

- トップコラム／筑波大学医学医療系 准教授 熊田 博明
- 眼の水晶体線量限度の見直し／
〔シリーズ3〕眼の水晶体の新線量限度に対する国内外の動向
- まだまだ知られていない福島の現状／
〔その1〕原発の新規制基準と「重大事故」への対応
- お願い／報告書は大切に!
- ご案内／クイクセルWebサービス

 トップ
コラム
152


熊田 博明

次世代がん放射線治療： BNCTの確立に向けて

近年、難治がん、再発がんの治療法として“ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT)”が注目されています。BNCTは、がん細胞に選択的に集まるホウ素同位体 (B-10) を含む薬剤を事前に患者に投与し、病巣部に中性子線を照射することで、中性子とB-10が核分裂反応して放出される α 線とリチウム原子核によってがん細胞を選択的に破壊する放射線治療です。発生する2つの粒子は重イオンであることからBNCTは、“がん細胞選択的重粒子線治療”とも呼ばれています。BNCTは、治療に中性子線を用いることから、これまで京都大学原子炉実験所のKUR、日本原子力研究開発機構 (原子力機構) のJRR-2、JRR-4などの研究用原子炉を使って臨床研究が行われてきました。

さてここで、私とBNCTとの関わりですが、当時 (1997年ごろ) 私は前職の原子力機構で研究用原子炉：JRR-3の運転管理業務などを行っていました。その時隣のJRR-4では、燃料低濃縮化の改造に合わせて、BNCT治療施設を設置することになりました。恐らく当時の上司が、暇そうにしていた私を見て、この厄介そうな？ BNCT業務に参加させることにしたのではないかと思います。今でも覚えているのは、このBNCT事業を担当することになった上司が、私を見かけて「熊田さん、今度からBNCTの業務に携わってもらうことになったから、宜しく」と声をかけてきました。私は「?? ビー・エヌ・シー・ティーって何ですか??」と返事をしたことを覚えています。当時私は“BNCT”という単語すら聞いたことがなく、今思えば声を

かけてきた上司は「こんなト素人に仕事を任せて大丈夫だろうか…」と呆れて不安に思ったに違いありません。そんな始まりだったにもかかわらず、もうかれこれ20年近くこのBNCTの仕事に携わっています。原子力機構ではあくまでも研究炉利用の一環としてBNCTを支援するだけでしたが、5年前に今の筑波大学・陽子線医学利用研究センターに転籍し、より医学、医療に近い立場からこのBNCT研究に従事しています。思えば原子炉の運転をやっていた人間が、今は最先端のがん治療研究に携わっているのですから、人生は面白いものです。

今、BNCTが注目されているのは、これまで原子炉でしか実施できなかった治療が、近年のJ-PARCなどの加速器技術の進展によって、小型の加速器を使ってBNCTに要求される大強度の中性子を発生できるようになったためです。加速器でBNCTが実施できるようになれば、①病院内での治療ができる、②装置を医療機器として薬事登録し、BNCTを先進医療化して確立できる、③BNCTは日本が世界をリードしており、日本の医療産業を再建できる、などの効果が期待できます。現在国内では複数の加速器BNCTの治療装置開発が進められています。私が所属する筑波大学も高エネルギー加速器研究機構、原子力機構、三菱重工業 (株)、茨城県などと連携し、産学官連携プロジェクトとしてリニアックベースの治療装置開発を行っています。私はこのプロジェクトの全体マネジメントと、治療に不可欠な治療計画システム等の開発に携わっています。

BNCTは、最先端の加速器技術を使っているため治療自体も最先端のイメージがありますが、現在治療に組み合わせられる中性子測定技術や評価技術などはクラシックな手技、手法が使われており、まだまだ開発途上です。今後この治療法が確立、普及するためには、先行するX線治療、粒子線治療と同程度の照射精度と品質管理、品質保証が求められます。私は、乗りかかった舟でもありますので、このBNCTががん治療の1つの選択肢として確立するように、少しでもこのがん治療研究に寄与できればと思っています。今後のBNCTの動向に注目して頂ければ幸いです。

.....
くまだ ひろあき (筑波大学医学医療系 准教授)

プロフィール●1970年香川県生まれ。1994年日本原子力研究所入所。JRR-4に設置されたBNCT施設の開発整備に従事。BNCT実施に不可欠な治療計画システム等を開発。2005年医学博士取得。2008年医学物理士資格取得。2009年より筑波大学医学医療系 (准教授)・陽子線医学利用研究センターに転籍。現在、筑波大学を中心に開発中のリニアックベースBNCT用治療装置のプロジェクトに参画し、同装置による臨床研究実現を目指している。

