

# JAMMRA

Japanese Association for Medical Management of Radiation Accident

放射線事故医療研究会会報

## 事例研究

### 最近の放射線被ばく事故から - チリ及びベルギーで起きた事故 -

独立行政法人放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター被ばく医療部  
松寄 志穂里 立崎 英夫 明石 真言

#### はじめに

臨床医学は、科学的知見に基づいた経験を基礎に成り立っている。可能性の高いものから鑑別診断が行われ、治療も経験によりその選択と決定が行われる。つまり過去の症例と事例という長い歴史を経て構築されている。特に症例の多い疾患では、新しい基礎データは次々と臨床応用される。放射線による事故の頻度は非常に少ないが、それでも最近では学術論文として公表される機会が増えているのは、以前と大きく異なる点である。2007年（平成19年）に我々は原子力安全委員会からの委託で最近の事故を調査する機会を得た。フランスの Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN, Institute for Radiation Protection and Nuclear Safety) では、2005年及び2006年にそれぞれチリ及びベルギーで起きた事故の治療例があることがわかった。この IRSN を訪問した時は、資料を得ることは出来たが未公表であったため、我が国で紹介することが出来なかった。現在では論文などが公開されている。チリの事故では局所放射線障害に間葉系幹細胞移植がされた。ベルギーの事故では、被ばくの新しい生化学的マーカーについて新しい知見が紹介されている。本稿ではこの2つの事故について紹介する。両事故とも IRSN が線量評価を行

い、フランスパリ郊外のパーシー病院 (Percy Hospital, Clamart) で治療が行われた。

#### チリ国コンセプションにおける線源による事故

##### 1. 事故の概要

チリ国サンチアゴ市の南 450km に位置するコンセプション市 (Concepción) は、チリ中南部の商工業都市である。2005年12月14日夜間に建設中のセルロース工場で、暗い中で行われた非破壊検査作業中、非破壊検査用のイリジウム線源 ( $^{192}\text{Ir}$ 、3.3 TBq) が脱落した。12月15日朝、足場作業員 (3人) が、20m を超える高さの足場の上で線源を見つけたが、線源とは知らず、溶接用の電極に似ていたためそれだろうと考えた。その内の一人の 27 歳のチリ人男性が線源 (3.3TBq) を左手で拾い、ズボンの左後ろポケットに入れ、線源が皮膚に近接した状態で、それを持って足場から降りた。その場にいたフィンランドの技術者が不審に思い測定したところ、放射線の線源であることが判明した。警報がなるまで約 10 分間被ばくするという事故であった。線源はその後、運転者により遮蔽のある容器に戻され、周囲に汚染の残存はなかった。

## 2. 被ばく線量評価法と線量

高線量被ばくしたと考えられるのは、上記 3 人及び前日線源を操作していた人間と回収に携わった 2 名の計 6 名である。染色体分析による全身線量推定では次のように推定された。足場作業員 A は約 1Gy、他の 3 名の作業員は 0.13Gy から 0.24Gy、また 0.1Gy 以下が 2 名であった。

また、局所（臀部）の線量（状況聞き取りによる物理学的線量再構築）では、線源を持って足場から降りた足場作業員 A の左臀部で 2,000 Gy 以上と評価された。この局所の被ばく線量は、さらに詳細に行われた。患者の腹部中間部から大腿中部まで CT 撮影を行い、ボクセル・ファントムを

作成し、事故状況をもとに、線量分布を作成した（図 1）。線源に最も近接した皮膚表面・創部中心部での線量は 2,000Gy 以上と推定され、中心から半径 5cm、10cm 以内がそれぞれ 20Gy、5Gy 以上の線量範囲とされた。

## 3. 臨床経過治療方針の決定

1 時間後に臀部に紅斑を生じ、5 時間後にヒリヒリ感を感じ、5 日目に臀部に潰瘍を生じた。その後、左臀部に中心部弛緩性の紅斑が出現し、12 月 29 日、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency; IAEA) を通じて Percy Military Hospital の熱傷センターへ搬送された。当初は、

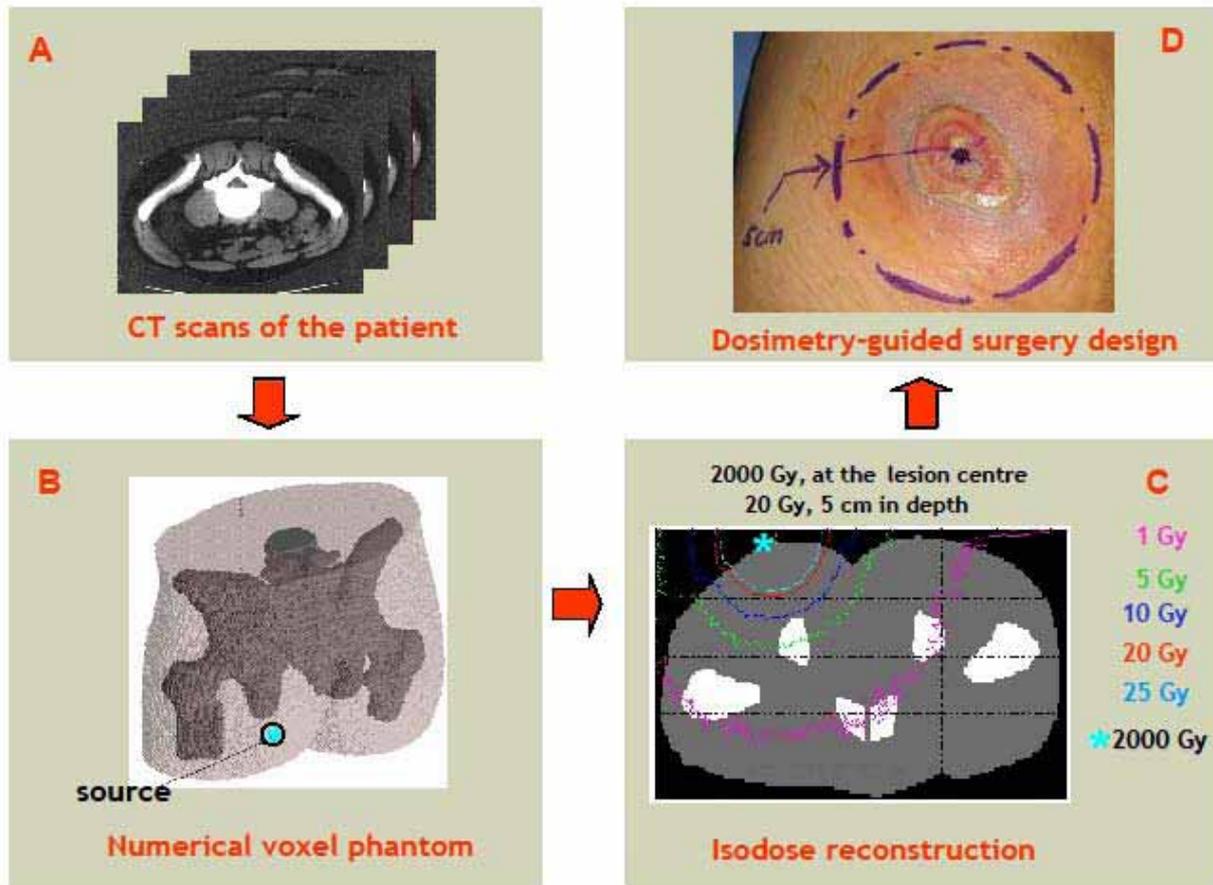


Figure 1: Physical and anatomical dose reconstruction for surgical excision planning

図 1 外科的切除のための物理的及び解剖学的線量の再構築

- A: CT 像。中腹部から大腿部にかけて、16,323 枚の CT 像が Voxel phantom を作製するために撮影された。
- B: Voxel phantom と線源との関係が示されている。SESAM software を使いた。<sup>192</sup>Ir 線源は、皮膚障害の中心から 2mm の位置とした。
- C: 線量分布パターン。皮膚表面から深部までの線量分布が、Monte Carlo コードと Voxel phantom により再構築されている。中心部皮膚表面の吸収線量は約 2,000Gy である。
- D: 線量の分布に基づいて、左臀部の皮膚表面で直径 10cm、深さ 5cm の切除が行われた。図は全て Dr. Gourmelon との私信による。

直径 4-5cm の湿性表皮炎であったが、その後、急速に潰瘍形成が起こり、また、1 週間以内に左手も腫脹、難治性疼痛が出現し、予後不良の重症放射線熱傷と診断された。

通常の熱による熱傷とは異なり、放射線熱傷は初期には発赤・掻痒程度の所見しか認めないにもかかわらず、周囲の一見正常に見える皮膚深層から筋層にまで潰瘍形成・壊死が徐々に進行し、モルヒネを使用してもコントロール困難な難治性疼痛が出現する。高線量被ばくでは筋・血管・骨等の重要組織にまで炎症が進展する。そして、重症放射線熱傷に対しては、壊死組織除去と自家皮膚移植を組み合わせた通常の熱傷治療の成績は不良であったことが報告されている。これまで確立した治療法は存在せず、新たな治療法の開発が必要である。また、早期には一見正常に見える皮膚へ徐々に潰瘍形成・壊死が進展するため、壊死組織除去の際の切除範囲も問題である。そのため左臀部重症放射線熱傷創に対して早期病変除去および加療が必要と判断された本症例に対して、線量評価により切除範囲を決定した創部除去と創傷治癒促進のためのサイトカインと栄養因子供給を目的とした間葉系幹細胞局所注入療法との併用療法が行われた。

