

放射線事故医療研究会・被ばく医療フォーラム開催の経緯

●——— 前川 和彦 (東京大学医学部)

去る平成9年8月29日、千葉市稲毛区の放射線医学総合研究所(放医研)において第1回放射線事故医療研究会と第1回緊急被ばく医療フォーラムが開催された。両会合の概略を報告する。全国から約140名の医師、保健物理学者、放射線管理者などが参加した。先ず、冒頭に、本研究会設立に至った経緯と設立の趣旨の説明が、青木芳朗原子力安全委員(設立準備段階は、東京大学医学部在職中)により行われた。趣意書にもあるように、本研究会の主目的は「すべての緊急被ばく医療を円滑かつ実効あるものにする」ことであり、全国の関係者の横断的組織を作ることである。従来、わが国の緊急被ばく医療対策は原子力発電所等の周辺住民を対象に政府及び関係機関の主導で策定されたものであった。しかし、原子力発電所等の管理区域内の被ばく医療や一般の放射性物質による偶発事故に対する組織的な対策は手つかずの状態であり、また、実際に被ばく医療を行うであろう現場の救急医療関係者の関与は殆どない状況であった。こうした現状に対する危機感から、青木原子力安全委員を中心に何人かの現幹事が集まり、数回の準備会を経た後、本研究会の設立と開催にこぎつけたのである。この準備段階で、原子力安全研究協会や放射線医学総合研究所を中心とした緊急被ばくフォーラムの取り組みと本研究会の関係を如何に保つかが問題となった。結局、本研究会をどこからも拘束を受けない非政府組織とし、自由参加を原則とする学術集団と位置付けることとした。また緊急被ばくフォーラムは、原子力安全研究協会、放射線医学総合研究所、本研究会の三者の共催とし、本研究会と同時開催することで大筋がまとまったのである。

さて、第1回放射線事故医療研究会の総会議事は、先ず本研究会を代表して前川和彦(東京大学医学部)が設立の呼び掛けを行い、参加者からの賛同を得た後、第1回の会長に佐々木康人先生(放医研所長)を選出した。第1回の研究会であり、他に総会議事はなく、次回会長に前川和彦を選出して、第1回放射線事故医療研究会総会を終了した。

引き続き休憩を挟んで同じ会場で、第1回緊急被ばくフォーラムが開催された。本フォーラムの主目的は緊急被ばく医療に関係する様々な職種の人々に、共通

の理解を作り出すことである。最初の試みというところもあつ

て、緊急被ばく医療の現状と問題を様々なレベル、角度から総花的に取り上げた。

先ず、青木原子力安全委員が、わが国の緊急被ばく医療体制の現状と問題点を略述し、引き続き衣笠幹事(三菱重工神戸病院)が「放射線事故における緊急時医療マニュアル」と題して具体的な医療対応策を解説した。緊急被ばく医療の国際的な取り組み、特に世界保健機構(WHO)のREMPAN(Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network)の活動について放射線影響研究所の児玉氏より紹介があった。国内の新たな緊急被ばく医療体制の取り組みを、第3次医療機関としての放医研の立場から白尾氏(放医研)より提言が行われた。最後に「緊急被ばく医療体制の現状と問題点—被ばく医療のインターフェイスの始まり」と題したパネル討論会が鈴木 元(放医研)、前川和彦両幹事の司会で行われた。わが国の緊急被ばく医療の現状と問題点を様々なレベルから忌憚なく語ってもらうのが主目的であった。同時に、放射能汚染のある外傷患者を想定して、それぞれの立場からの対応策を述べてもらうことも意図した。サイト内の医療対応策の現状、原子力発電所立地県の救命救急センターの準備状況、放医研の準備体制、災害医療専門家からの発言、厚生行政からの発言などが主なトピックスであった。これに関して発表者とフロアーの参加者との間に活発な議論が交換された。

これらの熱心な発表と議論を通して、従来のわが国の緊急被ばく医療体制が総論的であり、建前論に終始してきたこと、現実には上述のような患者が発生した場合には机上の空論に終わりがかねないこと、現場に必要な各論的な知識や即応体制の欠如などが改めて認識された。幾多の問題点の積み残しと未消化感を抱かせたまま第1回緊急被ばくフォーラムは幕となった。今回の研究会、フォーラムの開催に際しては、放射線医学総合研究所の皆さんに物心両面で多大の御援助を頂いた。この紙面を借りて御礼申し上げたい。



●——— 明石真言 (放射線医学総合研究所 放射線障害医療部)

