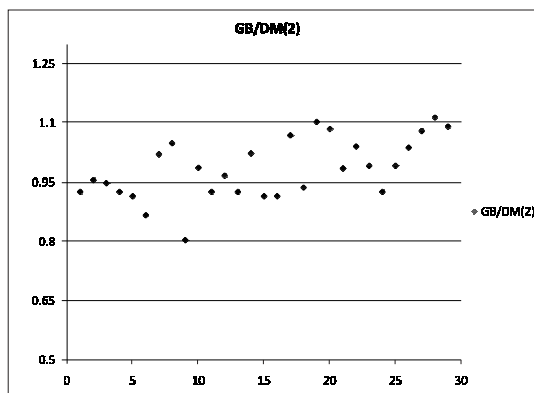


図9

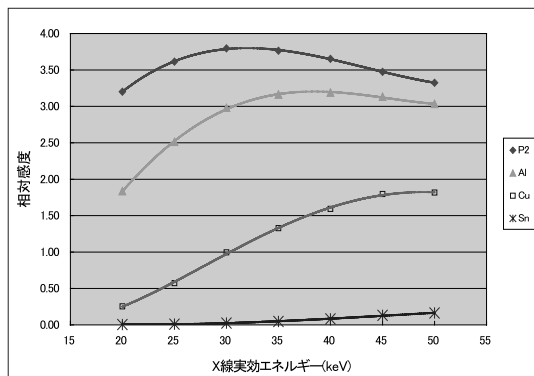


図10 試験に使用したガラスバッジのフィルタ別エネルギー特性

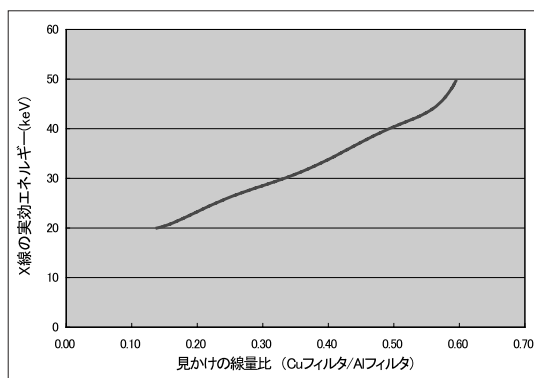


図11 エネルギー推定曲線 (Cu/Al)

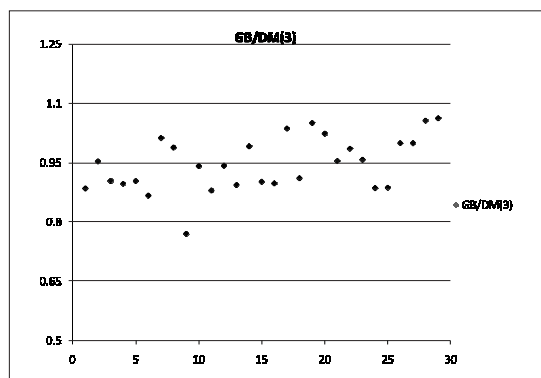


図12

図12に示したように、線質補正を考慮した計算結果よりばらつきが小さい結果となっている。これら計算方法の詳細については、千代田テクノルの狩野氏にお任せすることとし、最終的には、電離箱との差異は、 $0.95 \pm 0.1$ の範囲に収束することがわかった。

## 5. 今後の課題と取組み

照射 X 線量の実測と電離箱線量計およびガラスバッジの測定精度を検討した結果以下のような課題が明確になった。

今後の全衛連のエックス線写真専門委員会の取り組みとして、

- ・各機関で撮影された胸部 X 線写真の画像評価にとどまらず、線量との相関を求めていく必要がある。
- ・予防医学の範疇である健診受診時に受ける胸部 X 線写真撮影において、X 線量の指針（ガイドライン）の策定を考慮し、より少なくて適正な X 線量の使用を啓蒙する。