#### 4 . 治療と経過

被ばく後 21 日目に、線量をガイドとして 20 Gy 以上と推定された範囲を切除範囲と設定し、直径 10cm の範囲の皮膚・筋組織を半球状に除去し( 図 1、図 2A、2B、2C )、同部位に凍結同種皮膚移植を行った。術後 1 ヶ月間、感染徴候および放射線性の炎症進展なく経過したため、被ばく後 49 日目に自家皮膚移植を行った。しかし、創部に有痛性放射線潰瘍が再燃し、移植した皮膚は生着せず融解した。このため、壊死組織除去と自家皮膚移植という従来の熱傷治療に加えて、組織の修復を促進する因子として骨髄由来の自己間葉系幹細胞を使った局所間葉系幹細胞移植を行うことになった( 図 3 )。

局所移植用の間葉系幹細胞調整のため、被ばく後 75 日目に非被ばく側の腸骨稜から自己骨髄液を採取し、細胞の成長因子源としてヒト血小板溶解液 8% とシプロフロキサシン 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  を添加した  $\alpha\text{MEM}$ ( clinical grade )培地で closed culture 装置 ( Cellstack, Corning® ) を用いて骨髄細胞 (  $254.5 \times 10^6$  cells、 $200 \times 10^3$  cells/cm<sup>2</sup> ) を培養した。この血小板溶解液は血球を分離して作成し、血小板 1.19<sup>9</sup> /ml が含まれたサンプルを調整し、-80 で凍結・解凍後にウシ胎児血清 ( fetal calf serum ; FCS ) の代わりとして使用した。培養開始から 14 日後に、細胞は培養フラスコで最大数まで増殖し、一部はトリプシン処理後、ヒト血清

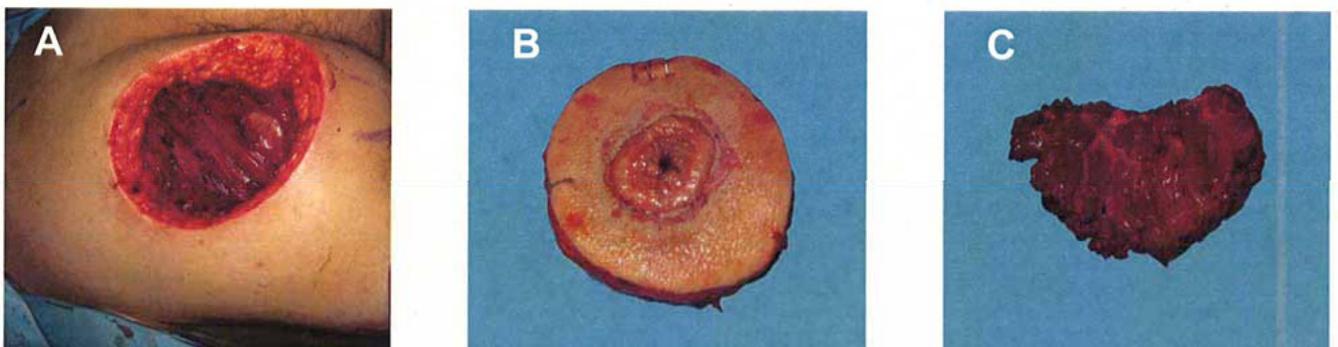


図 2 外科的治療

被ばく 21 日後に、線量分布に従って広範囲外科的切除が行われた。

A : 切除部位 ( 直径 10cm )

B : 切除された皮膚及び皮膚組織。被ばく部位の中心が含まれている。

C : 健康に見える切除された臀部の筋組織。切除後は、一過性に、凍結保存した皮膚移植が行われた。

図は全て Dr. Gourmelon との私信による。

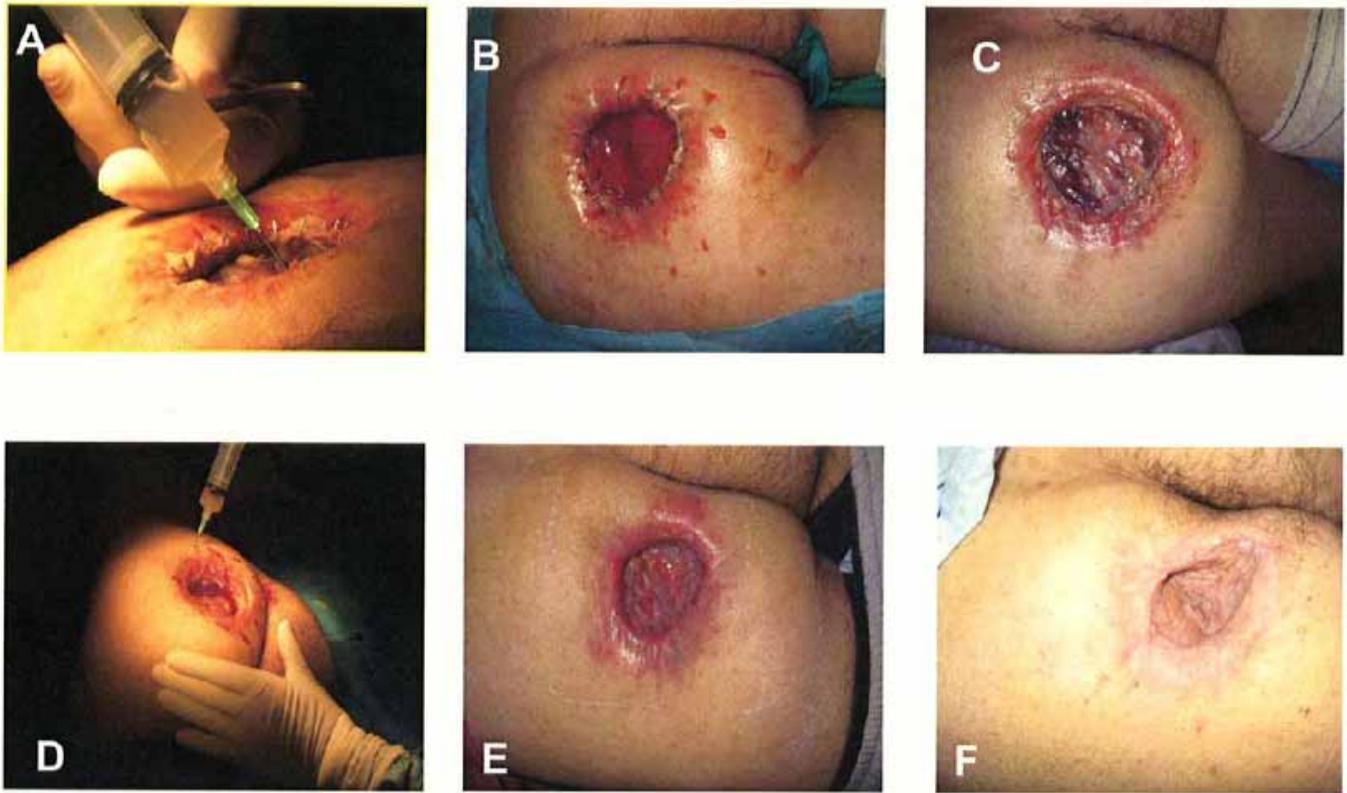


図 3 間葉系幹細胞移植治療

外科的切除と皮膚移植後、2 回にわたり *in vitro* で増殖させた間葉系幹細胞(MSC)の局所的な投与が行われた。

A :  $168 \times 10^6$  細胞が、被ばく後 90 日目に病変部位の周囲と病変部位に注射された。

B : 病変部位は、人工皮膚で覆われた。

C : 1 回目の MSC 移植後 9 日目。

D :  $226 \times 10^6$  MSC が、被ばく後 99 日目に病変部位の皮膚及び筋層レベルに局注された。

E : 被ばく後 109 日目の状態。

F : 被ばく後 5.5 ヶ月後の状態。

図は全て Dr. Gourmelon との私信による。

アルブミンに加えて投与した。残りの骨髄細胞を Cellstack に継代し、7 日後に 2 度目の局所投与のために回収した。CD45-/CD105+/CD73+/CD90+ を間葉系幹細胞の表面マーカーとして使用し、テロメラーゼ活性は TRAP アッセイで測定、投与前に、細菌、真菌、マイコプラズマに対する汚染検査が行われた。

被ばく後 90 日目に再度、線維化した筋組織を除去し、2 度目の自家皮膚移植を行った。切除組織標本では、筋線維の変性及び収縮を認め、放射線熱傷再発であることが示された。また、血管壁にフィブリノイド壊死、内皮細胞には多核炎症細胞浸潤を認め、内腔は血栓閉塞を認めた。自己骨髄液から増殖させた間葉系幹細胞が被ばく後 90 日目に  $168 \times 10^6$  細胞、99 日後に  $226 \times 10^6$  細胞、病変周囲の皮膚・筋層および創底部へ局所注入さ

れ、人工皮膚(Integra®)で被覆された(図 3B)。この治療により創部痛は改善し、治癒促進が認められ、被ばく後 5.5 ヶ月後(細胞注入後 75 日後)には、美容上の遺症は認めたものの、機能障害を残さず治癒した(図 3F)。被ばく後の放射性炎症波及による再発は 11 ヶ月間の経過観察期間では認められなかった。また、自己間葉系幹細胞注入に伴う副作用も認められなかった。その後も、左拇指は痛みと炎症再発を繰り返し、2007 年 9 月時点で左拇指に痛みと炎症再発、爪下から滲出あったためフランスでの治療予定となった。右拇指と左 4 指にも一時潰瘍が生じたが 3~4 ヶ月で自然軽快した。