■ 概要

X線や γ 線は物質を透過し、フィルムを感光する性質を持つ。この性質を利用し、製品を壊すことなく検査を行うのが非破壊検査である。1971年9月18日午後3時頃、千葉県市原市の造船所の構内にステンレス製の自動車のアンテナのようなものが落ちており(図1)、YS氏はそれが放射線の線源であることを知らずに自分の下宿に持ち帰った。夕方、彼の下宿に5人の友人が訪ね、その線源を次々とさわり、うち2名はその部屋に宿泊。その後4日間に、数人の友人が何回か出入りした。2日後に造船所では、非破壊検査に用いる強力な放射線源であるイリジウム192(5.26Ci)を紛失したことに気づき、9月23日に科学技術庁に届け出た。9月25日、YS氏が自分たちが触ったものが、この放射線の線源であることに気づき、翌日、下宿の庭先に線源が落ちているのを発見した。この線源をさわったり、線源の近くにいた人に放射線障害を引き起こした。9月26日以降、この6名は科学技術庁・放射線医学総合研究所(千葉市)に入院した。

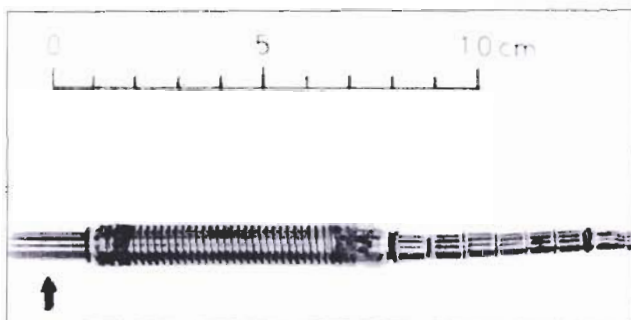


図1 イリジウム192線源

■ 推定被ばく線量

この事故では、線源から出される γ 線による外部被ばくによる障害が考えられ、全身被ばく線量の推定は

物理学的及び細胞遺伝学的な2つの方法で行われた。この線源は5.26Ciの放射能を持ち、表面の線量率は250R/min、吸収線量は1.3Gy/min、2～7分触れたとすると26～91Gyの被ばくとなる。

1. 物理学的線量推定

被ばくしたことが推定された6名のうちの3名が腕時計をつけていた。当時の腕時計にはルビーが使用されており、ルビーは γ 線を受けると熱発光現象を示すため、ルビーの熱発光量を測定することによって時計をつけていた人の被ばく線量が推定できる。6名に当時の行動を思い出してもらい、全員の下宿での在室時間表を作り、各人の被ばく線量を推定した。

2. 細胞遺伝的線量推定

血液中のリンパ球は放射線感受性が高く、放射線に被ばくすると、染色体異常を引き起こす。その異常の頻度は被ばくした線量に比例するため、各人の被ばく線量を推定することが可能である。各人から採血して、血液のリンパ球を培養し、染色体の異常の有無により推定した。この物理学的及び細胞遺伝学的な2つの方法で推定した線量は、よく一致した。

■ 急性症状

1. 全身症状

最も被ばく線量の大きいSH氏に、被ばく第1日目に急性放射線症の症状である食欲不振と吐き気が出現したが、他5人には認められなかった。

2. 造血障害

ほとんどの人に白血球の減少等の造血障害が認められた。最も強い症状が見られたのはSH氏で、2週から7週にかけて、白血球数は $800/\text{mm}^3$ (正常値 $4,800\text{--}10,800/\text{mm}^3$)、血小板数も $15,000/\text{mm}^3$ (正常値 $130,000\text{--}400,000/\text{mm}^3$)と、白血球及び血小板の減少が見られ、軽い出血傾向が認められた。

3. 皮膚障害

線源を拾ったYS氏と比較的長い時間線源に触れたSH氏は、局所的に26~91Gy程度の被ばくを受けたと推定され、9月末から痛みの強い紅斑や水泡が出現。臀部に線源があたったYS氏は、左側に30Gy、右側に90Gyの被ばくをうけ、臀部に大きな潰瘍と壊死を生じた。

4. 造精障害

特にYS氏は、睾丸に1.75Gy程度の放射線を被ばくし、一時的な無精子症になったが、その後回復した。他のすべての人にも最初の被ばくから3ヶ月以上経過後、精子数の減少が認められた。また、被ばく直後lutenizing hormone (LH)とfollicle stimulating hormone (FSH)のレベルは正常範囲であったが、その後被ばく線量の多い2人にFSHの増加が見られた。

■経過と血管障害

このような外部被ばくによる障害では、被ばく直後にはっきりした症状は出現しない事が多いが、ある程度以上の全身被ばくをすると吐気などの前駆症状が起り、また造血障害の結果、白血球や血小板が減少し感染に対する抵抗力が落ちる。YS氏の場合、右手の指が瘢痕収縮を起こし、2回にわたって手術し、腹壁の皮膚を移植した。被ばくした6人は、急性放射線障害から順調に回復し、1972年3月までに全員が退院した。その後SH氏は、右手に潰瘍と壊爛を繰り返し、右第I指(親指)、第II指(人差指)の拘縮と骨の萎縮が始まり、1993年には、病原菌により感染し疼痛が現れた(図2)。特に右親指では骨の萎縮がひどく末節骨は認めることができなくなり、血管造影の結果、血管の閉塞が観測されたため、この2本の指を切断し、第II趾を親指の部位に移植した。病理学的検査の結果、血管の萎縮によることが分かった。