最後に、全衛連では、今回の実態調査の結果ならびにガラスバッジの測定精度を踏まえ、平成21年度のエックス線写真に関する精度管理調査の中に、ガラスバッジを使用した照射 X 線量の測定の実施を決定した。初年度ということを考慮し、150機関についてデータを取得する予定である。

なお、本研究は、第36回(株)日本放射線技術学会秋季学術大会において下記のタイトルで2題\*に分け発表し、第6回テクノ技術情報セミナーにおいても報告させていただいた。

(株)千代田テクノル 線量計測事業本部 狩野好延氏、福田光道氏、(株)応用技研 横山義隆氏に絶大なるご協力をいただき、結果が得られたことを申し添え、感謝の意を表します。

## 【結語】

胸部 X 線写真撮影時の X 線量を測定するために、2種類の線量計を使用する機会を得たが、

1. マンモグラフィの精度管理用として製作された電離箱線量計 (C-MA AE-1340C) は、診断領域（一般撮影領域）の測定にも適し、そのレスポンス、トレイサビリティに優れていることが確認できた。
2. 個人線量計としてのガラスバッジについては、標準的な計算方法による測定結果では、電離箱線量計との差は約-20%と大きかったが、エネルギー推定を行う新たなデータを用いた測定結果では、電離箱との差異は、 $0.95 \pm 0.1$ の範囲に収束することがわかった。

## (参考)

\* 胸部 X 線写真撮影時における照射 X 線量の測定\*

- 1) フィルムスクリーンシステムとデジタルシステムの現状
- 2) 電離箱とガラスバッジの測定精度

## プロフィール

京都市生まれ。1976年3月大阪大学医療技術短期大学部 診療放射線技術学科卒業後、同年4月より東海大学医学部附属病院 放射線診療センター勤務、2003年4月東海大学医学部附属東京病院 放射線技術科勤務、2008年4月より東海大学医学部附属病院 診療技術部 放射線技術科勤務。

(株)日本放射線技術学会 関東部会 部会長

(株)全国労働衛生団体連合会 エックス線写真専門委員会委員

## フランスの友人

前・原子力委員 町 末 男



### 3年ぶりのパリとCEA（フランス原子力庁）

ほぼ3年ぶりに訪れたパリは雨だった。遊びに来たわけではないので、天気は関係ないが、晴れていればこの新緑のパリは一段と美しいのにと何人かから同情された。

前の週にIAEAの会議に出た後、パリ、ベルリン、ワルシャワと周り、原子力の関係者と意見を交わした。パリでは生憎旧知のプラデル局長とオシム部長が日本出張、ブシャル前・局長が休暇で、初対面のサイクル担当ブリー部長と炉設計担当カルボニエル部長とお会した。フランスでの原子力エネルギー計画は確固としており、国民の理解を得て核燃料サイクル計画が着実に進められているとの印象を受けた。六ヶ所の使用済み燃料再処理工場、「もんじゅ」など、日本とフランスの協力は両国にとって大変に大事である。二人とも、この二つのプロジェクトがこれから順調に進むよう強く期待していると言っていた。

多くの途上国で原子力発電を導入したいとする最近の動きについては、燃料供給と使用済み燃料をどう安定・安全に運営するかが大きな課題で、そのために国際協力の枠組み、特にIAEAの役割が重要であるという事で意見が一致した。

### 放射線化学のレジエ博士との再会

放射線化学の初期、フランスは世界の先頭にいた。1965年日本原子力研究所（当時）はフランス原子力庁（CEA）との間で放射線化学利用に関する研究協力の協定を結んだ。それにもとづいて研究者の交流が始

まり、私がアメリカでの研究から帰ってきた1970年、CEAのサクレイ研究所から若いレジエ博士が家族をつれて高崎研究所にやってきた。原研のアパートで向かい合わせに住む事になったので、家族ぐるみの楽しい付き合いが始まったのである。レジエ夫人は英語が不得手で私の家内はフランス語が出来ないので、二人は英仏の辞書を持ち歩いて一緒に買い物などをしていた。