## 5 . 考案

放射線熱傷による壊死に対しても、通常壊死組

織除去と皮弁や自家皮膚移植が施行されるが、壊死が進展するという難題に遭遇する。病変に対するコントロールが出来なくなることがあり、再手術が必要となるが、結果的に機能障害が高率で出現し、致死率も高く、その適切な治療法は不明である。また、放射線熱傷創に対する適切な切除範囲も不明である。正確に線量を評価するためには、線源の種類、位置、病変との距離、接触時間に関する情報が必要であり、本症例では、受傷時のエピソードがはっきりしていたため、線量分布をガイドとした病変除去を行うことが可能であった。線量評価結果を利用した創部除去と間葉系幹細胞を使用した局所細胞治療を組み合わせることで、限局型の重症放射線熱傷に対する新たな治療の可能性が期待される。

この症例は Case Report として後述する論文に掲載されている。なお掲載した図表は、論文<sup>1)</sup>発表前に入手したものであり、論文とは異なる部分がある。また一部は IRSN との personal communication による部分も含まれている。

## ベルギーの滅菌照射施設での事故

### 1. 事故の概要

ベルギーのフリュリュス (Fleurus) は、Sterigenics 滅菌照射施設 (irradiation sterilization facility) があり、主に  $^{60}\text{Co}$  ( $3 \times 10^4$  TBq) の密封線源から放射されるガンマ線を使用し医療機器の滅菌が行われている。2006 年 3 月 11 日に、1 人の従業員 (50 才男性) がこの施設でガンマ線モニタが高レベルを示していることに気付いた。しかしコバルト 60 線源の一部が格納されていないことに気付かず、警報を停止するために照射室に入ったため被ばくした。事故直後は無症状であり、数時間後に嘔気・嘔吐が出現したが、放射線による被ばくの可能性は疑わなかった。18 日後に、まだ続いている嘔気、一過性ではあるが難治性の下痢、持続性の頭痛、脱毛を訴え再度病院を受診し、この時初めて放射線障害の可能性が疑われた。20 日目 (2006 年 3 月 31 日)

に汎血球減少症が出現し、Percy Hospital (Clamart, France) 血液科受診、血液染色体分析所見で多数の染色体異常、著明なリンパ球二動原体を認め、放射線障害と確定診断された。

### 2. 線量評価

事故状況再現では、被ばく線量は 4.5 Gy と推定され、細胞遺伝学的検査では 18.8% (26/139) の細胞は異常を認めず、不均一被ばくで 4.2-4.8 Gy と推測された。

事故状況の再構築: 4.5 Gy

染色体分析: 4.5 Gy (4.0-4.9 Gy)

### 3. 治療と経過

入院翌日 (被ばく後 21 日目) に血小板減少に対する血小板輸血が行われ、28 日目に pegG-CSF (pegylated granulocyte-colony stimulating factor、注; ポリエチレングリコール (polyethylene glycol; PEG) で化学修飾して in vivo 活性を向上させたもの)、SCF (stem cell factor)、EPO (erythropoietin) 注射を併用したサイトカイン治療が行なわれ、白血球数は事故後 33 日目には正常値へ回復した (図 4)。線量評価では消化管症候群を発症する線量に近い線量ではあったが、事故後、数時間以内に吐気・嘔吐が出現したのみで、血性下痢や脱水、電解質喪失といった重症の古典的消化管障害の兆候は認めなかった。

### 4. 放射線障害の生化学指標

この事故では、放射線障害の生化学指標となる可能性のあるいくつかのマーカーが検討された。血液系の指標として網状赤血球数、CD34+末梢血幹細胞、造血系指標として血中 Flt3 ligand (FL) 濃度を、腸管粘膜損傷の指標として血中シトルリン濃度を、また脂質代謝や血管系の指標としてオキシステロールの測定が行なわれた。FL は、造血系幹細胞や前駆細胞の増殖、分化を誘導する 34kDa のサイトカインである<sup>3)4)</sup>。血清 FL 濃度

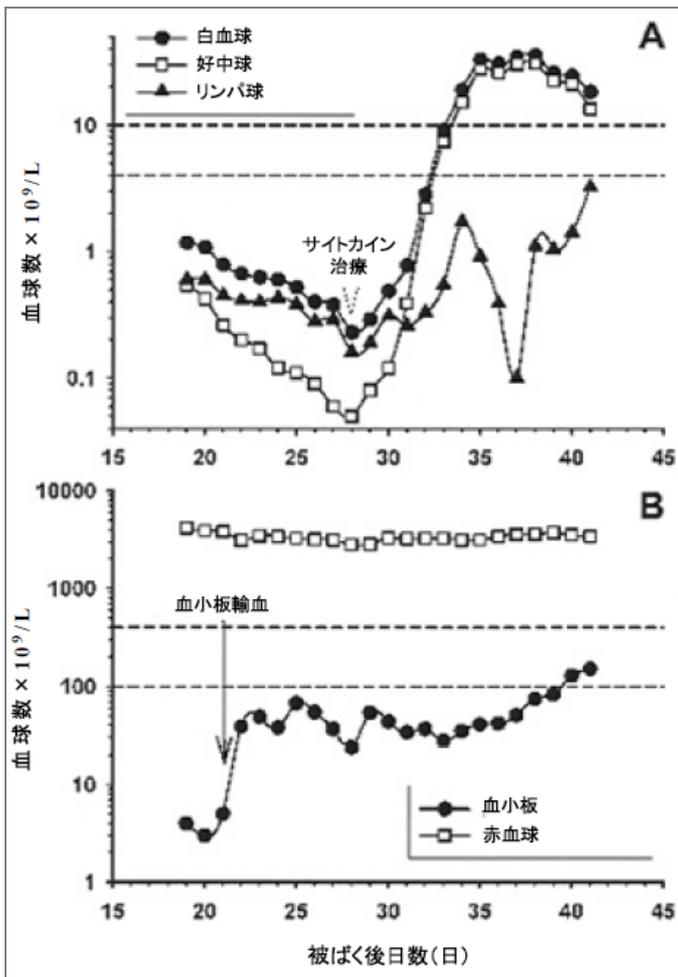


図 4 被ばく後の血球数の変化

被ばく後 28 日目にサイトカインによる治療が、血小板輸血は 21 日目に開始された。論文 2 より引用、改変。

と骨髄中 colony-forming cells (CFC) が逆相関し、放射線療法や化学療法、再生不良性貧血における骨髄形成不全と相関するとされ、骨髄機能を反映する生化学的指標として使用できる可能性が示唆されている。本症例では、来院時、FL は正常範囲(血漿中  $112 \pm 24 \text{ pg/ml}$ ) の 35 倍へ上昇しており、造血系への高度障害が示唆された。入院直後、若干減少したものの、 $2500\text{-}3700 \text{ pg/mL}$  の高値が持続し、サイトカイン療法開始後には速やかに改善し、35 日目には正常範囲内へ回復、造血能の回復が示唆された(図 5A)。来院時、FL 高値からは骨髄の重大な障害が示唆されたが、CD34+末梢血幹細胞数は正常群の 1/40 へ低下していたものの残存しており、造血能の残存が示唆され、サイトカイン療法後、CD34+末梢血幹細胞数も正常範囲に回復した(図 5B)。

造血幹細胞に関しては、治療開始から 1 週間は、BFU-E (burst-forming units-erythroid) は正常群の 1/100 へ減少、CFU-GM (colony-forming units-granulocyte-macrophages) は検出感度以下であったが、2 週間以上経過して、正常群の 100 倍以上に増加した。これは、骨髄不全治療に使った pegG-CSF の影響と考えられている(図 5C)。網状赤血球数は来院 5 日目までは 0.4% 以下であったが、被ばく後 25-28 日で若干増加し、サイトカイン療法から遅れて回復した(図 5D)。

血清シトルリンは腸管細胞から特異的に分泌される非タンパク性アミノ酸で、腸管細胞のオルニチン回路(尿素回路)を経てグルタミンから産生され、腎臓でアルギニンに代謝される。広範囲切除後の短腸症候群、セリアック病等の小腸疾患では残存腸管長に比例すると報告され、放射線治療後や小腸疾患での残存腸細胞数・吸収能を表すマーカーとして提唱されている<sup>5)6)7)</sup>。本症例では血清シトルリン濃度は  $24\text{-}36 \text{ }\mu\text{mol/L}$  であり、同年代男性の正常範囲内( $34 \pm 8 \text{ }\mu\text{mol/L}$ )であり、小腸粘膜には重大な障害が及んでいないことが示唆された(図 6)。

#### 中枢神経系で産生されるとされる

24S-hydroxycholesterol (24S-OH-Chol) は検出感度以下(正常値  $15 \pm 5 \text{ }\mu\text{M}$ ) へ減少、肝臓に関連すると報告されている 7 $\alpha$ -hydroxycholesterol (7 $\alpha$ -OH-Chol) も減少しており肝臓への放射線障害の関与の可能性が示唆された。肺や心血管系で産生される 27-hydroxycholesterol (27-OH-Chol) や、クレアチニン、尿素窒素、AST、ALT、ApoA1、HDL コレステロール、心筋逸脱酵素に関しては、各臓器損傷指標とした利用の可能性が残された。

#### 5. 考案

チェルノブイリ事故や JCO 臨界事故では血清アミラーゼが耳下腺に対する放射線障害の指標として、また被ばく後 48 時間以内のリンパ球数減少が放射線障害の全身的な指標として用いら