眼の水晶体線量限度の見直し

〔シリーズ3〕

眼の水晶体の新線量限度に対する国内外の動向

独立行政法人 放射線医学総合研究所 医療被ばく研究推進室 室長 赤羽 恵一



2011年4月に国際放射線防護委員会(ICRP)が眼の水晶体の新しい線量限度を勧告した。それを受け、国内外の様々な組織・機関が、それぞれ対応を始めている。

原子力や放射線に関する代表的な国際機関の一つである国際原子力機関(IAEA)は、放射線の安全基準を文書として出している。それらには、大きく分けて、安全原則、(一般・個別)安全要件、(一般・個別)安全指針の三種類があり、その内の一般安全要件の三番目が、Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards(国際基本安全基準、BSS)である。このBSSについて、現在改訂作業が行われており、暫定版が公開されている(実質的な最終稿)。その中に、眼の水晶体の職業被ばくの等価線量限度として、「19歳以上は5年間100mSvおよび単年50mSv」という新しい限度値が、記載されている。ちなみに、日本には当てはまらないが、16～18歳の訓練生または学生に対しては、年20mSvの値が示されている。また、2012年10月には、ウィーンで、ガイダンスを出すことを目的として、眼の水晶体の新線量限度に関するIAEAの技術会合が開催された(日本からは藤田保健衛生大の横山須美先生が参加)。そして、2013年に技術資料(IAEA-TECDOC-1731)“Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye”が出された。

欧州には、原子力に関する欧州原子力共同体(EURATOM)という組織があり、加盟各国に独自の法令化を求める指令(Directive)を出している。このEURATOMのプログラムの中に、ORAMED(医療従事者の放射線防護の最適化に関する)プロジェクトがある。ORAMEDは、医療従事者の被ばく評価と低減方法の開発を目的とし、2008年1月から2011年2月までEURATOM FP7(the 7th Euratom Research Framework Programme)の枠組みの中で活動したものである。5つのワークパッケージ(WP)を含んでいるが、その内の二つ(WP1、WP2)が、IVRにおける眼の水晶体の線量測定に関するもので、報告書等を出している。2013年12月には、複数の指令をまとめて一つにした、欧州の基本安全基準(BSS)となる新指令(2013/59/EURATOM)が出された。この中には、職業被ばくの線量限度として、眼の水晶体の等価線量限度が20mSv/年、100mSv/5年という値が書かれている(16～18歳の訓練生と学生は15mSv/年)。

線量限度を遵守するためには、前提として、眼の水晶体の被ばく線量(3mm線量当量)の評価が必要である。国際

標準化機構(ISO)は、世界162カ国が参加している組織で、230以上の専門委員会(TC)がある。TC85は、原子力・原子力技術・放射線防護に関する委員会、その中の二番目の分科委員会(SC)が、放射線防護(ISO/TC85/SC2)を担当している。SC2は、更に細かく分かれ、ワーキンググループ19(WG19)が外部被ばくの個人モニタリングを受け持つ。その中で、現在“Radiological protection - Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities”が検討されているところである。

放射線防護に関する国際的な学会組織である国際放射線防護学会(IRPA)は、61カ国49のAssociate Societies(AS)から構成されている。日本では、日本保健物理学会(JHPS)がメンバーである。眼の水晶体の新線量限度に関し、IRPAはタスクグループを作り、2013年に各国の加盟学会に対してアンケート調査を行った(日本からはJHPSが会員の意見を取りまとめて回答)。具体的には、三つのトピック(1.水晶体の線量評価に対する影響、2.水晶体被ばく防護方法に対する影響、3.新しい線量限度適用による広範な影響)に関する、全11個の質問項目からなる調査である。これに対し、12のASから回答が得られ、報告書がまとめられた。報告書には、影響があるのは医療分野、特にIVRと循環器科であり、原子力分野では実質的に影響の心配はほとんどないこと、線量と白内障の因果関係を明らかにすべきであること、線量測定方法の開発が必要なこと、防護方法のガイドラインがあれば有用であること、新線量限度の適用は多くの影響をもたらす可能性があることなどが含まれている。