レジエ博士宅にて夕食に招かれて

今回、その御夫妻に私だけ十数年ぶりに再会した。ホテルから突然電話したのに、自宅で夕食をと招かれた。心のこもったもてなしに、日本の思い出話や、家族の話、研究の話と会話は尽きず、ホテルに戻ったら夜中だった。僅か一年間の滞日だったのに、二人の日本好きは続いており、庭に石灯籠を置き、日本の食器を使い、日本語を勉強しているという熱心さである。

いまフランスと日本の原子力協力は一層大切になっている。協力を確かなものにする為には、研究者・技術者同士の人間としての付き合いも大事で、楽しさを増すものであると思う。（2009年5月20日記）



## 第45回 NCRP（米国放射線防護・測定審議会）年会に参加して — 世界の原子力エネルギーの将来：安全、健康、環境 —

中村 尚司\*

文部科学省から依頼を受けて、今年の3月2日から3日にかけて、首都ワシントン郊外のベセスダにあるハイアット・リージェンシホテルで開催された表記の会合に、放射線規制室の岸本氏と一緒に参加した。3月1日に着いたが、すごく寒くて道は氷が張って滑りそうで翌日の2日は朝から雪で飛行機がだいぶキャンセルされたようだ。そのために講演予定なのに来られなかった人がいた。町を少し散策しようと思っても、一日中氷点下の日もあって、寒くてとても遠出できなかった。会合の参加者は200名余りと思われ、日本からは10名ほどの参加があった。

最初に NCRP（National Council on Radiation Protection and Measurements）の会長、Tenforde 氏の歓迎のあいさつがあり、NCRP が1929年に設立され、今年が80周年であるとのことで、NCRP 報告の紹介があり、特にアメリカでは医療被曝が1980年頃の一人当たり0.53 mSv/年に比べて、2006年には一人当たり3.0 mSv/年と約6倍に急速に増えたこと、この増加はCT検査によること、その結果、すべての放射線による被曝は、3.6 mSv/年から6.2 mSv/年と約2倍になったことが述べられた。

今回の会合は、地球温暖化とCO<sub>2</sub>削減の問題、化石燃料の枯渇、人口増加、開発途上国のエネルギー・電力消費の増加などから、原子力発電が世界中に拡大しようとしていること、この状況の下で、1) 安全、健康、環境問題、2) 将来の原子力発電に対するインフラの要求、3) 核燃料サイクルと放射性廃棄物管理、4) 法規制と人的資源の重要性やそのための教育プログラム、などを主なトピックとしている。そのため、会合は、日本では放射線審議会の扱う内容ではなくて、原子力安全委員会の扱う内容であった。

基調講演は、NRC（Nuclear Regulatory Commission、原子力規制委員会）のLyon氏が、原子力の安全と保証（Safety and Security）に対する規制の役割について話した。NRCは日本と違って、原子力発電の他に、RIの利用、核燃料の濃縮・転換、放射線の医療・工業利用、放射性廃棄物の処理処分などすべてを規制対象としている。NRCは許認可、設計証明とレビュー、安全確認、建屋検査などを実施していて、この3年間に400人以上の科学者・技術者を採用したことが述べられた。日本と比べて、その組織・体制はすごく大きくしっかりしている。規制当局の世界的な協力関係、原子炉、特に高速炉の世界的な研究用のテス

\*Takashi NAKAMURA 弊社顧問

ト施設の構築、原子力発電の拡大に伴う安全・保証の世界的な重要性、原子力分野の人材育成と教育プログラム、についての重要性が強調された。

続いて原子力発電の拡大に伴う安全、健康、環境への影響と題するパネル講演があり、今まで原子力発電のない地域での新規建設において、人的資源の育成、公衆への理解、緊急時の対応、モニタ設備などのインフラの整備が必要であることが述べられた。高レベル廃棄物 (HLW) 処分場にユッカマウンテンが決まったけれども、未解決の問題があり先行き不透明とのことで、これに関する話題が多くを占めた。低レベル廃棄物 (LLW) は新サイトが決まったが、今後解体する炉が増えてくると処分場所が不足し、処分費用も高くなるとのことであった。今後の原子力開発に対して、重要な課題は以下であることが何度も繰り返して報告された。1) 安全と信頼性、2) 経済的な競争力と必要予算、3) Public Acceptance (公衆の理解)、4) ウラン資源、5) 核燃料サイクルと廃棄物管理、6) 人的資源、7) 核拡散リスク、8) インフラの整備。