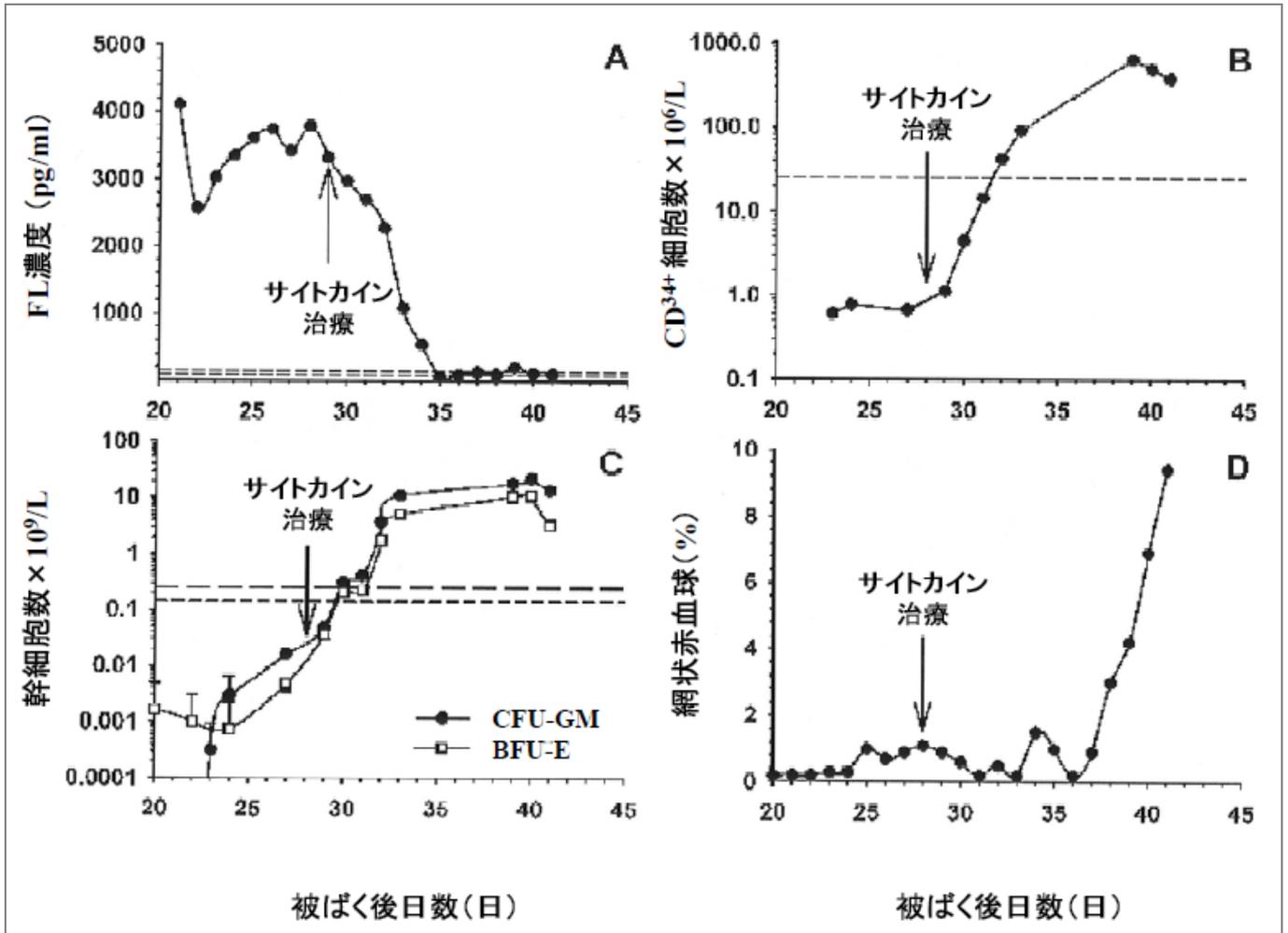


図 5 放射線による造血組織に対する障害時の生化学的指標

- A : 神経中の FL 濃度。点線は健常人のレベルを示す。
  - B : 末梢血中の CD34 陽性数。点線は健常人のレベルを示す。
  - C : CFU-GM と BFU-E の変化。短点線は BFU-E の、長点線は CFU-GM の正常値を示す。
  - D : 網状赤血球数の変化。
- 論文 2 より引用、改変。

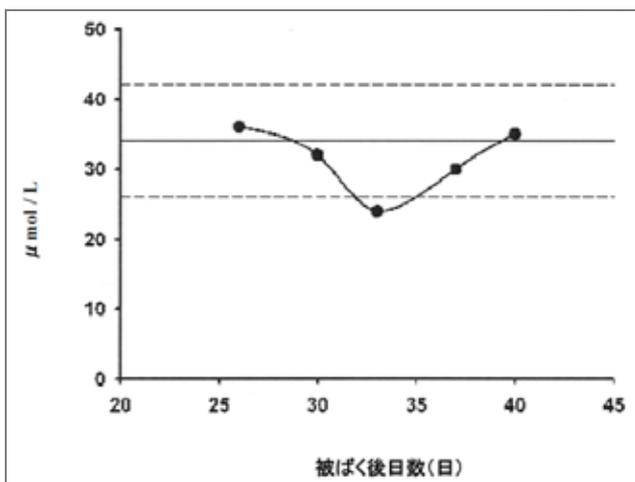


図 6 小腸障害としての血清中シトルリン濃度  
横線は、40-60 才男性の正常値で、平均値は SD を示す。論文 2 より引用、改変。

れている。血清アミラーゼレベルは、必ずしも線量反応効果が得られていない等の問題も多い。また、事故後の身体への影響評価として血液系・腸管系・神経系・皮膚障害をスコア化した METREPOL (Medical treatment protocols for radiation accident victims as a basis for a computerized guidance system) score が提唱されているが、被ばくから自覚症状出現までに時間差があるため、初期の血球データが得られないこともあり、また肝臓・腎臓・心血管系は評価対象外であり、多臓器への影響を評価するための新たな生化学的指標が求められている。

急性障害からの回復後も本患者は生存しており、経過観察が続けられている。結果的には、汎

血球減少症のみで多臓器不全には至らなかったが、初期治療では多臓器不全に至る可能性を念頭において、多面的に評価を行うことが重要であると考えられ、放射線障害では本症例で使用したような、FL、シトルリン、オキシステロール等も含めた多角的なパラメーターを使用した評価が重要である。

#### おわりに

再生医療の進歩めざましい中、被ばく医療でも再生医療が第一歩を踏み出した。チリの事故での応用である。JCO 事故の治療例でも、造血幹細胞移植から血管の内皮細胞への分化が確認されている。放射線障害の血液生化学的指標としては、未だに染色体異常が”gold standard”である。数少ない被ばく医療の研究者は、広い視野を持ち応用出来ることの可能性を考えることが求められている。

どういう障害であれ疾患であれ、治療や診断に経験、技術、知識がある施設で行う方が良いこと

#### 文献

1. Lataillade JJ, Doucet C, Bey E, Carsin H, Huet C, Clairand I, Bottollier-Depois JF, Chapel A, Ernou I, Gourven M, Boutin L, Hayden A, Carcamo C, Buglova E, Joussemet M, de Revel T, Gourmelon P. New approach to radiation burn treatment by dosimetry-guided surgery combined with autologous mesenchymal stem cell therapy. *Regen. Med.* **2** (5):785-794, 2007
2. Bertho JM, Roy L, Souidi M, Benderitter M, Gueguen Y, Lataillade JJ, Prat M, Fagot T, De Revel T, Gourmelon P. New biological indicators to evaluate and monitor radiation-induced damage: an accident case report. *Radiat Res.* **169**(5):543-50, 2008
3. Hannum C, Culpepper J, Campbell D, McClanahan T, Zurawski S, Bazan JF, Kastelein R, Hudak S, Wagner J, Mattson J, et al. Ligand for FLT3/FLK2 receptor tyrosine kinase regulates growth of haematopoietic stem cells and is encoded by variant RNAs. *Nature.* **368**(6472):643-648, 1994
4. Lyman SD, James L, Johnson L, Brasel K, de Vries P, Escobar SS, Downey H, Splett RR, Beckmann MP, McKenna HJ. Cloning of the human homologue of the murine flt3 ligand: a growth factor for early hematopoietic progenitor cells. *Blood.* **83**(10):2795-2801, 1994
5. Crenn P, Vahedi K, Lavergne-Slove A, Cynober L, Matuchansky C, Messing B. Plasma citrulline: A marker of enterocyte mass in villous atrophy-associated small bowel disease. *Gastroenterology.* **124**(5): 1210-1219, 2003
6. Lutgens LC, Deutz N, Granzier-Peeters M, Beets-Tan R, De Ruyscher D, Gueulette J, Cleutjens J, Berger M, Wouters B, von Meyenfeldt M, Lambin P. Plasma citrulline concentration: a surrogate end point for radiation-induced mucosal atrophy of the small bowel. A feasibility study in 23 patients. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* **60**(1), 275-285, 2004
7. Crenn P, Coudray-Lucas C, Thuillier F, Cynober L, Messing B. Postabsorptive plasma citrulline concentration is a marker of absorptive enterocyte mass and intestinal failure in humans. *Gastroenterology.* **119**(6), 1496-1505, 2000.