国内では、2011年以降の新限度を取り巻く情勢を受け、日本保健物理学会が、2013年に「水晶体の放射線防護に関する専門研究会」を立ち上げ、二年間の活動を開始した。放射線の各分野から、13名のメンバーが参加し、関連の情報収集・共有をしつつ、課題抽出を行っている。具体的には、水晶体混濁・白内障の生物学・疫学的知見、線量限度の考え方、国際的な機関の動向、わが国の作業者の防護実態に関する内容である。先述のIRPAのアンケート調査では、調査結果の取りまとめに際し、IRPAは各国の加盟学会に協力者を求めたが、日本からは、この専門研究会の主査(赤羽)と幹事(横山先生)が、トピック3の取りまとめを担当した。2013年5月には、東京で「水晶体の新たな限度の適用について考える」と題するワークショップを開催した。現在は、中間報告書を作成しているところである。最近では、日本保健物理学会以外の学会でも、学術大会等で水晶体の新しい線量限度に関する内容を取り上げるなど、関心が高くなってきている状況である。

まだまだ知られていない福島の実況

〔その1〕

原発の新規制基準と「重大事故」への対応



京都女子大学 現代社会学部 教授 水野 義之

2011年3月の原発事故災害から3年余りが過ぎた今も福島県では、13万人を超える避難者が故郷に帰れない状況が続いている。この「NLだより」では、2012年1月から「原子力発電・放射線とその影響」について、また2013年4月からは「除染作業の実際」について報告された。そこで今回は2014年段階の原発・放射線災害への対応や課題について報告する。

原発を今後どのように規制し、対応するかは、重大な国民的関心事である。しかし一般には原発規制の考え方自体が報道されることは少ないようである。原発の設計では一般に「設計基準事象」と呼ばれる代表的な事故(事象)が想定される。そしてそれに十分対応できる余裕を持って原発は設計される。しかし何らかの起因事象(運転ミス等の内部起因事象、あるいは地震・津波・テロ等の外部起因事象)の結果、設計段階の想定をはるかに越えて、例えば炉心冷却ができず、あるいは反応度制御に失敗し、ついには重大な炉心損傷に至るような事故も起こりうる。これをシビアアクシデント(過酷事故)と呼ぶ(2012年9月改正後の原子炉等規制法では、これを「重大事故」と呼び始めた)。米国スリーマイル事故(1979年)と2011年福島事故は前者(冷却に失敗した事故)に分類され、チェルノブイリ事故(1986年)は後者(反応度制御に失敗した事故)に分類される。

しかし調べてみると我が国では、シビアアクシデントについて1992年5月に原子力安全委員会の決定があり*、その20年後にその決定が廃棄(2011年10月)されるまで、シビアアクシデントは公的には起こらないとされてきた(従って法規制の対象にならなかった)。IAEAの深層防護の概念でも、日本での想定は設計基準事象までであり、シビアアクシデントは含まれなかった。誰もがスリーマイルのような運転ミスは日本では起こらない、チェルノブイリのような爆発事故は日本では起こらないと考えてきたのであろう(安全神話。自戒を込めて)。そしてシビアアクシデント対策は、事業者の自主努力に任せつつ、規制当局はその報告を受ける形で推移した。さらに2003年の「定期安全レビュー」(PSR)義務化以降は、その報告も受けなくなった。我が国は、2011年の福島事故を迎える状況にあった。

この反省から日本政府は2011年6月、「IAEAに対する政府報告書」の中で初めて、シビアアクシデントの法規制等に触れた。また同時期の法改正を含め、2012年10月18日から原子力規制庁(原子力規制委員会)が発足した。その初仕事は「放射性物質の拡散シミュレーション」(同年10月24日)であった。しかしメディアの反応は風向き入力ミスの訂正への批判に向けられた。また原発審査も、活断層の上にあるかどうかが目ざされている。

実際の原発新規制基準は、図のように要約される。ポイントは基本的に(日本では従来無視されたテロに加えて)福島事故を教訓にしており、大幅に改善された。従って逆にまだ見えない潜在リスクもありうる。このため「安全目標」等を設定した議論継続など、安全対策に終わりはしないことの自覚も具現化された。一例を挙げると、地震の影響は活断層に加えて近隣

の地震影響の地下構造での増幅現象を評価すべきであるが、これには3次元地下構造の把握と評価を要求する。また確率論的リスク評価法を適用し、レベル3のシビアアクシデント(環境影響)の確率を100万炉年に1回程度を超えないことを要求している。その他の見直しのポイントは、地震・津波の想定手法、津波浸水対策、火山・竜巻・森林火災想定、火災対策、