次いで原子力発電の利用の傾向と題して、まず OECD/NEA の吉村氏が2008年の状況を報告した。2008年6月現在で世界には439基の原子炉があるが、人口が2050年に2倍になり、エネルギー消費が2倍、電力利用が2.5倍になると予想される。CO<sub>2</sub>の放出を1/4に減らす必要から、原子炉は2050年には最小で600基、最大で1,400基になると予想される。ウランの供給はカナダ、オーストラリア、カザフスタン、アフリカ諸国など世界中に分布していること、核燃料サイクルの進展を期待し、廃棄物問題も解決可能との楽観的予想を述べた。ALEVA

の人が自社の新しい原子炉 EPR の宣伝の講演をしたが、これは NCRP の会合にはふさわしくなかった。それならば、他社の原子炉 (APWR, ABWR など) についても講演させないと片手落ちである。ただ、先進的的新型炉として VHTR (Very High Temperature Reactor) と SFR (Sodium-cooled Fast Reactor) の紹介があり、これに関しては日本が先進的であるとの紹介があった。また、核燃料の再処理に伴うリサイクル効率の向上、MOX 燃料の利用、RI 放出削減技術などが重要であると報告された。

次に原子力発電の将来に対する国際的展望と題するパネル講演があった。中国からの報告はキャンセルされた。日本からは松浦氏 (元原子力安全委員会委員長) が、日本の原子力発電所における放射線防護の実績として、1980年頃は6人・Sv/年・基を超えない値であったが、1990年以降は1.5人・Sv/年・基を超えないところまで減少したこと、現在55基のプラントがあり、建設中が2基、計画が11基あること、他に高速炉のもんじゅと HTTR があること、APWR と ABWR を開発したこと、古い炉の更新で特に耐震設計が日本では重要であることを述べた。英国も新たに4基のプラント建設が決まり、Health & Safety Executive and Environmental Agency が規制を担当し、GDA (Generic Design Assessment、包括的設計審査) を行い、2010年末までに審査終了予定であることを述べた。アメリカは現在104基のプラントが電力の20%を供給しているが、NRC は49基の更新を決め、26基の新設を決めたと報告された。引き続いて、将来の原子力発電に対するインフラの必要性について、これらのプラントの拡大に対し燃料サイクルはどうすべきかの話が続き、1) ウランの

供給と需要については新鉱山開発で対応できる、2) UF6の転換については、フランスだけなので、需要が供給を上回る、3) ウラン濃縮は供給が需要を上回る、4) リサイクルは英仏で十分余裕があるが、MOXに対しては不足、5) 安全と健康に関しては問題ないが、途上国のウラン鉱山では問題がある。ただし、1 mSv/年の一般公衆の規制はあまりにも制限し過ぎである、6) 廃棄物処分場はあちこちの国で認められた、7) 放射能毒性を減らす燃料サイクルとして消滅処理が必要、などの報告がなされた。1 mSv/年の規制に関連して、LNT 仮説でいいのかという疑問も出された。現在、発電所の業務従事者の線量は十分低く抑えられ、よく訓練もなされているが、世界中に原子力発電所が増えると、リスクはもっと複雑になり、Safety Performance と Cost Effectiveness に大きな改善が必要になるだろうこと、安全・防護の分野では、世界共通のシステムを持ち、公衆に対する透明性と公開性が重要であるとの指摘がなされた。