は言うまでもない。放射線障害も例外ではない。それでは世界各国で起きた放射線事故の治療は何処で行うのがいいのか。文化や言語また費用面からは発災国で行う方がいいが、経験や技術は何処にでもあるわけではない。今回、紹介した2件の事故の治療はフランスで行われている。最近の放射線被ばく事故症例の治療はフランスを中心に行われていることが多い。ある程度、症例を集めることが治療技術の進歩につながる。実際、この2件の症例では、新しい試みがされている。地域的な事情を考えれば、アジアにも放射線事故の線量評価と治療を行う施設が必要であると考えるのはごく自然なことではないだろうか。

今回紹介した2症例は Case Report として下記論文1及び2に掲載されている。なお、掲載した図表は、論文1の発表前に入手したものであり、論文とは異なる部分がある。また線量評価に関しては IRSN との personal communication による部分も含まれている。

## 事例研究

## 最近の国内の放射線事故等

財団法人原子力安全研究協会 放射線災害医療研究所副所長 衣笠 達也

我が国で、放射線事故または原子力発電所で負傷が発生した事象が最近、いくつか発生したので、その概略を紹介する。

### 1. 川内（せんだい：鹿児島県）原子力発電所における作業者の落下

平成19年9月3日（月）23時頃、九州電力株式会社川内原子力発電所1号機の燃料取扱建屋内（放射線管理区域）で、使用済燃料貯蔵設備増強工事中に、作業員がクレーン吊り具の取り外し作業を実施していたときに誤って落下した。安全帯を付けて作業をしていたので、その長さ分（約1.5m）落下し、宙吊りの形で止まり大事には至らなかった。

もう少し詳しく説明を加えると、この作業者は、落下の際の衝撃等で少し頭がぼーとし、一過性の意識障害があったが、まもなく意識清明となり自力で歩行可能となった。念のため、医療機関を受診させるため、救急車を薩摩川内市消防局に要請した。管理区域から退域時の汚染検査（全身表面汚染モニタ）にて、頭部に汚染が認められたため除染（濡れタオルでのふき取り）を行った。除染の結果、発電所の退出基準以下となったことを確認し、管理区域から退域した。救急車に社員が同乗して、発電所から被ばく医療機関（済生会川内病院）へ向かい、診察を受けた。その結果、特に治療の必要はなかったため、帰宅した。なお、病院には救急車到着以前に発電所放射線管理要員等が直行し、状況の説明を行っていた。

### 2. 島根（島根県）原子力発電所における作業者の負傷

平成19年12月18日（火）17時16分頃、中

国電力株式会社島根原子力発電所1号機の原子炉建屋（放射線管理区域）で、配管の修理作業時に使用する薬品（硝酸10cc、エタノール10ccの混合液）の入ったペットボトルが破裂した。付近に居た作業員5名が、薬品の飛沫を浴びるなどの事故が起きた。17時20分、発電所は松江市消防本部に傷病者5名の医療機関への搬送を要請した。17時55分に1名、18時01分に2名、18時04分に2名が、地域の初期被ばく医療機関である松江赤十字病院へ搬送された。18時18分に最初の救急車が病院に到着し、順次計5名が到着後、診察を受けた。内3名に外来処置がなされ、その3名のうち1名は右顔面、右眼角膜等の化学熱傷のため加療のため同病院に2週間から4週間の予定で入院となった。3台の救急車には、放射線管理要員がそれぞれ同乗し、最初の救急車には産業医が同乗した。なお5名とも管理区域からの退域時に汚染は認められなかった。

### 3. 宮崎大学汚染事件

平成19年10月22日（月）国立大学法人宮崎大学フロンティア科学実験総合センターに、同大学の個人放射線測定器（ルクセルバッジ）の測定読み取りを行っている長瀬ランダウア株式会社から奇妙な結果が報告された。すなわち、同大学の放射線取扱業務従事者のルクセルバッジから、その期間は、従事者が放射線管理区域に立ち入っていないにもかかわらず、0.3mSvの被ばく線量が検出されたと報告が入った。このため、同大学は大学内を汚染検査し、臨床研究棟の研究室（放射線管理区域ではない）で放射性同位元素（ヨウ素125）による汚染を確認した。汚染検査の結果、汚染部位の最大汚染表面密度は4,093Bq/cm<sup>2</sup>であ

った。総放射エネルギーは  $10^6$ Bq 以下と推定された。汚染物質は除去され（除染され）、同研究室に立ち入った職員等の被ばく調査を行った。その後、被ばくを示唆する調査結果の報告は特に出していない。

#### 4. 非破壊検査の線源（イリジウム）盗難事件

平成20年4月7日（月）非破壊検査株式会社東京事業本部京葉事業部（千葉県市原市）から千葉県警市原署に、同社保管の放射性同位元素イリジウム192が入った容器1個（放射線量370ギガベクレル）が盗まれたと届けがあった。同日午前7時頃、出社した社員が保管されているはずの容器がなくなっているのに気づいた。4月4日（金）に、職員が保管庫に納め二重に鍵をかけていた。このイリジウム線源は容器に収納された状態であれば、線源から1m離れた場所での空間線量率は約  $7\mu\text{Sv/時間}$  で、障害の発生する可能性は低い。容器から取り出されると空間線量率は約  $50\text{mSv/時間}$  となり、長時間被ばくすれば障害が発生する恐れがあった。その後の捜査により、盗み出された線源の入った容器が近くの川底で発見され回収された。調べにより、幸い線源は取り出されることなく川底に捨てられており、人への放射線影響は殆どないと考えられている。

#### まとめ

公表された最近の放射線事故または原子力発電所で負傷者が発生した事象4件について紹介したが、いずれも放射線による障害が発生したものは無かった。医療機関が対応したものは原子力発電所の2件であったが、医療関係者が傷病者の汚

染対応をせねばならないものではなく、救急医療中心の医療対応が求められた。

RI のばら撒き事件及び非破壊検査線源の盗難事件は、人が意図的に起こしたものであった。これらの事件の特徴は、放射線事故が起きたと認識されるまでに時間を要する点である。一般的に、このような事件では放射線が関与していると認識されるまでは、汚染や被ばくは気づかれず放置されたままとなる事が多い。このため、汚染や被ばくの範囲、程度は、いつ、何をきっかけに放射線事故であると認識されるかに大きくかかわってくる。早く認識するためには、医療関係者は手、胸部、臀部等の原因不明の熱傷様皮膚変化（発赤、水泡、潰瘍等）を訴えてきた患者に十分注意を払うことが重要である。

放射線の関与する事故、事件等で、生命にかかわる放射線被ばくとしては、全身高線量被ばくがある。しかしこのような放射線事故はきわめて希である。実際に起きる放射線事故の大部分は、治療を要さない軽度の汚染または被ばく、もしくは軽度の汚染被ばくに外傷等の救急疾患を合併する症例である。したがって、緊急被ばく医療にかかわる医療関係者はまず軽度の汚染、被ばくに外傷を伴う傷病者を扱う知識と技術を持つことが肝要で、関係機関はその実施のための必要最小限の機器、装備を準備しなければならない。その次に高線量被ばく、内部被ばくの診断と治療を理解することが必要となる。

## トピックス

## 我が国の放射線源管理について - 線源セキュリティ対策 -

社団法人日本アイソトープ協会 総務部放射線安全課 草間 経二

## 1. 非破壊検査装置の盗難事件発生

放射線源は放射線障害防止法により厳格に管理されている。ところが、平成20年4月7日に非破壊検査株式会社京葉営業所において、非破壊検査に用いる Ir-192 370GBq の線源が照射容器に入ったまま保管室から1台盗まれた。保管室は施錠されていたが、鍵を使用して解錠されたことから当初から内部関係者の犯行も考えられ、千葉県市原警察署では防犯カメラに記録された犯人の映像を公開した。これが犯人特定に結び付き、5月8日に逮捕された。犯人の自供に基づき線源を捜索し、川崎の運河の中から無傷の線源が回収された。ステンレスカプセルに密封された線源及びそれをホルダーに装着したものを図1に示す。線源は盗取直後に運河に遺棄されたが、線源から人が近づける岸まで距離があること及び水深が1~2mほどあり水の遮へい効果で Ir-192 から線量が1/1,000から1/1,000,000に減ることにより、周辺の住民や犯人及びその関係者には問題となるような被ばくは無かった。

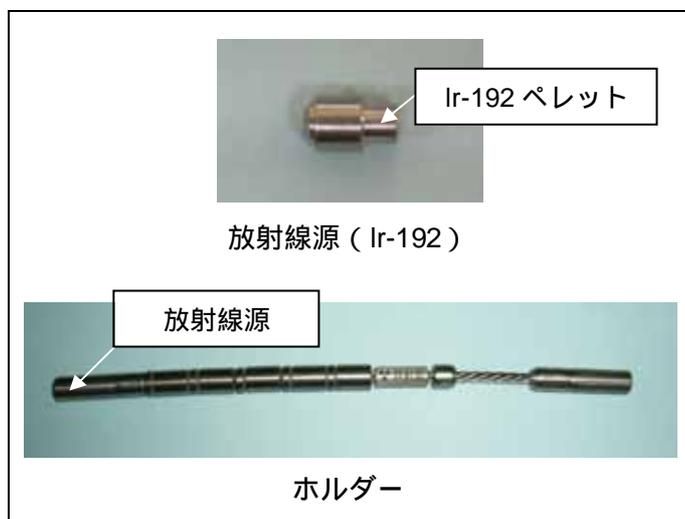


図1 放射線源及びホルダー

早速、非破壊検査を実施している会社の中には、従来の放射線安全対策に加え、セキュリティ対策として防犯カメラの設置や施錠管理の徹底を図っているものもいる。

## 2. 国際的な放射線源の安全とセキュリティ対策

日本ではこのような事例は今までほとんど起こっていなかったが、適切な放射線源管理が実施されていない国があること、管理からはずれた線源が発見される事例があること、またこれら線源がテロに使用されるおそれがあることから国際原子力機関（IAEA）では「放射線源の安全とセキュリティに関する行動規範」（Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources IAEA/CODEOC/2004）（以下、行動規範という。）を定め各国に履行するよう求めている。我が国は直ちに行動規範の支持表明を行い、その履行を国際的に約束している。行動規範は放射線源の安全とセキュリティの両面を実施するための政府及び行政機関が実施すべき事項を示しているものであり、線源管理に関する事項としては、放射線源の安全管理の法令を定めること、法令を実施する規制機関を定めること、身元不明線源対策を定めること、線源登録制度を確立することが示されている。線源登録制度の対象としているのはカテゴリー1、2線源、すなわち適切に管理されない状態で遮へいが無くなり数時間から数日の放射線被ばくで人が死に至るか生活の質が低下する結果となるような放射能の線源が対象である。