放射線熱症の急性症状は、被ばく線量により発赤から壊死とされる。この事故では被ばく後に急性障害を起こし、回復はしたが、1名が22年後に手に組織壊死と骨萎縮をおこした。この例は放射線被ばく後の後発性障害の治療診断、予後に関して有益な情報を与えてくれる。なお平成9年度より、一時中断されていたfollow-up studyを再開する予定である。



図2 イリジウム192による事故例

汚染を伴う被災者の救急外来(Ⅰ)

●——— 衣笠達也 (三菱重工(株)神戸病院)

放射線を取り扱う場所、特に汚染管理区域で打撲、骨折、創傷、熱傷などの外傷を負ったり、脳血管障害、心筋梗塞等の救急疾患を発症したり、あるいは放射線事故に巻き込まれ、負傷した被災者の診療が必要となることがある。さらにこのような被災者が、放射性物質による汚染や被ばくを伴っているとき、医療機関はいかに被災者の受け入れ準備をし、医師や看護婦(士)は実際に医療処置をどのように行えばよいのか。ここではまず診療依頼の通報を受けて被災者の到着までに準備することを解説する。次に被災者を医療機関で受け入れるということは具体的にどのような医療処置を行うのか概略を述べ、それらの医療処置を行うにはどのようなものが準備され、関係者はどのような知識と技術を予め習得すべきかについて基本的な事項を提示する。さらに医療関係者にはなじみの薄い放射線管理(保健物理)の専門家との連携に言及する。

ここでは救急外来で一般的に準備すべきことからは省き、放射線学的な準備について述べる。

1 診療依頼の通知があったとき

被災者の診療依頼の第一報が入ったとき、通報を受けた医療機関は以後の診療に必要な情報を通報してきた相手側から聞き出し収集すべきである。

●必要な情報

- 1) いつどこで何がおこったのか
- 2) 被災者の人数。重傷者の数。
- 3) 被災者の名前、年齢、性別、所属会社名
- 4) 汚染はあるのか？
創部汚染は？身体内部汚染は？外部汚染は？
- 5) 被ばくの程度は？
全身被ばくで1 Gy以上か以下か？
内部被ばくで年摂取限度(ALI)あるいはその10

倍(10ALI)を超えていそうか否か？

6) どのような救命処置・除染処置・線量計測・検体採取を行ったか？

7) 汚染に関与した核種は？

1)から7)までをプロトコールとして作成しておき、通報を受けながら書き込むのも一法である。被災者の受け入れは医療施設のどこで行うか？一般的には救急外来でよいが、処置室は救急車で搬送されてきた被災者の受け渡し場所からできるだけ近いこと、そしてその部屋は汚染管理上、少なくとも出入口が2つ以上あり、それらは離れていること(図1)。さらに処置室と外部は電話通信ができ、温水が使えるシャワールームがあり、閉鎖式もしくは特殊フィルター付(微

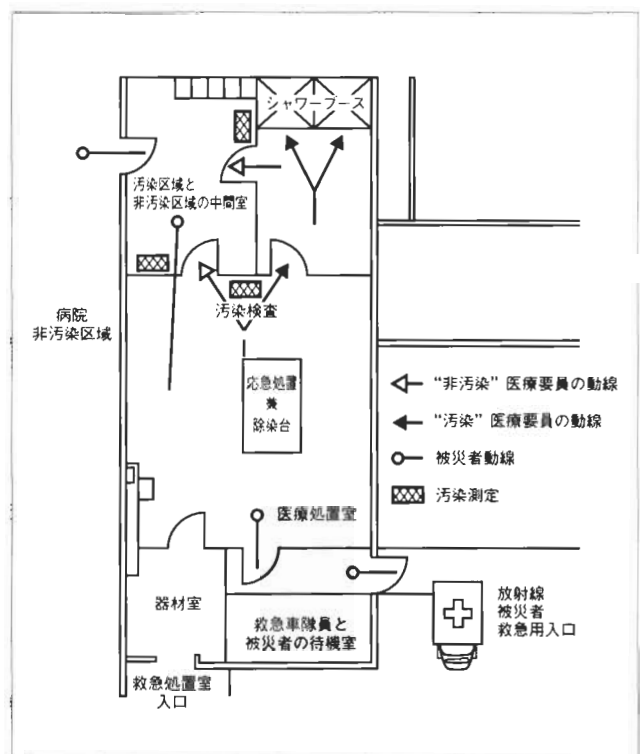


図1 救急処置室の例

粒子放射性核種の室外流出を防止するため)の室内据え置き型のエアコンが設置されていることが望ましい。また医療施設によっては外来の診察中であつたりして適当な外来処置室の使えないときもある。そのようなときは処置室として剖検室も候補の1つである。