1 日目の最後は、バンダービルト大学の Boice 氏が第33回の Taylor Lecture として、放射線疫学の話をした。内容は以下の通りである。1) 女性の結核患者の治療に X 線胸部照射をした後に、乳がんの増加は線量に比例しているが、肺がん、白血病、心疾患は増加しなかった、2) すべてのコホート（同種の集団）研究の結果は子宮の被ばくに伴う子供、胎児のがんの増加は全く見られなかった、3) 地下鉱山の鉱夫の研究からラドンが肺がんの発生源であり、線量比例性は顕著だが、他のがんに対しては発生の増加は無かった、4) 放射線ががんを発生することは分かっているが、ほとんどのがんの放射線との関係は確実になっていない、ある種のがんは線量率を下げる

とむしろ発生が減ることが示されているし、直線仮説に基づいて、全てのがんを一まとめに扱うことは放射線防護上は有用かも知れないが、生物学的に正しいかは疑わしい、もっと十分な検討が必要である。

2 日目は、21世紀における原子力発電に向けられた挑戦と題する多くの講演があった。ただし、1 日目に行われた講演と同じような話が多かったので、特筆すべきものはなかった。いくつかの内容を箇条書き的に紹介すると以下のようである。1) 国際的に整合した法令やガイダンスの整備—IAEA の Safety ガイドがある。2) 規制体系・組織の活動—許認可、検査、基準の設定、アセスメント、記録の保管、オープンコミュニケーション、3) 人的資源への投資—人材育成・教育プログラム、4) 管理システムの構築、5) 安全と予防措置—核兵器への転用の監視体制、6) 今後開発途上国（中国、インドなど）での原子力発電が増えるので、世界的な核の協力体制、特に核燃料サイクルと廃棄物管理に関して構築が必要。また、アメリカでの世論調査の紹介があり、原子力発電に賛成の割合が20年前の50%から64%に増えたが、放射線に関する知識は不十分であるとのことであった。

全体を通して、地球温暖化と CO<sub>2</sub>削減のために原子力エネルギーの利用が今後世界中で必要であることが強調され、原子力発電の増加とともに核燃料サイクルと廃棄物処理問題の重要性が繰り返して述べられ、放射線防護、安全、健康、環境に関しては、タイトルにはあっても踏み込んだ内容の話はほとんどなかった。

## 2009 国際医用 画像総合展



6月2日に、横浜港は開港150周年を迎えました。最初に調印された日米修好通商条約では1859年7月4日に開港することになっていましたが、結局、アメリカ、オランダ、ロシア、イギリス、フランスの5カ国すべてに対して陽暦7月1日（陰暦の6月2日）に開港されることになったそうです。もともとは神奈川が開港の候補地とされていましたが、東海道沿いで外国人とのトラブルが予想されたため、当時、辺鄙（へんぴ）で取り締まりやすい横浜の地が選ばれました。横浜は水深も十分あり、港として優れていたため、開港後は急速に発展しました。当年の開港当日は特に祝賀行事も行われませんでした。一周年に当たる万延元年の6月2日に、山車や手踊りで街中あげて開港を祝ったのが、開港記念日の始まりだそうです。展示会場がある“みなとみらい地区”はこれにちなんだイベントがたくさん開催されていました。

4月17日～19日に開催された2009国際医用画像総合展（ITEM 2009。以下 ITEM と略す）は、例年通りパシフィコ横浜展示会場で行われました。毎年、出展社数は増加しており、今年は140社でした。600㎡級の大手メーカーもあれば1小間（4㎡）の会社もあり、それぞれが自社製品のPRをするために個性を出していました。弊社は

以下の製品を展示しました。

- －密封小線源放射線治療装置（mHDR）
- －放射線治療計画システム（Oncentra、PLATO）
- －放射線治療シミュレーション装置（Simulix-Evolution）
- －放射線治療位置決め装置（IBU-Digital）
- －高精度定位放射線治療装置（CyberKnife II）
- －前立腺癌放射線治療計画支援システム（OncentraProstate、SPOTpro）
- －可動型術中放射線治療装置（MOBETRON）
- －陽子線治療装置（薬事未承認品）
- －放射線治療用 QA 製品