また、IAEAでは規制機関や身元不明線源に遭遇する可能性のある、消防、警察、税関職員のために放射線源カタログを作成している。これは外

観から使用目的、核種、放射能がある程度推定できるようにし、また紛失した放射線源について線源用途や機器名称の連絡を受けた時に外観や漏えい線量の推察ができるようにすることがその目的とするものである。しかし、この中には機微情報もあることから未だ公開には至っていない。この活動で得られた成果の一部を IAEA Nuclear Security Series 出版物として広く関係者が利用できるものとなってきており、各国がセキュリティ対策を実施する上での参考となる。行動規範などの文献は IAEA のホームページからダウンロードできる。

欧州委員会では、IAEA 行動規範とは別に「高放射能線源指令書」( the control of high-activity sealed radioactive sources and orphan sources ) を発行しており、欧州連合加盟各国に放射線源の厳格な管理と身元不明線源対策を求めている。線源登録制度については、線源の購入元、購入年月日、線源型式又は装備機器型式、線源番号又は装備機器番号、核種、放射能、使用が終了したときの廃棄先を規制機関に届け出ることとしている。ドイツの放射線規制庁ではこれをもとにデータベースを作成し放射線源の履歴を追跡できるシステムを作成している。これにより放射線源の不法な所持を防止し、もし身元不明線源が発見された時には元の所有者の特定や放射線源の危険性を直ちに関連諸機関に連絡できるようにするものである。欧米では従来は各使用者の責任で比較的自由に放射線源を所有し使用することができたが、今では放射能が高い線源についてはあらかじめ規制機関への届出や線源取得時の届出が義務となってきている。

### 3 . 日本の放射線規制

従来から日本の放射線規制は厳しいと言われているが、国際的な線源管理の要件と比較するために密封された放射線源を使用するときの行政機関への申請や届出をまとめてみる。

使用を開始する前に、使用者は申請書を文部科

学省に提出するが、申請書には使用を予定している放射線源の核種、物理的状态、化学形、1個当たりの放射能及び個数、機器に装備されている場合にはその機器の種類・型式及び性能を記載する。申請を許可したときは文部科学省の台帳に登録されるが、放射線障害防止法第四七条によりこのことが関係行政機関の長や、国家公安委員会、海上保安庁長官又は消防庁長官に遅滞なく連絡される。また各自治体が定める消防条例ではその所有する放射線源について届け出ることとしているところも多い。申請書に記載されていることは今後の所持、使用の予定ではあるが、文部科学省の行政指導では実際に所持しているものと許可を得ているものと一致することを求めており、若干の差異はあるものの申請書に記載されている放射線源が各事業所に保管されていると見ることが出来る。

使用を開始した後は、使用者は年度末における在庫確認を行いその結果を文部科学省へ管理状況報告書として提出する。記載内容は、核種、放射能、受入した個数、払出した個数、保管している個数である。受理した文部科学省ではその内容の確認をする。

また、放射能が高い放射線源を有している施設では、施設検査・定期検査、定期確認制度があり3年から5年に一度、施設の検査、帳簿の検査、線源管理台帳と現物の確認が行われ、適切に管理されていることの監査が行われる。その他不定期であるが文部科学省は立入検査を実施しており、同様に適切な放射線管理が行われていることの確認が行われている。

以上に述べた放射線源を使用するときの行政機関への許可、届出を図2に示す。

このように、放射線源の国への届出に関して国際的な基準と比較すると我が国の規制は概ね満たされていると言うことができる。

ただし、この現行制度では、各事業所に保管されている放射線源の数量は把握できるが、所在不明になった時や身元不明線源が発見された時は、

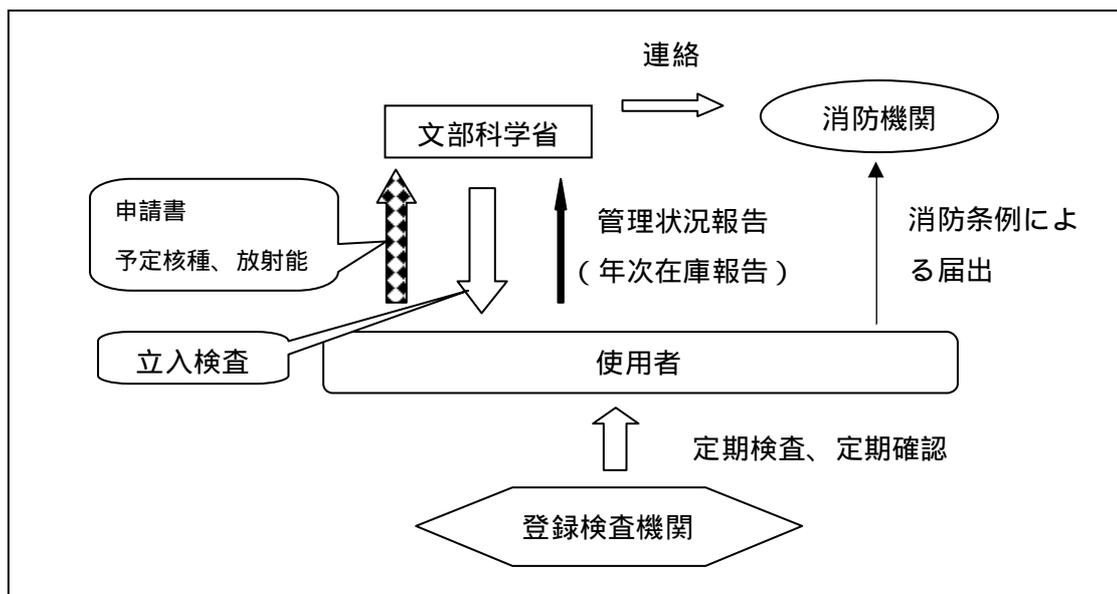


図2 放射線源を使用するときの行政への許可、届出

文部科学省は即座に関連機関に対して放射線源に関して詳細な情報の提供ができない。放射線源が所在不明になったときは、所有者が作成している保管記録の報告を受け、身元不明線源が発見されたときは専門機関の調査結果を待つことになる。放射線安全の観点からの規制は十分であるが、悪意ある行動が実施された時にはそれに対して追加の対策が必要と言える。

#### 4. 検討中の放射線源登録制度

上記の問題点を解決するために、文部科学省では放射線源登録制度の導入を検討している。これは、放射線源が移動するたびに、使用者、販売業者は受入先、線源製造者、型式、線源番号、核種、放射能、払出先を届け出ることにより、放射線源の履歴を追跡できるようにするものである。今後この制度が整備されれば、身元不明線源が発見された時はその経歴調査ができ、また放射線源を紛失したときは放射線源に関する情報が素早く提供されることが期待される。

トピックス

UNSCEAR 第56回会合印象記

国立保健医療科学院 生活環境部長 鈴木 元

UNSCEAR は、「原子放射線の影響に関する国連科学委員会」の略称である。UNSCEAR は、定期的に放射線影響や防護に関する研究報告をとりまとめ、国連総会に報告書を提出することをその任務としている。UNSCEAR 報告の内容は、他の国連機関やICRP が放射線防護基準をとりまとめる際の科学的根拠として利用される。放医研の所長が代々日本の代表として UNSCEAR 会合に参画し、日本の研究を国際的にアピールしてくるとともに、UNSCEAR 報告書を邦訳してその普及に努めてきたことは、衆知のことである。今回、私は原子力安全委員会の派遣要員の一人として、UNSCEAR 会合に出席した（写真は日本代表団。代表代理は丹羽先生）。この場を利用して、原子力安全委員会および放医研の事務局の方々に、感謝の念を伝えたい。



第56回会合は、7月10日から7月18日まで土日を含んで8日間の日程でウィーンで開催された。今回の会合では、2008年国連総会に提出する予定の UNSCEAR2006 年報告書の付属文書「R.669：医療放射線被ばく」「R670：様々な放射線源からの公衆と作業者の被ばく」「R671：放

射線事故被ばく」「R672：非人間界への電離放射線の影響」「R673：チェルノブイリ事故による放射線健康影響」の5文書を技術的に討議し、UNSCEAR の機能を強化する計画に関する討議し、以上を踏まえた総会への提出文書(サマリー)を作成することであった。参加国は、UNSCEAR21メンバー国中19カ国の代表と随員、6オブザーバー国中5オブザーバー国の代表、関連国連機関代表である。

紙面の都合もあり、また鈴木が参加できた分科会数も限られるため、「R673：チェルノブイリ事故による放射線健康影響」と「R671：放射線事故被ばく」を中心に報告する。

チェルノブイリ・フォーラムの報告書と異なり、「R673:チェルノブイリ事故による放射線健康影響」ではリスク・プロジェクションの取り扱いが大きく変わったことは特筆される。ここでいうところのリスク・プロジェクションとは、線形しきい値なし(LNT)仮説に基づき、原爆被爆者など高線量かつ高線量率被ばく集団より得られたリスク係数を用いて、チェルノブイリ事故のフォールアウトによる低線量率で低線量被ばくの健康影響を累積線量から推計する手法を指している。例えば個々の住民が受ける線量は低くとも、全ヨーロッパなど範囲を広げて住民数を大きくすれば累積線量(man シーベルト)は大きくなり、LNTモデルを使ってそれなりの過剰がん死亡数が計算される。実際、IARC のカーディスらは、チェルノブイリ事故のフォールアウトにより、ヨーロッパ全体での甲状腺がんやその他のがん症例の今後60年間での過剰発生数を予測し、この予測数は新聞等でも広く報道されてきた。UNSCEAR は、0.1Sv 以下の低線量かつ低線量率被ばくで