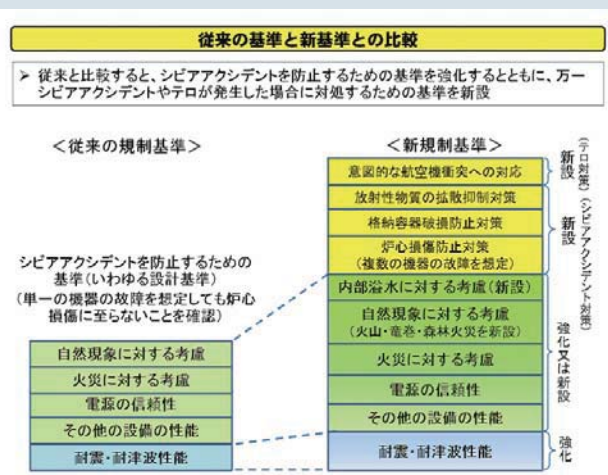


図 原発の新規制基準(原子力規制委員会、2013年7月3日資料)

内部溢水対策、外部電源信頼性、所内電源・電源盤多重化・分散配置、モニタリング・通信システム、原子炉停止・注水・除熱等対策、使用済燃料プール注水、格納容器破損防止、水素爆発防止、放射性物質拡散抑制、緊急時対策所、電源車保管等である。これらに加えて共通原因による安全機能の一斉喪失防止と、テロ・航空機衝突対応への基準も策定された。

原発事故は「対岸の火事」ではなく、現実(非常に低い確率でも)起こりうる。そういう現実のゼロならぬリスクと同居し、誰も放射線だけがリスクではない社会に生活している事実と向き合うことが要求もされる。寺田寅彦の「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正當にこわがることはなかなかむづかしい」という言葉が、改めて思い起こされる。

*原子力安全委員会決定「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてアクシデントマネジメントについて」(1992年5月28日)

お願い

カスタマーサービス担当より

個人被ばく線量の測定結果は、30年間または永久保存の保存義務が法令で定められています(一部の特例を除く)ので、着用を中止された方、退職された方の分も含め、「外部被ばく線量測定報告書」はそれぞれの事業所で大切に保存してください。

また、報告書の紛失等により再発行が必要な場合は当社までご連絡ください。但し、再発行につきましては別途発行手数料を請求させていただきますのでご了承くださいませようお願いします。

[基本料金2,000円+報告数(バッジ毎)×10円] ※税別

報告書は大切に!

お問い合わせ：カスタマーサービス担当
Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

ご案内

タイクセルWebサービス

カスタマーサービス担当

タイクセルWebサービスは、お客様ご自身がインターネットでバッジの追加、変更等ができるサービスです。専用ソフトをインストールするだけで、使用することができます。また、サービスは無償で提供しています。(通信料はお客様負担)

〈主な内容〉

- ・バッジの追加、変更、取消など
- ・バッジ登録された方全員の氏名、積算線量の確認
- ・電離放射線健康診断個人票の記入に役立つ、被ばく線量集計表の印刷
- ・外部被ばく線量測定・算定記録表の印刷
- ・外部被ばく積算線量証明書の印刷
- ・外部被ばく線量測定報告書(PDFファイル)のダウンロード
- ・当社内でのバッジ測定状況の確認
- ・個人一括登録(CSVファイルのアップロード)

なお、セキュリティ面におきましてはクライアントソフトを利用したSSL-VPN接続を採用しています。

ご興味をお持ちのお客様は当社カスタマーサービス担当までご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。
対応OS: Windows Vista/7
推奨ブラウザ: Internet Explorer 7.0以降

お問い合わせ：カスタマーサービス担当
Tel. 029-839-3322 Fax. 029-836-8441
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp



編集後記



一瞬で闇に広がる大輪の花、ズシンと響く大音響に惜しみない喝采。夏の風物詩、花火はなくてはならないものですね。娯楽としては勿論ですが、元々花火大会は供養に端を発して催されてきたようです。隅田川の花火大会は、将軍吉宗が死者の慰霊と悪霊退散祈願の水神祭に合わせた大花火が起源と言われています。た

だし花火の原料は火薬。一代で名家断絶となった人気花火師玉屋は、失火で半町を延焼させるという重罪を犯し、江戸追放となりました。このように命や財産を奪うものが、心奪うものにもなるのは、実に不可思議としか言いようがありません。火は破壊と再生のシンボルでもあり、闇を照らす知恵の象徴ともされます。あなたは、刹那に燃え上がり、闇夜に消える炎に何をみますか? (太田 敬子)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール
<http://www.nagase-landauer.co.jp>
E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.440 平成26年<8月号>
毎月1日発行 発行部数: 35,700部

発行 長瀬ランダウア株式会社
〒300-2686
茨城県つくば市諏訪C22街区1
発行人 中井 光正