Simulix-Evolution（以下 Simulix と略す）と IBU-Digital（以下 IBU と略す）は新製品です。Simulix は、高精度放射線治療シミュレータで、弊社が国内総代理店をしている Nucletron 社（オランダ）が取り扱う Simulix シリーズの最新バージョンです。（写真①）これまでのシミュレー



写真①

タに新たに FPI（フラットパネルイメージャー）が搭載されました。デジタル画像は高解像度で歪みのない、フィルムに近い質を提供します。IBU は、同じく Nucletron 社の Brachytherapy（密封小線源治療）専用のデジタル画像システムです。（写真②）患者様の体位を変えることなくあらゆる角度から治療部位を明確に確認すること





写真②

ができます。また、すべての情報を1つの画面上で即座に参照できる画像処理ワークステーションは、あらゆる操作をすばやく効率的に実行できます。これにより、撮影から治療計画までに要していた時間が大幅に短縮でき、患者様の負担軽減はもとより治療部門の効率アップが望めます。Simulix、IBUともに、これら以外にも優れた機能を多数併せ持っておりますが、詳細は別の機会に紹介させていただきます。

3日間で展示会場に足を運ばれた方は延べ19,074名でした。弊社の展示ブースにおいてスタッフとお話させていただいたお客様は約200名です。お伺いしたご意見やご要望は今後のサービス向上に役立てたいと思います。(写真③)



写真③

ITEM は3つの学会に併設して開催されます。第68回日本医学放射線学会総会、第65回日本放射線技術学会総合学術大会、第97回日本医学物理学会学術大会です。



写真④

(写真④) 共通のメインテーマは「輝く放射線医療 今そして未来」—人と技術のハーモニー—です。展示会場ではますます高度な技術を持つ医療機器が展示されていますが、それを扱うのは人です。最終的には医師、技師、物理士、看護師の方の手や判断によってすべてが実施されます。どちらも高いレベルを以ってハーモナイズされています。学会で日頃の成果や新しい技術の紹介が数多く発表されているのを拝聴していると、お忙しい中でも工夫や努力をされていることにただただ頭の下がる思いでいっぱいでした。なお4月18日(土)には、日本放射線技術学会での技術活用セミナーにおいて、弊社大洗研究所 放射標準グループの柳田弘が「放射線測定器の校正及び校正施設について」という演題で発表しました。ご承知の通り、大洗研究所は校正事業者における放射線・放射能(γ線)の登録事業者で、国際MRA対応の認定事業者です。適切な放射線測定器の校正をするための実際を、標準器、校正用機器、施設の紹介と校正の例をあげて説明いたしました。

放射線利用は無限の可能性を秘めています。日々進歩する医療技術の中で、数年前では想像もできなかったことがあつという間に当たり前になってしまいます。そのような状況で、私達は安全で安心なモノを長くご提供していきたいと、あらためて思いました。(丸山百合子)



## ～ ガラスバッジ Web サービスへのお誘い 第2回 ～

第2回目は、**名義変更**についてです。名義変更は、現在ご使用されている方から新しいご使用者への変更処理になります。結婚で姓が変わった場合は、名義変更ではなく、ご使用者基本情報変更になります。間違いやすいので、ご注意ください。

名義変更処理は、ご指定された登録開始日から新しいご使用者へのご変更を行います。ご変更時点でのサービス状況により、以下のように、モニタや報告書のお届け方法が変わります。

ご使用先発送状況\*をご覧ください。

- ・発送状況が「未発送」の計画使用期間…ご変更後のご使用者名でモニタをお届けいたします。
- ・発送状況が「発送準備中」または「発送済」の計画使用期間…ご変更前のご使用者名でモニタをお届けいたします。お手数ですが、ご変更前のご使用者の方のモニタをそのままお使いください。
- ・発送状況が「報告済」の計画使用期間…ご変更前のご使用者の報告書の取り消しと新しいご使用者の報告書をお届けいたします。