LNT 仮説が妥当性をもつのか科学的に明確でないことを指摘し、これに基づくリスク・プロジェクションを採用しない立場を明確にした。アルゼンチンの代表であるゴンザレス博士は、ローマ法まで持ち出し、現実に科学的調査で明らかにされた過剰死亡数に関してチェルノブイリ事故は責めを受けるべきだが、科学的根拠の低い手法に基づき死亡数が増加するかもしれないというだけで責めを受けるべきでないと主張したのは印象的である。ちなみに、リスク・プロジェクションの手法は、何らかの介入による被ばく低減の便益効果を推計する場合には便利な指標値を提供してくれるが、LNT 仮説が成り立つかどうか判らないような場合には、推計された値自体の信頼性には大きな不確かさがつきまとう。

現在までのチェルノブイリ事故の放射線影響は、急性放射線症候群 ARS が 134 名（内 28 名 ARS による死亡、その後 2006 年までに 19 名が種々の原因で死亡）、小児甲状腺がんが 6,000 症例以上（致死的例は 15 例）、事故処理作業従事者のなかに、白血病増加を示唆する報告（但し、原爆被爆者等の他の被ばく集団では観察されていない慢性リンパ性白血病 CLL の増加を含む点が、今後の問題）、白内障の有意な増加などが主な内容である。白内障に関しては、原爆被爆者の最近の報告と軌を一にして、従来の上しい線量値より低いしきい値の線量効果関係を示しており、目の放射線防護基準（現行 150mSv）の見直しにつながる可能性がある。

今回の「R673：チェルノブイリ事故による放射線健康影響」で注目されるもう一つのポイントは、心理的影響などの取り扱いが小さくなった点である。これまで、チェルノブイリ事故の健康影響としてストレスによる様々な身体的影響や前臨床レベルの精神神経症状の増加が指摘され、その

対策の重要性が指摘されてきた。今回の UNSCEAR 報告書では、これらは放射線の確定的影響および確率的影響以外の項立て「その他の影響」として小さく取り扱われている。明確なメッセージは、放射線の直接的影響として科学的に明らかとなっている事実のみを UNSCEAR は取り上げるというスタンスである。東海村 JCO 事故においても、事故により心理的影響を受けたことがアトピー疾患の増悪に関係しているという訴えが裁判で裁かれようとしている。科学的に放射線影響と認知される疾患と、そうではない現象を切り分けていこうという UNSCEAR の潔さに、一定の敬意を表したい。

最後に「R671：放射線事故被ばく」について、簡単に触れておきたい。この文書は、米国の REAC/TC の所長を長らく務められたリックス博士がコンサルタントとなり、取り纏めた文書である。UNSCEAR1993 年報告書で放射線事故被ばくに関して報告されていた。本報告書は、その更新である。これまで、過去の放射線事故に関しては、凡そ 10 年間隔で REAC/TC が主催してきた国際会議の報告本に主要な事故の簡単なサマリーや追跡情報が書かれてきた以外、IAEA が出版する個々の事故症例のドキュメントや IAEA と WHO の共同出版物の巻末に放射線事故のリストが掲載されているだけであった。REAC/TS やモスクワ第 6 病院やウルム大学にデータベースが作られていたが、総ての関係者に公開されていたわけではない。その意味で、今回の「R671：放射線事故被ばく」は、有り難い文書である。英文本文で約 30 ページ、表とリファレンスを含めても A4 で 64 ページとコンパクトであるのも有り難い。JAMMRA の会員におかれては来年にでも付属文書として出版されるので、是非、御一読されることをおすすめする。

トピックス

「緊急被ばく医療のあり方」の改訂について（その一）

放射線事故医療研究会代表幹事 前川 和彦

【はじめに】

それまでは、実質的には存在しなかったわが国の緊急被ばく医療体制のあり方と、その近未来的な方向性を明確に提示した原子力安全委員会の「緊急被ばく医療のあり方について」（平成13年6月）が世に出てから約7年が経過した。

この間に、この「あり方」の方向性に沿って、原子力施設立地道府県における地域の緊急被ばく医療体制及び地域ブロックの体制は、徐々にではあるが確実に整備されてきた。医療機関におけるハードウェアの面でも、地域における人材育成やネットワーク化の面でも一定の成果が確実に上がっているものと思われる。しかし、医師数の不足、臨床研修制度の導入、医療費の抑制策、裁判等のリスクの増大等の複数要因が絡んだ医療崩壊は地方において顕著で、地域の緊急被ばく医療を支える人材の確保が困難になっているところすらある。

平成13年9月11日の米国での同時多発テロは、テロリスト達が高度の技術を有していることを改めて世に知らしめることになり、その後の原子力の平和利用にも大きなインパクトを与えた。これ以降、さまざまな国際機関、国の機関から核物質によるテロを含む核・放射線緊急事態対策の議論及びガイドライン等が百出した。また、最近では地球温暖化対策、エネルギー源の安定的確保の立場から、米国のみならず、中国、インド等の急激な工業化に伴い、エネルギー消費国は改めて原子力発電に注目し始め、今や原子力発電所建設ラッシュの様相を呈するほどになった。つまり、この約7年の間に、原子力を取り巻く国内外の状況は大いに变化した。緊急被ばく医療体制が皆無に近い時点で提案した「あり方」も、その後の社会

情勢の変化や整備状況に即応した見直しが必要になってきたのである。

【改訂の経緯】

従来、「原子力施設等の防災指針について」（いわゆる防災指針）には、原子力安全委員会原子力発電所等周辺防災専門部会（以下、防災専門部会）の下部組織の分科会等から提出された報告書の内容の、いわばエッセンスが盛り込まれてきた。緊急被ばく医療体制に関する内容もまた然りであった。しかし、今回の改訂からは、例えば、防災指針には、緊急被ばく医療体制に関しては原子力災害特別措置法との関連での大枠が示されているものの、具体的な“各緊急被ばく医療機関の役割、要件等の詳細については、『緊急被ばく医療のあり方』によるものとする”とされた（平成19年5月改訂の防災指針）。防災指針改訂の翌日、平成19年5月25日、原子力安全委員会委員長から防災専門部会長宛に「緊急被ばく医療のあり方」の見直しの指示が発出された。これを受けて、同年6月19日、防災専門部会の下部組織である被ばく医療分科会の下に「緊急被ばく医療のあり方に関する検討会」（以下、検討会）が設置された。この検討会の構成員は被ばく医療分科会のメンバーとほぼ同一で、筆者が主査に、放射線医学総合研究所の明石真言先生が主査代理に指名された。この検討会は平成20年4月までに7回、開催され「あり方（案）」がまとめられた。その後、この案は4月30日の第19回被ばく医療分科会、5月20日の第17回防災専門部会で検討され、一部修正の上、了承された。続いて、同年5月～6月、パブリックコメントの募集が行われ、集まった37件の意見を勘案した報告書（案）が7月

15日の第20回被ばく医療分科会で了承されたのである。

#### 【検討会での議論】

検討会での議論に先立って、検討会の主要メンバーと原子力安全委員会の事務局とで、今後の議論の方向性についての話し合いが持たれた。一番問題となったのは、今回検討し、あり方を提示する「緊急被ばく医療」のスコープ、範囲についてであった。見直すべき報告書の標題は「緊急被ばく医療のあり方」である。これは原子力安全委員会が提示したわが国唯一の緊急被ばく医療に関するガイドラインとでも言うべきもので、額面通りに受け取ると「わが国における、核・放射線緊急事態に対する急性期医療のあり方」とも解釈できる。つまり、われわれが見直しを迫られているのは、今日的には、原子力関連施設での事故・災害のみならず、核物質の違法、不法使用に伴う緊急事態（巷では、核テロという）での医療対応のあり方の骨格となるべきもののはずである。IAEA, ICRP, NCRP などから出たガイドラインに準拠し、わが国の実情に即応した核・放射線緊急事態に関するガイドラインを期待したとしても不思議ではない。ICRPのGuest Editorialでは、「テロリストの攻撃では、複数のハザード（生物兵器、化学兵器）が関与することがあることを認識する必要がある。従って、放射線緊急事態対策のみを計画するのは時代遅れの考えである」と言っている。核・放射線緊急事態対応を考えると、「原子力関連施設での緊急事態だけを対象にするのは時代遅れ」と言い換えることもできる。昨今の国内外の情勢を鑑みれば、医療者としてはこうした立場で「あり方」を議論したいし、まとめたいと思うのは当然と思われた。もし、既存の「あり方」そのものを見直すだけなら、「原子力関連施設等における緊急事態に対する急性期医療対応のあり方」と限定的な副題をつけるべきで、既存の「あり方」だけを見直すのであれば、いくつかの修正点を加えるだけで十分ではないか、とい