2 緊急時医療要員の招集

診療依頼の第一報が入り情報を収集した後、直ちに緊急時医療要員を招集する。1人の被災者の処置に必要な医療チームは医師1人(できれば2人)、看護婦(士)2~3名(処置介助1名、外回り:器械出し、連絡・記録・検体の保管等1~2名)、汚染計測や汚染物質等の管理指導のための放射線管理員1名が少なくとも必要である。これらの人は医療機関の放射線緊急時医療計画(後の項で説明の予定)に基づきリストアップし、連絡の取れないときの代替要員も考慮しておくこと。またリストアップされた医療要員は、放射線学上の測定技術と除染技術について教育訓練を受けていること。

3 着替えと処置室の室内準備

招集された医療要員は直ちに手術着に着がえ、手術ガウン、ゴム手袋、マスク、キャップ、ゴム長ぐつ、アラーム線量計(20mSvでアラームがなるように設定し、X線やγ線、中性子線などの身体をpenetrateする放射線の被ばくを制限する)などを装着する。被災者に接触し処置を行う、医師や看護婦(士)は、さらにビニール製のエプロンを付ける(図2)。この手術着とエプロンは汚染とα線、および大部分のβ線に対する防護となる。着がえている間に、医療機関の他の職員は、処置室の床にあるものはすべて室外に出し、防水加工をしてあるシートを全床に、さらに周囲の壁も床から50~60cmの高さぐらいまで立ちあげてシートで覆い、室の汚染を防ぐ。さらに室の出入口のシートの上にカバー材を敷き、くつなどに付着している放射性物質の補集を図り、室内汚染の程度を軽減し、汚染拡大の防止を図る。室から出した器具、器機の中で必要なものを室に搬入する。

4 被災者の到着場所~処置室までの通路の準備

救急車で搬送されてきた被災者の受け渡しは、医療施設の建屋の出入口で行われることが多い。したがっ

て出入口の建屋の外側(救急車の停止したところから)、被災者を処置室まで運ぶ通路の床も汚染防止のためシートで覆う。

5 臨時の放射線管理区域の設定

救急車から被災者運び出す地点から、被災者を処置室まで搬送する通路、そして処置室は汚染区域と考え臨時の放射線管理区域とし、ロープ(黄色と黒のしまのロープ)をはって他と区別し人やものの出入りを制限する。このため管理区域の出入口には見張り役の人を置き(U.S.A.では警官であつたり、警備員であつたりする)関係者以外の立ち入りを一切禁止する。また管理区域から出ていく人はすべて放射線管理員により体表面汚染の測定チェックを受け汚染のないことを確かめる。管理区域から出す物品も同様のチェックを行い汚染の拡大を防止する。

以上が医療機関で被災者の診療依頼の通報を受けてから被災者が到着するまでに行う受け入れ準備の概略である。事故などの極初期では情報量も少なく、汚染を伴っているか否かも不明なことが多いが、放射線を取り扱う場所や施設からの診療依頼であれば、一応被災者は汚染や被ばくがあるものとして受け入れ準備をすすめるのが原則である。次号で救急外来で被災者の処置の概略とそれらの処置がスムーズに行われるために準備するものを述べる。



図2 処置室用着

内部汚染患者の取り扱い(Ⅰ)

●——— 鈴木 元 (放射線医学総合研究所 放射線障害医療部)

1. はじめに

本小論では、臨床医が放射性核種により体内汚染(内部汚染)を起こした患者を診察・治療する上で留意すべき点を概説する。

留意すべき第1の点は、放射線に対する歪められた知識が一般に流布されており、そのため被曝した患者は放射線に対して必要以上に恐怖感をつのらせていることである。どのような低レベルの内部汚染であっても、被曝を被った患者にあっては心配の種となる。他方、医学的観点からは一定のレベルを超えない内部汚染は積極的な医療介入の対象とはならない。患者と医師の認識のギャップを埋めるために、医師は内部汚染の量的な評価に基づいて、そのリスクおよび処置方針を患者に的確に説明し、また心理的なケアをする必要がある。第2に、汚染を起こしている放射性核種とその汚染量によっては、迅速な医療処置が要請されることである。第3に、内部汚染の評価のために事故直後から生物試料(鼻腔スメア、蓄尿、蓄便など)を採取し、保存する必要がある点である。これらの留意点は、たとえ最終的に放射線専門病院に患者を転送するにせよ、内部汚染患者を診察した初診医が十分理解しておかなければならない。

2. 内部汚染を起こす核種

事故の種類により、内部汚染を引き起こす放射性核種は異なる。医師のおかれている部門により、どの核種を念頭に準備を行うのかが変わる。スリーマイル島原子力発電所の事故では、放出された主たる放射性核種はクリプトンなどの希ガス類とヨウ素である。臨床的に内部汚染を起こす核種は放射性ヨウ素に限定される。一方、炉心の水蒸気爆発を来したチェルノブイリ事故では、炉心にあったすべての放射性核種が放出された。この場合でも、内部被曝を起こした主要核種は放射性ヨウ素と放射性セシウムである。超ウラン元素は、炉心近辺にいて不幸にも死亡した被曝者の剖検例でも0.3ALI以下の体内汚染があったにすぎない。他方、ウラン精製工場や再処理施設での事故では、その工程に応じて特定の核種による濃厚汚染が起きる可能