名義変更 - Microsoft Internet Explorer

アドレス( ) https://www.mos3c-technol.co.jp/mos/pmm12e01/pmm12e1nit.do

氏名: taya-r

メニュー ログアウト

お客様コード: 1000630001 株式会社千代田テクノロ B

変更前

予備に変更される場合は予備用を指定してください。

使用種別: 個人用

使用種別: ☒ 個人用 ☐ 環境用 ☐ 予備用

計画使用開始日が昇順に並んでいますので変更する計画使用開始日を指定してください。

登録開始日: 2009年08月01日 (必須)

登録終了日: 2009年 09月 30日

整理番号: 001

整理番号: 001

個人コード: 20955588

使用者姓(漢字): 千代田

使用者名(漢字): 花子

使用者姓(フリガナ): チヨダ

使用者名(フリガナ): ハナコ

ラベル名称:

ラベル名称:

性別: 女

生年月日: 西暦 1970年 12月 12日

職種: 医師

職種: 看護師

性別が異なる場合や使用種別を変更された場合は、装着部位についてもご確認をお願いします。

| No | モニタ | 装着部位 | 色    | 印字方向 | 使用期間                    |
|----|-----|------|------|------|-------------------------|
| 1  | FS  | A    | 標準の色 | 横    | 2009/05/01 - 2009/09/30 |
| 2  | FS  | B    | 標準の色 | 横    | 2008/10/01 - 2009/09/30 |

| No | モニタ | 装着部位 | 色 | 印字方向                    | 使用期間 |
|----|-----|------|---|-------------------------|------|
| 1  | A   | 標準の色 | 横 | 2009/05/01 - 2009/09/30 |      |
| 2  | C   | 標準の色 | 横 | 2008/10/01 - 2009/09/30 |      |

色・装着部位の説明

| 計画使用期間                | *ご使用先発送状況 |
|-----------------------|-----------|
| 2009/05/01-2009/05/31 | 発送済       |
| 2009/04/01-2009/04/30 | 発送済       |
| 2009/03/01-2009/03/31 | 報告済       |
| 2009/02/01-2009/02/28 | 報告済       |

直近の計画使用期間のサービス状況が表示されています。

エラー手,

弊社ではご変更後のご使用者の情報(氏名・性別・生年月日および職種)から過去のご登録の有無を確認しております。登録された内容が間違っている場合は、お手数ですが、測定センターにご連絡をお願いいたします。  
[メンテナンス専用フリーダイヤル 0120-506-994]

## 平成21年度密封線源取扱実務者研修会

今年度も、密封線源取扱事業所等の放射線管理及び組織教育等の充実にご活用頂きたく、この研修会をご案内致します。また、ご好評をいただいている個別相談コーナーを設けます。

### プログラム（予定）

- I. 最近の放射線安全行政の動向及び放射線障害防止法の施行状況について  
～法令改正等の動向～
- II. 密封線源の安全管理  
～大規模テロ（ダーティボム）災害対処訓練に参加して～
- III. 密封線源取扱事業所における安全管理について  
～医療機関における安全管理～
- IV. 放射線のリスクコミュニケーション  
～放射線リスクをどう伝えるか～
- V. ICRP 2007年勧告の国内制度への取入れについて
- VI. 質疑応答  
演題等に変更がある場合もあります