うのがわれわれ医療者の意見であった。また、「緊急被ばく医療」の「緊急」の意味が不明である、日常的に使う医学用語としては、「予定ないしは待機手術」「予定入院」に対比する言葉として、「緊急手術」「緊急入院」等として使われ、それは「予定されない」の意味で使われている。「緊急被ばく医療」は、被ばく医療という言葉がタブーであった時代に、「緊急時医療」といって誤魔化していたものの名残である。従って、緊急被ばく医療はむしろ急性期被ばく医療が適切ではないかとの意見も出た。一方、原子力安全委員会の事務局は、「あり方」は防災基本計画に基づいた防災指針を補完する位置付けであるので、防災指針とは直接関係のない「核物質等の不正使用に伴う緊急事態」は対象とするべきではないという立場であった。また「緊急被ばく医療」という言葉は既に世に広く行き渡っていて、今、これを変更するには問題が大きすぎる、との意見であった。第一回の「検討会」では、案の定、医系委員から次のような意見が述べられた。IAEAの報告書にあるように原子力緊急事態に対する初期対応についても言及すべきである、本来、この「あり方」では原子力災害に至らない核物質による緊急事態をも対象とすると明記したはずである、原因（原子力災害、放射線事故、核テロ等）の違いに関らず医療現場での専門的、技術的な対応は共通な部分が多い、また現実には原子力施設等立地地域以外では緊急被ばく医療体制は全くない、など。

以後の検討会では以下のような関連事項に関する現状や調査結果等が報告され、議論された。国民保護法における原子力災害対応について内閣官房担当官から説明があった。この場合の原子力災害は原子力施設等へのテロ攻撃やその他の核テロを指している。後述するように今回の「あり方（案）」には、数行ではあるが「放射性物質の不法使用」による事故対応に言及しているが、具体的な内容には一切踏み込んでいない。最後の検討会で、オブザーバーとして参加しておられた内閣官房担当官から、核テロ時の医療対応を議論

してもらいたいとの意見が述べられたが、やはりこの「あり方」の範疇での議論はあり得ないので、後述する「あり方(案)」の報告に「核テロが発生した時の被ばく医療対応を国は検討するべきである」と記録に残すことになった。

さまざまなレベルでの緊急被ばく医療のその後の取組みの報告があった。原子力施設等立地道府県を代表して青森県、福井県の取組みが説明された。これらの地域は17の立地道府県のうち、行政レベルでの意識が最も高いところであり、それなりの体制整備が行われている。地方財政が困窮する折から、放射線測定機器を含め資機材の更新に当っては、その必要性の要否の検討を行うべきことが指摘された。また、地方の医療機関での昨今の医師不足問題が地域の緊急被ばく医療準備体制にも大きな影を落としていることも明らかになった。原子力事業者の取組みについての説明があった。全ての事業所に産業医が常駐している訳ではない、事業所ごとに温度差があるとのことであった。放射線医学総合研究所(放医研)と広島大学から三次被ばく医療機関の取組みが報告された。放医研と広島大学では、線量評価や内部汚染の取扱いや治療に関して夫々の特徴を生かしながら役割分担をしていること、また初期、二次被ばく医療機関の役割は、全国画一的に規定するのではなく、地域の実情に則して考えるべきとの指摘があった。線量評価体制についての報告では、事業者には設備、技術、機器等があり線量評価を行うための条件は揃ってはいるが、事故の当事者となった場合、地域住民への情報発信に関しては配慮が必要である、初期、二次被ばく医療機関での生体試料の分析はその機関の技術レベルに応じて行うべきである、初期被ばく医療機関では最低限、汚染の有無を確認できることが必要である、ホールボディカウンターの機器及び測定技術の維持が特に地域の二次被ばく医療機関の財政的負担になっている、等が指摘された。緊急被ばく医療教育、研修、人材育成の現況についての報告があった。放医研や原子力安全研究協会が

立地道府県で展開している教育、研修はそれなりに実績が挙がっている、放射線科医がこれに関ることが多くなり、地域によっては指導的立場にある等の報告があった。メンタルヘルス対策では、健康不安への対応ではリスク・コミュニケーションを取り入れるべきである、放射線による確定的影響の出ている者、確率的影響の可能性のある者、被ばくしていないが健康不安を訴える者を分けて対応する、時間軸に分けて対応する、線量評価、健康診断、メンタルヘルス対策は連携して取り扱われるべきである、等の指摘があった。

原子力災害、核・放射線緊急事態の初動時の議論が行われた。先ず、わが国の緊急時の環境モニタリング体制の説明があった。原子力関連施設での災害・事故で、事故の内容が明らかであり現場に事業所の放射線管理要員等がいる場合は、消防等の初動要員(first responder)の現場活動には大きな問題はないと思われる。しかし、放射線・核物質が関連する可能性のある災害・事故現場での初動要員の活動は改めて検討される必要がある。これに関してIAEAのEPR FIRST RESPONDERS 2006で述べられている初動時のゾーニングの考えが紹介された。ここでは、現場の状況に応じて安全境界を設定すること、また空間線量率に基づき区域を設定すること、また初動要員の活動時間を制限すること等の指針が紹介された。その他、イギリス、フランスの緊急被ばく医療体制が紹介された。

事務局が作成した「あり方(案)」の骨子の議論の前に、緊急被ばく医療機関の役割について、再度、議論を行った。体制の整備に当っては、地域性を尊重し地域の実情に応じた整備が必要との意見が述べられた。初期被ばく医療機関は、原子力関連施設に地理的に近接し、初期対応が可能な施設を想定している、“外来診療”というこだわりよりも、患者に必要な初期治療が行える施設として位置付けるべきであるとの意見が大勢を占めた。二次医療機関に果たしてホールボディカウンターが必要かとの疑問が述べられた。ホール

ボディカウンターによる測定は専ら住民の内部被ばくへの対応であること、医療機関で機器の保守管理や測定技術の維持が困難であることがその主な理由であった。また、三次医療機関の支援のもとに、スペクトルサーベイメータによる原因核種の分析が行えることが望ましいが、そのためには線量測定・評価に関する情報共有のシステムの構築が必要との指摘があった。

提示された事務局案について検討された。「内部被ばく」「体内（内部）汚染」の用語の整理の必要性、内部汚染対策に関して「プルトニウム」「キレート剤」等を特に名指して言及する必要は

ない、「体内汚染に対する処置」という表現で足りる、二次被ばく医療機関が排水貯水槽を持ったシャワー設備を整備する必要があるのか、等が指摘された。とりわけ、シャワー設備については、実際の被ばく医療研修でシャワーによる除染は教えてない、地域の原子力災害訓練においてもシャワーが使用されることはない等から二次被ばく医療機関の資機材にシャワー設備は不必要ではないか、との強い意見が出た。また、参考資料についてもいくつかの意見が述べられた。これらの意見を考慮して最終案を事務局と主査でまとめることになった。

【 J A M M R A 第 18 号 目 次 】

<b>事例研究</b>	最近の放射線被ばく事故から - チリ及びベルギーで起きた事故 - 独立行政法人放射線医学総合研究所 松寄 志穂里 立崎 英夫 明石 真言	1
<b>事例研究</b>	最近の国内の放射線事故等 財団法人原子力安全研究協会 衣笠 達也	9
<b>トピックス</b>	我が国の放射線源管理について - 線源セキュリティ対策 - 社団法人日本アイソトープ協会 草間 経二	11
<b>トピックス</b>	UNSCEAR 第 56 回会合印象記 国立保健医療科学院 鈴木 元	14
<b>トピックス</b>	「緊急被ばく医療のあり方」の改訂について ( その一 ) 放射線事故医療研究会代表幹事 前川 和彦	16
<b>【編集後記】</b>		20

【編集後記】

北京オリンピックの女子マラソン中継を見ながら、JAMMRA 第 13 号の編集後記で紹介したイエーツの格言を思い出した。すなわち、「想像力が欠如しているところに、責任は生じない」(村上春樹「海辺のカフカ」より)。土佐礼子選手本人にとっては、4 年間の努力の末に勝ち取ったオリンピック出場資格なので、出場辞退という重い決断を自らできないのは理解できる。他方、外反母趾痛を痛み止めで誤魔化し 42.195km を走破できる、あるいは、無理をして走っても選手生命に影響ないと思えるコーチの判断は正しかったのだろうか？ 好対照なのは、野口みずき選手とそのコーチ陣の判断であろう。大腿二頭筋の肉離れを理由に出場辞退したことは大変残念ではあったが、不十分なパフォーマンスよりは選手生命を優先させたと言われれば、誰しもがその判断に納得せざるをえない。真の問題は、一旦オリンピック出場資格を認定したあとは、本人とコーチに任せきりの JOC の「想像力の欠如」「責任のなさ」、あるいは、危機管理意識の低さでは無かるうか？ 野口選手が辞退した後に、代替選手の準備ができておらず、誰も派遣できなかったことは、危機管理意識が欠如した一例である。

翻って、「何処まで想像すれば、危機管理対策として十分なのか」は、原子力の世界でも常に問い返さなくてはならない問題である。恐らく、ステークホルダーの合意点を探りながら対策を考えるのであろう。(鈴木 元)

【お知らせ】

第 13 回放射線事故医療研究会について ( 予定 )  
期日：平成 21 年 9 月 5 日 ( 土 )  
場所：北海道札幌市  
会長：晴山雅人 ( 札幌医科大学医学部放射線医学講座教授 )

放射線事故医療研究会ホームページ ( <http://www.nsra.or.jp/JAMMRA/> ) にて、放射線事故医療研究会からのお知らせや JAMMRA バックナンバー ( 第 12 号以降 ) をご覧いただけます。

発 行：放射線事故医療研究会 ( 編集委員会代表 鈴木 元 )  
事務局：〒105-0004 東京都港区新橋 5-18-7 財団法人原子力安全研究協会 放射線災害医療研究所内  
TEL: 03-5470-1982 FAX: 03-5470-1990 MAIL: [jammra@nsra.or.jp](mailto:jammra@nsra.or.jp)  
URL: <http://www.nsra.or.jp/JAMMRA/>