性がある。同様に、研究室や医療現場では、使用しているRI核種により内部汚染を起こす可能性がある。表1に代表的な核種に関する年間摂取限度と治療法の情報をまとめておく。

3. 過剰被曝の定義

医療措置を必要とする内部被曝を定義する場合、過剰被曝を定義しておく必要がある。吸入あるいは経口摂取された放射性核種は、それぞれの核種の化学型・粒子径により、代謝を受け、体内に沈着し、あるいは排泄される。この全行程で被曝が持続的に起きるわけである。表1は、ICRP(国際放射線防護委員会) Publication 68にある実効線量係数をもとに、ICRP1990年勧告の放射線作業員の年被曝限度20mSvの預託実効線量を与える放射性核種の年摂取限度(annual limits on intake, ALI)(Bq)を表にしたものである。この表は、医師が医療介入を必要とする内部汚染量か否かを迅速に判断するのに利用できる。

表1に従えば、例えば5 μ mの粒子径のCs-137を3.0 \times 10⁶Bq吸入すると、その後1年間に20mSvの被曝が予測される。(20mSvは、医療被曝で言えば6-7回分の胃透視検査の被曝に等しい。)このALI値は確定的なものではなく、ICRPが研究の進展に応じて随時改訂している。

さて、欧州共同体委員会科学研究開発局放射線防護計画部と米国エネルギー省保健環境研究室は、過剰被曝を定義するのに預託実効線量(Sv)ではなくALI(Bq)を使うことを提案している。ALIを用いることにより、医師は実測可能な汚染量(Bq)をもとに医療対応を計画できる。また、複数の核種による複合汚染症例も容易に対応することができる。

医療介入レベルを何ALIからするかは、国際的にも国内的にも未だ決定されていない。この点は、今後放射線事故医療研究会でも議論を重ねる必要がある。一般論であるが、医療介入手段のリスクが低ければ(例えば下剤や制酸剤・吸着剤の服用など)、比較的低レベルの汚染に対しても医療介入することは正当化される。しかし、医療介入が一定のリスクを伴う場合は、医療介入のリスクとベネフィットを考慮して、介入を

決定する必要がある。私見であることをお断りしておくが、キレート剤や同位体希釈液の点滴投与などの医療介入は、5年間被曝限度100mSvから求められている年間被曝限度20mSvないし単年度最大被曝限度50mSvの預託実効線量をもたらす1ALIないし2.5ALIの摂取量が目安になるであろう。また、気管支肺胞洗浄などのリスクの高い医療介入は、100ALIといった高度汚染に限り正当化されるであろう。

4. 内部汚染のルートと一般的な医療介入方法

内部汚染のルートは3つある。経口的摂取、経気道的摂取、経皮(傷)的摂取である。

健全な皮膚は、トリチウムや脂溶性の化合物を例外とすれば、放射性核種の取り込みは少ない。例えば、I-131の経皮的な体内移行率は0.08%/cm²/hと計算されている(Harrison, J.: Health Physics 9:993, 1963)。しかし、熱傷や創傷面からの放射性核種の吸収は早い。また、再処理施設では、化学薬品による熱傷を合併する可能性がある。そこで熱傷や創傷の除染を優先的に行う必要がある。

放射性核種を経口摂取した場合でも、それが難溶性のものであれば体内には吸収されず便と共に排出される。この場合、被曝は放射性核種が消化管を通過する間だけ起きる。経口摂取後、早期に胃洗浄や下剤を使用して消化管内の滞留時間を短縮する方策は、被曝低

減に有効である。

経気道的に放射性物質が吸入された場合、放射性物質の粒子径によって気道・気管・肺胞への到達量が変わる。粒子径の大きいものは上気道に留まり、粒子径の小さいものほど気道深部や肺胞まで到達する。不溶性の粒子は、気道粘膜の絨毛運動により咽頭まで運ばれ消化管に移行したり、マクロファージに食食されて局所のリンパ節に移行する。クリアランスのスピードは、気管から0.1時間、気管支から1時間、細気管支から4時間、終末細気管支・肺胞管から10時間、肺胞から100-1500日以上とされている。他方、可溶性の化学型をもった放射性核種は、速やかに粘膜面から血中に移行する。表1でF、M、S等の表記があるが、吸収速度の早いものをF(以前はD)、中等度なものをM(以前はW)、遅いものをS(以前はY)として表している。例えば酸化プルトニウムは不溶性でありSに分類されるが、硝酸プルトニウムなど他の化学型のプルトニウムは中等度可溶性でありMに分類される。ICRP Publication 30には、放射性核種毎に化学型による吸収速度の違いが記載されている。事故の際には発電所等の放射線安全管理者からこれらの情報が入手できる。医療介入の決断は、FやMに分類される化学型の核種の場合には迅速に行わなければならない。他方、Sに分類される酸化プルトニウムの気管支肺胞洗浄は、時間をおいてからでも遅くはない。(この項続く)