主 催：(財)原子力安全技術センター <http://www.nustec.or.jp/>

日時・場所：7月6日(月) 文京シビックホール 小ホール（東京）

7月13日(月) 大阪科学技術センター 8階 中ホール（大阪）

## 放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者の「定期講習」のご案内

### 【平成21年度 定期講習（7月～10月）の実施計画について】

\* 11月以降の開催予定及び最新の情報につきましては、当センターホームページにてご確認ください。

#### ◇定常開催

| 開催地        | 7月            | 8月                             | 9月                             | 10月            |
|------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 東 京        | ※ 7/17<br>(使) | 8/7<br>(非)                     | ※ 9/11<br>(密)<br>※ 9/18<br>(使) | 10/24<br>(医)   |
| 大 阪        | ※ 7/7<br>(使)  | ※ 8/10<br>(密)<br>※ 8/31<br>(非) |                                |                |
| 各 地<br>開 催 |               |                                |                                | ※京都<br>10/8(使) |

- (使)：密封、非密封、放射線発生装置を問わず放射性同位元素を使用する事業所の主任者の方を対象とした講座
- (非)：大学及び研究所等において密封されていない放射性同位元素の使用をする主任者の方を対象とした講座
- (医)：病院及び診療所において放射線発生装置又は密封された放射性同位元素の使用をする主任者の方を対象とした講座
- (密)：非破壊検査、密封線源利用機器使用者等、密封された放射性同位元素の使用をする主任者の方を対象とした講座

※定期講習（販売・賃貸）は、定期講習（使用）及び（密封）にて同時開催となります。

### 【受講申込方法について】

定期講習を受講希望の方は、下記 web サイトの定期講習のページよりお申込みください。

(財)原子力安全技術センター web サイト：<http://www.nustec.or.jp/>

問い合わせ先：〒112-8604 東京都文京区白山5-1-3-101 東京富山会館ビル4階

登録定期講習機関 財団法人 原子力安全技術センター

原子力技術展開事業部 技術展開部 定期講習事務局

電話 03-3814-5746 E-mail [kosyu@nustec.or.jp](mailto:kosyu@nustec.or.jp)

サービス部門からのお知らせ

## 平成20年度「個人線量管理票」のお届けについて

平素より弊社のモニタリングサービスをご利用くださいます、誠にありがとうございます。

平成20年度の「個人線量管理票」は、第4・四半期（平成21年1月～3月）の測定結果がすべてそろった時点で作成し、個人線量報告書と共にお届けしております。

この度、平成21年7月1日現在で「個人線量管理票」をお届けしていない方に対して、測定結果が出ていない期間に「未測定」と表示をさせていただき、お届けする予定です。お届けする時期は7月中旬を予定しております。

なお、使用期間の終了したガラスバッジがまだお手元にございましたら、早急にご返却くださいますようお願いいたします。



## 編集後記

●世界中が経済危機で大変な時に、メキシコ発の新型インフルエンザ（H1N1型）が北米からヨーロッパへと拡がり、国内にも感染者が出て大騒ぎになっている。まさに弱り目にたた目といったところである。景気悪化や失業者の増加が大きな社会問題になっていて、明るい話題に乏しい現状である。国の予算の大盤振る舞いが続いているが、果たして効果があるのかどうか、その先行きはどのようなことであろうか。

●FBニュースとしては、2月号から連載が始まったICRPの活動内容の紹介も、今月号の第5委員会「環境の放射線防護」で終わることになった。

環境の放射線防護は今回の勧告で始めて大きく取り上げられたテーマである。日本から参加しておられる委員の方々に執筆して頂いたので、主委員会から第1～第5委員会の活動の現状を知る上で役立つのではないと思う。その他に、2月に開催されたテクノ技術情報セミナーの講演から、「胸部X線写真における全衛連（全国労働衛生団体連合会）の精度管理と施設間における照射X線量の実態」の記事、筆者が3月に参加したNCRP（米国放射線防護・測定審議会）の第45回年会報告、4月に開催された2009国際医用画像総合展の展示会報告などが掲載されている。

(T.N.記)

## FBNews No.391

発行日／平成21年7月1日

発行人／細田敏和

編集委員／竹内宣博 福田光道 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 壽藤紀道

藤崎三郎 安田豊 野呂瀬富也 丸山百合子 窪田和永 亀田周二 高羽百合子

発行所／株式会社千代田テクノ 線量計測事業本部

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）