〔表1〕 治療の適応症とその可能性に関する種々の核種に関する物理特性・代謝特性及び毒性についてのデータ

放射性核種	物理特性データ		動態データ		年摂取限度(ALI:Bq/y)		治療法とその適用			
	放射線	半減期	実効半減期	吸収摂取	経口摂取	腸管吸収の低減		排泄促進		
						方法	適用	方法	適用	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Am-241	α, γ	432.2y	45y	7.4×10^3 M	1.0×10^4	制酸剤, 吸着剤	±	DTPA(EDTA)	+++	
Cs-137	β, γ, D	30y	109d	3.0×10^6 F	1.5×10^6	フルシャンブルー	++	フルシャンブルー	++	
Cm-244	α	18.11y	13.2y	1.2×10^6 M	1.7×10^5	制酸剤, 吸着剤	+	DTPA(EDTA)	+++	
I-131	β, γ	8.04d	7.5d	1.8×10^6 F	9.1×10^5	安定ヨウ素	++	安定ヨウ素	++	
P-32	β	14.3d	8d	1.8×10^6 F	8.3×10^6	リン酸アルミニウム	+	リン酸ナトリウム	++	
				6.9×10^6 M						
Pu-239	α, X	24065y	50y	6.3×10^6 M	8.0×10^4	制酸剤, 吸着剤	±	DTPA(+DFOA), (EDTA)	+++	
				2.4×10^5 S	3.8×10^5					
Sr-90	β, D	29.12y	18y	6.7×10^6 F	7.1×10^6	硫酸バリウム、 リン酸アルミニウム アルギン酸塩	++	Ca, (Sr) 塩酸アンモニウム	(+++)	
				2.6×10^5 S	7.4×10^6					
					7.4×10^6					
					7.4×10^6					
Ru-106	β, D	368.2d	268d	2.0×10^6 F	2.9×10^6	吸着剤	++	DTPA(EDTA)	(++)	
				1.2×10^6 M						
				5.7×10^5 S						
U-233	α	1.6×10^5 y	14d	3.0×10^6 F	4.0×10^6	吸着剤	++	重炭酸ナトリウム	(+++)	
				9.1×10^6 M	2.4×10^6					
				2.9×10^5 S						
U-235	α, γ	7.04×10^8 y	14d	3.3×10^6 F	4.3×10^6	吸着剤	++	重炭酸ナトリウム	(+++)	
				1.1×10^6 M	2.4×10^6					
				3.3×10^5 S						
U-238	α	4.51×10^9 y	14d	3.4×10^6 F	4.5×10^6	吸着剤	++	重炭酸ナトリウム	(+++)	
				1.3×10^6 M	2.6×10^6					
				3.5×10^5 S						

粒子径(AMAD: 空気力学的中央径)5.0 μ mの場合のデータを示す。
カラム(5): F, M, Sは呼吸気道及び肺から血液への吸収速度を表す。FはFastでDに、MはModerateでWに、SはSlowでYに相当する。
カラム(7): (8): 消化管からの放射性核種の吸収を阻害する方法を記す。±, +, ++は吸収阻害効果の高さを表す。
カラム(9): (10): 体内からの放射性核種の排泄を促進する方法を記す。++は中等度の有効性を示しており、+++は極めて有効であることを示す。
ALIの値はICRP Pub. 68による。

茨城県における原子力緊急時医療

●——— 篠原 照彦 (国立水戸病院 放射線科)

1) 茨城県の原子力施設の現況

1956年茨城県東海村に日本原子力研究所(原研)が設立され、研究1号炉(JRR-1)でわが国初の「原子の火」が点され、さらに1963年10月26日には動力試験炉(JPDR)で原子力発電に成功し、この日が「原子力の日」と定められました。大型トカマク装置JT-60、ITER(国際熱核融合実験炉)関連等、研究や開発が進んでいます。日本原子力発電(株)は1966年7月東海発電所で日本初の商業用原発の営業運転を開始し、また東海第2発電所は現在総発電電力量でBWR型炉としては世界第1位にあります。動力炉・核燃料開発事業団(動燃)は事故により、業績に傷ついたのは残念に思われます。東海地区には主要核燃料使用10施設(平成7年度原子力安全白書)を含め、原子力協定締結事業所が23施設あります。原子力の研究・開発・利用が活発に行われ、「世界の原子力平和利用の中心をなしている」と言っても過言ではないと思われれます。

2) 原子力緊急時医療

「災害対策基本法」「当面とるべき措置」「防災指針」「防災基本計画」等に則り、「茨城県原子力防災計画」が策定され、緊急時医療活動を迅速的確に行うため平成2年「茨城県緊急時医療活動マニュアル」(以下マニュアルと記載)が作成されました。平成3年度に112の関係機関、一般住民を含めた4,731名の大規模な原子力防災訓練が行われ、その反省点を踏まえて、マニュアルは平成6年に改定され現在に至っています。

3) マニュアルの概要

原発等から大量に放射性物質が放出された場合に周辺住民の生命、身体、財産を保護するための計画が基本となっています。県災害対策本部に緊急

医療センターを設置し、関係医療機関との密接な連携を図りつつ、総合的な判断と統一された見解の下に、周辺住民に対する医療措置が行われる体制が採られ、その必要事項が平易に記載されています。

4) 茨城県の原子力緊急時医療の特徴

他都道府県との相違は、(1)原子力関係機関に保健物理関係者が多く、緊急時の協力体制ができていていること。(2)測定機器類(下記の5)(2)と医療措置に関しては原発事故以外の事故にも対応できるよう準備を進めていること。(3)「茨城県原子力医療センター」は、一般



医療の「第三次救命救急センター」がある国立水戸病院に廊下で接続して設立されていること。(4)放射線科職員はポケットベルを携帯して24時間体制で対応し、測定機器類も担当を定めて毎週一回点検を行い、常時使用可能な状態にあること。(平成9年3月11日の動燃事故時、放出された放射性物質は極微量で、周辺住民には放射線影響などはなく、災害対策本部は設置されなかった。しかし、取材のため入所したNHK記者の測定要請があり、県と協議の上、即座に対応した。問い合わせなども数件あった。)(5)「ヨウ素剤」の保管は、周辺住民の要望に応え、近隣市町村にも分散し、医薬品であることを考慮し遺漏のない保管・管理をしていま

す。資機材等も定期的に点検を行い緊急時に備えています。

5) 原子力緊急時医療は一次二次三次の3段階システム

(1) 第一次緊急医療 緊急時には「救護所」が設置され、医療救護班が活動を行う。業務を分担するため、スクリーニングチーム、一次診断除染チーム、救護チームから編成され、各チームは命令・指揮系を統一できるように同一機関職員で構成することを原則としています。(2) 第二次緊急医療 茨城県原子力医療センターにおいて国立水戸病院・県核医学研究センターが担当し、その上医療を要する被災者は前記の国立水戸病院第三次救命救急センターが対応します。法令等で定める測定機器(GM・サーベイメーター、シンチレーション・サーベイメーター等)は救護班等の数に見合った台数が整備されています。特徴ある装置としては、マルチチャンネルアナライザー付ホールボディカウンター、生物学的資料等測定ガンマー線測定装置、β放射線測定装置、αサーベイメーター、その他マイドースミニ、個人電子線量計等を備えています。必要医薬品・除染設備を備え、廃液類はRI貯溜槽に貯溜されます(排泄物等はポータブル便器その他に別途採取します)。(3) 第三次緊急医療は国の専門病院(放射線医学総合研究所)に対応して頂く体制になっています。

6) 今後の問題点

原発事故を主にしている現体制の疑問と現状における施設・資機材等に完全とは思われない面があり、行政に種々提言して整備に努めています。(関連ある研究を平成9年5月日本保健物理学会、平成9年9月茨城県救急医学会で報告した。)

放射線とは(Ⅰ) —— 放射線はどこから

●—— 隈元芳一 (放射線医学総合研究所 特別研究員)

放射線に被曝した人が放射線について説明を望んだとき、どのように説明するかという観点から放射線について述べます。

●電子と放射線

人が放射線のことを知るようになったのは、百年前、レントゲンが人の手を通過した後も蛍光物質を光らせる力を持った線を発見したことが始まりです。彼の行っていた実験は、その当時、多くの研究者が行っていたもので、真空にしたガラス管に電極を付け高電圧をかけて、放電を行わせ、電池のマイナス側から出ている線の性質を調べるためのものでした。今のテレビのブラウン管とほぼ同じ物です。マイナス電極から出ている線は、電気を持った微小粒子であることがわかり、初め陰極線と呼ばれ、後に、電子と名づけられました。電子は電線の中を走っています。夕刻、暗くなると街灯を自動的に点灯するための光電管は、光が当たったとき金属表面から電子が飛び出すことを利用したものです。

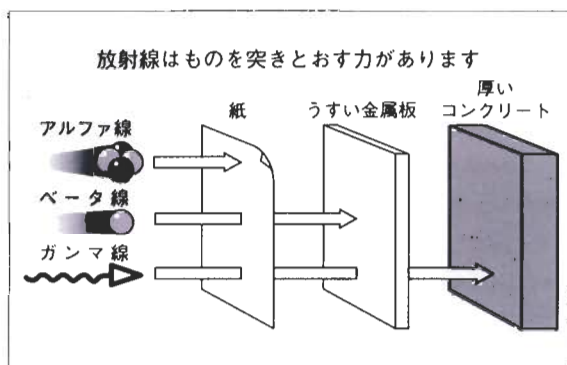
続いて、ベクレルがウラン鉱石からも同じように黒い紙を通過して写真乾板に光と同じ化学変化を起こす線が出ていることを発見しました。後にアルファ線、ベータ線、ガンマ線と名付けられました。キュリー夫妻はこのような線を出している鉱石を大量に化学的処理をして、ポロニウムとラジウムを分離しました。

放射線の第一の特徴は、透過力があり、物理的、化学的効果を生ずることです。さらに、放射線がどのようなものか、見ていきましょう。

●元素と原子

大昔には、我々の周りのすべてのものは、水・火・空気・土で構成されて

いると考えられていました。その後、中世の研究を通じて、多くの元素の存在がわかりました。例えば、水は分解すると水素と酸素に分かれるが、それ以上は分けることができません。元素の1個1個をアトムといいますが、これはア・トムつまり分割できないという意味です。日本語では原子といいますが、分子は原子が化合したもので、水は水素と酸素の化合物、生物の遺伝情報を担っているデオキシリボ核酸(DNA)やほかの細胞中の物質も水素、酸素、炭素などを中心とする原子からなる分子の集合体です。



●電子と原子核

ラザフォードのアルファ線の散乱実験から、原子は中心に核(つまり種)があり、その回りを電子が回っているという構造を持っていることがわかりました。この核のことを原子核といいますが、寸法の関係は正しくありませんが、太陽を核とすると、惑星が電子です。原子核は陽子というプラス電気を持った粒子と電気を持たない中性子からできています。原子核を回っている電子の数は、陽子の数と同じです。

●元素の周期律表と同位元素

元素の性質に基づいて元素を並べた周期律表というものがあります。水素、ヘリウム、リチウム……炭素、

チツソ、酸素……と並んでいます。一般的にいて、この表で左から右へ順に進むにつれて、同じ数の原子を考えたとき、その元素の重さはだんだんと重くなります。これは原子中の陽子、中性子、電子の数が増えていることを反映しています。ところが、同じ元素でも重さの異なるものがあります。例えば、炭素のうち地球上で存在比率の大きい炭素の重さを12としたとき、重さ約11、13、14などの炭素が存在します。これらは、周期律表の同じ場所にありますから、同位元素と呼ばれます。同位元素の陽子の数は同じで中性子の

数が異なります。同位元素を区別するには陽子と中性子の和の数を付けて、炭素12、炭素13などといいます。陽子と中性子の和の数は、重さの値の整数部分と同じです。炭素12、炭素13以外は放射線を放出します。すなわち放射性であり放射性同位元素といえます。放射性でない同位元素は安定同位元素といえます。

●体内から出る放射線

我々の体内には、安定なカリウム39と放射性のカリウム40が存在しています。カリウム40はベータ線とガンマ線を放出します。ベータ線は原子核から出てくる電子です。陽子と中性子からできている原子核から、電子が飛び出してくるのは不思議ですが、これは中性子が陽子と電子の結合したものと理解します。ガンマ線は原子核から出てくる電磁波です。電磁波というのは、電波から可視光、X線、ガンマ線までを含んでいます。これらが、同じ電磁波というのは、実感しにくいところです。アルファ線は陽子2個と中性子2個からなる塊で、ヘリウムの原子核と同じ構成です。



第1回 緊急被ばく医療フォーラム



第1回 緊急被ばく医療フォーラム

創刊号目次

巻頭言

放射線事故医療研究会・被ばく医療フォーラム開催の経緯
前川 和彦(東京大学医学部)

—1—

臨床報告

イリジウム192線源による被ばくと血管障害
明石 真言(放医研放射線障害医療部)

—2~3—

研究レポート

汚染を伴う被災者の救急外来(1)
衣笠 達也(三菱重工神戸病院)

—4~5—

内部汚染患者の取り扱い(1)

鈴木 元(放医研放射線障害医療部)

—6~7—

地域レポート

茨城県における原子力緊急時医療
篠原 照彦(国立水戸病院放射線科)

—8—

基礎知識

放射線とは(1)——放射線はどこから
隈元 芳一(放医研特別研究員)

—9—

編集後記

—10—

編集後記

8月29日に放射線事故医療研究会を立ち上げて早3ヶ月、ようやく研究会の会報JAMMRA第1号ができました。年4報を目指して発行していく所存です。被曝患者の医療は、救急医と放射線障害の専門医と放射線安全管理者が共同で行うものです。この会報が、異なる分野の人々の相互の理解と交流を深めるメディアとして育てばと願っております。

RIや放射線発生装置は、産業現場・研究施設に広く普及しております。新聞に載らないような小さな被曝事故が、それなりの頻度で起きていると思われます。会員の周辺で放射線事故・被曝事故がありましたなら、積極的にこの会報に寄稿して下さいようお願いいたします。数少ない事故経験を会員全体の経験として蓄積していくことが重要です。

当面の間、放医研の鈴木が会報の編集を担当させていただきますので宜しくお願いいたします。会報に対するご意見を歓迎いたします。